



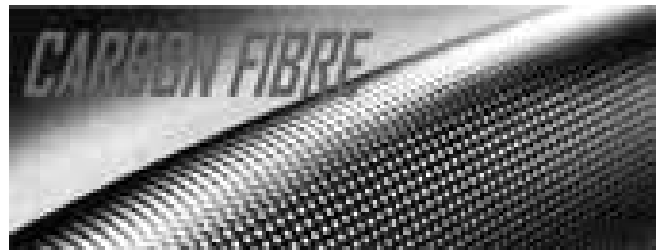
# نانو الیاف کربن در تجهیزات ورزشی

تهیه و تنظیم: دکتر فرناز نایب مراد

کریستالی هست که فیبر کربن را به شدت محکم می‌سازد. فیبر کربن برای ساخت مواد کامپوزیتی همراه با رزین پلاستیکی استفاده می‌شود. فیبر کربن دارای استحکام فولاد است، در حالی که بسیار سبک است و همچنین انعطاف‌پذیر است. این الیاف همچنین در صورت حرارت دادن منبسط نمی‌شوند و در کل به دلیل مقاومت بالای حرارتی نمی‌سوزند. این فیبر در مقابل خم شدن و کشیدگی آسیب نمی‌بیند و بسیار مقاوم است اما اگر در برابر یک ضربه‌ی ناگهانی زیاد قرار گیرد مانند ضربه با چکش، می‌شکند. فیبر کربن دارای بهترین نسبت وزن به استقامت است.

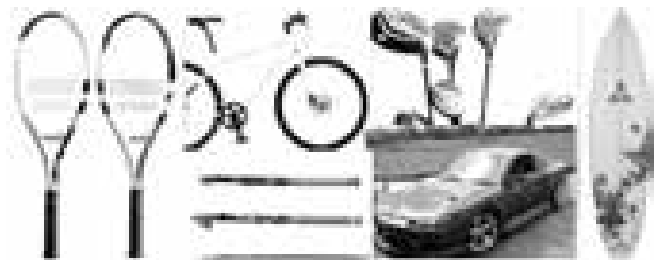
ترکیبات فیبر کربن، ترکیباتی بسیار گران‌قیمت هستند. انواع مختلف این ترکیبات برای اهداف متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای کاربردهای دمای بالا، فیبر کربنی اصلاح شده با گرافیت ایده‌آل می‌باشد. فیبر کربن می‌تواند برای فیلتر گازهای با دمای بالا بعنوان الکترومقاوم در برابر خوردگی همراه با یک ماده‌ی ضد الکتریسیته ساکن مورد استفاده قرار گیرد. ترکیبات فیبر کربن همراه با فلزات استفاده نمی‌شوند زیرا این ترکیب، کاربردهای فلزی تشکیل می‌دهد و فلزات در این حالت خورده می‌شوند. امروزه فیبر کربن حتی در کاربردهای شاخه پزشکی نیز استفاده می‌شود. فیبرهای کربن به عنوان مکمل به پوست عادی در پیوند پوست اضافه می‌شود. الیاف کربن بخاطر داشتن خصوصیتی چون مقاومت زیاد، وزن کم و مقاومت در برابر خوردگی و حرارت، ماده‌ی بسیار مناسبی جهت تقویت دیگر مواد به حساب می‌آید.

محصولاتی که با فایبرگلاس ساخته می‌شوند استحکام خوبی دارند، عایق الکتریکی خوبی هستند، سبک وزن بوده و مواد اولیه آن بسیار ارزان است. اما در کاربردهایی که به استحکام بیشتر و وزن کمتری نیاز است، زیبایی کار هم مهم است ترکیبات فیبری قوی‌تر پا به میدان می‌گذارند. آرامید فیبر، در کاربردهایی با مقاومت کششی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد و یک مثال از جایی که از این ترکیبات استفاده می‌شود در خودروها و لباس‌های ضد گلوله است و همچنین فیبر کربن برای مصارفی که به وزن کم، سختی بالا، رسانایی بالا یا مصارفی که نیاز به بافت دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

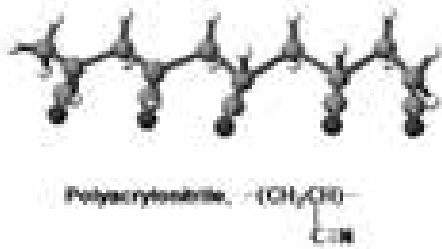


ورزشکار بدون تجهیزات و وسایل خود نمی‌تواند مهارت‌ای خود را به طور کامل به عرصه نمایش بگذارد. فکر کردن به داشتن تجهیزات منحصر به فرد همیشه ذهن ورزشکاران حرفه‌ای و مربیان آنان را به خود مشغول کرده است. از این رو مهندسان برای عملی کردن این موضوع تمامی تلاش خود را به کار گرفته‌اند. طراحی‌های خاص و دقیق، استفاده از مواد مناسب، انجام آزمون‌های استاندارد سازی بر روی تجهیزات، ولی این بخش از علم و مهندسی همانند دیگر علوم نیاز دارد با جدیدترین فناوری‌های روز هم راستا شود تا بتواند نیازهای تمامی سطوح ورزشی را رفع کند. امروزه مهندسان ورزشی لزوم استفاده از این فناوری‌ها را به خصوص فناوری نانو را در تجهیزات و وسایل ورزشی درک کرده‌اند. در این مقاله سعی شده است تجهیزات ورزشی برپایه الیاف کربن معرفی و همچنین تجهیزاتی که با به کارگیری این فناوری می‌تواند عملکرد ورزشکار را بهبود بخشد در ساختاری مشخص مورد بررسی قرار دهد.

## آشنایی با فیبر کربن و کاربردهای آن



فیبر کربن ماده‌ای است که از الیاف بسیار نازکی که دارای اتم‌های کربن هستند ساخته می‌شود. این اتم‌ها در یک آرایش کریستالی میکروسکوپی، در جهت طولی لیف با هم پیوند دارند. این آرایش



نمونه‌هایی از مصارف فیبر کربن عبارتند از:

- لوازم ورزشی
- پرده‌های توربین‌های بادی
- صنعت خودروسازی
- فیبر کربن در صنایع هوا فضا و ....

### لوازم ورزشی

یکی دیگر از بازارهای پر رونق برای فیبر کربن لوازم ورزشی است. ورزشکاران برای دستیابی به رکوردهای بالاتر و پیروزی در برابر رقبا حاضرند برای تجهیزات سبک وزنی که با فیبر کربن ساخته می‌شوند پول بیشتر بپردازند. لوازم ورزشی مانند: راکت تنیس، چوب گلف، چوب بیس بال، چوب هاکی، تیر و کمان و ... محصولاتی هستند که برای ساخت آنها از فیبر کربن استفاده می‌شود. در رقابت‌های ورزشی تجهیزات و لوازم سبک و با استقامت بالا برای ورزشکاران برتری ارزشمندی هستند.

به عنوان مثال با یک راکت تنیس سبک تر ورزشکار می‌تواند توپ را با سرعت بالاتری به سمت حریف روانه کند و سریع تر واکنش نشان دهد و همچنین در مسابقات دوچرخه‌سواری ورزشکاران از دوچرخه‌های فیبر کربن و کفش‌های ورزشی فیبر کربن استفاده می‌کنند تا در برابر رقبا برتری خود را حفظ کنند.

### روش تولید الیاف کربن

امروزه الیاف کربن از پلیمر پلی اکریلونیتریل (PAN) ساخته می‌شود. زمانی که این پلیمر تولید می‌شود به روشی کشیده می‌شود که موازی محور لیف قرار گیرد. این پلیمر سپس در دمای ۲۰۰ الی ۳۰۰ °C برای از بین بردن هیدروژن و اضافه کردن اکسیژن به مولکول اکسید می‌شود. سپس پلیمر توسط کربنیزاسیون خالص سازی می‌شود، که با گرم کردن آن تا دمای ۲۵۰۰ °C در یک محیط اشباع از نیتروژن این عمل انجام می‌شود. محصول به کیفیت لیف وابسته است و پلیمری با بیش از ۹۰٪ کربن در آن است. مرحله نهایی در ساخت لیف کربن سایزینگ (sizing) نام دارد.

در این مرحله الیاف به صورت پارچه بافته می‌شوند و درون یک رزین اپوکسی قرار داده می‌شوند. چیزی که در آخر بدست می‌آید یک صفحه فیبر کربن سیاه رنگ است که شما می‌تواند برای ساخت موارد بسیاری از آن استفاده کنید.

### ساختار پلی اکریلونیتریل

الیاف کربن خواص منحصر به فرد و بسیار خوبی داشته که خواص مکانیکی، حرارتی و شیمیایی این الیاف باعث شده تا این الیاف گزینه مناسبی برای تقویت کامپوزیتها باشد.

### دسته بندی الیاف کربن

الیاف کربن را می‌توان براساس مدول الاستیک، استحکام و دمای نهایی عملیات حرارتی به گروه‌های زیر دسته بندی کرد:

#### دسته بندی براساس ویژگی ها

- الیاف کربن با ضریب کشسانی بسیار بالا؛ بیشتر از ۴۵۰ گیگا پاسکال
- الیاف کربن با ضریب کشسانی بالا؛ بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ گیگا پاسکال -
- الیاف کربن با ضریب کشسانی متوسط؛ بین ۲۰۰ تا ۳۵۰ گیگا پاسکال
- الیاف کربن با استحکام کششی بالا و ضریب کشسانی پایین؛ استحکام کششی بیش از ۳ گیگا پاسکال و ضریب کشسانی کم تر از ۱۰۰
- الیاف کربن با استحکام کششی بسیار بالا؛ بالاتر از ۴/۵ گیگا پاسکال

#### دسته بندی براساس نوع پیش زمینه

- الیاف کربن با پیش زمینه الیاف پلی اکریلونیتریل
- الیاف کربن با پیش زمینه قیر صنعتی
- الیاف کربن با پیش زمینه قیر مزوفاز
- الیاف کربن با پیش زمینه قیر ایزوتروپیک
- الیاف کربن با پیش زمینه الیاف ریون (ابریشم مصنوعی)
- الیاف کربن با پیش زمینه فاز گازی

#### دسته بندی براساس دمای نهایی عملیات حرارتی

- الیاف نوع ۱، دمای عملیات حرارتی بالاتر از ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد؛ تولیدکننده الیاف hm
- الیاف نوع ۲، دمای عملیات حرارتی حدود ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد؛ تولیدکننده الیاف hs
- الیاف نوع ۳، دمای عملیات حرارتی کم تر یا حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد؛ تولید کننده الیاف با ضریب استحکام پایین

### فناوری نانو در تجهیزات و وسایل ورزشی

امروزه تمامی علوم و بخش‌های فنی و مهندسی در طراحی‌های خود از موادی که با فناوری‌های جدید تولید می‌شوند، بهره می‌گیرند. یکی از این بخش‌ها مهندسی ورزش و تجهیزات ورزشی است. فناوری نانو یکی از جدیدترین علوم است که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد



**چوب گلف**  
چوب گلف با استحکام بالاتر و وزن کمتر با به کارگیری الیاف نانو کربن و دیگر مواد نانویی جهت بهبود خواص تولید شده است.



#### دوچرخه

این محصول با نام پرو ماشین کمتر از سه کیلو گرم وزن داشته و از استحکام و سختی عالی برخوردار است. برای ساخت این رزین بهبود یافته، الیاف کربنی را در ماده رزینی که به وسیله نانولوله‌های کربنی تقویت شده است، وارد می‌کنند.

این کار استحکام و سختی را در فضاهای ما بین فیبرهای کربنی افزایش می‌دهد. نانولوله‌های کربنی خم می‌شوند و حالت ارتجاعی زیادی دارند. نانولوله‌ها مانند حصیر خم می‌شوند ولی نمی‌شکنند و می‌توانند بدون آنکه آسیب ببینند دوباره راست گردند. دلیل دیگر عدم شکست نانولوله‌های کربن در بارگذاری شدید این است که حلقه‌های کربن در دیواره‌های لوله که تقریباً شش ضلعی هستند و به جای شکستن، تغییر ساختار می‌دهند.

سطح نانولوله‌ها به نحوی تغییر داده شده است که پخش آنها در مواد دیگر ساده‌تر صورت گیرد. این دوچرخه تنها یک بخش آلیاژی دارد و آن زه قلاب پایینی می‌باشد. ساختار این بدنه توسط قالب‌گیری تولید می‌شود که پس از تولید نیاز به ماشین کاری ندارد، این امر از آسیب دیدن الیاف کربنی جلوگیری می‌کند.



دوچرخه با بدنه حاوی نانولوله‌های کربنی

و استفاده از این فناوری در تجهیزات ورزشی بسیار رواج یافته است. پژوهش‌های بسیاری در مورد به کار گیری نانو مواد در تجهیزات ورزشی صورت گرفته است و شرکت‌های معتبری از آن بهره برده‌اند. راکت‌ها و توپ‌های ورزشی، دوچرخه‌های فوق سبک و ضد آب نمودن تجهیزات از جمله بخش‌هایی است که به صورت کلانی از فناوری نانو در آنها استفاده شده است.

#### راکت‌های ورزشی

ورزش‌های راکتی به علت ضربه‌های پشت سر هم به راکت، نیاز دارند که از راکت مستحکم‌تری برخوردار و وزن راکت‌ها بسیار پایین باشد. همچنین راکت‌ها نیاز دارند که ضربه‌ای با کیفیت بالا را داشته باشد و مهارت‌های ورزشکار را کاملاً منتقل کند. استفاده از نانو مواد بر پایه کربن از جمله نانو الیاف کربن در ساخت آنها این نیاز را پاسخ می‌دهد.

#### راکت تنیس

بازیکنانی که در یک ضربه کامل با راکت تنیس عکس‌العمل خوبی ندارند و نیاز به یک راکتی مستحکم دارند که توپ را با سرعت بیشتری ضربه بزنند، این شرکت با استفاده از فناوری نانو، توانسته است مقاومت راکت‌ها را افزایش دهد و بازیکنان غیرحرفه‌ای بتوانند سریع‌تر مهارت خود را به دست آورند. شرکت بابولات فرانسوی، تولیدکننده‌ی راکت‌های تنیس و زه‌های آن، با اعمال نفوذ کربن در سطح نانو و به کارگیری نانو لوله‌های کربنی، این راکت‌ها را تولید نموده است. این راکت‌ها را معمولاً با الیافی، مشتق شده از گرافیت و کربن ایجاد می‌کنند. این شرکت ترکیبی از نانو لوله‌های کربن با الیاف کربن منظم به منظور تولید راکت‌های مستحکم تولید کرده است. این ترکیب پنج بار مستحکم‌تر و منظم‌تر از کربن در حالت عادی است، به دلیل خم شدن قاب در زمان ضربه، کند شدن سرعت توپ که در راکت‌های معمولی مشاهده می‌شود، در این راکت‌ها در اثر وجود زه مقاوم عکس‌العمل خوبی در زمان ضربه از خود نشان می‌دهد و این مشکل را رفع نموده است. در اثر وجود تثبیت‌کننده‌هایی در دو طرف مرکز آن، مقاومت در برابر تنش را افزایش داده شده است. مقاومت در برابر تنش در این راکت‌ها ۵۰ درصد بیش از راکت‌هایی با کربن استاندارد است.



راکت تنیس و زه‌های آن بر پایه فناوری نانو



از نانوپوشش‌ها این تجهیزات آبریز شده است و قطرات آب به داخل نفوذ نمی‌کند و با بکارگیری از الیاف نانوکربن در بدنه قایق‌ها استحکام را چندین برابر بالا برده است.



#### نیزه پرش

یکی از رشته‌هایی که استفاده از نانو مواد به خصوص نانولوله‌های کربنی در آن احساس می‌شود پرش با نیزه است. مهمترین پارامتر در نیزه پرش انعطاف مناسب آن می‌باشد.

نیزه پرش به طور معمول از فیبرهای شیشه ساخته می‌شوند و در بین ورزشکاران این نوع نیزه‌ها محبوبیت خاصی برخوردار است. نیزه‌های فایبرگلاس از پارچه‌ی بافته شده‌ی فایبرگلاس که با رزین اپوکسی اشباع شده است ساخته شده‌اند.

دو نوع الیاف فایبرگلاس که در ساخت نیزه استفاده می‌شوند، S glass و E glass.

در چند سال اخیر نیزه‌هایی با الیاف کربن ساخته شده‌اند ولی به علت محبوبیت نیزه‌های با فیبر شیشه زیاد استفاده نمی‌شود. الیاف کربن و شیشه دانسیته‌ی مشابهی دارند اما شیب منحنی تنش - کرنش الیاف کربن بیشتر است. بنابراین در یک نیزه با مقاومت مشابه الیاف کربن کمتری مورد نیاز است. نتایج نشان می‌دهد که الیاف کربن بهتر از الیاف شیشه هستند.



در شماره بعدی می‌خوانیم: تکنولوژی الیاف در تجهیزات ورزشی

#### توپ گلف

شرکت نانو دینامیک توپ گلفی را که می‌تواند مسیر پرواز خود را اصلاح نماید، معرفی کرده است؛ بنابراین نسبت به توپ‌های معمولی مستقیم‌تر حرکت می‌کند. این توپ در هوا تغییر جهت ۴۵ درجه‌ای نمی‌دهد و طراحی توپ و نانو الیاف کربن به کار رفته در آن، انرژی دریافتی از سرچوب گلف را بهتر جهت‌دهی کرده و بنابراین از تلو تلو خوردن و انحراف توپ جلوگیری می‌کند.



بهبودخواص توپ گلف با استفاده از نانو الیاف کربن

#### فناوری نانو الیاف کربن در خودرو ورزشی

یک شرکت روسی خودرویی را با استفاده از نانو مواد تولید و پرده‌برداری کرد. این خودرو با نام ماروسیا، دارای قدرتی معادل ۲۴۰ اسب بخار می‌باشد که باعث تحسین و تردید همگان شد زیرا تولیدکنندگان این خودرو ورزشی برای غلبه بر دیگر رقبای خود، سرمایه‌گذاری عظیمی در زمینه تولید بدنه‌ای تمام غیرفلزی با بکارگیری از نانو الیاف کربن انجام داده است، که این بدنه باعث سبک‌تر شدن و مستحکم‌تر شدن این خودرو شده است.



#### قایق‌های نانوکربنی

برخی از رشته‌های ورزشی، رشته‌های آبی هستند. یکی از این رشته‌ها قایقرانی است. در رشته قایقرانی از چندین نوع قایق در سبک‌های مختلف استفاده می‌شود ولی یک نکته مشترک در تمامی آنها استحکام و ضد آب بودن تجهیزات آنها است زیرا در صورت خیس شدن وزن آن و تجهیزاتشان زیاد شده. با استفاده