

تاریخ: ۰۹/۱۴
شماره: ۱۶۴۰۳
پوست:

جناب آقای محمدجعفر عظمایی
مدیر کل محترم صنعت، معدن و تجارت آذربایجان شرقی
جناب آقای یونس ژانله
رئیس محترم اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تبریز
جناب آقای مهدی امینی
رئیس محترم خانه صنعت و معدن آذربایجان شرقی
جناب آقای یعقوب هوشیار
شهردار محترم کلانشهر تبریز

موضوع: حمایت از اولین تولید کننده میلگردهای کامپوزیت با برند تجاری اپوراد شرکت شاهکار فکر توانا

با سلام و احترام؛
تصویر درخواست مدیرعامل شرکت شاهکار فکر توانا به شماره ۰۰۲۲۰۲ مورخ ۱۴۰۳/۰۱/۲۵، در خصوص "حمایت از اولین تولید کننده میلگردهای کامپوزیت با برند تجاری اپوراد"، به پیوست جهت بررسی و مساعدت قانونی لازم ارسال می شود.

طاهر روحی
مدیر کل دفتر هماهنگی امور اقتصادی

مستند در پرونده
۱۴۰۳/۰۱/۲۵

رونوشت:
جناب آقای میلانی نمایندگی انحصاری شرکت شاهکار فکر توانا در تبریز جهت پیگیری

جناب آقای دکتر مالک رحمتی استاندار آذربایجان شرقی

موضوع: معرفی نامه و استفاده از محصول شرکت شاهکار فکر توانا (اپوراد)

با سلام و احترام:

شرکت شاهکار فکر توانا به شماره ثبت ۵۲۹۶ بنیانگذار تولید میلگردهای نانو کامپوزیت FRP با رزین اپوکسی در ایران می باشد که با تکیه بر علم وسیع نانو پلیمرها و نانو کامپوزیت ها و همچنین دانش و اطلاعات فنی، مهندسی و سازه ای و به کارگیری ماشین آلات پیشرفته و نظارت جدی بر کیفیت محصول، همواره نوآوری در تولید محصولات مورد نیاز طیف وسیعی از مشتریان را، سرلوحه کار خود قرار داده است و توانسته از خروج ارز و وابستگی به کشورهای تولید کننده این محصول جلوگیری نماید و قیمت تمام شده محصول را به شدت کاهش دهد. بنیانگذاران با تجربه این شرکت از سال ۱۳۹۳ تحقیقات خود را در خصوص میلگردهای کامپوزیت GFRP آغاز نمودند و سرانجام در سال ۱۳۹۵ موفق به بسوی سازی خطوط تولید و همچنین تولید میلگردهای کامپوزیت GFRP در مقیاس صنعتی برای اولین بار در ایران با استانداردهای جهانی گردیدند. این محصولات با استفاده از فناوری های جدید و نوآورانه، توانسته اند به عنوان جایگزینی مناسب و کارآمد برای میلگردهای فولادی، مورد توجه قرار گیرند.

این شرکت توانسته ضمن اخذ مجوزهای لازم از قبیل تاییدیه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، همچنین موفق به دریافت گواهینامه عضویت در انجمن کامپوزیت ایران و ثبت برند انحصاری و بین المللی EPOROD و همچنین اخذ گواهینامه های استاندارد CE (تایید استاندارد محصول) و IMS (سیستم مدیریت یکپارچه) و HSE-MS (سیستم مدیریت ایمنی، سلامت و محیط زیست) و ISO ۹۰۰۱-۱۳۰۱۵ و ISO ۹۰۰۱-۱۳۰۱۵ و ISO ۱۴۰۰۱-۱۳۰۱۸ از ایزو کائادا گردد. این شرکت اکنون با ۹ لاین فعال و ظرفیت تولید ۲۰۰۰۰ متر در روز، و همچنین توان تولید میلگرد اجدار و بدون آج از قطر ۳ mm تا ۴۰ mm و خطوط تولید مش، خم و خاموت تبدیل به بزرگترین تولید کننده میلگردهای کامپوزیتی با پوشش اپوکسی در خاورمیانه گردیده که علاوه بر تامین بخشی از نیاز داخلی کشور توانسته محصولات خود را به کشورهای ترکیه، عراق، افغانستان و عمان صادر نماید.

تیمی این خطوط تولید با استفاده از تجهیزات پیشرفته و تکنولوژی های روز دنیا توسط تیم ساخت تجهیزات و خطوط تولید شرکت اپوراد طراحی و ساخته شده است. همچنین تیم نخبه شرکت اپوراد با بکارگیری دانش فنی و تجربی خود، همواره به دنبال بهبود و بهینه سازی عملکرد خطوط تولید خود بوده است.

* از خواص ویژه این میلگرد می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. هشت برابر سبکتر از فولاد
۲. سه برابر استحکام بیشتر از فولاد
۳. ضد خوردگی
۴. پانزده برابر عمر بیشتر از فولاد
۵. مقاومت در برابر الکتریسیته و مغناطیس
۶. ارزاتر از فولاد

* برخی از کاربردهای این میلگرد

۱. تاسیسات فاضلاب مانند تصفیه خانه ها، منول و...
۲. کمان ها، لوله های بتنی هدایت فاضلاب و پساب های صنعتی و مواد شیمیایی
۳. نلزه های بتنی اسکله ها و سازه های دریایی
۴. آرماتوربندی در عرشه پل ها
۵. دیوارهای بتنی در داخل تونل های مترو
۶. نیلینگ و تحکیم خاک
۷. کمان های رو باز و لوله های بتنی هدایت آب
۸. سدهای بتنی
۹. آرماتوربندی کف پارکینگ ها و سالن های صنعتی
۱۰. مخازن
۱۱. دیوارهای پیش ساخته، فنداسیون پیش ساخته و بلوک های پیش ساخته جاده ای نیوجرسی
۱۲. ساختمان سازی

شماره تماس: ۰۵۱۸۸۸۸۸۸۸
تاریخ: ۱۳۹۸
تعداد پیوست: ۱

۰۹۱۴۴۱۱۲۵۵۸ آقای آیدین میلان
www.EPORODFRP.com
Aydinmilan.Ltab@gmail.com

کارخانه: خوزستان - دزفول - شهرک صنعتی شماره ۳
شهرستان دزفول - انتهای خیابان صنعت ۲ - شرکت اپوراد

لازم به ذکر است این شرکت در زمینه تبادل اطلاعات و ارائه دانش فنی با شرکت های بزرگ و مطرح دنیا از قبیل شرکت MST-BAR آمریکا و MATEENBAR آمریکا و V-ROD کانادا و آرماستک روسیه و شرکت GALEN PANAMERICA روسیه و چندین شرکت تولید کننده در چین همکاری دارد و همچنین به تازگی مذاکراتی در زمینه راه اندازی خطوط تولید توسط این شرکت در برزیل و ترکیه و عراق انجام شده که در مرحله پایانی توافقات به سر می برد.

و از نظر علمی و بروزرسانی کیفیت و تنوع محصولات بخش تحقیق و توسعه این شرکت متشکل از اساتید با تجربه صنعت کامپوزیت و اساتید هیئت علمی و همچنین دکترای عمران و پلیمر دانشگاه های صنعتی شریف، امیر کبیر و دانشگاه SHERBROOKE کانادا و دانشگاه کوئینزلند استرالیا می باشد.

این شرکت جهت پیش برد اهداف علمی و عملی خود همکاری و ارتباط مستقیمی با دانشگاه های داخل کشور نظیر دانشگاه یزد، دانشگاه امیر کبیر و صنعتی شریف و دانشگاه مالک اشتر و دانشگاه سمنان و دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه کرمانشاه و دانشگاه های خارج از کشور نظیر دانشگاه Sherbrooke کانادا و همچنین پروفیسور Antonio Nanni از دانشگاه میامی و پروفیسور Brahim Benmokrane از دانشگاه شربروک کانادا (مؤلفین آیین نامه رسمی استفاده از میلگردهای FRP در سازه های بتنی (ACI ۴۴۰) هستند) دارد.

با عنایت به توضیحات فوق، این شرکت آمادگی دارد خود را در زمینه تولید و تامین میلگردهای پروژه های بزرگ دولتی و خصوصی در اختیار آن مجموعه محترم قرار دهد.

از جمله پروژه های مشابه و مرتبط که با میلگردهای کامپوزیتی شرکت اپوراد تولید و تامین گردیده اند می توان به:

- پروژه بزرگ کف سازی پالایشگاه نفت تهران
- پروژه کف سازی شرکت پتروشیمی فلرایی بندرامام خمینی
- پروژه های حوضچه های خروجی پساب پتروشیمی غدیر ماهشهر و پتروشیمی شیرینو عسلویه
- جهت کفیل در چاه فلمن پروژه آب شیرین کن بندر طاهری
- جهت آب شیرین کن بندر دیزر و بندر چارک کارفرما گروه مینا
- پروژه مقاوم سازی سقف های ساختمان اداری گمرک بندر امام خمینی
- پروژه ساخت خاموت های کامپوزیتی و مارکهای بتنی مسلح وزارت نفت (شرکت گاز) اشاره نمود.

و همچنین پروژه های کانال آب و سقف آب انبارهای جزیره قشم، صادرات عظیم به کشور ترکمنستان جهت ساخت یکی از بزرگترین کانال های آب دنیا، صادرات گسترده به کشور عراق جهت ساخت فروشگاه زنجیره ای بزرگ و چند طبقه در بغداد و ساخت پروژه های ساختمانی متنوع مختلف در سرتاسر کشور عراق، کف سازی پارکینگ و محوطه سازی برج های دو قلوئی طلایی جزیره کیش، تامین پروژه های بزرگ دیوارهای پیش ساخته بتنی مسلح، آشیانه هلی کوپتر بیمارستان هفده شهریور رشت، تولید و تامین بیش از ده میلیون متر میلگرد جهت کف سازی سوله های صنعتی شرکت های بزرگ و شناخته شده از قبیل کاشی بیستون کرمانشاه، شرکت سریر پلاست، شرکت استاندیارت میوه جهان کوثر، شرکت زرفام پلیمر، تولید و تامین بیش از پانصد هزار متر میلگرد جهت ساخت استخرها و حوضچه های پرورش ماهی و میگو در استان خوزستان و هرمزگان، تولید و تامین بیش از شش میلیون متر میلگرد جهت آرماتورهای حرارتی ساختمانی و همکاری با وزارت نیرو جهت تولید تیرهای برق بتنی با استفاده از میلگردهای کامپوزیت و ... از جمله بخشی از سوابق این شرکت می باشد.

ضمناً شرکت اپوراد با اولویت تأیید فنی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و کسب نموده است؛ که به پیوست خدمتتان تقدیم میگردد.



مدیر عامل شرکت شاهکار فکر توانا

علی اکرمی

آی ای آیدین میلان 09144112558
www.EPORODFRP.com
Aydinmilani.tab@gmail.com

کارخانه: خوزستان - دزفول - شهرک صنعتی شماره ۳
شهرستان دزفول - انتهای خیابان صمت ۲ - شرکت اپوراد



۱- کلیات

محصول مورد بررسی میلگرد کامپوزیتی GFRP است.

۲- معرفی محصول

میلگردهای FRP، کامپوزیت‌های پلیمری مسلح شده با الیاف هستند که می‌توانند با رعایت ضوابط به عنوان یک روش جایگزین به جای میلگردهای فولادی در سازه‌های بتنی مورد استفاده قرار گیرند. اما باید توجه داشت رفتار مکانیکی میلگردهای FRP با رفتار میلگردهای فولادی متفاوت است. بنابراین فلسفه طراحی ساختمان‌های بتنی با استفاده از میلگردهای FRP نسبت به میلگردهای فولادی دارای تغییراتی است.

لازم به ذکر است مقاومت قلیایی میلگرد GFRP از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد، لذا لازم است این نوع میلگردهای کامپوزیتی نسبت به قلیا مقاوم باشند و آزمون مقاومت در برابر قلیا بر روی آن‌ها قبل از هرگونه بهره برداری مطابق استانداردهای مربوطه صورت گیرد. همچنین برای اطمینان از اینکه خواص مکانیکی و چسبندگی میلگرد FRP در درجات حرارتی بالا تحت تاثیر قرار نگیرد نباید درجه حرارت میلگرد FRP در داخل بتن از درجه حرارت انتقال شیشه‌ای که با آزمایش بدست می‌آید، بیشتر شود.

۳- دامنه کاربرد

استفاده از میلگردهای GFRP در سازه‌هایی بیشتر کاربرد دارد که مهمترین مشکل آن‌ها خوردگی و یا مشکلات الکترومغناطیسی است. استفاده از میلگردهای مذکور با رعایت ضوابط این تایید فنی و الزامات راهنمای استفاده از میلگرد FRP در سازه‌های بتنی (شماره نشر گ-۱۰۲۰) در سازه‌های قاب خمشی بتن آرمه یا سازه‌های دیوار باربر بتن آرمه مجاز است. استفاده از این نوع میلگرد در این مرحله در ساختمان‌های حداکثر سه طبقه یا ارتفاع ۱۲ متر از تراز پایه مجاز است. استفاده از میلگردهای کامپوزیتی در سازه‌های بتن آرمه در تمام مناطق لرزه خیز مطابق ضوابط بند ۵-۲ مجاز می‌باشد.

در سازه‌های بتنی به دو صورت می‌توان از میلگرد FRP استفاده نمود:

الف- سازه‌های بتنی دارای میلگرد طولی فولادی و خاموت FRP

در صورتی که سازه قاب خمشی یا دیوار باربر بتن آرمه دارای میلگرد طولی فولادی و خاموت FRP باشد، در صورت رعایت ضوابط بند ۵-۲، ضرایب رفتار و اضافه مقاومت سازه بتنی براساس استاندارد ۲۸۰۰ برای آن حاکم است.

ب- سازه‌های بتنی دارای میلگرد طولی FRP و خاموت FRP

در صورتی که سازه قاب خمشی یا دیوار باربر بتن آرمه دارای میلگرد طولی FRP و خاموت FRP باشد باید ضوابط ذکر شده در بند ۵-۲ رعایت شود. سازه‌های ساخته شده از این نوع میلگردها رفتار متفاوتی از لحاظ شکل‌پذیری، اضافه مقاومت و میرایی دارند. بر این اساس ضریب رفتار این گونه سازه‌ها باید برابر با $R_u=1$ در نظر گرفته شود. همچنین ضریب اضافه مقاومت Ω و ضریب تبدیل تغییر مکان‌های Cd این ساختمان‌ها برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود.

علاوه بر موارد فوق‌الذکر از میلگردهای کامپوزیتی GFRP می‌توان با رعایت ضوابط بند ۵-۲ این تایید فنی در موارد زیر نیز استفاده نمود:

۱. دیوارهای محوطه



۲. بلوک‌های نیوجرسی و حفاظ‌های جاده‌ای
۳. تسلیح و آرماتور بندی برای کف پارکینگ‌ها و سالن‌های صنعتی
۴. میلگرد حرارتی
۵. کف کاذب و سقف کاذب بتنی
۶. پانل‌های پیش ساخته نما
۷. کانال‌های روباز (Culvert) و لوله‌های بتنی هدایت آب
۸. دیوار موقت بتنی در داخل تونل‌ها
۹. کانال‌ها و لوله‌های بتنی هدایت فاضلاب، پساب‌های صنعتی و مواد شیمیایی

۴- ویژگی‌های مورد بررسی

۴-۱- مشخصات میلگرد کامپوزیت GFRP

میلگرد FRP مورد استفاده باید ویژگی‌های جدول ۱ را برآورده نماید. لازم است بهره بردار، پیش از اقدام به استفاده، میلگرد را از نظر دارا بودن این خواص کنترل نماید.

جدول ۱- محدوده و روش آزمون ویژگی‌های میلگرد GFRP

استاندارد	محدوده	روش آزمون
ASTM E1356	بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد	متوسط دمای انتقال شیشه‌ای
ASTM E2160	بزرگتر یا مساوی ۹۵ درصد	متوسط میزان عمل‌آوری شدن
ASTM D7205/D7205M	بند ۲-۵	متوسط مساحت سطح مقطع اندازه‌گیری شده
ASTM D7205/D7205M	بند ۲-۵	نیروی کششی نهایی تضمین شده
ASTM D7205/D7205M	بزرگتر یا مساوی ۴۴٫۸ GPa	متوسط مدول الاستیسیته کششی
ASTM D7205/D7205M	بزرگتر یا مساوی ۱٫۱ درصد	متوسط کرنش کششی نهایی
ASTM D7617/D7617M	بزرگتر یا مساوی ۱۳۱ MPa	مقاومت برشی عرضی کرانه پایین*
ASTM D7913/D7913M	بزرگتر یا مساوی ۷٫۶ MPa	مقاومت اتصال (چسبندگی)
ASTM D570	کوچکتر یا مساوی ۱ درصد تا اشباع در ۵۰ درجه سانتی‌گراد	متوسط جذب رطوبت تا اشباع
ASTM D7705/D7705M روش A	بزرگتر یا مساوی ۸۰ درصد متوسط نیروی کششی اولیه (۹۰ روز در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد)	متوسط مقاومت قلبیایی
ASTM D7914/D7914M	بزرگتر یا مساوی ۶۰ درصد مقادیر بند ۲-۵	نیروی کششی نهایی کرانه پایین* بخش خم میلگرد

* کرانه پایین: میانگین منهای سه برابر انحراف معیار

به منظور کنترل کیفیت و تایید میلگرد GFRP باید آزمون‌های جدول ۲ روی محصول انجام شود. برای اندازه‌گیری محدوده هر ویژگی باید ۵ نمونه به صورت تصادفی از هر پالت تولیدی آزمایش شود. هر نمونه باید در محدوده ذکر شده در جدول ۲ قرار داشته باشد. برای میلگردهای خم، آزمون روی قسمت مستقیم میلگرد انجام شود.



الف- سازه‌های بتنی دارای میلگرد طولی فولادی و خاموت FRP

در این حالت تیرها و ستون‌ها بسته به نوع قاب بتنی باید ضوابط طراحی لرزه‌ای تیرها و ستون‌ها با شکل‌پذیری متوسط یا ویژه را رعایت کنند.

در طراحی این سیستم‌ها باید ضوابط راهنمای استفاده از میلگرد FRP در سازه‌های بتنی (بند ۲-۵) رعایت شود.

ب- سازه‌های بتنی دارای میلگرد طولی FRP و خاموت FRP

- ۱- ظرفیت لنگر مثبت تیر در بر تکیه‌گاه نباید از نصف ظرفیت لنگر منفی در بر تکیه‌گاه کمتر باشد. ظرفیت لنگر مثبت و منفی تیر نباید در هیچ نقطه‌ای از آن، از یک چهارم حداکثر لنگر مقاوم در تیر در بر تکیه‌گاه‌های آن، کمتر باشد.
- ۲- ظرفیت برشی خاموت‌های FRP باید بزرگتر از حداقل دو مقدار زیر باشد: الف- بار ضریب‌دار برشی حاصل از ترکیبات بار زلزله براساس مبحث ششم مقررات ملی و ب- حداکثر برش که می‌تواند در تیر بر اساس ظرفیت خمشی مقطع در دو انتهای آن و طول آزاد تیر بر اثر بارهای ثقلی همراه با بارهای لرزه‌ای ایجاد شود.
- ۳- ظرفیت خمشی ستون‌ها باید از ظرفیت خمشی تیرهای متصل به آن بیشتر باشد. ظرفیت خمشی ستون در نیروی محوری وارده به ستون باید از نیروی خمشی حاصل از بارهای ضریب‌دار براساس مبحث ششم مقررات ملی بیشتر باشد.
- ۴- در طراحی این سیستم‌ها باید ضوابط بند ۲-۵ برای استفاده از میلگرد FRP در سازه‌های بتنی رعایت شود.
- ۵- طول وصله کششی در میلگرد FRP در تمام حالات $1.3Ld$ می‌باشد. Ld طول وصله براساس ضوابط آخرین ویرایش بند ۲-۵ تعیین می‌شود. همچنین طول مهارتی میلگردهای FRP باید مطابق ضوابط بند ۲-۵ باشد.
- ۶- از میلگرد FRP می‌توان به عنوان میلگرد حرارتی جهت جلوگیری از ترک‌خوردگی در دال‌ها استفاده نمود. حداقل میلگرد FRP حرارتی براساس ضوابط بند ۲-۵ تعیین می‌شود.
- ۷- پوشش بتن برای میلگرد FRP نباید کمتر از db (قطر میلگرد FRP) باشد. زمانی که ضخامت پوشش بتن میلگرد یا فاصله میان میلگردها مساوی db باشد، ضریب اصلاح $1/5$ باید در طول وصله ضرب شود. برای ضخامت پوشش بتن میلگرد و فاصله میلگردهای بزرگتر از $2db$ ضریب اصلاح ۱ باید اعمال شود.
- ۸- مقاومت خمشی، برشی و برش پانچ اعضای مسلح شده با میلگرد FRP براساس ضوابط بند ۲-۵ در سازه‌های بتنی تعیین می‌شود.
- ۹- خیز دراز مدت مقاطع دارای میلگرد FRP برابر با 0.16 خیز آنی آن می‌باشد.
- ۱۰- محدوده تنش پارگی در تقویت کننده FRP براساس تنش مجاز ناشی از خزش براساس جدول زیر تعیین می‌شود.

نوع الیاف	GFRP
محدود تنش مجاز پارگی ناشی از خزش	$0.2f_{FR}$

۱۱- ضخامت حداقل توصیه شده تیرهای غیرپیش تنیده یا دال‌های یک طرفه مسلح شده با میلگرد FRP براساس طول دهانه l براساس

جدول زیر تعیین می‌شود.

جدول زیر تعیین می‌شود.			
$1/5.5$	$1/22$	$1/17$	$1/13$
$1/4$	$1/16$	$1/12$	$1/10$



جدول ۲- محدوده مشخصات و روش های آزمون به منظور کنترل کیفیت و تایید محصول GFRP

روش آزمایش	محدوده	ویژگی
ASTM D2584 ASTM D3171	حداقل ۷۰ درصد حداقل ۵۵ درصد	نسبت جرمی الیاف نسبت حجمی الیاف
ASTM E1356	بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ درجه سانتیگراد	دمای انتقال شیشه‌ای
ASTM E2160	بیشتر یا مساوی ۹۵ درصد	درجه عمل آوری
ASTM D7205	بند ۲-۵	سطح مقطع اندازه‌گیری شده
ASTM D7205	بند ۲-۵	نیروی کششی نهایی
ASTM D7205	بزرگتر یا مساوی ۴۴۸۰۰ مگاپاسکال	مدول الاستیسیته کششی
ASTM D7205	بزرگتر یا مساوی ۱/۱ درصد	کرنش کششی نهایی
ASTM D570	کمتر یا مساوی ۰/۲۵ درصد	جذب رطوبت ۲۴ ساعته در ۵۰° C

۵- آئین‌نامه‌های و استانداردهای مورد استناد

۵-۱- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای به ترتیب باید بر اساس آخرین ویرایش مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان "بارهای وارد بر ساختمان" و استاندارد ۲۸۰۰ ایران باشد.

۵-۲- راهنمای استفاده از میلگرد FRP در سازه‌های بتنی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شماره نشر گ-۱۰۲۰، ۱۴۰۱

5-3-CSA S806-21, Design and construction of building structures with fibre-reinforced polymers, 2021.

5-4-CSA S807-19, Specification for fiber reinforced polymers, 2019

5-5-ACI 454-21, Acceptance criteria for fiber reinforced polymer (FRP) bars for internal reinforcement of concrete members, 2021.

5-6-ACI 440.1R-15, Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars

5-7-ACI 440.3R-12, Guide test methods for fiber-reinforced polymers (FRPs), 2012

5-8-ACI 440.5R-08, Specification for construction with fiber-reinforced polymer reinforcing bars, 2008

5-9-ACI 318-19, Building code requirements for structural concrete, 2019.

5-10- ACI 440.11-022 Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Bars-Code and Commentary.

۶- بررسی الزامات طراحی و اجرا

در سازه‌های بتنی به دو صورت می‌توان از میلگرد GFRP استفاده نمود. الزامات طرح و اجرای هر کدام از آنها به شرح زیر است:



- ۱۲- مکانیزم شکست میلگردهای FRP در اعضای خمشی نباید بر پایه تغییر شکل و ایجاد مفصل پلاستیک صورت گیرد زیرا مصالح FRP رفتاری خطی و الاستیک تا شکست از خود نشان می‌دهند. بنابراین توزیع مجدد لنگر در تیرهای پیوسته و یا سایر سازه‌های نامعین استاتیکی نباید برای اعضای مسلح شده با میلگردهای FRP در نظر گرفته شود.
- ۱۳- آرماتورگذاری مقطع خمشی دارای میلگرد FRP باید براساس شکست فشاری بتن باشد و ضریب کاهش مقاومت آن 0.65 می‌باشد.
- ۱۴- ضریب کاهش مقاومت ناشی از شرایط محیطی در میلگرد FRP برای الیاف مختلف و شرایط محیطی متفاوت براساس جدول زیر تعیین می‌شود.

۰/۸	شیشه	بتنی که مستقیماً در تماس با زمین یا هوای بیرون قرار ندارد
۰/۷	شیشه	بتنی که مستقیماً در تماس با زمین یا هوای بیرون قرار دارد

- ۱۵- برای اطمینان از اینکه خواص مکانیکی و چسبندگی میلگرد FRP در درجات حرارتی بالا تحت تاثیر قرار نگیرد نباید درجه حرارت میلگرد FRP در داخل بتن از درجه حرارت انتقال شیشه‌ای که با آزمایش بدست می‌آید، بیشتر شود.
- ۱۶- رعایت کلیه ضوابط آتش مطابق بند ۴.۱۱ آیین نامه (ACI440.11-(2022)) به ویژه الزامات مربوط به ضخامت پوشش بتن روی میلگردهای FRP الزامی است.