

گزارش مراحل ساخت خودروی برقی دو نفره

فاطمه جمالی دوگانه
کارشناس ارشد طراحی صنعتی



دلایل انتخاب مینی کار^۱

مشکل رفت و آمد در سطح شهر یکی از مشکلاتی است که هر شهروندی در شهرهای بزرگ و پرترافیک با آن دست به گریبان است. اکثر رفت و آمدهای شهری با یک یا دو سرنشین برای انجام امور روزمره به عمل می آید. دلیل ندارد ماشین های بزرگ و جادار در خیابان ها رفت و آمد کنند. اکنون تعداد زیادی از افراد جامعه از موتورسیکلت استفاده می کنند. خصوصیت اصلی موتور عدم وجود ایمنی آن است. به عبارت دقیق تر افراد موتورسوار در یک مسیر مشخص ۲۰ برابر بیشتر از اتومبیل سواران در معرض خطر هستند. استفاده از مینی اتومبیل های شخصی در یک سطح گسترده در شهر باعث می شود ظرفیت خیابان های موجود به دو برابر وضع فعلی و ظرفیت پارکینگ ها به سه برابر افزایش یابد.

استانداردهای بازار بین المللی، خودروسازان را ملزم می سازد که خودروهای کم مصرف تولید کنند. بنابراین سبک سازی و کاهش وزن خودرو و کوچکتر کردن حجم و اندازهی خودروها در دستور کار خودروسازان جهانی قرار گرفته است. در چنین شرایطی بازار خودروهای کوچک شهری پررونق شده است. این خودروهای کوچک و کم مصرف که در فهرست خودروهای دوستدار محیط زیست جای می گیرند، قابلیت های زیادی دارند اما برای مسافرت های طولانی اصلاً مناسب نیستند.

دلایل انتخاب خودرو برقی

بهینه سازی مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا از طریق جایگزینی منابع انرژی از مسائل حیاتی جوامع صنعتی امروز می باشد و به کارگیری انرژی الکتریکی، گزینهی مناسبی برای تأمین انرژی به شمار می رود. با توجه به اهمیت روزافزون کاهش آلاینده های زیست محیطی و توجه به این نکته که اکثر این آلاینده ها توسط خودروها ایجاد می شوند، خودروهای برقی به دلیل استفاده از انرژی برق و کم بودن

میزان آلایندهی هوا و صوت در مقایسه با خودروهای احتراق داخلی، اهمیت ویژه ای یافته اند.

تعریف پروژه

هدف از طرح و انجام این پروژه، ساخت خودروی دونفره ی برقی است که تنها از موتور الکتریکی و منبع تغذیه ی باتری الکترولشیمیایی استفاده می کند و از قابلیت تردد در سطح شهر برخوردار است. این خودرو مطابق با قوانین مسابقه، طراحی می شود. این پروژه توسط یک گروه تیمی در مرکز بهمن موتور، متشکل از کارشناسان طراحی صنعتی، مکانیک، الکترونیک و برق خودرو، انجام می گیرد که با همکاری یکدیگر، در قالب یک تیم هماهنگ و هم راستا، در انجام پروژه نقش خواهند داشت.

قدم اول، تعیین استراتژی و اهداف پروژه

- طراحی وسیله ای نقلیه ای به عنوان خودروی کوچک برقی شهری جهت پاسخگویی به نیازهای ترافیکی در شهرهای بزرگ
- کاهش آلودگی هوا و صدا و در پی آن حفظ محیط زیست
- رسیدن به یک مطابقت ارگونومیکی فرهنگی
- تردد راحت و کاربرد سریع و متنوع
- قابلیت تجهیز در سطوح مختلف جهت گسترش سرویس دهی
- قابل استفاده در شهرهای بزرگ و کوچک، محوطه کارخانجات، و...

- رعایت سیستم حفاظتی و ایمنی فرد راننده
- در نظر گرفتن حدود دسترسی لازم
- قیمت تمام شده در حدود قیمت بین اتومبیل معمولی و موتورسیکلت
- حرکت با حداکثر سرعت ۱۰۰ کیلومتر در شهر
- هماهنگ با فرهنگ تعمیرکاران کشور
- اشغال حداقل فضا
- ارتفاع مناسب از سطح زمین
- قابلیت ساخت در ایران

■ قدم دوم، تعیین ورودی‌های طراحی

(جدول ۱)

ردیف	نام پارامتر	مقدار	مرجع
1	وزن خودرو (کیلوگرم)	700	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
2	سرعت در شیب 2٪ (Km/h)	35	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
3	حداقل شتاب ترمزی (m/s^2)	5	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
4	حداقل شیب روی (%)	10	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
5	تعداد سرشتین (نفر)	2	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
6	فاصله کف خودرو از سطح زمین (cm)	50-30	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
7	حداقل وزن قابل حمل (کیلوگرم)	200	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
8	قابلیت حرکت بین دو مانع با فاصله حداکثر 5 و عرض 150 Cm	-	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
9	حداکثر عرض خودرو (Cm)	150	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی
10	مانورپذیری برای حرکت در پیچ‌هایی با شعاع 10 متر و با سرعت حداقل 10 کیلومتر بر ساعت	-	شرایط مسابقه‌ی پژوهشکده‌ی شهید رضایی

■ قدم سوم، طراحی اولیه

همراه منحنی‌های نرم و حجم‌هایی با حداقل پیچیدگی فرمی استفاده شده است. در طراحی بدنه باید به نکاتی از جمله: ایمنی، توزیع یکنواخت وزن، ورودی‌های هوا در جلو پنجره، دریچه‌ی هوای خنک‌سازی موتور در عقب خودرو و جانمایی سیستم‌ها توجه داشت. (تصویر ۲)

ایده‌های اولیه؛ در ابتدا، طرح‌های اولیه بسیاری بدون توجه به هیچ‌گونه محدودیتی برای ایجاد ایده‌های ناب انجام می‌گیرد (تصاویر ۱).

■ قدم چهارم، طراحی اولیه‌ی سه بعدی

قدم پنجم، محاسبات فنی شاسی
کارشناسان مهندسی خودرو هم‌راستای طراحی بدنه، اقدام به طراحی شاسی و سازه‌ی اصلی و محاسبات فنی تمامی سیستم‌های داخلی خودرو می‌کنند تا خروجی‌های طراحی مورد نیاز هر بخش به‌دست بیاید.

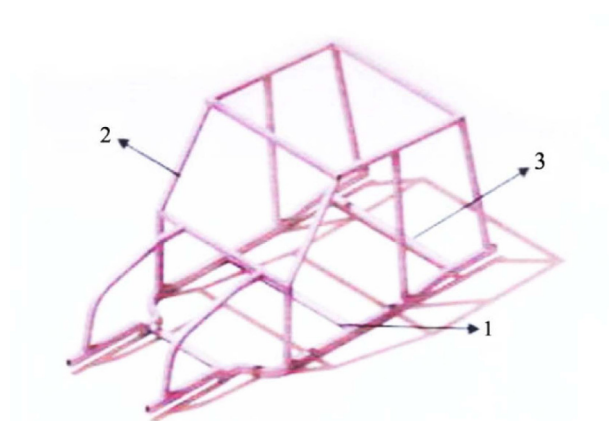
در ادامه، با توجه به محدودیت‌های ابعادی مربوط به خودرو و ورودی‌های طراحی و هم‌راستا با طراحی سیستم‌های داخلی خودرو و محدودیت‌های ساخت، طرح‌های بهینه شده در نرم‌افزار کتیا^۲ مدل‌سازی سه بعدی می‌شود. در طراحی فرم بدنه به منظور سبکی و در نهایت کم‌مصرف بودن خودروی الکتریکی، از سطوح ساده به



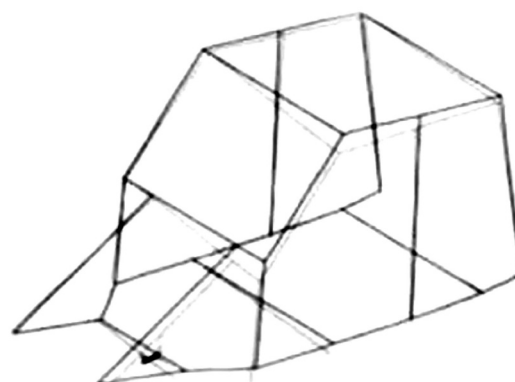
تصاویر ۱) طرح‌های اولیه



تصویر ۲) طرح‌های سه‌بعدی



تصویر ۴) نمای سه بعدی شاسی



تصویر ۳) میزان جابه‌جایی سازه در بارگذاری دوم

■ قدم ششم، فنی سیستم تعلیق (جدول ۲)

جدول ۲) خروجی‌های طراحی

ردیف	نام پارامتر	مقدار
1	تعیین فرکانس طبیعی جرم فنربندی شده	1/3
2	فرکانس‌های طبیعی شاسی (Hz)	16/316

■ قدم هفتم، محاسبات فنی سیستم فرمان

با محاسبه‌ی طول شانه‌ی فرمان و محدودیت‌های سیستم کنترل فرمان، انتخاب و طراحی انجام می‌گیرد. (جدول ۳)

جدول ۳) خروجی‌های طراحی

ردیف	نام پارامتر	مقدار
1	انتخاب سیستم فرمان	-
2	زوایای چرخ‌ها در چرخش استاتیکی	30 درجه

■ قدم هشتم، محاسبات فنی تایرها

انتخاب نوع تایر بر اساس معیارهای: ۱- تأثیر نوع تایر در میزان فرمان پذیری و پایداری خودرو ۴- عمر و دوام تایر ۵- قیمت و مصرف انرژی ۲- نیروهای وارد بر چرخ (شاخص بار) ۳- بهبود سهولت دسترسی در بازار صورت می‌گیرد. (جدول ۴)

جدول ۴) خروجی‌های طراحی

ردیف	نام پارامتر	مقدار
1	اندازه‌ی تایر	155R13
2	تعیین شاخص بار	80

■ قدم نهم، محاسبات فنی سیستم ترمز

متغیرهای تأثیرگذار در سیستم ترمز عبارتند از: ۱- وزن خالی خودرو ۲- توزیع استاتیکی نیروی وزن ۳- فاصله‌ی محورها ۴- مکان مرکز جرم خودرو ۵- شتاب و گشتاور مورد نیاز ۶- سایز چرخ‌ها ۷- حداکثر سرعت ۸- استانداردهای ترمزگیری خودرو (جدول ۵)

جدول ۵) خروجی‌های طراحی

ردیف	نام پارامتر	مقدار
1	یافتن منطقه‌ی مجاز ترمزگیری	
2	محاسبه‌ی ضریب ترمزی	0/8
3	محاسبه‌ی میزان دامن‌های حرکت پدال و سیلندر اصلی	12/8 و 67/46
4	انتخاب سیستم مناسب	سیستم ترمز پراید

قدم دهم، محاسبات فنی موتور الکتریکی

موتور انتخابی یک موتور AC القایی است دارای توان بیشینه‌ی ۲۰ کیلووات و سرعت بیشینه‌ی ۶۰۰۰ دور در دقیقه است. موتورهای القایی در مقایسه با دیگر موتورهای الکتریکی از مزایایی برخوردارند. از جمله گشتاور مطلوب، ایمنی بیشتر، صدای کم، وزن پایین، راحتی نصب و تعمیر و... (جدول ۶)

به دلیل نبود امکانات داخلی کافی، سفارش واردات موتور الکتریکی داده خواهد شد و برای انتخاب مناسب‌ترین موتور الکتریکی برای این خودرو، اطلاعاتی همچون سرعت، گشتاور و توان موتور مورد نیاز می‌باشد. با محاسبات انجام گرفته،

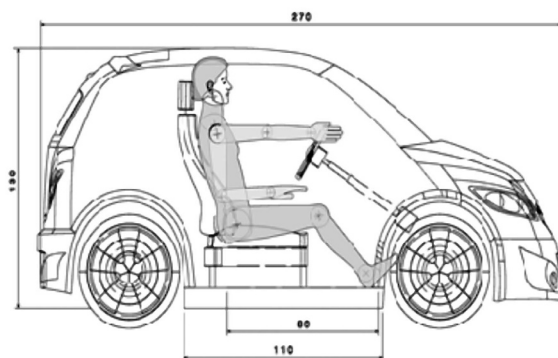
جدول ۶) خروجی‌های طراحی

ردیف	نام پارامتر	مقدار
1	گشتاور موتور (N.m)	220
2	توان موتور (Kw)	19

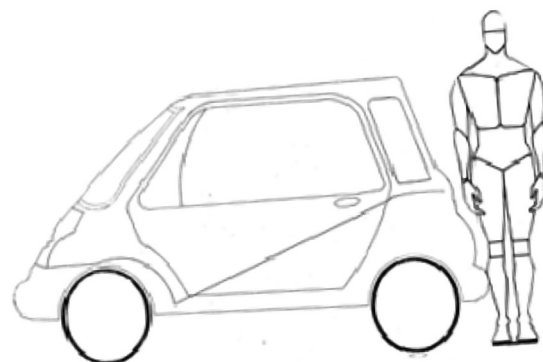
قدم یازدهم، بررسی ملاحظات ارگونومیکی

کنترلی، کنترل و چیدمان این وسایل در فضای داخلی از بحث‌های مهم در طراحی خودرو می‌باشد. وضعیت استقرار فرد استفاده‌گر نسبت به تجهیزات باید به گونه‌ای باشد که وی بتواند به سهولت آنچه را که قرار است انجام دهد مشاهده نموده و نیز کنترل کافی روی تجهیزات داشته باشد. انسان‌ها به‌طور روزانه از تجهیزات استفاده می‌کنند که بستگی به حالت فیزیکی آن‌ها یا ابعاد و اندازه‌های بدن دارد. هر چه میزان پیچیدگی این تجهیزات بیشتر باشد طراحی آن‌ها بر اساس ارگونومی به همان نسبت از اهمیت بیشتری برخوردار است. (جدول ۷)

بعد از مرحله‌ی اولیه‌ی طراحی بدون در نظر گرفتن محدودیت‌ها و خروجی‌های طراحی، لازم است جهت طراحی تکمیلی و تعیین خروجی طراحی بدنه، هم‌راستای محاسبات فنی و بررسی سیستم‌های داخلی، محاسبات آنتروپومتری و بررسی حدود و دسترسی‌ها انجام گیرد که جهت آشنایی، بخش اندکی از آن در اینجا آورده شده است. بررسی کامل مباحث ارگونومیکی خودرو، بسیار گسترده می‌باشد که خود مقاله‌ای جدا می‌طلبد. طراحی تجهیزات داخلی و سیستم‌های



تصویر ۶) موقعیت قرارگیری فرد درون مینی کار



تصویر ۵) تناسب ابعادی انسان و مینی کار

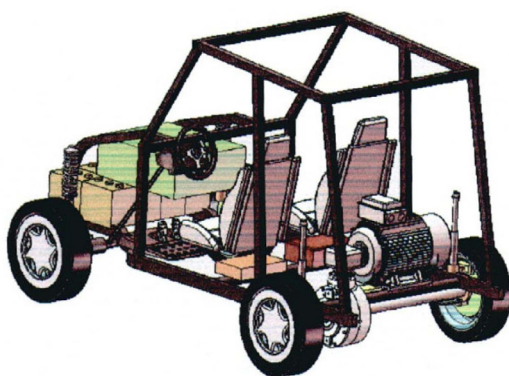
جدول ۷) جدول بررسی ارگونومیکی خودرو

ویژگی‌ها		توضیحات
دید راننده	میدان دید مناسب جلو	- زاویه‌ی بهینه‌ی دید چشم 10 درجه به پایین - زاویه‌ی 50-60 درجه از چپ و راست
	میدان دید مناسب عقب	- شیشه‌ی بزرگ عقب - عدم وجود ستون پهن عقب و زاویه‌ی تند به داخل خودرو - عدم ارتفاع کم نشیمنگاه نسبت به شیشه عقب
	وسعت دید آینه‌ها	- وسعت دید مناسب و ابعاد مناسب آینه - موقعیت قرارگیری مناسب نسبت به راننده و شیشه عقب
	دید تجهیزات جلوداشنبورد	چرخش چشم، حداکثر 15 درجه به پایین و 15 درجه به طرفین
	دید مناسب دور زدن	عدم وجود ستون‌های پهن با زاویه تند
	صندلی راننده	فضای مناسب جلو صندلی- پهنای نشیمنگاه- ارتفاع مناسب نشیمنگاه از کف جهت طراحی پایه صندلی- ارتفاع پشتی- رویه‌ی مناسب و بهداشتی صندلی
دید بازتابنده	دسترسی مناسب به دکمه‌ها و سوئیچ‌ها	- تعبیه شده بر روی فرمان - تعبیه شده در یک قطعه کنار فرمان
	کاربرد ارگونومیک رنگ تجهیزات	- ایجاد تفکیک از سایرین - در معرض دید بهتر - تضاد رنگی قسمت‌ها
	عدم پیچیدگی تجهیزات	عدم تعدد دکمه‌های مشابه و چیدمان مناسب دکمه‌ها
	دید مناسب به صفحات نشانگر	در مسیر دید راننده با تغییر زاویه‌ی 10 درجه
	غریبک فرمان	زاویه‌ی مناسب- قطر فرمان- ارتفاع از کف- روکش فرمان
	فضای داخل کابین	فاصله‌ی نشیمنگاه تا سقف- فاصله‌ی کف تا سقف- ورودی در- دستگیره- ی داخلی در- تریم داخلی- عایق بندی و..
	وضعیت استقرار بدن	ارتفاع دید راننده از کف- حداکثر دسترسی جلو- زاویه‌ی پا بر روی صندلی- زاویه قرارگیری دست و...

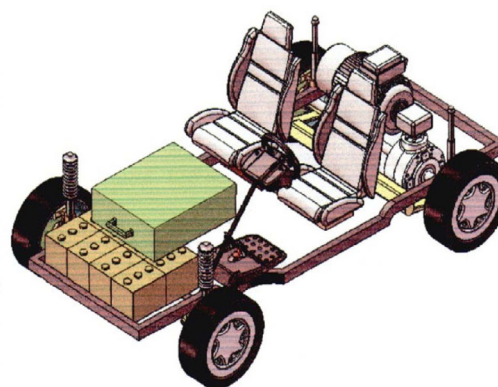
■ قدم دوازدهم، جانمایی سیستم‌ها

در این مرحله جانمایی اجزا و سیستم‌های مختلف خودرو بر اساس خروجی‌های طراحی و ابعاد به دست آمده و ابعاد و مشخصات سیستم‌های انتخابی، بررسی و طراحی خواهد شد. باید توجه داشت که جانمایی نهایی با توجه به محدودیت‌ها و مشکلات

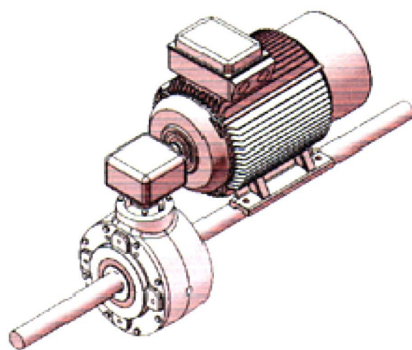
در مرحله‌ی ساخت، با جانمایی اولیه متفاوت خواهد بود. بر اساس ابعاد به دست آمده از شاسی، ورودی‌های طراحی و سیستم‌ها و ابعاد ارگونومیک، جانمایی سیستم‌ها در نرم‌افزار سالید^۳ انجام می‌گیرد.



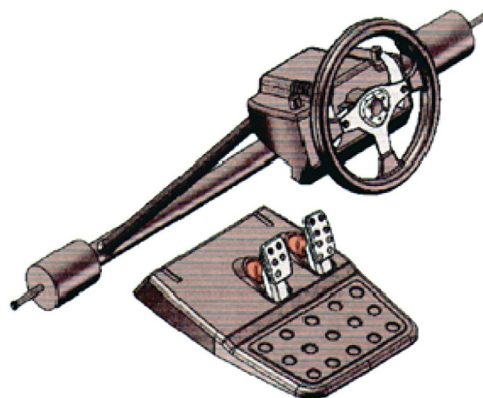
تصویر ۸) طرح تکمیلی جانمایی سیستم‌های خودروی برقی



تصویر ۷) طرح اولیه جانمایی سیستم‌های خودروی برقی



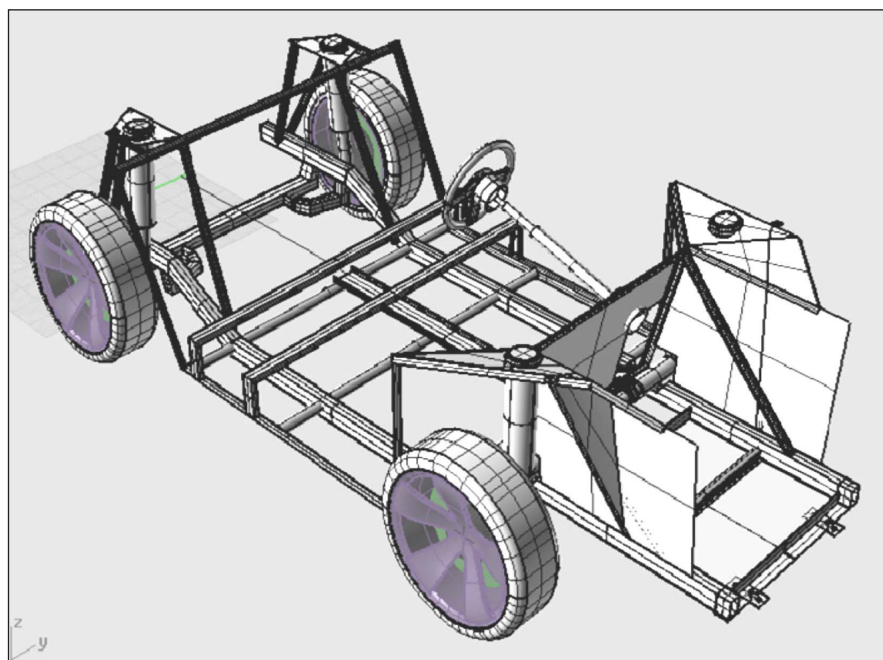
تصویر ۱۰) موتور و سیستم انتقال قدرت



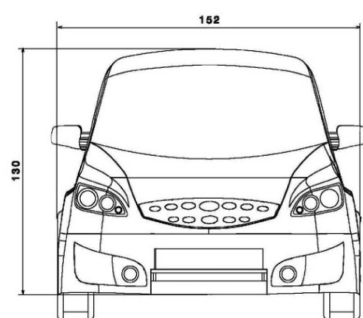
تصویر ۹) طرح جانمایی سیستم فرمان و پدال‌های خودروی برقی

قدم سیزدهم، طرح نهایی بدنه و شاسی

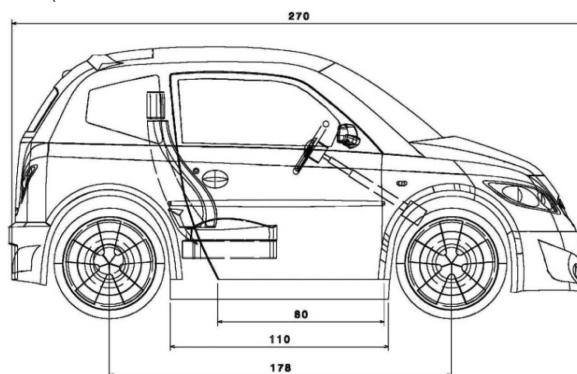
در ادامه‌ی بررسی‌ها و محاسبات فنی و انتخاب و جانمایی سیستم‌های داخلی، طراحی اولیه با تغییرات بسیاری روبه‌رو شد و بارها نیاز به بهینه‌سازی طرح در هر مرحله احساس شد. با تکمیل طرح و طراحی سیستم‌ها، نقشه‌های اولیه استخراج می‌شود تا جهت نمونه‌سازی اولیه و ساخت، آماده‌سازی‌های اولیه انجام گیرد.



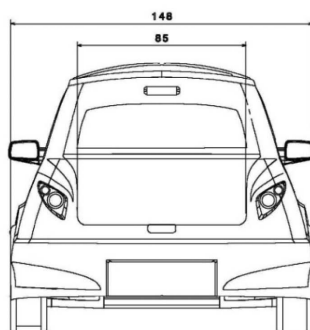
تصویر ۱۱)



Front view
Scale: 1:1



Left view
Scale: 1:1



Rear view
Scale: 1:1

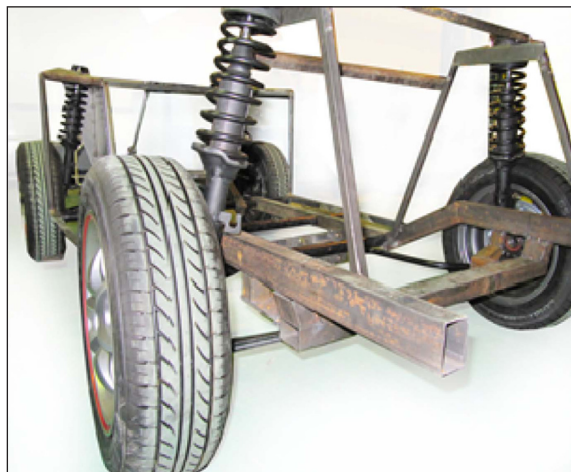
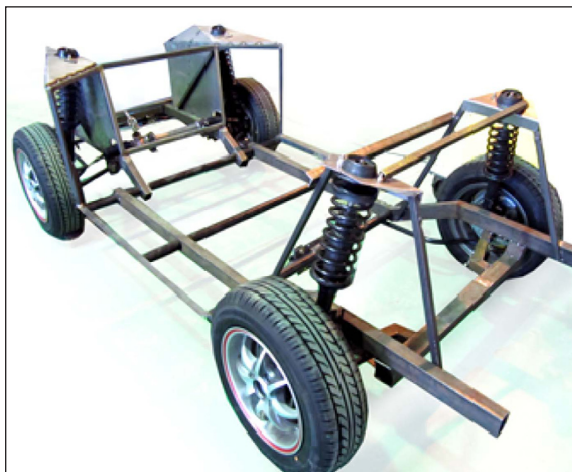
COATING	COLOR	QUALITY	TREATMENT	FMEA No.	DESIGN FILE REF.
DWG. DATE	SCALE	EST. MASS	THICKNESS	MATERIAL	
	1:1				
APPROV			PROJECT NAME	MICRO ELECTRIC CAR	
CHECK			PART NAME		
DRAWN			PART No.		
E. TABEIN			DWG No.		
DESIGN			3D ANGLE	PRINT SCALE SHEET	SIZE
H. POURAIDI			YES ☐	NO ☐	1/1
TEL 2555			Bahman Motor Center Product Development Dept		

تصاویر ۱۲)

قدم چهاردهم، مرحله‌ی ساخت شاسی

ساخت نمونه‌ی اولیه‌ی شاسی خودرو به صورت کارگاهی انجام گرفت تا جهت بهینه‌سازی مرحله به مرحله شاسی و سازه خودرو، تغییرات به راحتی انجام گیرد. برای نمونه‌ی

اولیه‌ی خودرو، استفاده از امکانات داخلی و سیستم‌های موجود در بازار به صرفه‌تر می‌باشد. به همین دلیل استفاده از نمونه‌های داخلی و موجود، محدودی کار را تغییر می‌داد و تغییراتی در طرح ایجاد می‌کرد.



تصاویر ۱۳) شاسی خودرو، چرخ‌ها، سیستم تعلیق، فنربندی



تصاویر ۱۳) شاسی خودرو، چرخ‌ها، سیستم تعلیق، فنربندی

قدم پانزدهم، مرحله‌ی ساخت مدل‌سازی بدنه

و یا ماشینی، انجام می‌گیرد. یکی از روش‌های رایج و مناسب جهت درک فرم و تناسبات خودرو بعد از مدل‌سازی سه بعدی کامپیوتری، مدل‌سازی کلی^۱ می‌باشد.

مدل‌سازی کلی، یکی از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین روش‌های مدل‌سازی مورد استفاده در صنعت خودرو می‌باشد. کارگاه‌های طراحی بسته به نوع روش مورد پسند خود با مدل‌های کامپیوتری یا گلی کار می‌کنند اما اکثر آن‌ها معتقدند که مدل‌سازی گلی به عنوان یکی از بهترین راه‌های تجسم طرح به صورت سه بعدی باقی خواهد ماند.

انواع روش‌های ساخت مدل کلی به شرح زیرند:

الف: روش دستی^۲

مراحل متعددی جهت آماده‌سازی مدل کلی وجود دارد. در ابتدا، مقیاس مدل تعیین می‌شود و از روی مدل‌سازی سه بعدی

توسعه‌ی طرح خودرو، یک فرایند دشوار و طاقت فرسا در طراحی، بررسی سعی و خطا، همچنین بهبود و انطباق طرح است. طرح اولیه از مراحل مختلف عبور کرده تا به واقعیت نزدیک شود. مدل‌سازی روندی برای ارزیابی طرح و اجرای مدل آن در هر مرحله می‌باشد.

مدل‌سازی گونه‌ها و روش‌های مختلفی دارد. اولین مدل‌سازی جهت ارزیابی‌های مختلف، مدل‌سازی سه بعدی کامپیوتری، توسط نرم‌افزارهای پیشرفته است که کمک مؤثری به بررسی فاکتورهای نظیر مباحث آیرودینامیک^۳ خودرو، تحلیل تصادفات و سایر ملاحظات فیزیکی طرح می‌کند. بعد از بررسی‌های نرم‌افزاری، لازم است که این ارزیابی‌ها در واقعیت هم مورد بررسی قرار گیرند. جهت این منظور، ساخت پرتوتایپ اولیه‌ی خودرو به کمک تکنیک‌های مدل‌سازی دستی



تصاویر ۱۷) مدل فومی خودرو جهت آماده‌سازی اولیه



تصاویر ۱۸) مرحله‌ی مدل‌سازی به روش کلی

طرح، نقشه‌های اولیه آماده شده و جهت ساخت شابلن‌های اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بر اساس ابعاد نقشه، فرم کلی طرح توسط فوم به عنوان مبنایی برای کار مدل ساخته می‌شود. به عبارت دیگر به منظور ایجاد پایه‌ای برای مدل و برای کاهش میزان گل به کار رفته در مدل، به جای استفاده از گل کلی که گران و سنگین است، قسمت داخلی از فوم بوده و گل بر روی آن کار می‌شود.

پس از آماده سازی پایه‌ی کلی، نقاط مرجع از روی نقشه به مدل منتقل می‌شود. کار بر روی مدل کلی به منظور منطبق شدن شکل با نقشه آغاز می‌شود و سپس برای تکمیل تناسب آن بخش‌های مورد نیاز اضافه می‌گردد. طراحان هم می‌توانند از نقشه‌ها، نکات راهنما و شابلون‌های کمکی جهت تغییر و توسعه‌ی مدل استفاده کنند و هم می‌توانند از روی تجربه و به میل خود تغییراتی را در شکل مدل ایجاد نمایند. یکی از زیبایی‌های کار با مدل‌کلی خودرو، توانایی دوباره کاری و تغییرات پیوسته بر روی آن می‌باشد. این درجات آزادی جهت توسعه‌ی طرح به ندرت با استفاده از کامپیوتر همانند سازی می‌شود.

در مرحله‌ی استفاده کلی جهت تکمیل مدل‌سازی، تمامی جزئیات طرح اعمال خواهد شد. به همین دلیل ممکن است جهت بهینه شدن طرح و هماهنگی‌های بیشتر جهت ساخت طرح، بارها تغییر می‌کند که همین مورد از مزایای روش دستی مدل‌سازی می‌باشد.

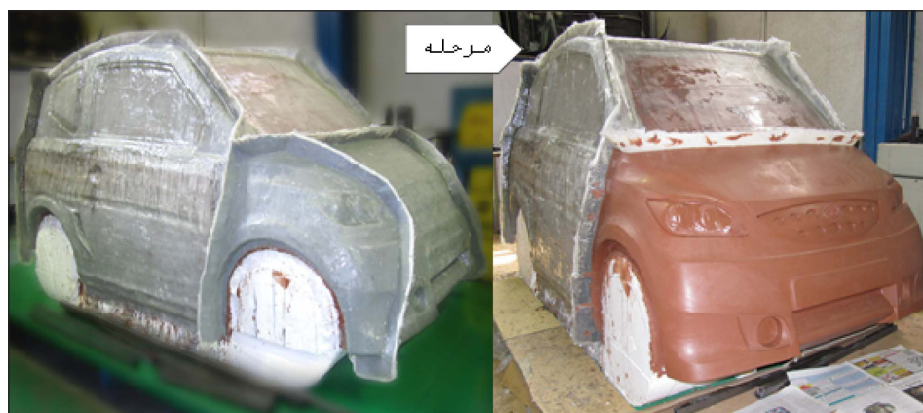
ب: روش اتوماسیون^۷

به جای صرف وقت طراحان و مدل‌سازان در ساخت مدل دستی، ماشین‌آلات شکل‌دهی ویژه‌ای از طریق دریافت اطلاعات و داده‌های کامپیوتری^۸ برای ساخت مدل کلی خودرو و در مدت بسیار زمان کوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نتیجه مدل‌ساز فقط به پرداخت سطوح یا تغییرات کوچک احتمالی می‌پردازد. وقتی کار مدل‌سازی خودرو در مراحل مختلف به اتمام رسید برای اینکه بیانگر مفهوم مورد نظر طراح باشد نیاز به رنگ و ریزه‌کاری‌های نهایی دارد. در صورتی که خودرو آماده‌ی تولید باشد با استفاده از تجهیزات دیجیتالی یک تصویر سه بعدی دقیق از کار گرفته شده و آن را تبدیل به مدل سیمی کامپیوتری^۹ می‌کنند.

■ قدم شانزدهم، مرحله‌ی قالب‌گیری دستی^{۱۰}

فایبرگلاس^{۱۱} یکی از پرکاربردترین کامپوزیت‌هاست. فایبرگلاس یک کامپوزیت با زمینه‌ی پلیمری است که توسط فیبرهای شیشه تقویت شده است. روش لایه چینی دستی، ساده و محدود است و کیفیت محصول به اپراتور بستگی دارد. ولی قالب‌گیری کامپوزیت، دارای مزایای بسیاری است که معمولاً از قالب فایبرگلاس جهت اولیه استفاده می‌شود.

قبل از لایه‌گذاری، باید مدل با یک واکس سیلیکونی باکیفیت خوب پوشانده و کاملاً پرداخت گردد تا یک لایه‌ی کاملاً صاف به وجود آید. معمولاً جهت جدا شدن مدل از سطح قالب از یک عامل جداکننده (نظیر پلی وینیل الکل) استفاده می‌شود. جهت قالب‌گیری، مدل تقسیم‌بندی می‌شود که با جداکننده‌هایی



تصاویر ۲۰) تکمیل مدل‌سازی خودرو و تهیه‌ی قالب قطعات

مرزبندی قالب مشخص خواهد شد.

■ قدم هفدهم، مرحله‌ی ساخت تولید قطعه‌ی

فایبرگلاس

شناخت اولیه‌ی کامپوزیت‌های پایه پلیمری:

در کامپوزیت‌های پایه پلیمری، زمینه، یک ماده پلیمریست که به آن لفظ رزین اطلاق می‌گردد و شامل دو دسته‌ی کلی ترموپلاستیک و ترموست‌ها هستند. الیاف تقویت‌کننده نیز شامل انواع شیشه، آرامید، کربن و بورن می‌باشد. در این ترکیب نقش باربری به صورت عمده بر عهده‌ی الیاف است. رزین وظیفه‌ی توزیع بار اعمال شده در شبکه‌ی الیاف و نگه‌داشتن موقعیت الیاف در جای خود را بر عهده دارد.

به طور کلی مواد کامپوزیتی (مواد مرکب) به دلیل داشتن جرم بسیار کم و مقاومت بالا نسبت به فلزات، در صنعت کاربرد وسیعی دارند.

الیاف مورد استفاده در کامپوزیت: الیاف شیشه، الیاف کربن، الیاف آرامید، الیاف‌های دیگر: آربست، بازالت، پلی اتیلن.

الیاف شیشه^{۱۲}:

رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین الیاف، شیشه می‌باشد که ماده‌ی اصلی تشکیل‌دهنده آن (سیلیکا) SiO_2 است.

مزایا

قیمت پایین

استحکام کششی بالا

مقاومت شیمیایی بالا

خواص عایق عالی

معایب

مدول کششی پایین

وزن مخصوص نسبتاً بالا

حساسیت به سایش

مقاومت خستگی پایین

شکننده بودن

سختی بالا

انواع مختلف الیاف شیشه:

الیاف نوع C، الیاف مقاوم در برابر مواد شیمیایی

الیاف نوع D، الیاف مقاوم در برابر امواج الکترومغناطیس

الیاف نوع E، عایق جریان الکتریسته

الیاف نوع M، الیاف با مدول بالا

الیاف نوع S، الیاف با استحکام بسیار بالا

روش‌های مختلف شکل‌دهی کامپوزیت‌ها:

۱. روش لایه‌گذاری دستی

۲. روش افشاندن^{۱۳}

۳. قالبگیری کیسه‌ای

۴. اتوکلاو^{۱۴}

۵. رشته‌پیچی

۶. قالبگیری فشاری

۷. ترکیبات قالبگیری

۸. قالبگیری انتقال رزین

۹. پالترژن^{۱۵}

رزین‌ها و نقش آن‌ها در کامپوزیت‌ها:

- نگهداری الیاف در کنار هم

- انتقال تنش به الیاف

- محافظت از الیاف در مقابل عوامل محیطی

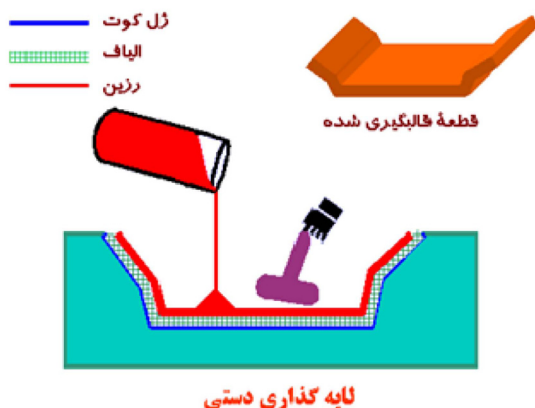
- حفاظت سطح الیاف از سایش

انواع مختلف رزین‌ها: رزین‌های پلی استر، رزین‌های وینیل

استر، رزین‌های اپوکسی، رزین‌های فنلی.

■ روش تولید قطعه فایبر گلاس

ساده‌ترین روش شکل‌دهی کامپوزیت دو روش لایه‌گذاری دستی و روش افشاندن (اسپری) می‌باشد که به طور معمول برای تولید یک نمونه و ساخت پرتوتایپ محصولات از روش‌های ساده تولیدی که به صرفه‌تر نیز هستند استفاده می‌شود.



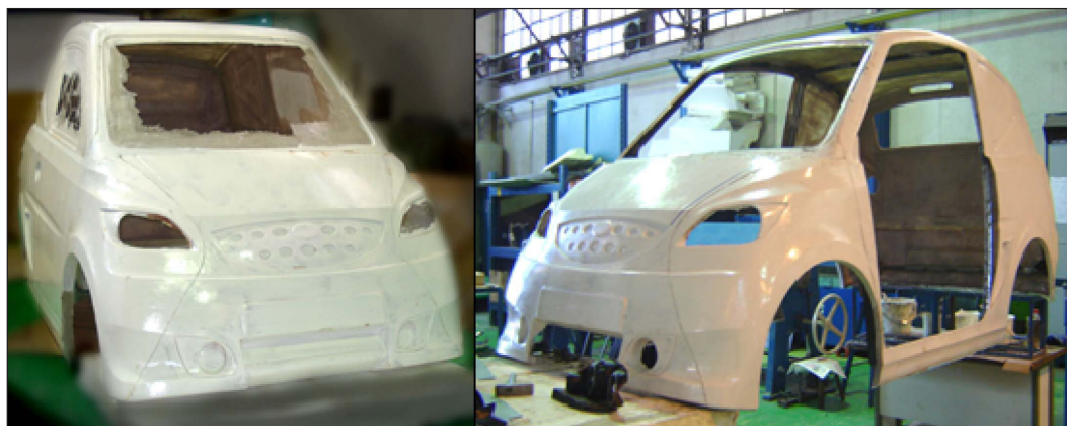
تصویر ۲۱) قطعه‌گیری فایبرگلاس به روش لایه‌گذاری دستی

■ قدم هجدهم، مرحله‌ی ساخت اتصال شاسی به بدنه

جداکننده به کار گرفته شود و اولین لایه قبل از اعمال دومین لایه خشک گردد. ضروریست که قالب به طور کامل پوشش داده شود، یعنی هیچ جایی بدون پوشش باقی نماند. سپس به روش دستی لایه چینی الیاف شیشه و رزین جهت تولید قطعه آغاز می‌گردد. در انتها، جداکردن قطعه از قالب را می‌توان با استفاده از هوای فشرده انجام داد.

بعد از جداسازی قطعه از قالب، اتصال قطعات بدنه و در آخر اتصال آن به شاسی از مهم‌ترین قسمت‌های این مرحله می‌باشد.

سطح قالب باید با یک واکس سیلیکونی باکیفیت خوب پوشانده و کاملاً پرداخت گردد تا یک لایه‌ی نرم و صیقلی به‌وجود آید. برای یک قالب جدید ممکن است به منظور حصول ضخامت کافی، چندین بار استفاده از واکس لازم باشد. معمولاً جهت جدا شدن کار از سطح قالب از یک عامل جداکننده استفاده می‌شود که برای به دست آوردن یک نتیجه‌ی خوب باید دو بار



(تصویر ۲۲) بدنه‌ی خام قالب‌گیری شده



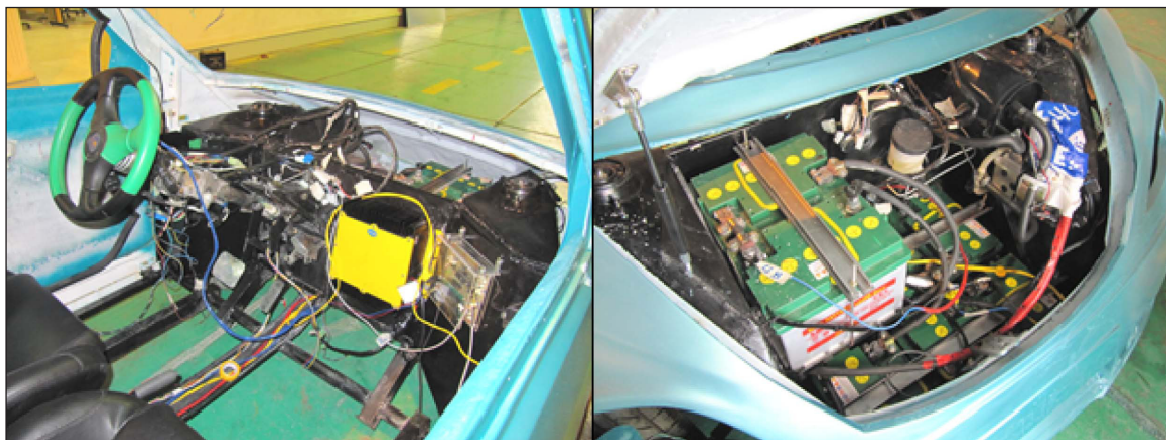
(تصویر ۲۳) اتصال بدنه به شاسی. ساخت و نصب تجهیزات داخلی (قفل و لولاها، براکت چراغ‌های جلو عقب و...)

■ قدم نوزدهم، مرحله‌ی ساخت نصب سیستم‌های داخلی

بود. چرا که نتیجه‌ی عملی کار و راه‌اندازی هرچه بهتر خودرو در چگونگی و دقت انجام این مرحله خواهد بود.

هم‌زمان با نصب سیستم‌های داخلی و تجهیزات الکتریکی، مرحله‌ی طراحی و ساخت و نصب قسمت‌های داخلی خودرو، از جمله داشبورد، کف سازی، رودری‌ها، کنسول، صندلی‌ها، روکش‌های داخلی بدنه و بسیاری نکات دیگر انجام می‌گیرد تا جایی که خودرو برای انجام تست‌های دینامیکی آماده گردد.

بعد از اتمام مرحله اتصال پلت فرم و شاسی به بدنه و اعمال تقویتی‌های لازم در قسمت ستون‌ها، درب‌ها و سقف جهت استحکام هر چه بیشتر بدنه در مواجهه با تست تصادف، نصب سیستم‌های داخلی و اتصالات برقی با توجه به جانمایی‌ها و طراحی‌های صورت گرفته و محاسبات انجام شده، از حساسیت بالایی برخوردار خواهد



(تصویر ۲۴) نصب تجهیزات سیستم‌های داخلی و سیم کشی

قدم بیستم، مرحله‌ی نهایی انجام تست‌های **دینامیکی**
 ضعف‌ها و کاستی‌های خودرو مشخص خواهد شد و بهینه‌سازی قسمت‌های مختلف خودرو و تغییرات احتمالی در بعد از انجام تست‌های دینامیکی و اعلام نتایج تست‌ها، طراحی اعمال خواهد گردید.

(جدول ۸)

نام آزمون	نتایج	واحد	شرح آزمون
تست مسافت			در این تست، خودرو در یک سیکل رانندگی شهری با مسافت مشخص قرار می‌گیرد و نتایج اندازه‌گیری شده به صورت آماری به دست می‌آید. با این تست می‌توان وضعیت مصرف باتری‌ها، وضعیت شارژ باتری‌ها و... را به دست آورد.
تست شتاب گیری		ثانیه	در طی پیمایش 100 متر اول، دستگاه شتاب سنج حداکثر شتاب را محاسبه می‌کند.
تست ترکیب شتاب و ترمز		ثانیه	ابتدا شتاب افزایش یافته و بعد شتاب کاهش می‌دهد که توسط سیستم ترمز ایجاد می‌شود، در چند مرحله، محاسبه می‌شود.
تست حداکثر سرعت		کیلومتر بر ساعت	خودرو بعد از پیمایش 300 متر به حداکثر سرعت خود می‌رسد که توسط دستگاه سرعت سنج لیزری، سنجیده می‌شود.
تست سرعت در شیب 2درصد		کیلومتر بر ساعت	شرایط تست مثل تست حداکثر سرعت با این تفاوت که مسیر حرکت خودرو به میزان 2٪ شیب دار می‌باشد.
جای پارک برد		متر	حداقل فضایی که پارک صحیح خودرو انجام گیرد.
تعلیق		کیلومتر	خودرو با یک بار شارژ کامل باتری، می‌بایست یک مسیر بسته را تا مسافتی که شارژ باتری داشته باشند، پیماید.
پایداری در مسیر مارپیچ		ثانیه	خودرو توسط سنسورهای حساس به نوسانات و شک در نقاط مختلف اتاق خودرو در مسیر پرمانع با سرعت 10 تا 20 کیلومتر در ساعت.
شدت ترمز		متر بر مجذور ثانیه	با عبور از موانع با فواصل معین به صورت مارپیچ حرکت می‌کند تا نوع فرمان و سیستم تعلیق مورد سنجش قرار گیرد.
شیب روی بیشینه		درصد	خودرو باید بعد از رسیدن به سرعت متوسط در نقطه‌ی معینی از مسیر با حداکثر قدرت ترمز گرفته که با توجه به سرعت و مسافت طی شده تا زمان توقف کامل، شتاب کاهش ترمز محاسبه می‌شود.
برد در آزمون استحکام		کیلومتر در ثانیه	ابتدا بر روی شیب 15٪ حرکت می‌کند که در 3 مرحله این شیب افزایش پیدا می‌کند.
آلودگی صوتی		دسی بل	خودرو مسافتی حدود 4/5 کیلومتر را طی می‌کند که شامل مسیر لغزنده، حوضچه‌ی آب، مسیر گل آلود، دوش آب (جهت تست نشستی آب) می‌باشد و زمان محاسبه می‌شود.
			دستگاه صوت سنج صداهای ناشی از موتور و سیستم انتقال قدرت و تجهیزات و بدنه را می‌سنجد.

سخن آخر:

همین‌طور در ادامه‌ی روند پروژه و انجام محاسبات فنی و تعیین سیستم‌های داخلی با تغییراتی مواجه می‌شد که منجر به تغییراتی در طراحی فرمی نیز می‌گردید. این تغییرات اجتناب ناپذیر خواهند بود چراکه در طول روند پروژه محدودیت‌های متعددی راپشت سر گذاشته و این محدودیت‌ها، ایده‌های طراحی و خواست طراح را تحت تأثیر خود دارند.

بعد از طراحی‌های اولیه جهت به‌دست آمدن ایده‌های طراحی و خطوط مورد نظر، در ادامه طراحی‌های تکمیلی با توجه به محدودیت‌های طراحی، ساخت و امکانات موجود، طرح‌ها توسط نرم‌افزار کتیا انجام گرفت که محدوددهی آزادی عمل در اعمال خواست‌های بصری طراح کاهش چشم‌گیری داشت.



- 11 . Fiberglass
- 12 . Glassfiber
- 13 . Sprayup
- 14 . Autoclave
- 15 . Pultrusion

- 5 . Clay Models
- 6 . Manual Methods
- 7 . Automated Method
- 8 . CAD Data
- 9 . Cad Wire Frame Model
- 10 . Hand Lay-Up

- 1 . Mini Car
- 2 . Catia
- 3 . Solidwork
- 4 . Aerodynamic

پی‌نوشت:

اعضای تیم پروژه: آقای مهندس پورعیدی، آقای مهندس اسدی، آقای مهندس دشتی، آقای کیوکان، خانم جمالی، خانم تابیعی