دانشگاه کاشان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه جهت اخذ کارشناسی ارشد

در رشته طراحی کاربردی

عنوان

حل تحلیلی ارتعاشات عرضی یک تیر کامپوزیتی مدل اویلر- برنولی با چندین جرم متمرکز

استاد راهنما

دکتر احمدرضا قاسمی

استاد مشاور

دکتر کیوان ترابی

به وسیله

بیژن حیدری شیبانی

دی ماه ۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به

پدر و مادر عزیزتر از جانم

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار به ویژه اساتید دوره‌ی کارشناسی ارشد که در طول سالیان گذشته مرا در تحصیل علم و معرفت و فضایل اخلاقی یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد گرامی و بزرگوار جناب آقای **دکتر احمدرضا قاسمی خوزانی** که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان‌نامه تقبل نموده‌اند نهایت تشکر و سپاسگذاری را دارم.

از جناب آقای **دکتر کیوان ترابی** به عنوان مشاور که با راهنمایی خود مرا مورد لطف قرار داده‌اند کمال تشکر را دارم.

همچنین از تشریک مساعی **دکتر محمدرضا وزیری** به عنوان استاد داور داخل دانشگاه و آقای **دکتر سعید امینی** به عنوان استاد مدعو خارج از دانشگاه که این پایان‌نامه را مورد مطالعه را قرار داده و در جلسه دفاعیه شرکت نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

در پایان از جناب آقای **دکتر جاوری** که به عنوان نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی دانشگاه قبول زحمت نموده‌اند سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده:

در تحقیق حاضر، مسئله‌ی ارتعاشات عرضی تیر کامپوزیتی با در نظر گرفتن تعداد دلخواه جرم متمرکز بر روی آن، به صورت تحلیلی، مطالعه شده است. از آنجا که درکامپوزیت ها ارتعاشات عرضی و پیچشی به یکدیگر وابسته می‌باشند، در تحلیل ارتعاشات عرضی، مطالعه و بررسی ارتعاشات پیچشی نیز لازم است.

در این تحقیق ابتدا به بررسی تئوری ارتعاشات، طبق فرضیات تیر اویلر- برنولی بررسی شده و آنگاه مطابق این تئوری، رابطه حاکم بر تیر کامپوزیتی استخراج شده است. جرم های متمرکز به وسیله‌ی تابع دلتای دیراک مدل شده و روابط قبلی برای مسئله‌ی حاکم، با در نظر گرفتن تعداد دلخواه جرم متمرکز بر روی تیر مورد نظر اصلاح شده است. آنگاه معادله‌ی حاکم با توجه به توابع پایه استخراج شده و معادله فرکانسی و مود شیپ‌ها برای شرایط مرزی مختلف به دست آمده است.

در پایان، مطابق معادله فرکانسی و مودشیپ‌های به دست آمده برای شرایط مرزی مختلف، تاثیر مقدار، موقعیت و تعداد جرم بر روی فرکانس‌ها و مودشیپ‌ها مطالعه شده است و نتایج حاصله از مطالعه این تحقیق علاوه بر مقایسه با نتایج موجود، ارزیابی و توسعه داده شده است.

کلمات کلیدی: ۱.ارتعاشات آزاد ۲.کامپوزیت ۳. جرم متمرکز ۴. اویلر برنولی ۵.حل دقیق

فهرست عناوین

۱ فصل اول مقدمه ۹

۱.۱ تاریخچه ۱

۲.۱ مقدمه ای بر کامپوزیتها ۴

۱.۲.۱ کامپوزیت‌های با زمینه‌ی پلیمری ۵

۲.۲.۱ کامپوزیت‌های با زمینه‌ی فلزی ۵

۳.۲.۱ کامپوزیت‌های با زمینه‌ی سرامیکی ۵

۴.۲.۱ دسته بندی مواد زمینه ۷

۱.۴.۲.۱ پلیمرها ۸

۲.۴.۲.۱ سرامیکها ۸

۳.۴.۲.۱ فلزات ۹

۵.۲.۱ دسته بندی تقویت کنندهها ۹

۱.۵.۲.۱ الیاف ۹

۲.۵.۲.۱ تقویت کنندههای ذرهای ۱۱

۳.۵.۲.۱ تقویت کنندههای ویسکر ۱۱

۶.۲.۱ موارد کاربرد کامپوزیتها ۱۳

۲ فصل دوم مدل سازی رفتار دینامیکی تیر ۱٤

۱.۲ بررسی ارتعاشات عرضی ۱۵

۲.۲ بررسی ارتعاشات پیچشی ۱۷

۳.۲ روابط حاکم بر کامپوزیت ها: ۱۸

۱.۳.۲ رفتار مکانیکی یک تک لایه : ۱۸

۲.۳.۲ رفتار مکانیکی یک چند لایه : ۲۱

۴.۲ به دست آوردن ماتریس D برای شفت تو خالی کامپوزیتی ۲۴

۵.۲ استخراج روابط برای تیر کامپوزیتی(حالت بدون جرم) ۲۷

۱.۵.۲ حل معادله دیفرانسیل حاکم ۲۹

۲.۵.۲ به دست آوردن توابع پایه ۳۵

۳.۵.۲ شرایط مرزی ۴۴

۱.۳.۵.۲ دو سر لولا ۴۴

۲.۳.۵.۲ یک سر آزاد یک سر درگیر ۴۶

۳.۳.۵.۲ دو سر گیردار ۴۸

۴.۳.۵.۲ دو سر آزاد ۵۰

۵.۳.۵.۲ یک سر درگیر یک سر لولا ۵۲

۳ فصل سوم ارتعاشات تیر کامپوزیتی با جرم متمرکز ۵٤

۱.۳ مقدمه ۵۵

۲.۳ تاثیر جرم متمرکز بر معادلات حاکم ۵۶

۱.۲.۳ حل معادله دیفرانسیل حاکم ۵۹

۲.۲.۳ به دست آوردن توابع پایه: ۸۷

۳.۲.۳ شرایط مرزی در حالت جرم دار ۹۲

۱.۳.۲.۳ دو سر لولا ۹۲

۲.۳.۲.۳ یک سر آزاد یک سر درگیر ۹۴

۳.۳.۲.۳ دو سر گیردار ۹۶

۴.۳.۲.۳ دو سر آزاد ۹۸

۵.۳.۲.۳ یک سردرگیریک سرلولا ۱۰۰

٤ فصل چهارم تحلیل عددی، بحث و نتیجه گیری ۱۰۲

۱.۴ مقدمه ۱۰۳

۲.۴ مقایسه نتایج با مطالعات گذشته ۱۰۳

۳.۴ فرکانسهای بدون جرم: ۱۰۵

۴.۴ تاثیر مقدار و موقعیت جرم بر روی فرکانس: ۱۰۶

۵.۴ اثر تعداد جرم بر فرکانس: ۱۱۲

۶.۴ اثر مقدار جرم بر مود شیپ ۱۱۵

۷.۴ اثر موقعیت دو جرم متقارن بر مود شیپ ۱۲۰

۸.۴ نتیجه‌گیری کلی ۱۲۸

۵ پیشنهادات ۱۲۹

٦ فهرست منابع ۱۳۱

۷ پیوست ۱۳٤

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: انواع تقویت کنندههای کامپوزیت ۱۲
شکل ۲-۱: المان نمونه خمشی از تیر مدل شده بر اساس تئوری اویلر- برنولی ۱۵
شکل ۲-۲: المان نمونه پیچشی از تیر مدل شده بر اساس تئوری اویلر- برنولی ۱۷
شکل ۲-۳: المان شفت کامپوزیتی ۲۴
شکل ۲-۴: لایه بندی شفت کامپوزیتی ۲۵
شکل ۳-۱: جرم متمرکز بر روی تیر کامپوزیتی ۵۶
شکل ۳-۲: المان خمشی تیر ۵۷
شکل ۴-۱: نسبت فرکانس برای یک جرم، شرایط مرزی مختلف و α=۰/۱ ..... ۱۰۹
شکل ۴-۲: نسبت فرکانس برای یک جرم، شرایط مرزی مختلف و α=۱ ..... ۱۱۰
شکل ۴-۳: نسبت فرکانس برای یک جرم، شرایط مرزی مختلف و α=۱۰ ..... ۱۱۰
شکل ۴-۴: نسبت فرکانس برای دو جرم، شرایط مرزی مختلف و α=۰/۱ ..... ۱۱۱
شکل ۴-۵: نسبت فرکانس برای دو جرم، شرایط مرزی مختلف و α=۱ ..... ۱۱۱
شکل ۴-۶: نسبت فرکانس برای دو جرم، شرایط مرزی مختلف و α=۱۰ ..... ۱۱۲
شکل ۴-۷: اثر افزایش تعداد برای تیر دو سر لولا بر نسبت فرکانس ۱۱۳
شکل ۴-۸: اثر افزایش تعداد جرم برای تیر دو سردرگیر بر نسبت فرکانس ۱۱۳
شکل ۴-۹: اثر افزایش تعداد جرم برای تیر دو سرآزاد بر نسبت فرکانس ۱۱۳
شکل ۴-۱۰: اثر افزایش تعداد جرم برای تیر یک سردرگیر - یک سر آزاد بر نسبت فرکانس ۱۱۴
شکل ۴-۱۱: اثر افزایش تعداد جرم برای تیر یک سردرگیر - یک سرلولا بر نسبت فرکانس ۱۱۴
شکل ۴-۱۲: اثر افزایش مقدار جرم برای تیر دو سر لولا بر مود شیپ اول ۱۱۵
شکل ۴-۱۳ا: ثر افزایش مقدار جرم برای تیر دو سر در گیر بر مود شیپ اول ۱۱۶
شکل ۴-۱۴ا: ثر افزایش مقدار جرم برای تیر دو سرآزاد بر مود شیپ اول ۱۱۶
شکل ۴-۱۵: اثر افزایش مقدار جرم برای تیر یک سر درگیر یک سرآزاد بر مود شیپ اول ۱۱۷
شکل ۴-۱۶: اثر افزایش مقدار جرم برای تیر یک‌سردرگیر یک سر لولا بر مود شیپ اول ۱۱۷
شکل ۴-۱۷: اثر افزایش مقدار جرم به طور پیوسته برای تیر دو سر لولا بر مود شیپ اول ۱۱۸
شکل ۴-۱۸: اثر افزایش مقدار جرم به طور پیوسته برای تیر دو سردر گیر بر مود شیپ اول ۱۱۸
شکل ۴-۱۹: اثر افزایش مقدار جرم به طور پیوسته برای تیر دو آزاد بر مود شیپ اول ۱۱۹
شکل ۴-۲۰: اثر افزایش مقدار جرم به طور پیوسته برای تیر یک سردرگیر بر مود شیپ اول ۱۱۹
شکل ۴-۲۱: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سر لولا بر مود شیپ اول(α۰=۰/۱) ۱۲۰
شکل ۴-۲۲: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سر در گیر بر مود شیپ اول(α۰=۰/۱) ۱۲۱
شکل ۴-۲۳: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سر آزاد بر مود شیپ اول(α۰=۰/۱) ۱۲۱
شکل ۴-۲۴: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر یک سر گیردار بر مود شیپ اول(α=۰/۱) ۱۲۲

شکل ۴-۲۵: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سر لولا بر مود شیپ اول(α=۱) ۱۲۳
شکل ۴-۲۶: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سردر گیر بر مود شیپ اول(α=۱).....۱۲۳
شکل ۴-۲۷: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سرآزاد بر مود شیپ اول(α=۱) ۱۲۴
شکل ۴-۲۸: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر یک سر گیر دار بر مود شیپ اول(α=۱) ۱۲۴
شکل ۴-۲۹: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سرلولا بر مود شیپ اول(α=۱۰) ۱۲۵
شکل ۴-۳۰: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سر درگیر بر مود شیپ اول(α=۱۰).....۱۲۶
شکل ۴-۳۱: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر دو سرآزاد بر مود شیپ اول(α=۱۰) ۱۲۶
شکل ۴-۳۲: اثرتغییر موقعیت جرم به طور پیوسته برای تیر یک سر گیر دار بر مود شیپ اول(α=۱۰) ۱۲۷
شکل الف- ۱: المان کامپوزیتی تحت کشش درراستای الیاف.....۱۳۶
شکل الف- ۲: المان کامپوزیتی تحت کشش درراستای عمود بر الیاف ۱۳۷
شکل الف- ۳: المان کامپوزیتی تحت برش ۱۳۹

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱: دسته بندی انواع کامپوزیتها ۶
جدول ۴-۱:مشخصات هندسی تیر مطالعه شده در [۱۱] ۱۰۳
جدول ۴-۲: چهار فرکانس تحقیق بنرجی[۱۱] شریط مرزی یک سر گیردار ۱۰۴
جدول ۴-۳: چهار فرکانس اول برای شرایط مرزی مختلف ۱۰۴
جدول ۴-۴:مشخصات هندسی تیر مطالعه شده ۱۰۵
جدول ۴-۵: چهار فرکانس اول برای شرایط مرزی مختلف ۱۰۶
جدول ۴-۶: نسبت فرکانسی برای مقادیر و موقعیت های مختلف (شرط مرزی دو سر لولا)..... ۱۰۷
جدول ۴-۷: نسبت فرکانسی برای مقادیر و موقعیت های مختلف (شرط مرزی دو سردر گیر)..... ۱۰۷
جدول ۴-۸: نسبت فرکانسی برای مقادیر و موقعیت های مختلف (شرط مرزی دو سر آزاد)..... ۱۰۷
جدول ۴-۹: نسبت فرکانسی برای مقادیر و موقعیت های مختلف (شرط مرزی یک سر گیردار)..... ۱۰۸
جدول ۴-۱۰: نسبت فرکانسی برای مقادیر و موقعیت های مختلف (شرط مرزی یک سردر گیر یک سر لولا).۱۰۸

فهرست علائم انگلیسی

A	سطح مقطع(m^2)	M	نسبت جرم به جرم تیر
E	مدول یانگ(Pa)	N	تعداد جرم متمرکز
G	مدول برشی (Pa)	r	شعاع(m)
h	ضخامت(m)	S	نیروی برشی(N)
I	ممان اینرسی سطح(m^4)	t	زمان(s)
I_α	ممان اینرسی جرمی($kg.m^2$)	T	گشتاور پیچشی(N.m)
j	گشتاور دوم سطح(m^4)	v	نیروی برشی(N)
K	سختی کوپل پیچش وخمش (Pa)	V	کسر حجمی
L	طول تیر(m)	W	نسبت جابه‌جایی به طول تیر
m	جرم واحد طول(kg/m)	y	جابه‌جایی عرضی(m)

فهرست علائم یونانی

α	نسبت جرم به جرم کل	**ν**	ضریب پواسون
δ	تابع دلتای دیراک	**ρ**	چگالی(kg/m^3)
ε	کرنش	**σ**	تنش(Pa)
ζ	طول بی‌بعد	**ϕ**	زاویه پیچش
κ	انحنا(1/m)	**ω**	فرکانس(1/s)

اندیس ها

1	راستای الیاف
2	عمود بر راستای الیاف
c	کامپوزیت
f	الیاف
i	داخلی
m	ماتریس
o	خارجی

فصل اول مقدمه

۱.۱ تاریخچه

یکی از مسائل بسیار مهم در صنعت و ماشین آلات صنعتی، عوامل ناخواسته درایجاد ارتعاشات عرضی می‌باشد. وجود عواملی نظیر نامیزانی در ساخت و نصب دستگاه‌ها منجر به ارتعاشات عرضی ناخواسته می‌شود. به همین جهت، تجزیه و تحلیل در محورهای مختلف ارتعاشات به شکل یک تحقیق کاربردی نگاه می‌شود.

از طرف دیگر در کاربردهای نو به خصوص در صنایع هوافضا، کاربرد مواد کامپوزیتی به سبب ویژگی‌های خاص این مواد، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است، که نمونه‌ای از کاربرد عملی آنها در ملخ وهاب هلیکوپتر، بال هواپیما و پره توربین‌ها می‌باشد.

مطالعه ارتعاشات عرضی تیرهای کامپوزیتی در صنایع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

با بیانی روشنتر، مسئله تعیین شکل مودها و فرکانس‌های طبیعی برای تیرهای کامپوزیتی در طراحی و عملکرد بهینه، از موضوعات تحقیقاتی روز به شمار می‌رود.

تیرها یکی از معمول ترین سازه‌های مهندسی می‌باشند که با توجه به مشخصات هندسی سطح مقطع و طول آنها تقسیم بندی می‌شوند. تیرهای نازک یکنواخت به عنوان یکی از ساده‌ترین انواع سازه‌ها، همواره به شکل گسترده‌ای استفاده می‌شوند. این تیرها در علم ارتعاشات، طبق فرضیات تیر اویلر- برنولی مدل می‌شوند.

وجود ناپیوستگی‌های فیزیکی همواره مسئله مورد توجه محققان علم ارتعاشات بوده است، که از آن جمله می‌توان به وجود جرم‌های متمرکز بر روی سازه و به خصوص تیرها اشاره کرد. نمونه ی بارزی از این مسئله وجود چرخدنده‌ها و از این قبیل قطعات مکانیکی می‌باشد. متعلقاتی چون موتور و سایر تجهیزاتی که بر روی بال هواپیما نیز نصب می‌شوند نمونه‌ای دیگر از کاربرد این مدل سازی است.

در این زمینه تحقیقات بسیاری با تئوری‌ها، روش‌ها و اشکال هندسی مختلفی صورت گرفته است که با توجه انتخاب تئوری اویلر- برنولی برای تحقیق حاضر در ادامه تاریخچه‌ی مختصری در همین راستا بیان خواهد شد.

در رابطه با تاثیر جرم متمرکز بر ارتعاش تیرها، بررسی‌های انجام شده بیشتر در زمینه‌ی مواد ایزوتروپ یا به عبارتی دیگر فلزات می‌باشد که در ادامه بیان خواهد شد.

در سال ۱۹۷۴ لورا و دیگران فرکانس‌های طبیعی و مودشیپ‌های تیر یک‌سردرگیر که در انتهای آزاد آن یک جرم قرار دارد را به دست آوردند. آنها جواب‌های دقیقی را برای نسبت های مختلف یک جرم متمرکز بر روی تیر مدل اویلر- برنولی به دست آوردند[۱].

در سال ۱۹۷۶ گوِل به بررسی ارتعاشات یک تیر با یک جرم متمرکز در مکان دلخواه تیر با تکیه گاه مقاوم در برابر چرخش بر اساس مدل اویلر- برنولی و استفاده از تبدیل لاپلاس پرداخته است. وی به تاثیر نسبت جرم متمرکز به جرم تیر، سختی فنرهای دو سر تیر به سختی تیر و مکان جرم متمرکز بر روی تیر در تحلیل فرکانس‌های طبیعی تیر پرداخته است[۲].

در سال ۱۹۷۶ پارنل به بررسی ارتعاشات یک تیر یک سر درگیر با یک جرم متمرکز در انتهای دیگر آن پرداخته است. وی این مسئله را برای تیر با سطح مقطع یکسان، با بار گسترده دلخواه، شرایط مرزی و اولیه دلخواه و بر اساس نظریه اویلر- برنولی تحلیل نموه است[۳].

درسال ۱۹۸۶ لورا بار دیگر به بررسی ارتعاشات تیر یک سر درگیر با تکیه گاه الاستیک و سطح مقطع متغیر که یک جرم متمرکز بر روی آن قرار گرفته پرداخته است. وی برای حل این مسئله از روش تقریبی رایلی – اشمیت استفاده نموده است[۴].

در سال ۱۹۸۸ لیو به بررسی ارتعاشات آزاد تیر که دو جرم متمرکز که بر روی آن قرار دارند پرداخته است. دو جرم متمرکز یکی در وسط تیر و دیگری در انتهای آزاد آن، برای مدل تیر اویلر- برنولی بررسی شده است. تیر با شرایط مرزی یک سر درگیر با تکیه گاه الاستیک در نظر گرفته شده است[۵].

درسال ۲۰۰۳ لاو به بررسی فرکانس‌های طبیعی سیستم تیر و یک جرم در ارتعاشات عرضی پرداخته است، وی از مدل اویلر- برنولی و روش تقریبی رایلی استفاده کرده است [۶].

درسال۲۰۰۴ یامان با استفاده از روش المان محدود به تحلیل تیر یک‌سردرگیر به همراه یک جرم متمرکز پرداخته است. جرم متمرکز در این تحلیل در انتهای آزاد تیر قرار دارد[۷].

در سال ۲۰۰۷ مایز با استفاده از نظریه اویلر- برنولی به حل دقیق تیر با اجرام متمرکز محدود بر روی آن و با در نظر گرفتن اینرسی پیچشی جرم‌ها پرداخته است[۸].

در سال ۲۰۰۹ دروسا به بررسی ارتعاشات آزاد تیر مخروطی و یک سر درگیر با تکیه گاه الاستیک و دارای یک جرم متمرکز به همراه دمپر ویسکوز پرداخته است[۹].

هر چند در مورد مسئله‌ی جرم متمرکز در کامپوزیت‌ها تحقیق و پژوهش خاصی صورت نگرفته است ولی تحقیقات مفیدی در مورد ارتعاشات کامپوزیت‌ها انجام شده است که مقدمه ای بر تحقیق حاضر به شمار می روند ؛ از آن جمله می‌توان به کارهای زیر اشاره کرد.

در مورد نحوه‌ی ترکیب خمش و پیچش فویست و ویشار در سال ۱۸۸۵ تحقیق ارزشمندی ارائه کردند. آنها معادله حاکم بر حرکت تیر را با فرض وابسته بودن خمش و پیچش استخراج نمودند[۱۰].

در مورد تیرهای کامپوزیتی بنرجی در سال ۲۰۰۰ به بررسی فرکانس‌های طبیعی و شکل مودها تیر یک‌سردرگیر متقارن لایه‌ای برای کامپوزیت‌ها پرداخت[۱۱].

گوتا و همکاران ارتعاشات عرضی محورهای کامپوزیتی دو قسمتی را در سال ۲۰۱۰ مطالعه نمودند[۱۲].

به این ترتیب در زمینه‌ی وجود ناپیوستگی‌های جرمی در زمینه‌ی کامپوزیت‌ها تحقیقی جامع احساس نیاز می‌شود، که در این پژوهش سعی بر همین اساس خواهد بود.

۲.۱ مقدمه ای بر کامپوزیت‌ها

ترکیب دو یا چند ماده با یکدیگر، به طوری که به صورت شیمیایی مجزا و غیر محلول باشند و بازده و خواص سازه‌ای این ترکیب، نسبت به هر یک از اجزاء تشکیل دهنده آن به تنهایی، در موقعیت برتری قرار بگیرد را کامپوزیت می‌نامند. به عبارت دیگر کامپوزیت به دسته‌ای از مواد اطلاق می‌شود که آمیزه‌ای از مواد مختلف و متفاوت در فرم و ترکیب باشند و اجزاء تشکیل دهنده آنها، هویت خود را حفظ کرده، در یکدیگر حل نشده و با هم ممزوج نمی-شوند. با توجه به این امر کامپوزیت‌ها از آلیاژهای فلزی متفاوت می‌باشد. بنابراین کامپوزیت‌ها ترکیبی از حداقل دو ماده مجزای شیمیایی با فصل مشترک مشخص بین هر جزء تشکیل دهنده می‌باشند.

کسی نمی‌داند اولین کامپوزیت چه زمانی ساخته شده است. شاید اولین کامپوزیتی که بشر با آن سرو کار پیدا کرد، کاه گل باشد. قدیم‌ها برای ساختن خانه از گل استفاده می‌کردند، اما چون گل بعد از خشک شدن ترک می‌خورد، مقداری کاه به آن می‌افزودند تا حفره‌ها را پر کند و مانع از ترک خوردن گل شود. شاید هم اولین کامپوزیت‌ها را مصری‌ها ساخته باشند که در قایق‌هایشان به چوب بدنه مقداری پارچه می‌آمیختند تا در اثر خیس شدن چوب باد نکند. اما به هر حال می‌شود گفت که مواد کامپوزیتی در سال‌های اخیر است که به عنوان یک ماده مهندسی پذیرفته شده اند.

گفتیم که کامپوزیت ترکیب فیزیکی دو ماده با خواص متفاوت است. بنابراین کامپوزیت-ها از دو قسمت تشکیل شده‌اند، قسمت زمینه (ماده اول که در یک سری از خواص نقص دارد)، و قسمت تقویت کننده (ماده دومی که به ماده اول اضافه می‌شود تا دسته‌ای از خواص آن را بهبود بخشد).

اولین وظیفه زمینه احاطه ماده تقویت کننده است به طوری که نگذارد ماده تقویت کننده پراکنده شود. وظیفه دوم محافظت از ماده تقویت کننده در برابر عوامل شیمیایی است و وظیفه سوم این است که چون مواد زمینه را نرم انتخاب می‌کنند، وقتی نیرو به ماده مرکب (کامپوزیت) وارد می‌شود، توسط زمینه به ماده تقویت کننده انتقال داده شود تا ماده تقویت کننده نیرو را تحمل کند.

تقویت کننده‌ها موادی هستند که به صورت تکه تکه، در یک زمینه پیوسته وارد می-شوند تا خواص ماده زمینه را بهبود بخشند. تقویت کننده‌ها می‌توانند به صورت یک صفحه، یک رشته (نخ) یا یک ذره (پودر) وارد حجم زمینه شوند و خواص آن را بهبود بخشند.

کامپوزیت‌ها براساس نوع زمینه‌ای که تقویت کننده را احاطه نموده است و آن‌ها را به هم اتصال می‌دهد، به سه گروه عمده بر اساس یک طبقه بندی بین المللی واحد تقسیم می-شوند که عبارتند از:

۱.۲.۱ کامپوزیت‌های با زمینه‌ی پلیمری[۱]

پر کاربردترین نوع کامپوزیت‌ها محسوب می‌شود.

۲.۲.۱ کامپوزیت‌های با زمینه‌ی فلزی[۲]

جهت ساخت محصولاتی در معرض سایش و اصطکاک

۳.۲.۱ کامپوزیت‌های با زمینه‌ی سرامیکی[۳]

جهت ساخت محصولاتی در معرض بارهای حرارتی زیاد

مختصری از خواص این دسته‌ها در جدول (۲-۱) آمده است.

[1] PMC

[2] MMC

[3] CMC

جدول ۱-۱: دسته بندی انواع کامپوزیت‌ها

انواع کامپوزیت‌ها			
	PMC	CMC	MMC
مزایا	قیمت پایین، مقاومت شیمیایی خوب، وزن مخصوص پایین	دمای کارکرد بسیار بالا	در مقایسه با PMC استحکام عرضی بیشتر استحکام برشی و فشاری بیشتر دمای کارکرد بالاتر عدم جذب آب و آتشگیری
معایب	استحکام و مدول نسبتا پایین، دمای کارکرد پایین، مقاومت محیطی ضعیف(قابل تخریب به وسیله ی اشعه ی ماورابنفش و حلال‌ها)	شکننده بودن	کار زیادی در این زمینه صورت نگرفته است
مثال	پلی استر/الیاف شیشه	سرامیک/الیاف سیلیکون کارباید بتون(کامپوزیت معمولی) آلومینا(کامپوزیت پیشرفته)	آلومینیم / ذرات سیلیکون کارباید

کامپوزیت‌های پایه پلیمری مهمترین دسته از کامپوزیت‌ها می‌باشند. طیف وسیعی از صنایع، از صنایع رده بالا مثل تولید قطعات هواپیما گرفته تا صنایع رده پایین مثل تولید سینک ظرفشویی از کامپوزیت‌های پایه پلیمری تولید می‌شود و در حال حاضر ۵۹ درصد بازار کامپوزیت‌ها را به خود اختصاص داده اند و به همین دلیل بزرگترین زیر مجموعه مواد مرکب محسوب می‌شوند.

کامپوزیت‌های پایه پلیمری در حال حاضر تنها به میزان یک درصد، در مهد تولد خود یعنی صنایع هوا فضا کاربرد دارند و قسمت عمده الباقی در صنایع ساخت و ساز و حمل و نقل به کار گمارده می‌شوند. در حقیقت توسعه فن آوری تولید کامپوزیت‌های پایه پلیمری این امکان را فراهم کرده است تا اغلب صنایع از مزایای منحصر به فرد این مواد بهره جویند.

کاهش وزن سازه ساخته شده با توجه به معماری قابل تغییر بر اساس خواست طراح، ایمن بودن در برابر پدیده خوردگی، قابلیت تحمل بارهای سیکلی، مقاومت بسیار مناسب در برابر پدیده خستگی، سادگی روش‌های تولید، امکان تولید اشکال بسیار پیچیده با روش‌های بسیار آسان، کارآمد و مقرون به صرفه بودن، سهولت فرآیندهای تعمیر و عیب یابی، ضریب انبساط حرارتی پایین، عایق مناسب حرارتی، عایق الکتریکی، بهبود اتصالات و امکان تولید یکپارچه، خصوصیات ارتعاشی بسیار و قابلیت مونتاژ آسان از دیگر ویژگی‌های کامپوزیت‌های پایه پلیمری می‌باشد.

٤.٢.١ دسته بندی مواد زمینه

بر اساس انواع کامپوزیت‌ها که بیان شد زمینه‌ی کامپوزیت‌ها به سه دسته‌ی پلیمرها، سرامیک‌ها و فلزات تقسیم می شوند.