



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر)

دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های کراس آرم‌های کامپوزیت

مقام تصویب کننده: معاون هماهنگی توزیع شرکت توانیر

دریافت کنندگان سند:

- ☐ - کمیته فنی بازرگانی شرکت توانیر
- ☐ - دفتر مهندسی و راهبری شبکه
- ☐ - شرکت‌های توزیع نیروی برق

تهیه کننده: معاونت هماهنگی توزیع - دفتر مهندسی و راهبری شبکه - کمیته تخصصی کامپوزیت

ویرایش: ۰۱

خرداد ۱۳۹۹

سایت توانیر: www.tavanir.org.ir

تصویب کننده: امضاء	تایید کننده: امضاء	تهیه کننده: امضاء
-----------------------	-----------------------	----------------------



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

فهرست مطالب

مقدمه	۵
۱- هدف و دامنه کاربرد	۵
۲- محدوده اجرا	۵
۳- استانداردهای مورد استناد	۵
۴- دستور انجام کار	۶
۴-۱- روش تکمیل جداول	۶
۴-۲- روش تعیین امتیاز نهایی	۶
۵- آزمون‌ها	۱۵
پیوست شماره (۱): مشخصات کراس‌آرم‌ها:	۱۷
پیوست شماره (۲): نقشه‌های اجرایی کراس‌آرم‌های کامپوزیت	۱۸
پیوست شماره (۳): بوش مقاوم در برابر گشتاور	۳۲
پیوست شماره (۴): روش انجام تست‌های مکانیکی	۳۲
پ ۴-۱) تست بار شکست میانگین:	۳۳
پ ۴-۲) تست بار دینامیکی:	۳۳
پیوست شماره (۵): روش انتخاب نوع یراق‌آلات	۳۴

فهرست جداول

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری	۷
جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی	۸
جدول شماره (۳) مشخصات اجباری	۹
جدول شماره (۴) مشخصات فنی پیشنهادی و امتیازدهی کالا	۱۲
جدول شماره (۵) آزمون‌ها	۱۵
جدول شماره (۶) - مشخصات فنی کراس‌آرم‌ها	۱۷



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳ از ۳۷
شماره تهیه: ۰۱
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

فهرست اشکال

- ۱۷ شکل (۱) - نیروهای وارد بر کراس‌آرم
- ۱۸ شکل (۲) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۲ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۱۹ شکل (۳) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۲ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۲۰ شکل (۴) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۵ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۲۱ شکل (۵) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۵ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۲۲ شکل (۶) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۲۳ شکل (۷) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۲۴ شکل (۸) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲,۴ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۲۵ شکل (۹) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲,۴ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۲۶ شکل (۱۰) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۳ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۲۷ شکل (۱۱) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۳ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۲۸ شکل (۱۲) - درپوش کراس‌آرم کامپوزیتی ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۲۹ شکل (۱۳) - درپوش کراس‌آرم کامپوزیتی ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۳۰ شکل (۱۴) - دیتیل بازوی کراس‌آرم از جنس کامپوزیت
- ۳۱ شکل (۱۵) - دیتیل ساختار کراس‌آرم کامپوزیت
- ۳۲ شکل (۱۶) - دیتیل مربوط به پوششینگ مقاوم در برابر گشتاور
- ۳۲ شکل (۱۷) - نمونه پوششینگ مقاوم در برابر گشتاور
- ۳۳ شکل (۱۸) - نمونه ست آزمایشگاهی جهت تست مکانیکی کراس‌آرم
- ۳۴ شکل (۱۹) - واشر مخصوص جهت نصب پیچ بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۳۵ شکل (۲۰) - واشر مخصوص جهت نصب پیچ بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
- ۳۶ شکل (۲۱) - یراق کمربندی جهت نصب مقره با فیتینگ کوتاه بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۸۰×۸۰ میلیمتر
- ۳۷ شکل (۲۲) - یراق کمربندی جهت نصب مقره با فیتینگ کوتاه بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۴ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

اعضای شرکت کننده در جلسات تخصصی بررسی مشخصات فنی کراس‌آرم کامپوزیت

با تشکر از نمایندگان محترم شرکت‌های توزیع نیروی برق، شرکت‌های سازنده و شرکت توانیر به شرح زیر که در مراحل مختلف تهیه و بازنگری پیش‌نویس و انجام بررسی‌های تخصصی و نهایی کردن این دستورالعمل با حضور در جلسات و اعلام نقطه نظرات کارشناسی موجبات هرچه پربارتر شدن مطالب را فراهم آوردند؛ ضمناً تهیه پیش‌نویس این دستورالعمل توسط آقای مهندس محمد دهقانی سانجی از شرکت توزیع نیروی برق استان یزد انجام شده است.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ۱. آقای دکتر مسعود صادقی خمایی | شرکت توانیر |
| ۲. آقای مهندس مهرداد صمدی | شرکت توانیر |
| ۳. خانم مهندس سارا قرشی | شرکت توانیر |
| ۴. آقای مهندس رسول نوران | شرکت توانیر |
| ۵. آقای مهندس محمد شببانی | شرکت توزیع نیروی برق استان یزد |
| ۶. آقای مهندس محمد دهقانی سانجی | شرکت توزیع نیروی برق استان یزد |
| ۷. آقای مهندس مهدی پیرپیران | شرکت توزیع نیروی برق استان اصفهان |
| ۸. آقای دکتر سید هادی حسینی کردخیلی | شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران |
| ۹. آقای مهندس سید مهدی صالحی‌زاده | شرکت توزیع نیروی برق استان بوشهر |
| ۱۰. آقای مهندس محمد خدادوست | شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی |
| ۱۱. آقای مهندس حسین حکیم الهی | شرکت توزیع نیروی برق استان تهران |
| ۱۲. آقای مهندس مصطفی امامی | شرکت الماس ریس‌تار |
| ۱۳. خانم مهندس زهرا قاسمی | شرکت الماس ریس‌تار |



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۵ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

مقدمه

نظر به اهمیت موضوع تعیین مشخصات فنی و کنترل کیفیت تجهیزات و با توجه به معیارهای فنی مؤثر بر عملکرد آنها، این سند تنظیم و جهت اجرا، ابلاغ می‌شود. گیرندگان سند موظفند در هنگام تهیه‌ی اسناد خرید کراس‌آرم کامپوزیت، آن را در پیوست اسناد منظور نموده و هنگام انجام مراحل بررسی و ارزیابی فنی، براساس این دستورالعمل و با توجه به مدارک و مستندات ارایه شده، نسبت به ارزیابی و امتیازدهی پیشنهادها اقدام کنند. این دستورالعمل پس از طرح و تایید در کمیته تخصصی کامپوزیت (متشکل از کارشناسان شرکت‌های توزیع نیروی برق، سازندگان تجهیزات و شرکت توانیر)، جهت ابلاغ به کلیه شرکت‌های توزیع، نهایی شده است.

۱- هدف و دامنه کاربرد

این سند با هدف ایجاد وحدت رویه در تعیین ویژگی‌های کیفی در انتخاب و خرید انواع کراس‌آرم کامپوزیت و تهیه‌ی اسناد خرید (شامل کلیه مناقصات عمومی و محدود، استعلام، خرید تجهیزات در پروژه‌های کلید در دست و...)، هماهنگ‌سازی و شفافیت در تولید، نظارت و خرید تجهیزات و ایجاد فضای رقابتی جهت ارتقاء سطح کیفی آنها تنظیم شده است.

کلیه کراس‌آرم‌های کامپوزیت به کار رفته در شبکه فشار متوسط در چارچوب این دستورالعمل قرار می‌گیرند.

۲- محدوده اجرا

محدوده اجرای این دستورالعمل شرکت‌های توزیع نیروی برق کشور می‌باشند.

۳- استانداردهای مورد استناد

مبنای مشخصات فنی در این دستورالعمل و رویه‌های انجام آزمایش‌ها برای کنترل شاخص‌های موردنظر، به ترتیب استانداردهای صنعت برق کشور، استانداردهای ملی کشور، استانداردهای بین‌المللی و استانداردهای کشورهای صنعتی پیشرفته است. هر بخشی از استانداردهای صنعت برق که مرجع آن، استانداردهای بین‌المللی یا کشورهای صنعتی پیشرفته باشد، چنانچه ویرایش جدیدی از استانداردهای مرجع فوق تدوین گردد، ویرایش‌های جدید تنها پس از طرح در کمیته تخصصی کامپوزیت و تأیید آن کمیته مورد استناد قرار خواهند گرفت. بر این اساس، استانداردها و مراجع زیر جهت تدوین دستورالعمل، مورد استناد قرار گرفته‌اند:

۱- استاندارد خطوط هوایی توزیع شماره ۶-۵۱، «کراس‌آرم‌ها و آرایش‌های بکار رفته در شبکه توزیع»، ۱۳۷۷

- 2- ENA DOC 012- "Cross-arm supply and performance specification" 2006
- 3- Horizon Power, HPC-8MJ-07-0002, "Specification – MV Composite Cross-arms", 2018
- 4- Ergon Energy, " Technical Specification for Composite Fibre Crossarms", ETS07-02-03, 2014
- 5- ASTM D8019, " Standard Test Methods for Determining the Full Section Flexural Modulus and Bending Strength of Fiber Reinforced Polymer Crossarms Assembled with Center Mount Brackets " 2016



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۶ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

۴- دستور انجام کار

۴-۱- روش تکمیل جداول

بررسی مشخصات فنی در دو بخش «مشخصات اجباری» و «محاسبه امتیازات فنی» انجام می‌شود. مراحل تکمیل جداول و استفاده از آنها به شرح زیر است:

- خریدار در جدول شماره (۱) خواسته‌های خود در ارتباط با نوع و سایز پایه و همچنین شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری را اعلام می‌نماید.
- در جدول شماره (۲) فروشنده اطلاعاتی از کالای پیشنهادی و سابقه تولید و عرضه آن ارائه می‌کند.
- ارائه مقادیر قابل قبول مندرج در جدول شماره (۳) الزامی است و فروشنده باید الزامات و مشخصات اجباری را با درج مهر و امضا در ذیل صفحات این جدول در پیشنهاد خود تضمین نماید. در صورت عدم تأمین هریک از مشخصات اجباری، پیشنهاد مردود شده و بررسی‌های بعدی انجام نخواهد شد.
- در جدول شماره (۴) مشخصه‌های مؤثر در ارزیابی و امتیازدهی عوامل کیفی کالای مورد نظر به همراه ضرایب وزنی آنها درج شده است. ستون «مقدار پیشنهادی» باید توسط فروشنده تکمیل شود و ستون «امتیاز نهایی» توسط کمیته فنی خرید و با توجه به روش ارزیابی تعیین شده در بند (۴-۲) تکمیل گردد. صفحات مربوط به این جدول نیز باید توسط فروشنده مهر و امضا شود.

۴-۲- روش تعیین امتیاز نهایی

برای تعیین امتیاز کیفی، کمیته فنی خرید باید با توجه به مقادیر پیشنهادی فروشنده برای هر کدام از بندهای جدول امتیاز دهی کالا (جدول شماره ۴) و مطابق با روش ارزیابی و امتیاز دهی هر کدام از بندهای فوق (در ادامه جدول شماره ۴) امتیازی را بر مبنای ۱۰۰ منظور نماید. سپس امتیاز نهایی هر آیت با ضرب امتیاز تعیین شده در ضریب وزنی مربوطه بدست خواهد آمد. بدیهی است امتیاز کل از مجموع امتیازهای نهایی تقسیم بر ۱۰۰ بدست می‌آید. حد نصاب امتیاز کیفی ۶۰٪ می‌باشد.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۷ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۱) خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری^۱

ردیف	شرح مشخصه	مقدار / نوع / شرایط
۱	نوع کراس آرم (mm×mm)	قوطی با مقطع خارجی ^۲ □ ۸۰×۸۰ □ ۱۰۰×۱۰۰
۲	طول کراس‌آرم (متر)	□ ۱,۲ □ ۱,۵ □ ۲ □ ۲,۴ □ ۳
۳	حالت نصب ^۳	استفاده از مقره با فیتینگ بلند □ فیتینگ کوتاه □
شرایط و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری		
ردیف	شرح مشخصه	واحد / مقدار
۴	ولتاژ نامی	kV □ ۲۰ □ ۳۳
۵	فرکانس نامی	Hz ۵۰
۶	تعداد فازها	--- ۳
۷	حداکثر ولتاژ سیستم	kV □ ۲۴ □ ۳۶
۸	نوع سیستم زمین	--- غیرمؤثر زمین شده □ مؤثر زمین شده □
۹	حداکثر سرعت باد	m/s
۱۰	حداکثر سرعت باد در شرایط یخ زدگی	m/s
۱۱	حداکثر ضخامت لایه برف	mm
۱۲	بار زلزله	g
۱۳	حداقل درجه حرارت محیط	°C
۱۴	حداکثر درجه حرارت محیط	°C
۱۵	حداکثر دمای میانگین هوا محیط در دوره ۲۴ ساعته	°C
۱۶	رطوبت محیط	%
۱۷	ارتفاع از سطح دریا	m
۱۸	سطح آلودگی منطقه	---

^۱ - مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود. خریدار نیز بدینوسیله اعلام می‌دارد که کراس‌آرم‌های مورد درخواست، پس از بررسی‌های فنی لازم، پیشنهاد گردیده و از نظر محل نصب، مطابق با شرایط مندرج در جدول فوق انتخاب شده است. در تکمیل جدول فوق، استفاده از نشریه شماره ۴۵۶ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی بلامانع می‌باشد.

^۲ - با توجه به محاسبات موجود در جلد ششم استاندارد خطوط هوایی توزیع (۶-۵۱) کراس آرم های کامپوزیت ۸۰×۸۰ معادل کراس‌آرم‌های فلزی مقطع نبشی ۸۰×۸ و پایین‌تر و کراس‌آرم های ۱۰۰×۱۰۰ معادل کراس‌آرم‌های فلزی ۱۲۰×۱۲ و پایین‌تر می‌باشد.

^۳ - منظور از حالت نصب، استفاده از مقره با میله مقره (فیتینگ) کوتاه یا بلند می‌باشد. در حالت استفاده از مقره‌های با فیتینگ کوتاه سازنده باید یراق‌آلات متناسب که در پیوست (۵) آمده است را همراه با محصول به خریدار تحویل نماید.

مطابقت کالای پیشنهادی با خواسته‌های خریدار و مشخصات محل نصب و بهره‌برداری تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۸ از ۳۷
شماره تهیه: ۰۱
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۲) شناسنامه کالای پیشنهادی^۱

ردیف	مشخصه	شرح
۱	کشور سازنده	
۲	نام سازنده (نام شرکت)	
۳	سال ساخت	
۴	نام فروشنده و نوع ارتباط با سازنده (نماینده رسمی - عرضه کننده انحصاری و ...)	
۵	نوع و تیپ کالا	
۶	فهرست خریداران با ذکر نام، کشور، تاریخ و میزان فروش (پیوست گردد)	
۷	سابقه کارخانه در ساخت این تجهیز	
۸	مدت زمان گارانتی تعویض ^۲	
۹	مدت و نحوه ارائه خدمات پس از فروش	
۱۰	نحوه ارائه آموزش نصب و نگهداری	
۱۱	حداکثر زمان تحویل بر حسب روز	
۱۲	سایر مزایای رقابتی پیشنهادی	
۱۳	نوع رزین مورد استفاده در ساخت	
۱۴	نحوه بسته بندی محصول در زمان تحویل	
۱۵	وزن نهایی محصول	

این جدول توسط پیشنهاد دهنده تکمیل شود و در صورت کمبود فضا برای درج مطالب، با ذکر شماره صفحه، از برگه‌های ضمیمه استفاده شود.

۲ مدت زمان گارانتی تعویض شامل عیوب ناشی از تولید می باشد.

صحت کلیه موارد ارائه شده در جدول فوق توسط پیشنهاد دهنده تضمین می شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۹ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
الف) شرایط مواد اولیه			
۱	نوع رزین	---	پلی‌استر ایزوفتالیک یا وینیل استر
۲	ظاهر رزین	---	شفاف (Clear)
۳	نوع الیاف	---	E-Glass
۴	افزودنی آنتی UV	---	الزامیست
۵	افزودنی تاخیردهنده شعله	---	الزامیست
ب) شرایط تولید			
۶	روش تولید	---	پالترژن
۷	حداقل میزان الیاف	%	۶۰
۸	وجود الیاف شیشه پارچه‌ای	g/m ²	سطح داخلی و خارجی باید الیاف پارچه‌ای نوع Stitch mat با حداقل وزن ۴۵۰ g/m ² باشد
۹	حداقل دمای محیط تولید	°C	۱۵
۱۰	حداکثر رطوبت محیط تولید	%	۶۰
ج) ویژگی‌های مربوط به دوام محصول			
۱۱	حداقل دوام در تمام شرایط محیطی ایران	سال	۴۰
۱۲	مقاومت در برابر اشعه UV در طول مدت عمر	---	الزامیست
۱۳	مقاومت در برابر بارندگی، رطوبت بالا، دمای بالا و دماهای یخ زدگی	---	الزامیست
۱۴	مقاومت در برابر جمع شدگی، تابیدگی، خمیدگی بیش از مقدار مجاز در شرایط محیطی و بارهای استاتیک	---	الزامیست
۱۵	چسبندگی اجزا و پایداری رنگ در مدت عمر	---	الزامیست
۱۶	مقاومت در برابر شعله	---	الزامیست
۱۷	مقاومت در برابر خوردگی	---	الزامیست
۱۸	حداکثر انحراف تحت بارهای استاتیک (شرایط EDS)	%	۵ درصد طول قابل خمش
۱۹	حداقل مقاومت الکتریکی	Ω/m	۱۰ ^۰
۲۰	حداقل سطح عایقی (BIL)	kV/m	۳۰۰

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۰ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۲۱	حداکثر جذب آب کراس‌آرم	%	۰/۶
۲۲	درپوش انتهایی دو طرف کراس‌آرم	---	باید غیر قابل برداشتن بوده و در برابر ضربه استحکام و پایداری داشته باشد. درپوش در طول مدت استفاده نباید تغییر شکل داشته و دارای طول عمر حداقل به اندازه کراس‌آرم باشد
۲۳	جنس درپوش		از جنس کامپوزیت با الیاف شیشه
۲۴	نحوه اتصال درپوش به کراس‌آرم	---	با استفاده از چسب اپوکسی یا پیچ استیل مقاوم در برابر خوردگی
۲۵	حداقل ضخامت کراس‌آرم	mm	۶
۲۶	حداکثر رواداری ابعاد خارجی	mm	$\pm 2/5$
۲۷	حداکثر رواداری مسطح بودن	mm	۰/۸
۲۸	حداکثر رواداری زوایا از ۹۰ درجه	درجه	± 2
۲۹	حداکثر انحنای محصول بدون بارگذاری	mm/m	۱/۷
د) ویژگی‌های مکانیکی			
۳۰	حداقل تحمل مکانیکی در تست بار شکست میانگین	kgf	طبق جدول شماره (۶)
۳۱	حداکثر انحراف کراس‌آرم در بار شکست نامی	mm	طبق جدول شماره (۶)
۳۲	حداقل تحمل نیروی LV و LH	kgf	طبق جدول شماره (۶)
۳۳	حداقل تحمل نیروی LT	kgf	طبق جدول شماره (۶)
۳۴	حداقل استحکام دی الکتریک	kV/mm	۶
هـ) شرایط ظاهری محصول			
۳۵	سطح کراس‌آرم		سطح باید صاف بوده و الیاف نباید از آن بیرون زده باشند
۳۶	استفاده از بوشینگ برای جلوگیری از ایجاد گشتاور زیاد هنگام بستن یراق آلات	---	طبق پیوست شماره (۵) الزامیست
۳۷	تامین یراق آلات متناسب (طبق پیوست ۵) با توجه به حالت نصب انتخابی در ردیف ۳ جدول شماره یک، توسط سازنده	---	الزامیست

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۱ از ۳۷
شماره تهیه: ۰۱
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۳) مشخصات اجباری

ردیف	شرح مشخصه	واحد	سطح یا نوع اجباری
۳۸	ابعاد خارجی	-	طبق ردیف ۱ جدول شماره ۱
۳۹	طول نامی کراس آرم	متر	طبق ردیف ۲ جدول شماره ۱
۴۰	حداقل ضخامت پلی‌استر رویه الیاف (Finishing)	μm	۲۵۰
۴۱	نوع پوشش رنگ کراس آرم	---	پلی‌اورتان
۴۲	حداقل طول عمر پوشش پلی‌اورتانی	سال	۳۰
۴۳	حداقل ضخامت رنگ	μm	۷۵
۴۴	کد رنگ کراس آرم	RAL	RAL7035
۴۵	دانسیته محصول نهایی	g/cm^3	1.9 ± 0.1
۴۶	نحوه درج مشخصات روی کراس آرم	---	مشخصات زیر باید با لیزر پرینت با رنگ با دوام حداقل ۲۰ سال به ترتیب روی دو وجه کناری کراس آرم درج شود: نام سازنده، تاریخ ساخت، شماره سری ساخت، وزن نهایی، کد ۲۱ رقمی و بارکد
۴۷	درج کد ۲۱ رقمی ^۱ و بارکد مطابق دستورالعمل کدینگ	---	الزامیست
۴۸	ارائه دفترچه راهنمای نصب توسط سازنده	---	الزامیست
۴۹	محل و قطر سوراخکاری روی کراس آرم	---	طبق پیوست شماره ۲
۵۰	رزین‌کاری محل سوراخ‌ها پس از سوراخکاری	---	الزامیست
۵۱	عاری بودن محل سوراخکاری از هرگونه پلیسه و ترک	---	الزامیست
۵۲	حداقل مدت گارانتی محصول از زمان تولید	سال	۵

^۱-Asset ID

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات اجباری مورد نظر خریدار تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۲ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۴) مشخصات فنی پیشنهادی و امتیازدهی کالا

ردیف	شرح مشخصه	واحد	روش امتیازدهی	مقدار پیشنهادی	ضریب وزنی	امتیاز	امتیاز نهایی
۱	رضایت بهره بردار	---	بند ۴-۳-۱		۱۰٪		
۲	مدت گارانتی تعویض کراس آرم از زمان تحویل	سال	بند ۴-۳-۲		۱۳٪		
۳	سابقه تولید تجهیزات کامپوزیتی در صنعت برق	سال	بند ۴-۳-۳		۸٪		
۴	کیفیت بسته بندی محصول و یراق آلات	---	بند ۴-۳-۴		۴٪		
۵	حداکثر انحراف تحت بار شکست نامی	٪	بند ۴-۳-۵		۱۲٪		
۶	کیفیت مشخصات درج شده و ظاهر کراس آرم	---	بند ۴-۳-۶		۴٪		
۷	نوع رزین	---	بند ۴-۳-۷		۱۰٪		
۸	حداکثر جذب آب کراس آرم	٪	بند ۴-۳-۸		۱۰٪		
۹	حداکثر انحراف ابعاد خارجی	mm	بند ۴-۳-۹		۷٪		
۱۰	حداکثر انحراف زوایا از ۹۰ درجه	درجه	بند ۴-۳-۱۰		۴٪		
۱۱	حداقل نیروی شکست میانگین	kgf	بند ۴-۳-۱۱		۱۸٪		
				جمع	۱۰۰٪	---	

مطابقت کالای پیشنهادی با کلیه مشخصات ارائه شده در جدول فوق تضمین می‌شود.

نام شرکت پیشنهاد دهنده:	مهر شرکت:	تاریخ تکمیل:	نام و نام خانوادگی مدیر:	امضاء
-------------------------	-----------	--------------	--------------------------	-------



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۳ از ۳۷
شماره تهیه: ۰۱
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

۴-۳- نحوه محاسبه امتیازهای فنی

۴-۳-۱- رضایت بهره بردار

امتیاز	رضایت بهره بردار
۳۰	رضایت شرکت مناقصه گزار با توجه به سوابق استفاده از محصول در آن شرکت توزیع با ارائه گواهی معتبر
۱۰	رضایت شرکت مناقصه گزار با توجه به سوابق استفاده از محصول در سایر شرکت‌های توزیع با ارائه گواهی معتبر

امتیاز نهایی، مجموع امتیازات کسب شده از جدول فوق به اضافه ۶۰ می باشد.

۴-۳-۲- مدت گارانتی تعویض کراس‌آرم از زمان تحویل

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار پیشنهادی و با رعایت مقدار اجباری تعیین میشود. در این خصوص حداکثر امتیاز به ازای مقدار پیشنهادی ۱۰ سال و برابر ۱۰۰ می باشد.

$$60 + \frac{0}{8} \times (\text{مقدار اجباری} - \text{مقدار پیشنهادی}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۳- سابقه تولید تجهیزات کامپوزیتی در صنعت برق

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار ۲۰ سال و برابر ۱۰۰ می باشد.

$$60 + 2 \times (\text{سابقه تولید}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۴- کیفیت بسته بندی محصول و یراق آلات

امتیازدهی این بخش به ازای کیفیت بسته بندی محصول و یراق آلات تعلق می گیرد. بهترین ظاهر و کیفیت امتیاز ۱۰۰ و کمترین امتیاز ۶۰ در نظر گرفته می شود و سایرین متناسب با کیفیت بین ۶۰ تا ۱۰۰ امتیاز دهی می شود.

۴-۳-۵- حداکثر انحراف تحت بار شکست نامی

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار پیشنهادی تعیین می شود. در این خصوص حداکثر امتیاز به ازای ۲۰ میلیمتر کاهش از حداکثر مجاز خمش و برابر ۱۰۰ می باشد.

$$60 + 2 \times (\text{مقدار پیشنهادی} - \text{مقدار اجباری}) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۶- کیفیت مشخصات درج شده و ظاهر کراس‌آرم

امتیازدهی این بخش به ازای کیفیت نمونه ارائه شده تعلق می گیرد. بهترین ظاهر و کیفیت امتیاز ۱۰۰ و کمترین امتیاز ۶۰ در نظر گرفته می شود و سایرین متناسب با کیفیت بین ۶۰ تا ۱۰۰ امتیاز دهی می شود.

۴-۳-۷- نوع رزین

امتیازدهی این بخش با توجه به نوع رزین می باشد. برای رزین پلی استر ایزوفتالیک امتیاز ۶۰ و برای وینیل استر امتیاز ۱۰۰ لحاظ می گردد.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۴ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

۴-۳-۸- حداکثر جذب آب کراس‌آرم

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار پیشنهادی تعیین می‌شود. در این خصوص حداکثر امتیاز به ازای مقدار پیشنهادی ۰/۲ درصد برابر ۱۰۰ می‌باشد.

$$60 + 100 \times (\text{مقدار پیشنهادی} - 0/6) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۹- حداکثر رواداری ابعاد خارجی

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار پیشنهادی تعیین می‌شود. در این خصوص حداکثر امتیاز به ازای مقدار پیشنهادی $\pm 0/5$ درصد برابر ۱۰۰ می‌باشد.

$$60 + 20 \times (|\text{مقدار پیشنهادی}| - 2/5) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۱۰- حداکثر رواداری زوایا از ۹۰ درجه

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار پیشنهادی تعیین می‌شود. در این خصوص حداکثر امتیاز به ازای مقدار رواداری پیشنهادی صفر درجه برابر ۱۰۰ می‌باشد.

$$60 + 20 \times (2 - |\text{مقدار پیشنهادی}|) = \text{امتیاز}$$

۴-۳-۱۱- حداقل نیروی شکست میانگین

امتیازدهی این بخش از رابطه زیر به ازای مقدار پیشنهادی تعیین می‌شود. در این خصوص حداکثر امتیاز به ازای ۲۵٪ افزایش نسبت به مقدار اجباری و برابر ۱۰۰ می‌باشد.

$$60 + 32 \times (\text{مقدار اجباری} / (\text{مقدار اجباری} - \text{مقدار پیشنهادی})) = \text{امتیاز}$$



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:
الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۵ از ۳۷
شماره تهیه: ۰۱
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

۵- آزمون‌ها

جدول شماره (۵) آزمون‌ها			
ردیف	شرح آزمون	نام و شماره استاندارد	مقدار/ شرط پذیرش
آزمون‌های نوعی ^۱ : الزامات آزمون‌های نوعی به شرح ذیل اعلام می‌گردد:			
۱	بازرسی چشمی	---	سطح خارجی و لبه‌های کراس آرم باید فاقد هرگونه ترک و یا حباب باشد.
۲	آزمون بار شکست میانگین ^۲	ENA DOC 012	حداقل به میزان قدرت تحمل نامی کراس‌آرم در جدول شماره (۶)
۳	آزمون بارگذاری دینامیکی	ENA DOC 012	شکست کراس‌آرم رخ ندهد.
۴	آزمون دوام در شرایط UV در سیکل‌های تکرار شونده UV و رطوبت با نسبت زمانی ۲ به ۱ با لامپ UVB (فلورسنت) و کل زمان تست حداقل ۵۰۰۰ ساعت باشد.	ASTM G154-12a	بعد از تست نباید هیچ کاهشی در مقاومت مکانیکی یا سختی مواد نمونه‌ها بوجود بیاید. همچنین هیچ گونه تغییر ظاهری معنی‌داری بر روی نمونه مشاهده نگردد.
۵	مقاومت شعله (خود خاموش شوندگی) ^۳ به صورت افقی و توان ۵۰ وات	IEC60695-11-10	دارای خاصیت خود خاموش شوندگی باشد.
۶	مقاومت در برابر سیم داغ با دمای اولیه ۶۵۰ درجه سانتیگراد.	IEC60695-2-12	عدم ایجاد جرقه و اشتعال یا هیچکدام از شرایط زیر رخ ندهد: ۱- طولانی‌ترین شعله باقیمانده پس از برداشتن سیم داغ، بیش از ۳۰ ثانیه باقی نماند. ۲- نمونه آزمایش به طور کامل از بین نرود. ۳- جرقه‌ای روی دستمال کاغذی زیر نمونه تحت تست نیفتد.
۷	تست فرسایش و تخریب تدریجی سطح	IEC60587	حداقل کلاس 1A2.5 - 0.5 پاس شود.
۸	آزمون سطح عایقی (BIL)	IEC61109	حداقل ۳۰۰ kV/m، پس از انجام تست نباید تغییری در خواص مکانیکی مثل جداشدگی یا ترک مشاهده شود. (اگر علامت‌های کوچک بر روی نمونه ایجاد شود مشکلی ندارد)
۹	مقاومت الکتریکی	IEC 62631-3-2	حداقل ۱۰۵ Ω/m
۱۰	استحکام دی الکتریک	IEC 60243-1	حداقل ۶ kV/mm

^۱ Type test

^۲ آزمون‌های بارگذاری نهایی و آزادسازی ناگهانی بار طبق استاندارد ENA DOC 012 بوده و شرح آزمون در پیوست شماره (۴) می‌باشد.

^۳ Self-extinguishing



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای
کراس آرمهای کامپوزیت

صفحه ۱۶ از ۳۷
شماره تهیه: ۰۱
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

جدول شماره (۵) آزمونها

ردیف	شرح آزمون	نام و شماره استاندارد	مقدار/ شرط پذیرش
۱۱	جذب آب	ASTM D570	حداکثر ۰/۶٪ بعد از ۲۴ ساعت اولیه
آزمونهای نمونه‌ای ^۱ : الزامات آزمونهای نمونه‌ای به شرح ذیل اعلام می‌گردد:			
۱	بازرسی چشمی	---	سطح خارجی و لبه‌های کراس آرم باید فاقد هرگونه ترک و یا حباب باشد.
۲	آزمون بار شکست میانگین	ENA DOC 012	حداقل به میزان قدرت تحمل نامی کراس آرم در جدول شماره (۶)
۳	آزمون بارگذاری دینامیکی	ENA DOC 012	شکست کراس آرم رخ ندهد.
۴	جذب آب	ASTM D570	حداکثر ۰/۶٪ بعد از ۲۴ ساعت اولیه
۵	مقاومت شعله	IEC60695-11-10	دارای خاصیت خود خاموش شوندگی باشد.

^۱ Sample test



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۷ از ۳۷

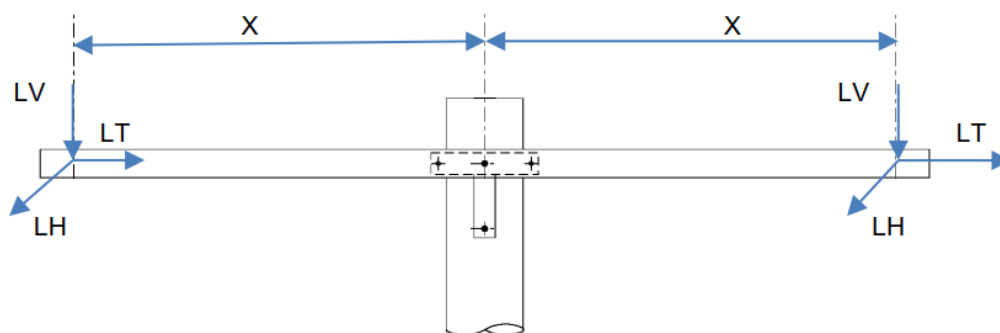
شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

پیوست شماره (۱): مشخصات کراس‌آرم‌ها:

جدول شماره (۶) - مشخصات فنی کراس‌آرم‌ها											
ردیف	مشخصه	واحد	کراس ۸۰×۸۰					کراس ۱۰۰×۱۰۰			
			۱,۲	۱,۵	۲	۲,۴	۳	۱,۲	۱,۵	۲	۲,۴
۱	حداقل بار شکست میانگین	kgf	۳۰۰۰	۲۴۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰۰	۳۲۰۰	۲۴۰۰	۲۰۰۰
۲	حداکثر انحراف در بار شکست نامی	mm	۴۵	۶۰	۸۰	۱۰۰	۱۵۰	۳۰	۳۷	۵۰	۶۰
۳	حداقل تحمل نیروی LH و LV	kgf	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۹۰۰	۷۵۰	۶۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰
۴	حداقل تحمل نیروی LT	kgf	۳۶۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۸۰	۱۰۰	۳۶۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۸۰
۵	وزن تقریبی محصول نهایی	kg	۴,۱۷	۵,۲۱	۶,۹۵	۸,۳۴	۱۰,۴۳	۵,۲۱	۶,۵۰	۸,۶۶	۱۰,۴۰

نیروهای LV، LH و LT مطابق شکل زیر می باشند.



شکل (۱) - نیروهای وارد بر کراس‌آرم



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های

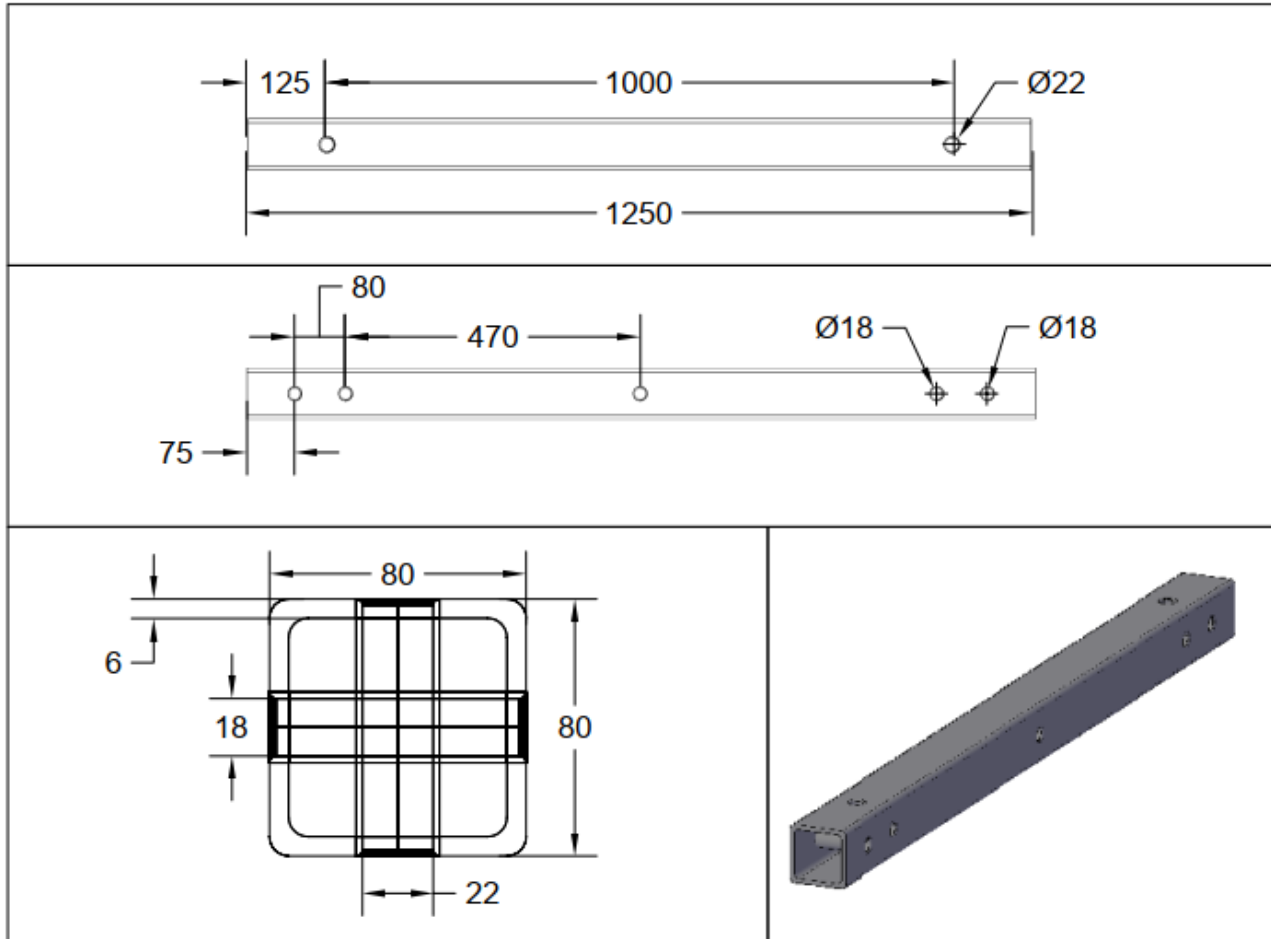
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۸ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

پیوست شماره (۲): نقشه‌های اجرایی کراس‌آرم‌های کامپوزیت



شکل (۲) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۲ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

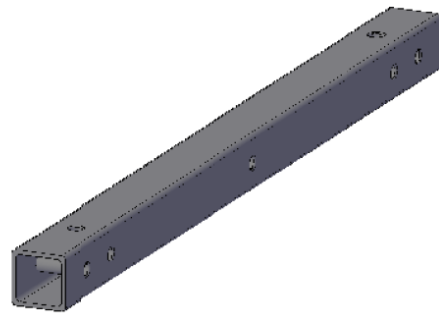
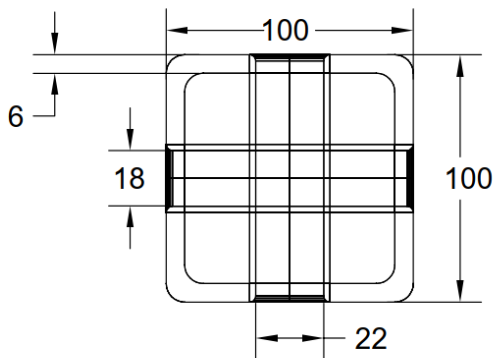
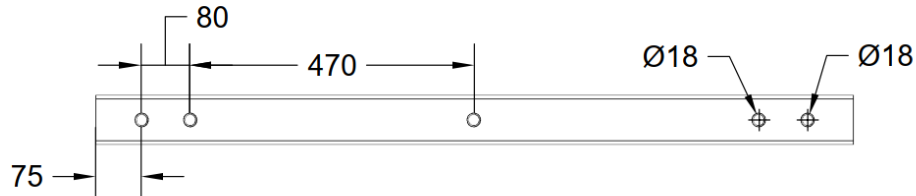
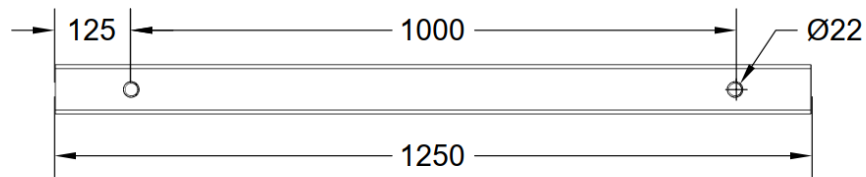
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۱۹ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۳) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۲ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

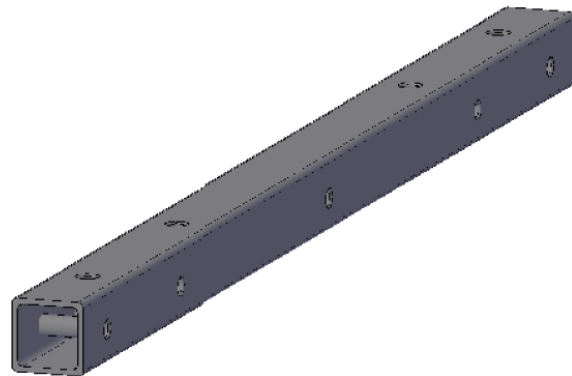
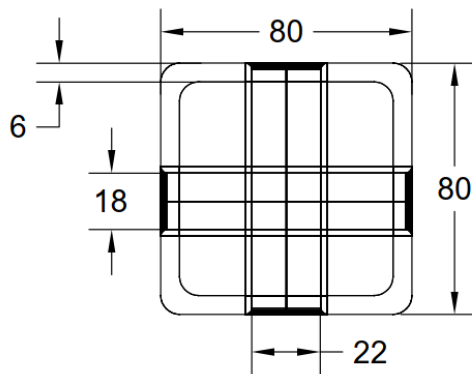
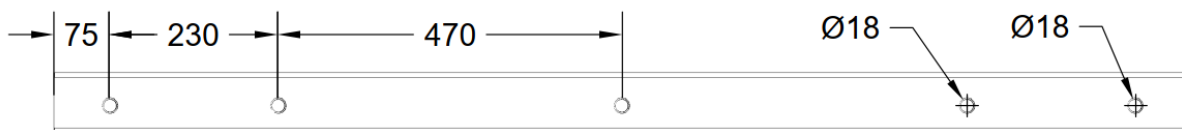
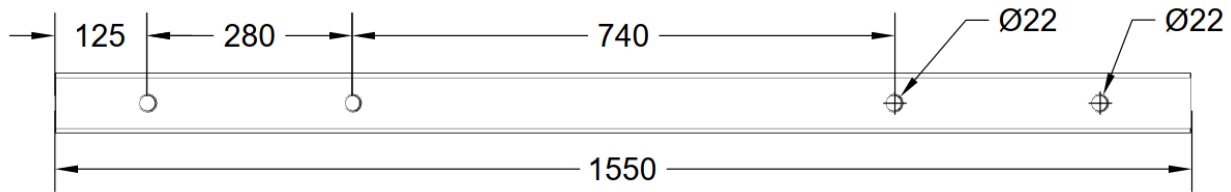
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۰ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۴) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۵ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

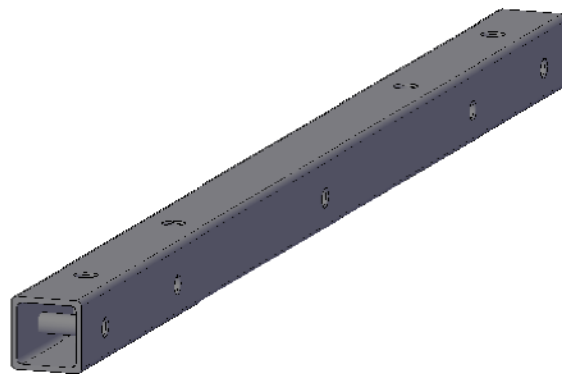
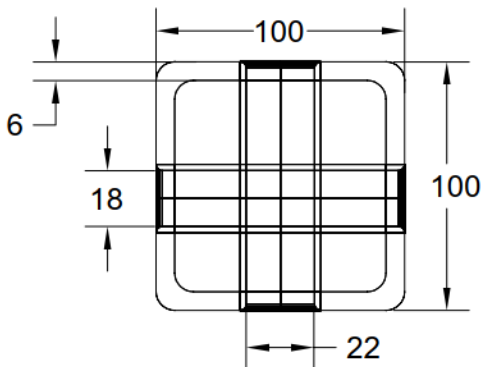
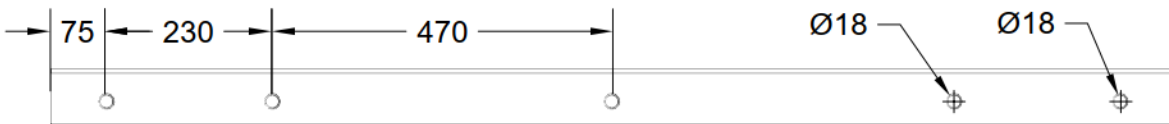
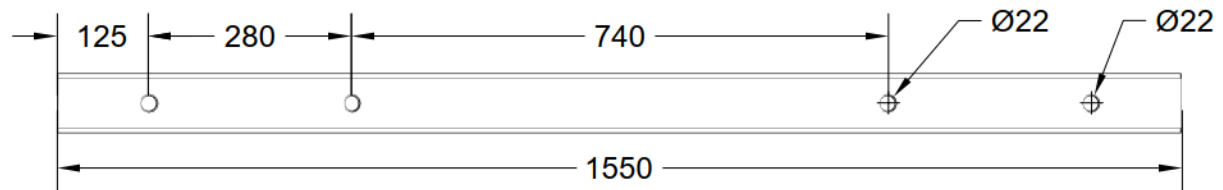
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۱ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۵) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۱,۵ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

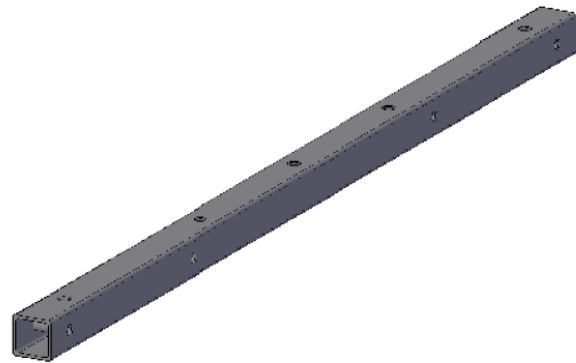
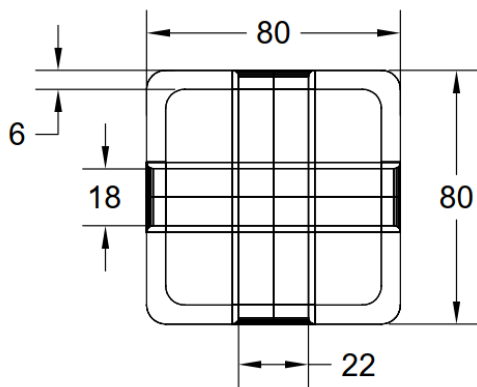
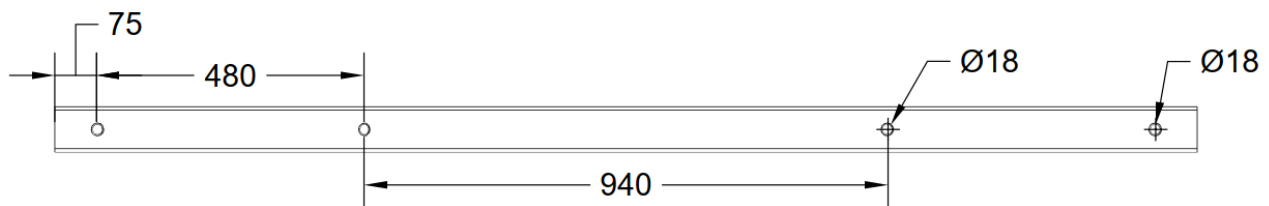
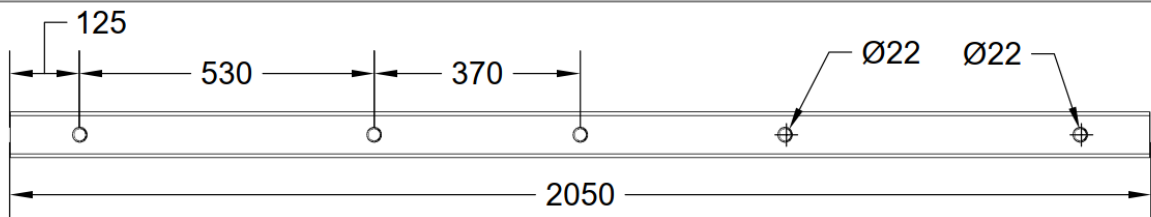
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۲ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۶) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

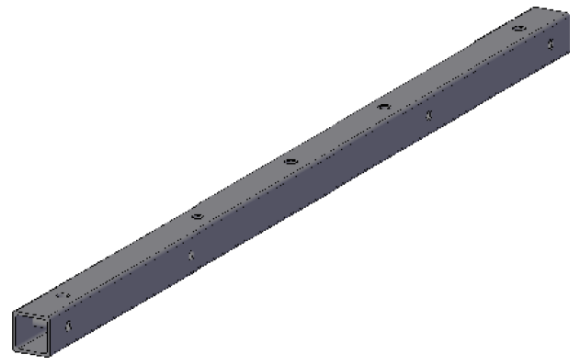
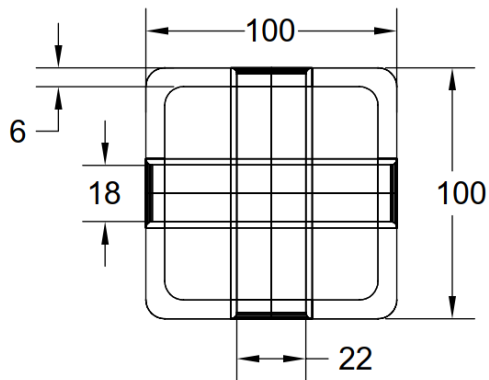
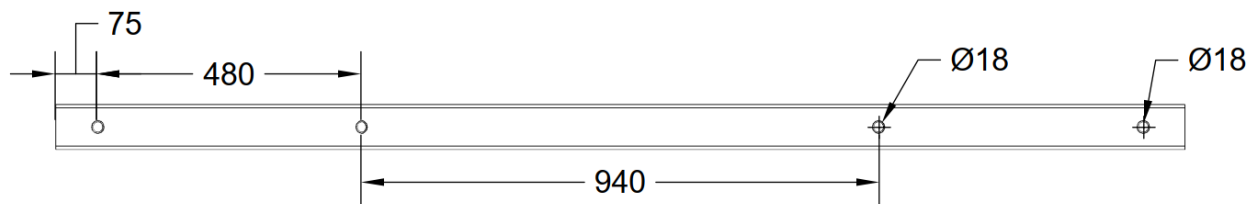
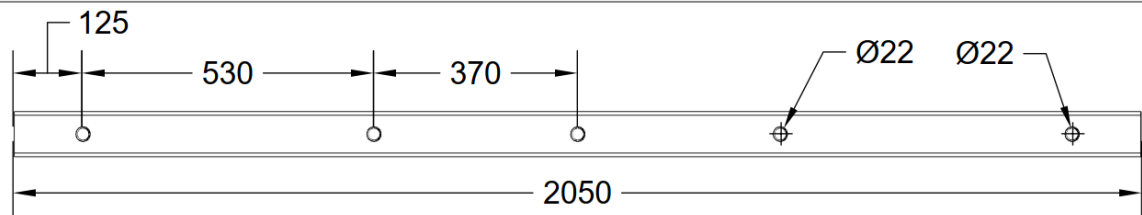
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۳ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۷) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

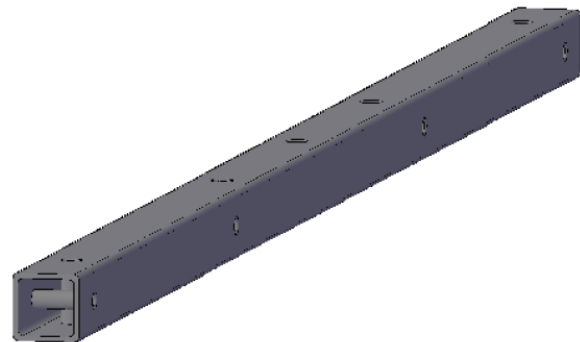
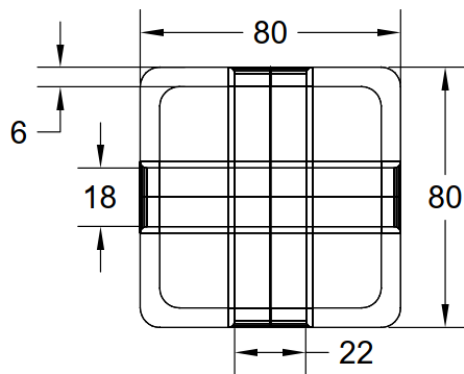
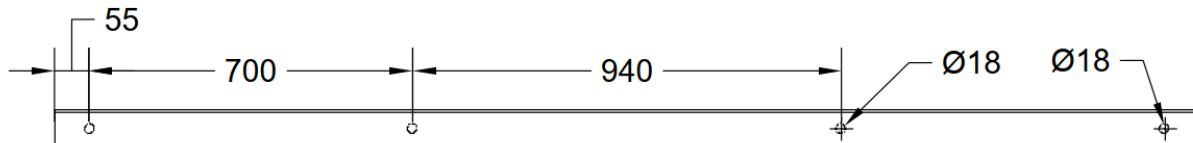
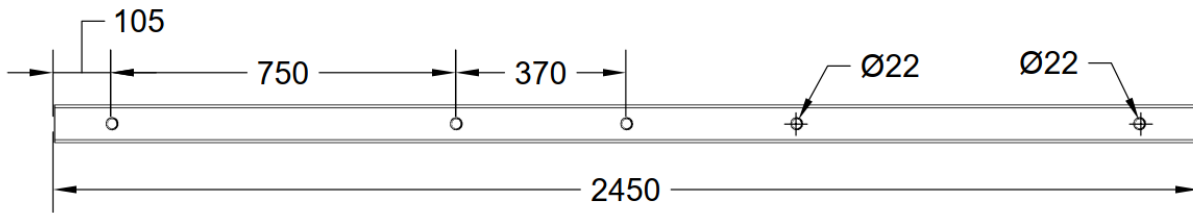
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۴ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۸) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲,۴ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

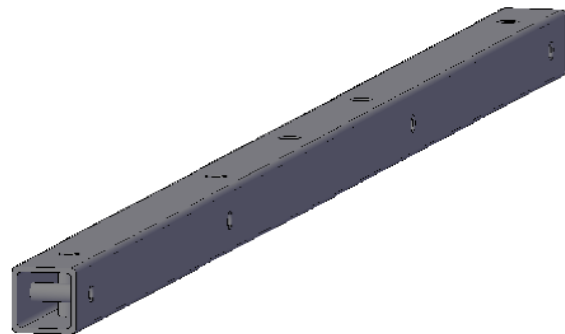
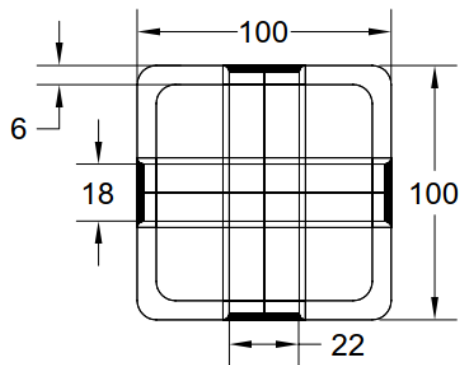
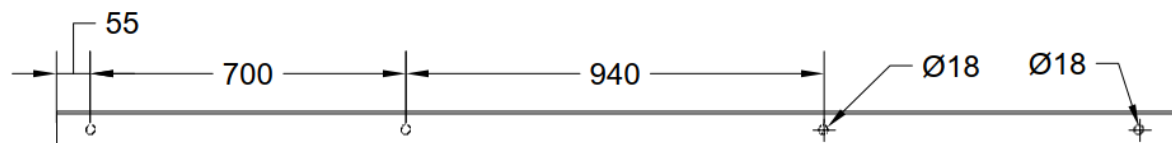
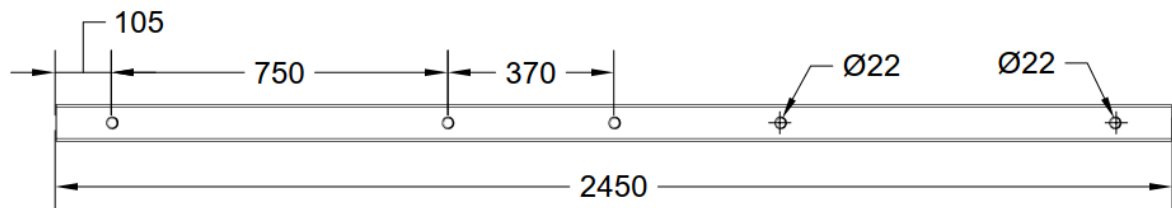
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۵ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۹) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۲,۴ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

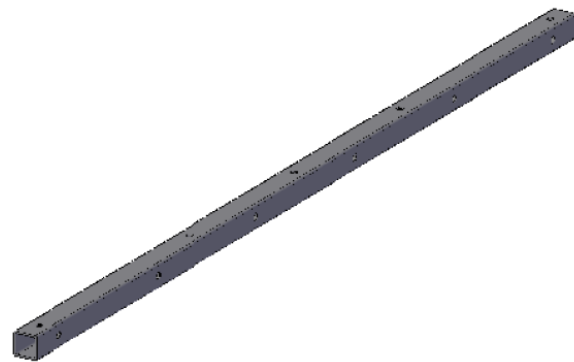
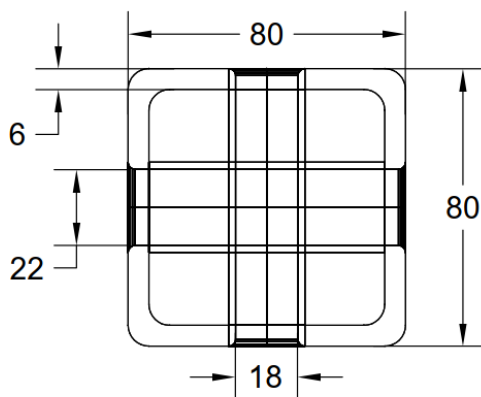
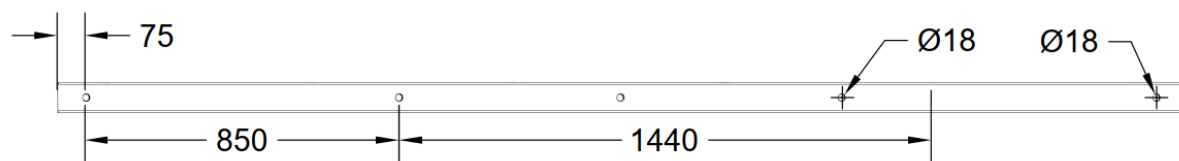
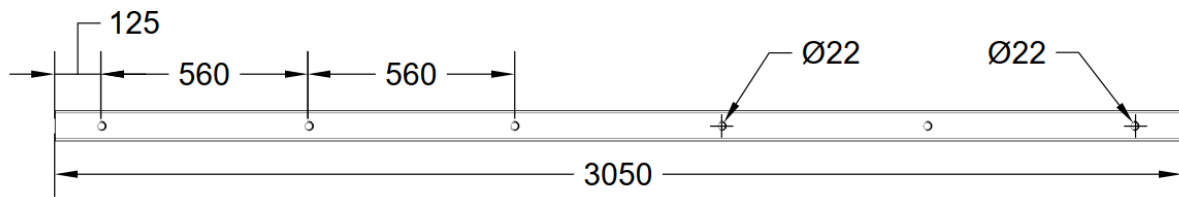
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۶ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۱۰) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۳ متر و ابعاد ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

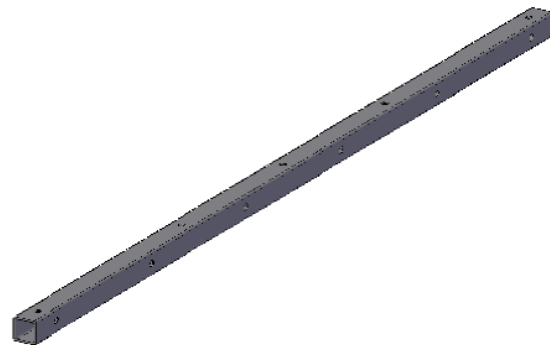
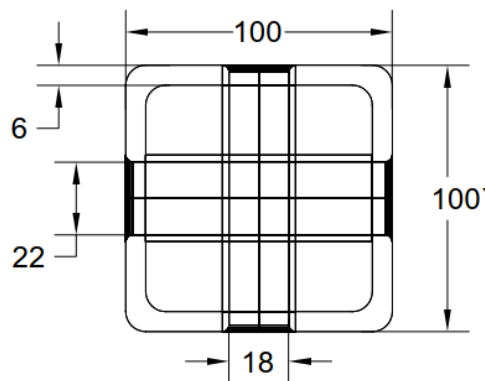
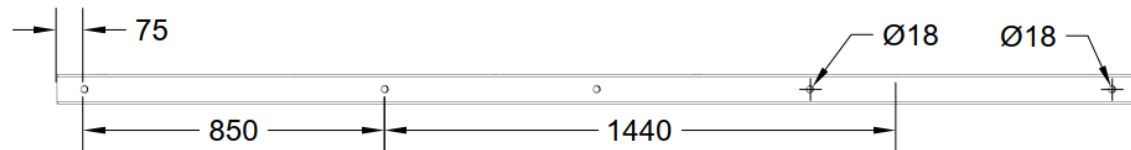
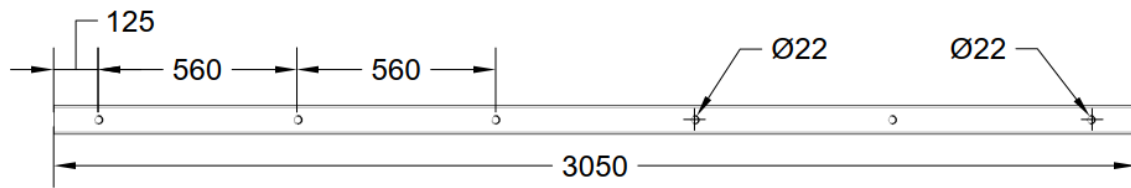
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۷ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۱۱) - کراس‌آرم کامپوزیتی با طول نامی ۳ متر و ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

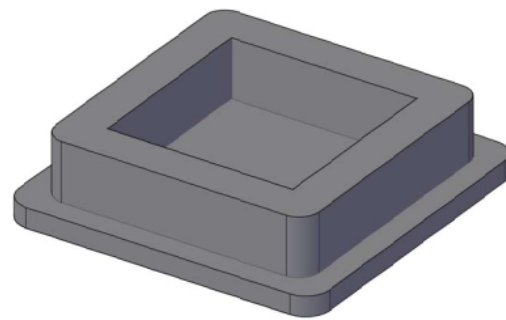
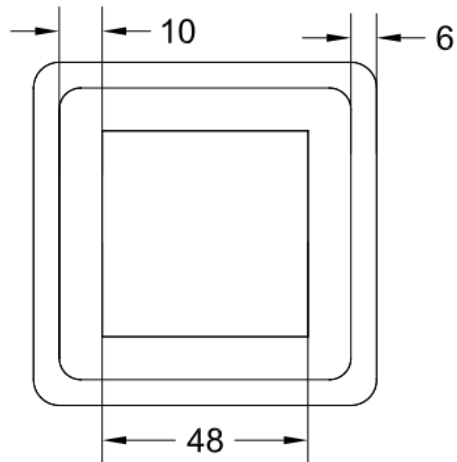
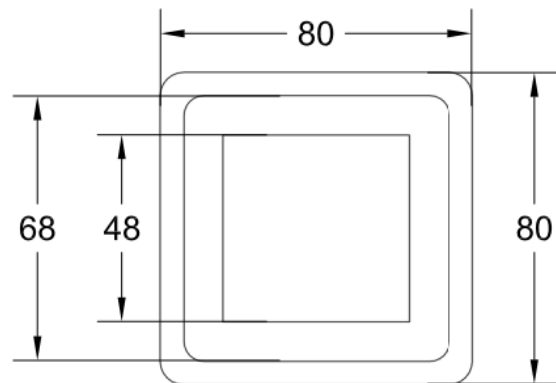
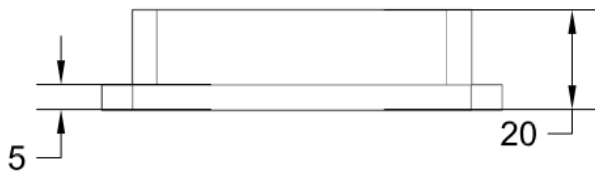
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۲۸ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۱۲) - درپوش کراس‌آرم کامپوزیتی ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

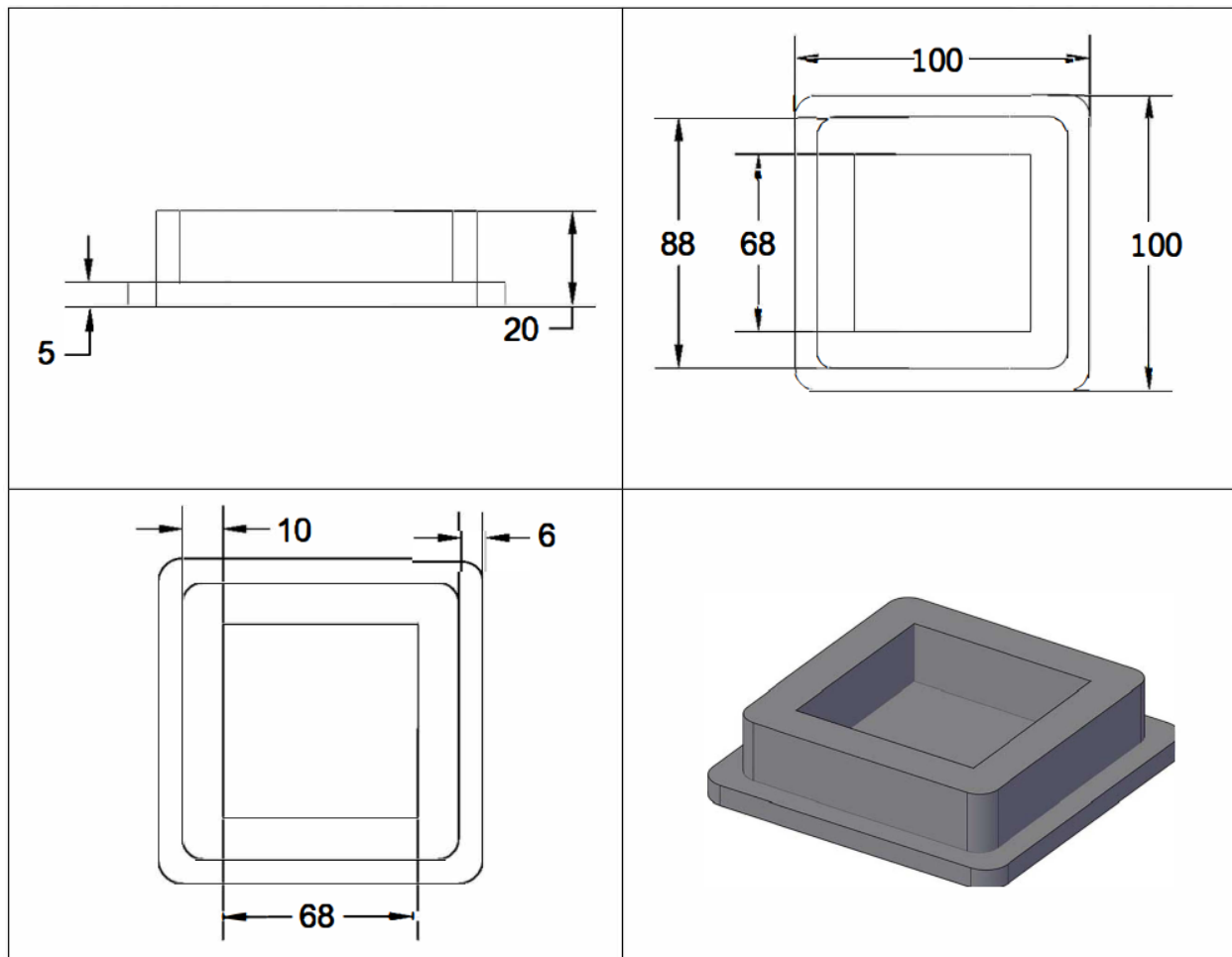
الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای

کراس آرمهای کامپوزیت

صفحه ۲۹ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۱۳) - درپوش کراس آرم کامپوزیتی ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

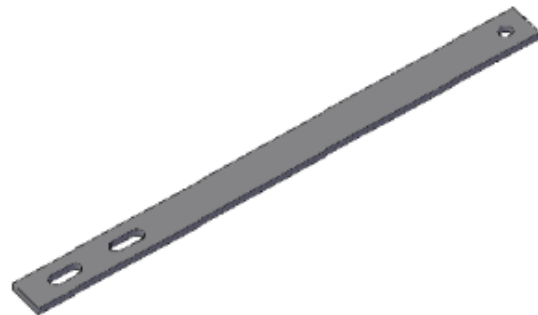
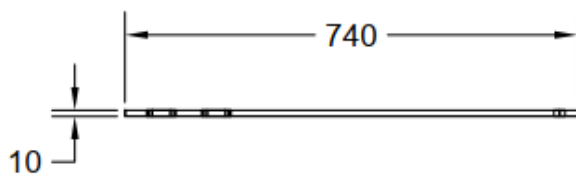
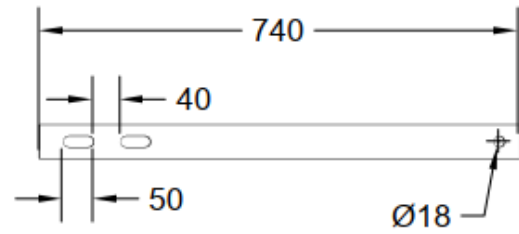
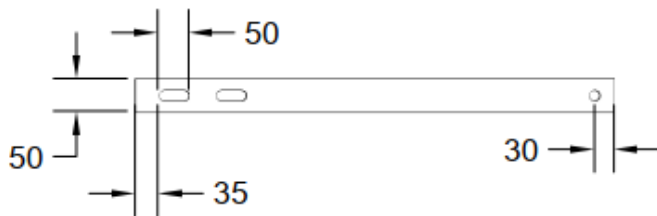
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۰ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۱۴) - دیتیل بازوی کراس‌آرم از جنس کامپوزیت



وزارت نیرو
شرکت توانیر

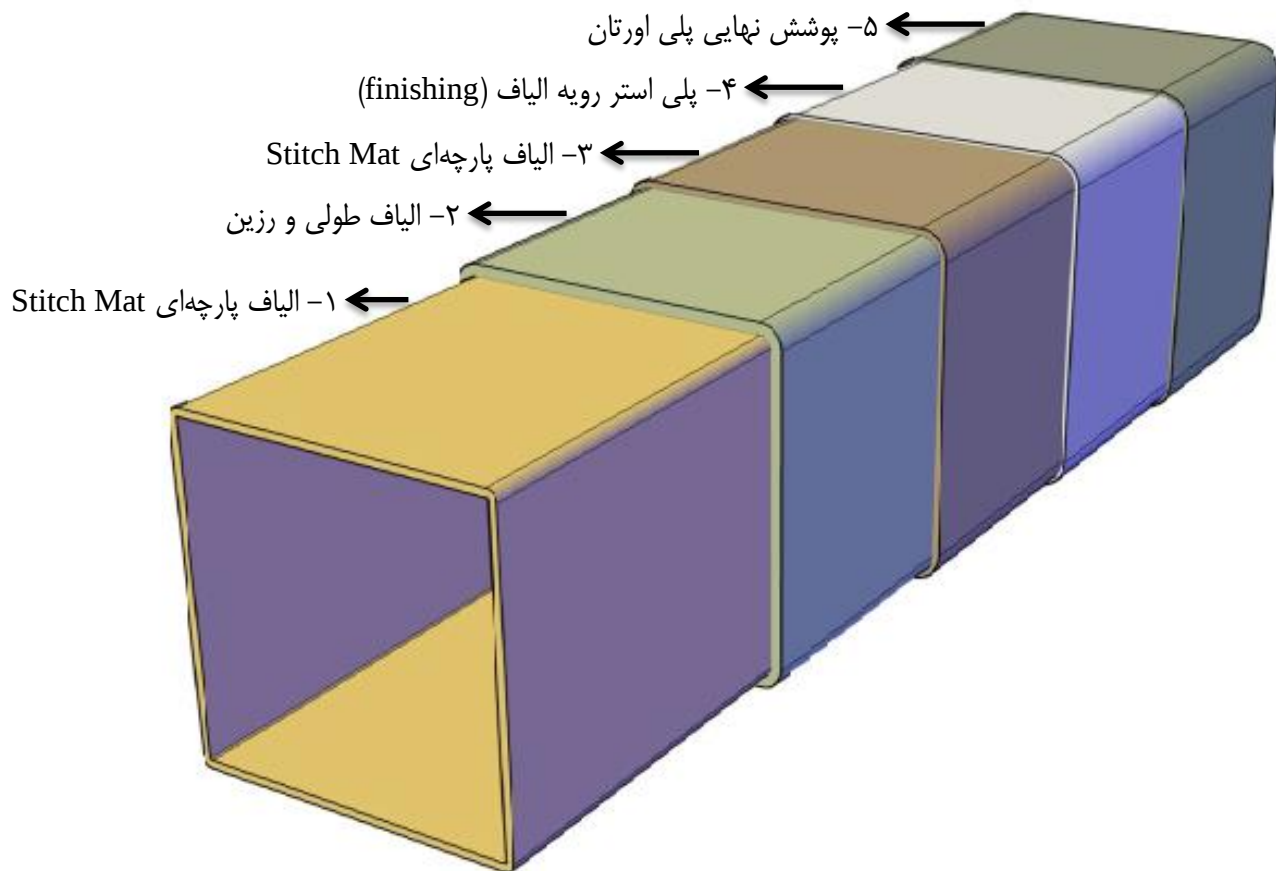
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۱ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۱۵) - دیتیل ساختار کراس‌آرم کامپوزیت



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمونهای
کراس آرمهای کامپوزیت

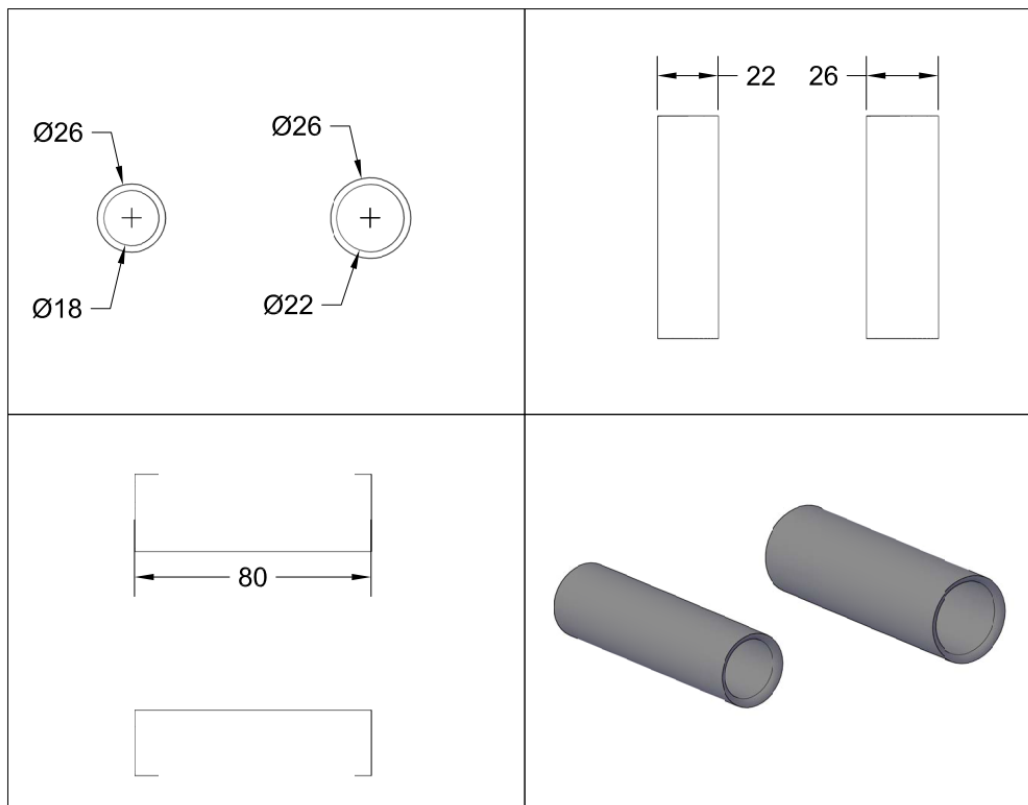
صفحه ۳۲ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

پیوست شماره (۳): بوش مقاوم در برابر گشتاور

در راستای توزیع یکنواخت بارهای مکانیکی بر روی لیه سوراخ های کراس آرم و همچنین جلوگیری از فرسایش و خوردگی لبه ها، پیشنهاد می گردد داخل هریک از لبه ها بوش های محافظ در برابر گشتاور از جنس تفلون قرار داده شود. ضخامت تفلون برابر ۲ میلیمتر بوده و قطر خارجی آن دقیقاً متناسب با قطر داخلی سوراخ می باشد. در شکل زیر نمونه ای از پوشینگ مورد استفاده نشان داده شده است.



شکل (۱۶) - دیتیل مربوط به پوشینگ مقاوم در برابر گشتاور



شکل (۱۷) - نمونه پوشینگ مقاوم در برابر گشتاور

پیوست شماره (۴): روش انجام تست های مکانیکی



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۳ از ۳۷

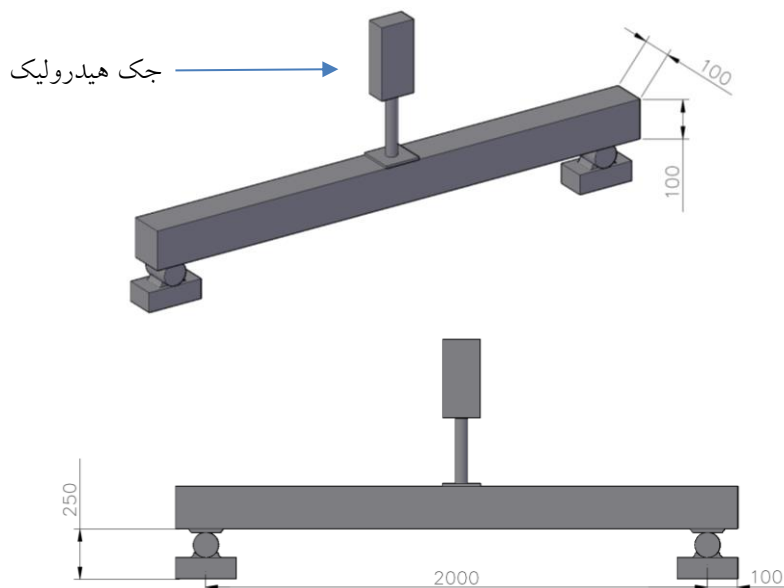
شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

برای اطمینان از استحکام کراس آرم، دو عدد تست بر روی آن انجام می‌گیرد. طبق استاندارد ENA DOC012 یکی از تست‌ها مربوط به بار شکست میانگین و دیگری مربوط به رهاسازی ناگهانی بار می‌باشد.

پ ۴-۱) تست بار شکست میانگین:

در این تست کراس آرم باید به روش استاندارد مطابق شکل (۱۸) بسته شود. سپس یک جک هیدرولیک بار مکانیکی را با سرعت مشخص به مرکز کراس آرم اعمال می‌نماید. سپس بار از مقدار صفر تا ۷۵٪ بار شکست مکانیکی مورد انتظار به سرعت اما یکنواخت افزایش می‌یابد. سپس به تدریج در مدت زمانی بین ۳۰ و ۹۰ ثانیه افزایش یابد تا اینکه کراس آرم بشکند یا نیروی اعمالی به دلیل تغییر ساختار کراس آرم کاهش یابد. در طول مدت افزایش نیرو، باید مقدار نیرو و طول خمش اندازه‌گیری شود. خرابی کراس آرم زمانی اتفاق می‌افتد که یا کراس آرم بشکند یا نیروی مشاهده شده در فشارسنج کاهش یابد یا انحراف ماندگار آن بیش از ۱۰ درجه باشد.



شکل (۱۸) - نمونه ست آزمایشگاهی جهت تست مکانیکی کراس آرم

پ ۴-۲) تست بار دینامیکی:

در این تست کراس آرم ۵ بار در معرض بار کششی به میزان ۳۰٪ بار شکست میانگین قرار می‌گیرد. بعد از این آزمایش هیچ شکست و تغییری در کراس آرم نباید ایجاد شود.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۴ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

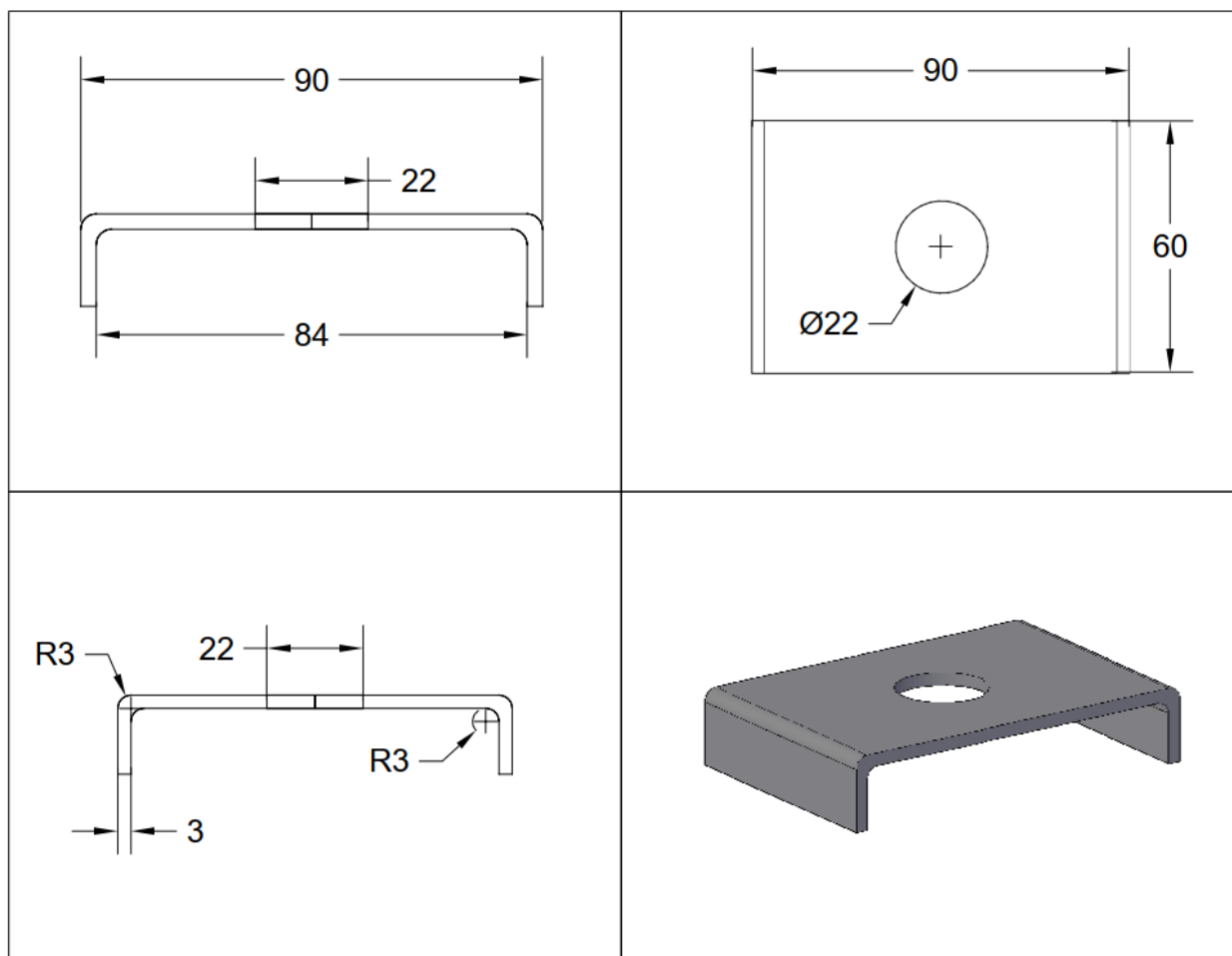
تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹

پیوست شماره (۵): روش انتخاب نوع یراق‌آلات

با توجه به مقطع قوطی کراس‌آرم‌های کامپوزیت، برای اتصال مقره به کراس‌آرم باید از مقره‌های با فیتینگ بلند استفاده نمود. جهت کاهش تمرکز تنش وارده از طرف مقره به کراس‌آرم در محل سوراخ‌ها از واشرهای مخصوص مطابق شکل (۱۹) استفاده می‌شود.

در صورتی که از مقره‌های با فیتینگ کوتاه استفاده نماییم لازم است از یراق مخصوص مطابق شکل (۲۰) استفاده گردد. از این یراق می‌توان برای حالت میانی و انتهایی استفاده نمود. در هر دو حالت تامین واشر و یراق مخصوص، با رعایت مسائل حقوقی، برعهده سازنده می‌باشد.

واشر و یراق گمربندی از جنس تسمه با فولاد S235JR بوده و دارای حداقل ۸۰ میکرون پوشش گالوانیزه گرم می‌باشد.



شکل (۱۹) - واشر مخصوص جهت نصب پیچ بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۸۰×۸۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

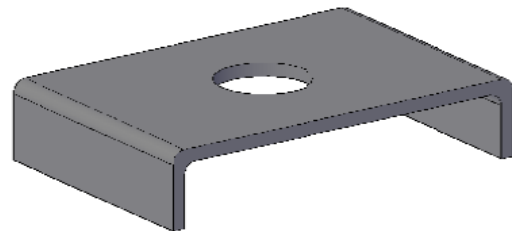
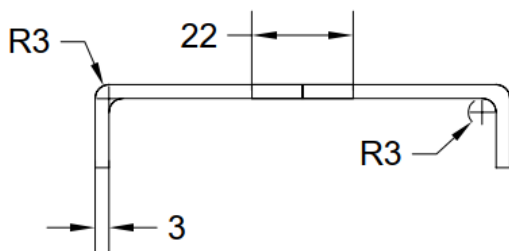
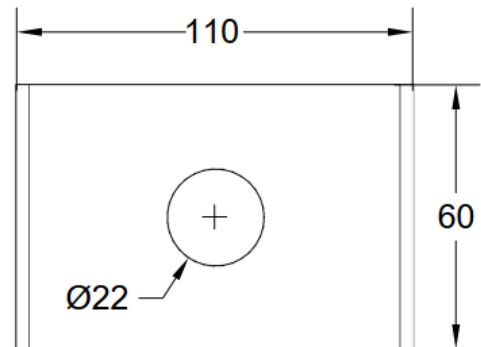
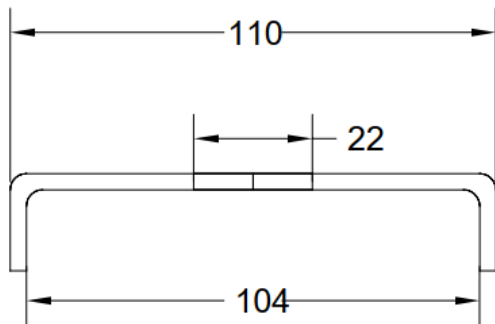
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۵ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۲۰) - واشر مخصوص جهت نصب پیچ بر روی کراس آرم کامپوزیت ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر



وزارت نیرو
شرکت توانیر

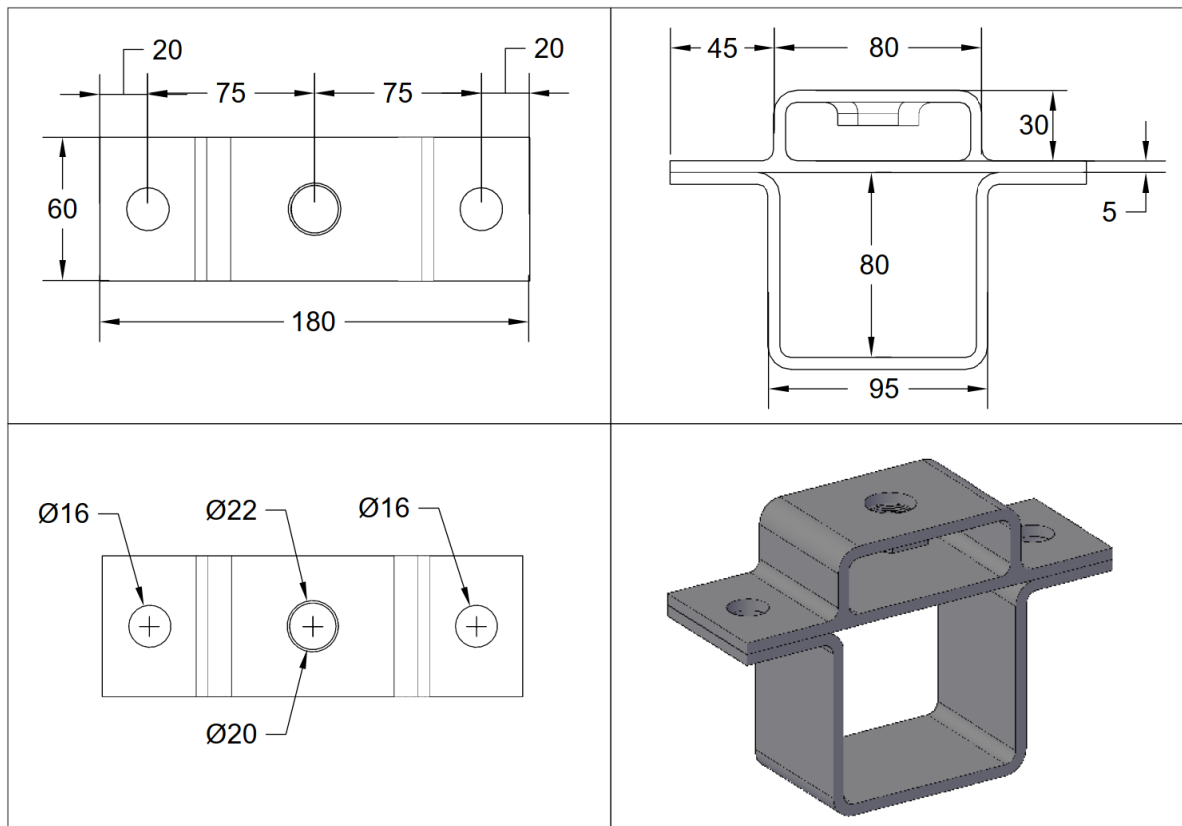
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۶ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۲۱) - یراق کمربندی جهت نصب مقره با فیتینگ کوتاه بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۸۰×۸۰ میلیمتر که با استفاده از دو عدد پیچ و مهره ۱۶ و واشر فنی اتصال داده می‌شود.



وزارت نیرو
شرکت توانیر

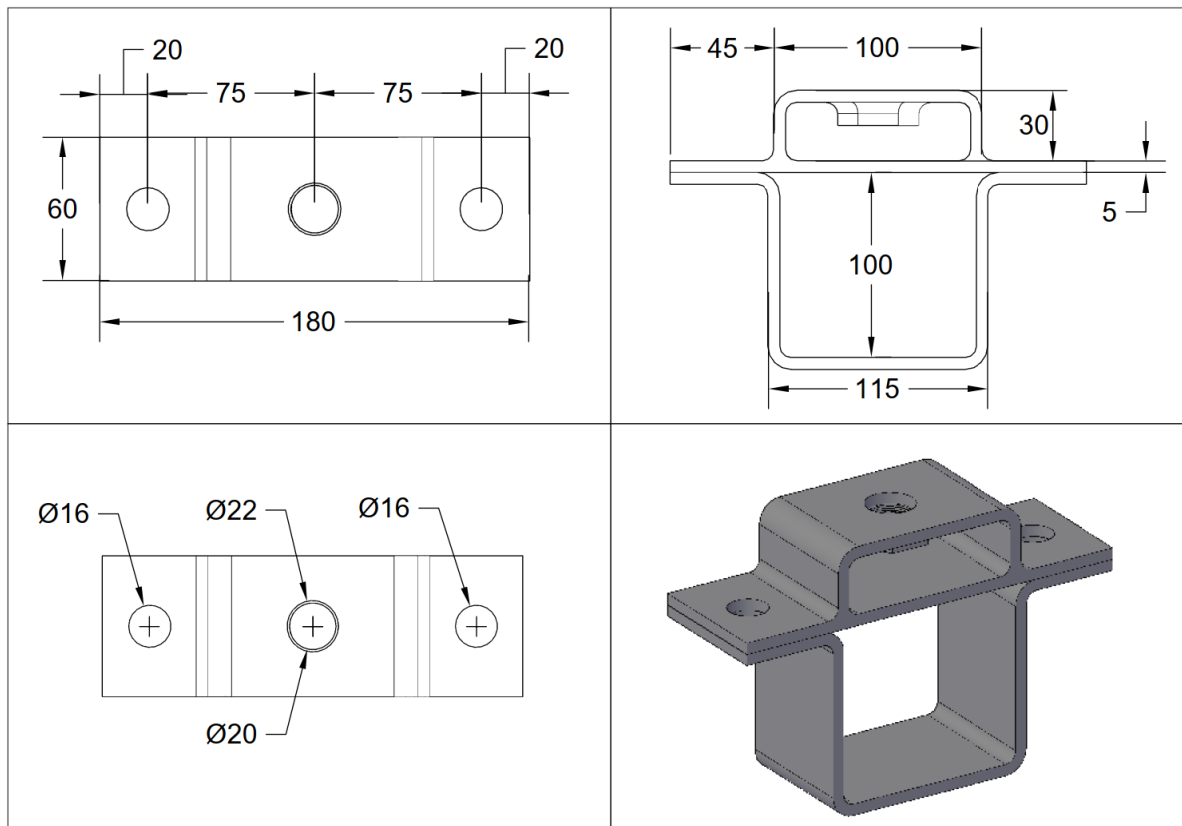
عنوان دستورالعمل:

الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های
کراس‌آرم‌های کامپوزیت

صفحه ۳۷ از ۳۷

شماره تهیه: ۰۱

تاریخ تهیه: خرداد ماه ۱۳۹۹



شکل (۲۲) - یراق کمربندی جهت نصب مقره با فیتینگ کوتاه بر روی کراس‌آرم کامپوزیت ۱۰۰×۱۰۰ میلیمتر
که با استفاده از دو عدد پیچ و مهره ۱۶ و واشر فنری اتصال داده می‌شود.