



**Namatek**  
True Education

# Fiber- reinforced concrete

[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

بتن الیافی چیست؟

## فهرست مطالب

۱. بتن الیافی چیست؟ (Fiber-reinforced concrete)
۲. انواع بتن الیافی
۳. کاربردهای بتن الیافی
۴. مزایای بتن الیافی

یکی از انواع مصالحی که در ساختمان سازی و ساخت سازه های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد، بتن الیافی است که در واقع نوع تقویت شده بتن می باشد. این بتن ها به شکل های مختلف و با الیاف های متفاوتی وجود دارند که با توجه به کاربرد باید بین آن ها انتخاب کنیم. برای آشنایی با این نوع بتن تا انتهای مقاله همراه ما باشید.

## #1 بتن الیافی چیست؟ (Fiber-reinforced concrete)

بتن تقویت شده الیافی ماده کامپوزیتی متشکل از مواد الیافی است که یکپارچگی ساختاری بتن را افزایش می دهد. این مواد شامل مخلوط سیمان، ملات یا بتن و الیاف مناسبی است که به صورت گسسته و به طور یکنواخت مخلوط شده است. معمولاً الیاف در بتن برای کنترل ترک خوردگی ناشی از جمع شدن پلاستیک و جمع شدن ناشی از خشک شدن استفاده می شود. الیاف در بتن همچنین نفوذپذیری آن را کاهش می دهد و در نتیجه باعث کاهش چکیدن آب می شود.



## #2 انواع بتن الیافی

الیاف بتن در اندازه ها و شکل های مختلف موجود است. مهمترین عوامل موثر بر مشخصه بتن تقویت شده با الیاف، نسبت آب به سیمان، درصد الیاف، قطر و طول الیاف است.

در زیر انواع بتن الیافی مورد استفاده در ساخت و ساز آورده می شود:

## #۲-۱ بتن با الیاف فولادی (Steel Fiber Reinforced Concrete)

الیاف فولاد یک تقویت کننده فلزی است. مقدار مشخصی از الیاف فولاد در بتن می تواند باعث تغییرات کیفی در ویژگی فیزیکی بتن شود که این امر می تواند مقاومت در برابر ترک خوردگی، ضربه و خستگی و مقاومت در برابر خم شدن، دوام و سایر موارد را تا حد زیادی افزایش دهد.

بتن مسلح با الیاف فولادی برای بهبود رفتار طولانی مدت، افزایش قدرت، استحکام و مقاومت در برابر فشار استفاده می شود. این بتن در سازه ها و موارد زیر استفاده می شود:

- کفپوش ها
- خانه ها
- پیش ساخته ها
- پل ها
- تونل ها
- سنگفرش های مستحکم
- استخراج از معادن



انواع الیاف فولادی که توسط انجمن استاندارد آزمایش و مواد آمریکا ASTM A820 تعریف شده به قرار زیر است:

- نوع اول: سیم سرد کشیده
- نوع دوم: ورق برش
- نوع سوم: ذوب شده
- نوع چهارم: برش آسیاب
- نوع پنجم: سیم اصلاح شده با کشش سرد

## #۲-۲ بتن با الیاف پلی پروپیلن (PFR) (Polypropylene Fiber Reinforced Concrete)

بتن تقویت شده با الیاف پلی پروپیلن با نام های پلی پروپین یا PP نیز شناخته می شود که یک الیاف مصنوعی از پروپیلن تبدیل شده است و در کاربردهای مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد. این الیاف معمولاً در بتن برای کنترل و جلوگیری از ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی پلاستیک و جمع شدگی پس از خشک شدن استفاده می شود. این مواد همچنین نفوذپذیری بتن و در نتیجه چکیدن آب را کاهش می دهند.

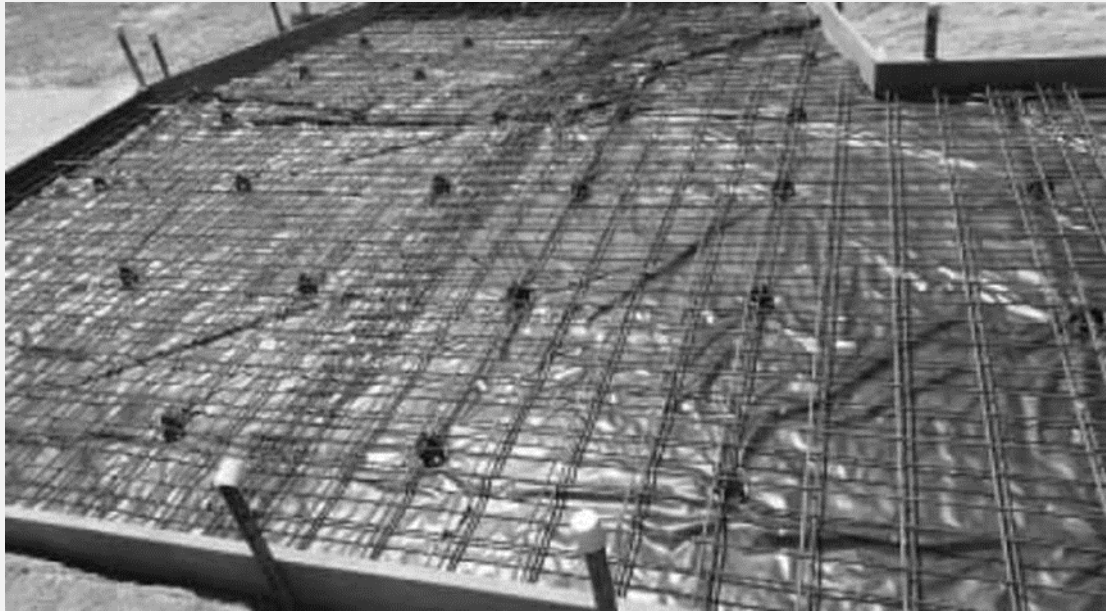
الیاف پلی پروپیلن یکی از پلی الفین هاست و از لحاظ ساختاری تا میزانی بلوری و غیر قطبی است. خاصیت مشابه پلی اتیلن دارد؛ اما سخت تر و مقاوم در برابر حرارت است.

از ویژگی های آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رنگ سفید
- ناهموار بودن
- مقاومت شیمیایی بالا

برای ساختن پلی پروپیلن از گاز پروپیلن و کاتالیزوری مانند کلرید تیتانیوم استفاده می شود. الیاف پلی پروپیلن خصوصیات عایق حرارتی خوبی از

خود نشان می دهد و در برابر اسیدها، قلیاها و حلال های آلی مقاومت مناسبی دارد.



## #۲-۳ بتن با الیاف شیشه (Glass Fiber Reinforced Concrete)

بتن مسلح با الیاف شیشه ماده ای است که از الیاف بسیار ظریف شیشه ای تشکیل شده است. الیاف شیشه خواص مکانیکی مشابه الیاف پلیمرها و کربن را داراست. اگرچه به سختی الیاف کربن نیست؛ اما در استفاده از کامپوزیت ها بسیار ارزان تر بوده و از طرفی شکننده تر نیز می باشد.

از الیاف شیشه به عنوان ماده تقویت کننده بسیاری از محصولات پلیمری استفاده می شود و برای ساخت کامپوزیتی به نام فایبرگلاس که یک پلیمر تقویت شده با الیاف شیشه است و بسیار قوی و تا حدودی سبک می باشد از آن استفاده می شود.



این ماده که حاوی هوا یا گاز کمی است و یا به طور کامل فاقد آن است، چگال تر است و نسبت به پشم شیشه عایق حرارتی بسیار ضعیف تری است.



## #۲-۴ الیاف های پلی استر (Polyester fibers)

الیاف پلی استر در بتن تقویت شده با الیاف برای کف های صنعتی و انبارها، روسازی ها، روکش ها و محصولات پیش ساخته استفاده می شود. از الیاف میکرو و ماکرو پلی استر در بتن استفاده می شود تا مقاومت بالاتری در برابر ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی پلاستیک در مقابل بافت سیم جوش داده شده فراهم کند و به ترتیب مقاومت و توانایی تحمل سازه ای در صورت طراحی صحیح را افزایش دهد.



## #۲-۵ الیاف های کربن (Carbon fibers)

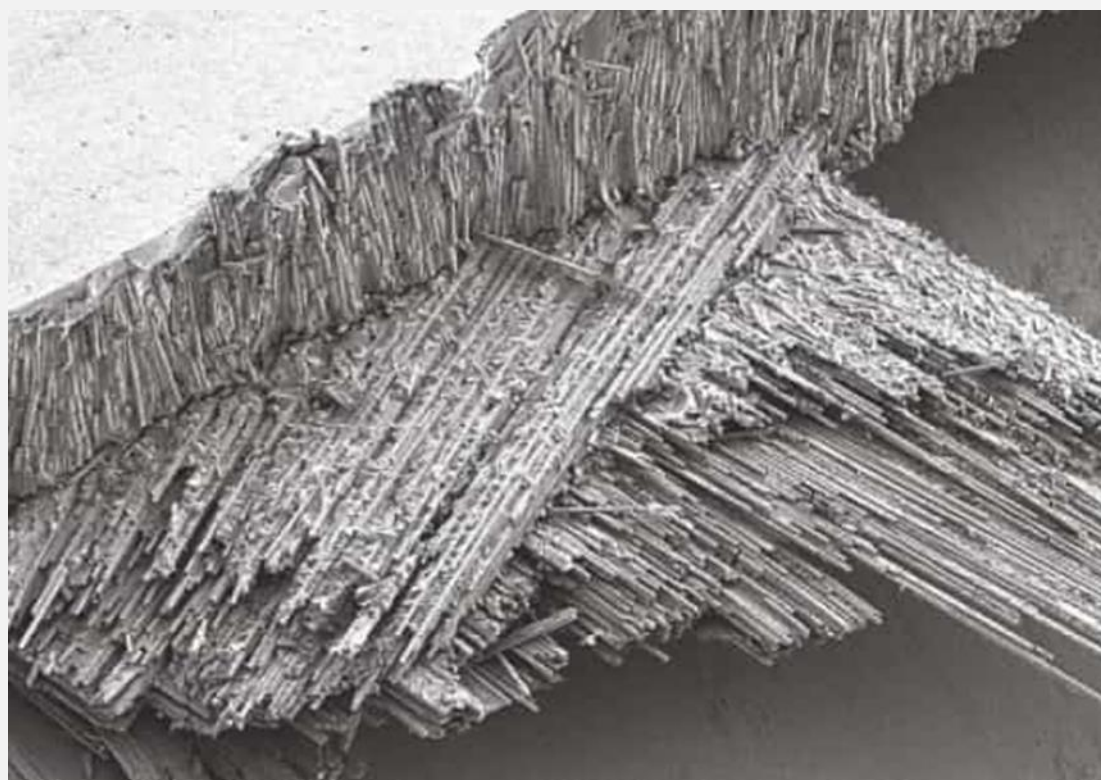
الیاف های کربن، الیاف هایی با قطر ۵ تا ۱۰ میکرومتر هستند و بیشتر از اتم های کربن تشکیل شده اند.

الیاف های کربن دارای چندین مزیت هستند؛ از جمله:

- سختی بالا
- مقاومت کششی بالا
- وزن کم
- مقاومت شیمیایی بالا
- تحمل در دمای بالا
- انبساط حرارتی

الیاف های کربن معمولاً با مواد دیگر ترکیب می شوند و یک کامپوزیت تشکیل می دهند. وقتی با رزین پلاستیکی آغشته و پخته می شوند، پلیمری تقویت شده با الیاف کربن (که غالباً به آن الیاف کربن گفته می شود) تشکیل می شود که دارای نسبت قدرت به وزن بسیار بالایی است و بسیار سفت و سخت است؛ اگرچه تا حدودی شکننده است.

الیاف های کربن با مواد دیگری مانند گرافیت نیز ترکیب می شوند و کامپوزیت های کربن تقویت شده را تشکیل می دهند که تحمل حرارت بسیار بالایی دارند.



## ۶-۲# الیاف های مصنوعی ماکرو (Macro synthetic fibers)

الیاف مصنوعی ماکرو از ترکیبی از پلیمرها ساخته می شوند و در اصل ساخته شده اند که در بعضی از کاربردها به جای الیاف فولاد استفاده شوند. در ابتدا، از آن ها به عنوان جایگزین الیاف فولادی استفاده می شد؛ اما با تحقیق و توسعه بیشتر مشخص شد که آن ها در طراحی و ساخت تختال (محصول نیمه ساخته فولاد) و طیف وسیعی از کاربردهای دیگر نقش دارند. آن ها به ویژه برای تأمین آرماتورها در محیط های تهاجمی، مانند سازه های دریایی و ساحلی مناسب هستند؛ زیرا از مشکلات زنگ زدگی و ورقه ورقه شدن ناشی از خوردگی فولاد رنج نمی برند. علاوه بر این، از آنجا که غیر رسانا هستند، از آن ها در توسعه تراموا و راه آهن سبک استفاده شده است.



## #۲-۷ الیاف های مصنوعی میکرو (Micro-synthetic fibers)

الیاف های مصنوعی میکرو در برابر ترک ناشی از جمع شدگی پلاستیک مقاومت بسیار بیشتری نسبت به تقویت کننده سیم جوش داده شده دارند. آن ها قادر نیستند تا در برابر همه اشکال تنش مانند بار ساختاری و جمع شدگی بتن پس از خشک شدن مقاومت ایجاد کنند.

با این حال، این محصولات باید به طور مرتب در هر نوع بتن تعیین شوند تا مقاومت در برابر ترک خوردگی، محافظت در برابر ورقه ورقه شدن، دوام در مقابل یخ زدگی و ذوب شدن و بهبود همگن بودن بتن در هنگام استفاده، فراهم شود.



## #۲-۸ الیاف های طبیعی (Natural fibers)

الیاف طبیعی به طور مستقیم از یک منبع قابل دستیابی حیوانی، گیاهی یا معدنی به دست می آید و قابل تبدیل به محصولات غیر بافته مانند نمد یا کاغذ می باشد یا پس از تبدیل به نخ، قابل تبدیل به پارچه بافته شده است.

یک الیاف طبیعی ممکن است بیشتر به عنوان توده سلول هایی که در آن قطر در مقایسه با طول ناچیز است، تعریف شود. انواع الیاف طبیعی به ویژه انواع سلولزی مانند پنبه، چوب، غلات و کاه در طبیعت فراوان است.

استفاده از الیاف طبیعی در ساخت بتن توصیه می شود؛ زیرا انواع این الیاف به صورت محلی در دسترس هستند و به وفور یافت می شوند. ایده

استفاده از چنین الیافی برای بهبود مقاومت و دوام مواد شکننده، جدید نیست. به عنوان مثال، از کاه و موی اسب برای ساخت آجر و گچ استفاده می شود. الیاف طبیعی برای تقویت بتن مناسب بوده و در کشورهای در حال توسعه به راحتی در دسترس هستند.

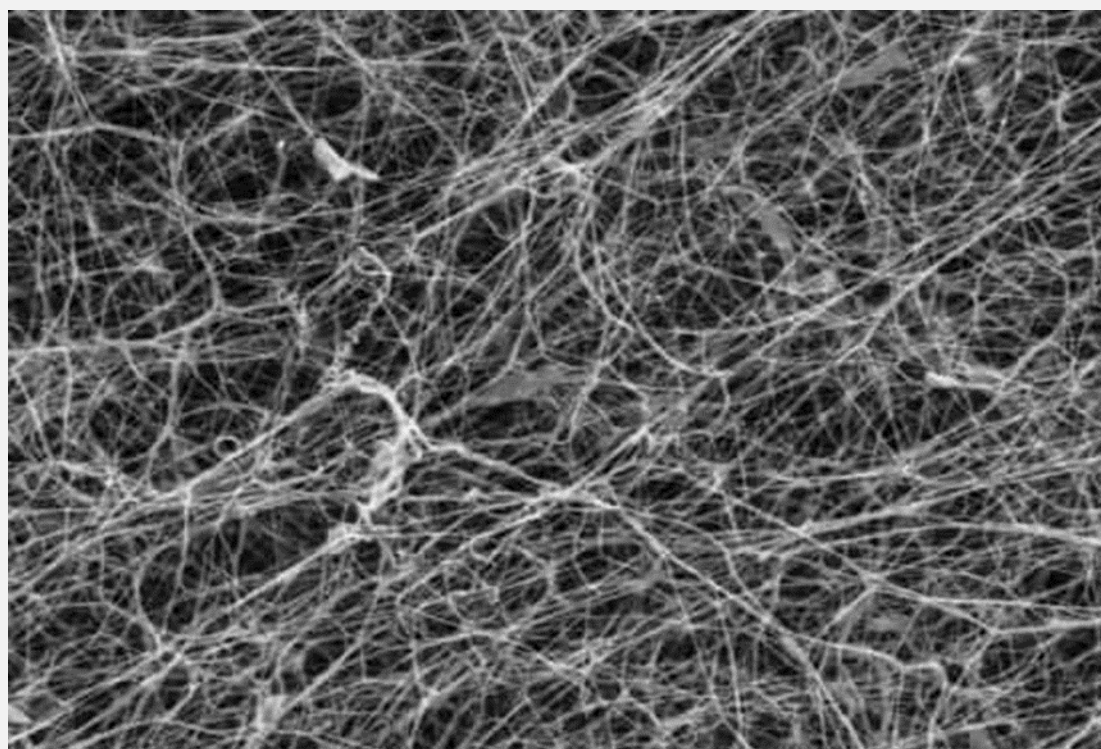


## ۹-۲# الیاف های سلولزی (Cellulose fibers)

الیاف سلولز با اترها یا استرهای سلولزی ساخته می شوند که می توان از پوست، چوب یا برگ گیاهان یا سایر مواد گیاهی به دست آورد. الیاف ها

ممکن است علاوه بر سلولز حاوی همی سلولز و لیگنین (از بخش های اصلی دیواره سلولی گیاهان) باشند که درصدهای مختلف این اجزا باعث تغییر خصوصیات مکانیکی الیاف می شوند.

از الیاف سلولزی بیشتر در صنایع نساجی جهت فیلترهای شیمیایی و به عنوان کامپوزیت های تقویت کننده الیاف استفاده می شود. همچنین گزینه دیگری برای ترکیبات زیستی و کامپوزیت های پلیمری است.





## #۳ کاربردهای بتن الیافی

با توجه به مواد به کار رفته در بتن و مزایای دینامیکی و استاتیکی آن ها، سازنده می تواند با در نظر گرفتن کاربردی که از بتن انتظار دارد از آن استفاده کند.

برخی از موارد کاربرد آن به قرار زیر است:

- باند
- پارکینگ هواپیما
- پیاده رو ها
- پوشش تونل
- تثبیت شیب
- پوسته نازک
- دیوارها
- لوله ها
- منافذ
- بند ها
- ساختار هیدرولیکی
- عرشه های بلند
- جاده ها
- پل ها
- کف انبارها



## #۴ مزایای بتن الیافی

- بتن مسلح شده با الیاف در مواردی که مقاومت کششی بالا و ترک خوردگی کم نیاز باشد یا زمانی که نمی توان از آرماتورهای معمولی استفاده کرد، می تواند مفید باشد.
- الیاف، مقاومت در برابر ضربه بتن را بهبود می بخشد، رشد ترک را محدود می کند و منجر به افزایش ظرفیت کشش ماده کامپوزیت می شود.
- برای پروژه های صنعتی، از الیاف مصنوعی کلان برای بهبود دوام بتن استفاده می شود.
- این الیاف از مواد مصنوعی ساخته شده اند، دارای ابعاد طولانی و ضخیم هستند و ممکن است به عنوان جایگزینی برای تقویت کننده های میله ای یا پارچه ای استفاده شوند.
- افزودن الیاف به بتن، مقاومت در برابر یخ زدگی را بهبود می بخشد و باعث می شود تا بتن برای مدت طولانی استحکام داشته باشد.

- الیاف انسجام و چسبندگی مخلوط و قابلیت پمپاژ را در فواصل طولانی بهبود می دهد.
- الیاف مقاومت در برابر جمع شدگی پلاستیک را در حین خشک شدن افزایش می دهد.
- الزامات تقویت فولاد را به حداقل می رساند.
- عرض ترک را به میزان زیادی کنترل می کند، بنابراین دوام را بهبود می بخشد.
- جدا شدن و چکیدن آب را کاهش می دهد.
- مقاومت بتن الیافی در حدود ۱۰ تا ۴۰ برابر بتن ساده است.
- افزودن الیاف باعث افزایش قدرت خستگی می شود.
- الیاف باعث افزایش ظرفیت برشی تیرهای بتن آرمه می شود.

### سخن آخر

دوام و زیبایی بتن الیافی می تواند مزایایی را به پروژه شما اضافه کند. از زمانی که پیمانکاران و صاحب خانه ها مزایای آن را تشخیص داده اند، بتن الیافی به سرعت در حال رشد در سراسر صنعت ساختمان است. بتن الیافی به دلیل کاهش زمان ساخت و هزینه کار، در بین جامعه بتن سازان مورد توجه قرار گرفته است.

علاوه بر مسائل مربوط به هزینه، موارد کیفی از اهمیت بالاتری در ساخت برخوردار هستند و بتن الیافی نیز این الزامات را برآورده می کند.