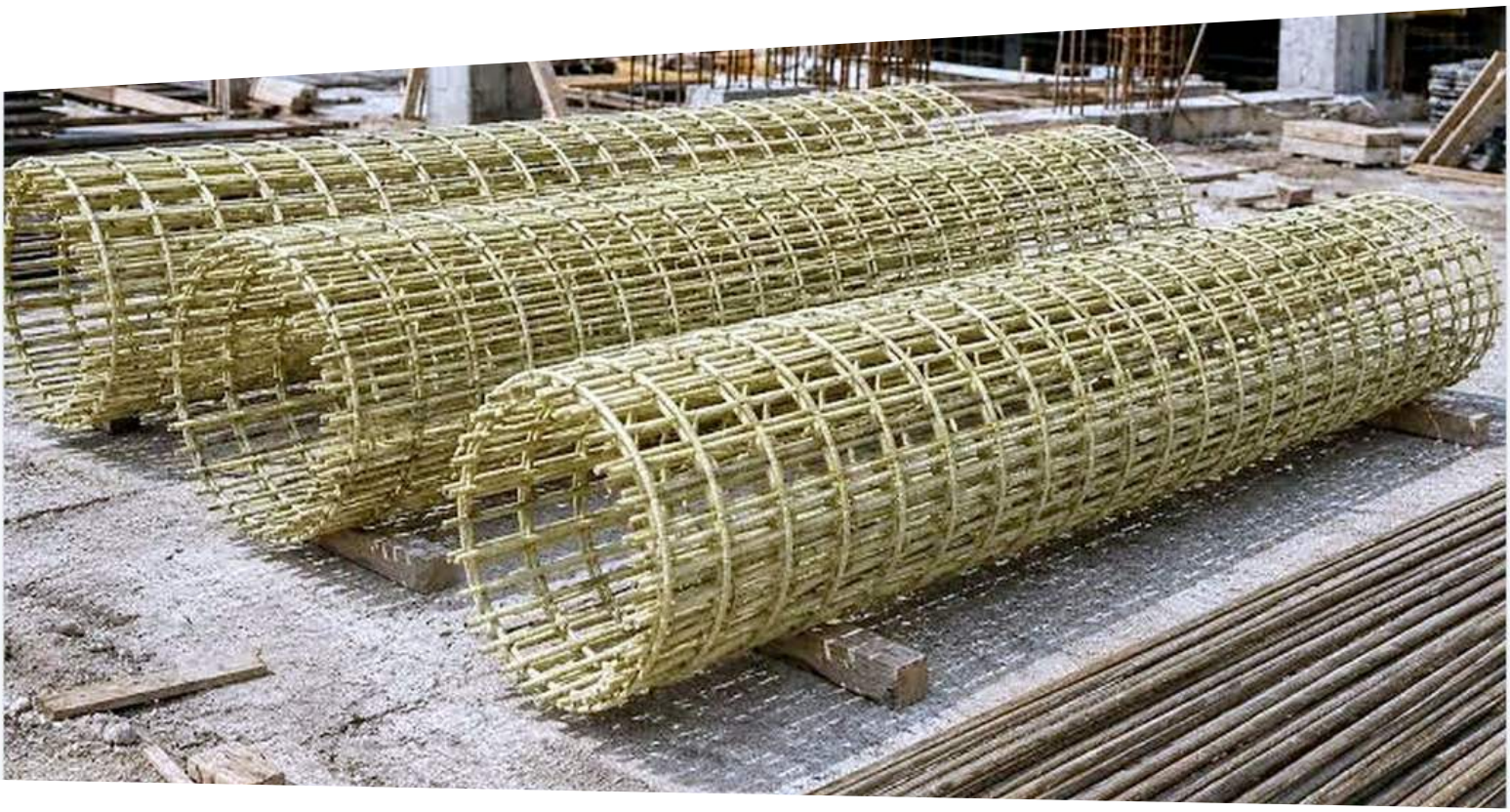
NABAK
COMPOSITE

کاتالوگ جامع
مش کامپوزیتی GFRP

GFRP Mesh Catalog

A · REV. 1.0 · NOV 2026

راهکار سبک، مقاوم و ضدخوردگی برای تقویت بتن









ABOUT THIS CATALOGUE

معرفی نابک و دامنه کاتالوگ



FIG 01 رول مش GFRP روی دستگاه تولید در سالن

هدف سند

معرفی شبکه‌های میله‌ای کامپوزیتی تقویت بتن و کاربردهای بالقوه، بدون نسبت‌دادن نتایج آزمایش تولیدکنندگان دیگر به نابک.

اطلاعات فعلی

دو قطر ۴ و ۶ میلی‌متر و چهار گام شبکه ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر؛ مجموعاً هشت ترکیب پیشنهادی.

اطلاعات تکمیلی مورد نیاز

روش اتصال گره، نوع رزین، درصد الیاف، ابعاد پنل، بسته‌بندی، گواهی آزمون و فهرست ترکیب‌های موجود برای فروش.

مخاطبان

طراح سازه، مهندس کنترل کیفیت، پیمانکار اجرا، مدیر خرید و نماینده فروش.

مرزبندی داده‌ها: قطرهای ۴ و ۶ میلی‌متر و چشمه‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر اعلام‌شده‌اند. مدول، مقاومت کششی، جرم واقعی، نوع رزین و شکل عرضه باید با گزارش آزمایشگاه قطعی شوند.

NABAK COMPOSITE

CONTENTS · UNITS · DATA STATUS

فهرست، واحدها و اعتبار داده‌ها

04 تعریف شبکه GFRP و اجزای آن
05 تفاوت مش سازه‌ای با توری‌های دیگر
06 مواد اولیه، الیاف شیشه و رزین
07 فرآیند ساخت و اتصال تقاطع‌ها
08 واژگان هندسی و تعریف چشمه
09 جدول جامع هشت ترکیب پیشنهادی
10 خانواده قطر ۴ میلی‌متر
11 خانواده قطر ۶ میلی‌متر
12 اثر چشمه بر تراکم شبکه
13 سطح مقطع و مقدار تقویت
14 جرم سطحی؛ نظری و آزمایشگاهی
15 کیفیت ظاهری و تلرانس‌ها
16 خواص فیزیکی پیشنهادی
17 خواص مکانیکی عضو
18 مقاومت و عملکرد تقاطع‌ها
19 پیوستگی، مهار و وصله
20 رفتار بلندمدت و خزش
21 مقاومت شیمیایی
22 دوام محیطی و قلیاییت بتن
23 گرما، انتقال شیشه‌ای و حریق
24 خواص الکتریکی و مغناطیسی
25 مقایسه فنی GFRP و فولاد
26 کف‌ها و دال‌های روی زمین
27 قطعات بتنی پیش‌ساخته
28 آب، فاضلاب و محیط دریایی
29 راه و زیرساخت حمل‌ونقل
30 صنایع، معادن و پتروشیمی
31 تونل، شاتکریت و کاربرد ویژه
32 مزایا، محدودیت‌ها و احتیاط
33 راهنمای انتخاب بر پایه پروژه
34 اصول نصب و اجرا
35 کنترل کیفیت و رهگیری بچ
36 روش‌های ارزیابی عملکرد
37 استانداردها و محدوده کاربرد
38 دیتاشیت مادر محصول
39 پرسش‌های متداول مهندسی و خرید
40 منابع و وضعیت انتشار

اعلام‌شده — اطلاعاتی که کارخانه رسماً ارائه یا تأیید کرده است.

محاسبه نظری — کمیت هندسی حاصل از فرمول با مفروضات و واحدهای مشخص.

مقدار راهنما — عدد مطالعه‌ای برای بررسی اولیه، نه مقدار تضمین‌شده محصول.

نیازمند آزمون — نتیجه آزمون با نمونه، تاریخ، شرایط و آزمایشگاه مشخص.

کمیت	نماد	واحد
قطر اسمی	d	mm
فاصله محور تا محور	s	mm
سطح مقطع هندسی	A	mm²
سطح تقویت در هر راستا	As	mm²/m
مدول طولی	E	GPa
مقاومت کششی	fu	MPa
جرم واحد سطح	mA	kg/m²

در سراسر این کاتالوگ، وضعیت هر داده مشخص شده است تا مهندس مشاور بتواند مبنای هر مقدار را تفکیک کند.

DEFINITION

تعریف شبکه GFRP و اجزای آن



FIG 02 نمای انتهایی رول مش؛ اعضای طولی و عرضی و تقاطع‌ها

عضو طولی و عرضی

میله‌هایی در دو راستای تقریباً متعامد که بار کششی را در امتداد الیاف منتقل می‌کنند.

تقاطع

محل اتصال که هندسه شبکه را نگه می‌دارد؛ مقاومت مکانیکی آن باید جداگانه ارزیابی شود.

چشمه

فاصله گام شبکه یا فاصله آزاد؛ برای خرید باید مبنای اندازه‌گیری در نقشه قید شود.

لبه‌ها

طول بیرون‌زدگی میله‌ها و شکل انتهای آزاد در مهار و وصله مؤثر است.

PRODUCT FAMILIES

تفاوت مش سازه‌ای با توری‌های دیگر

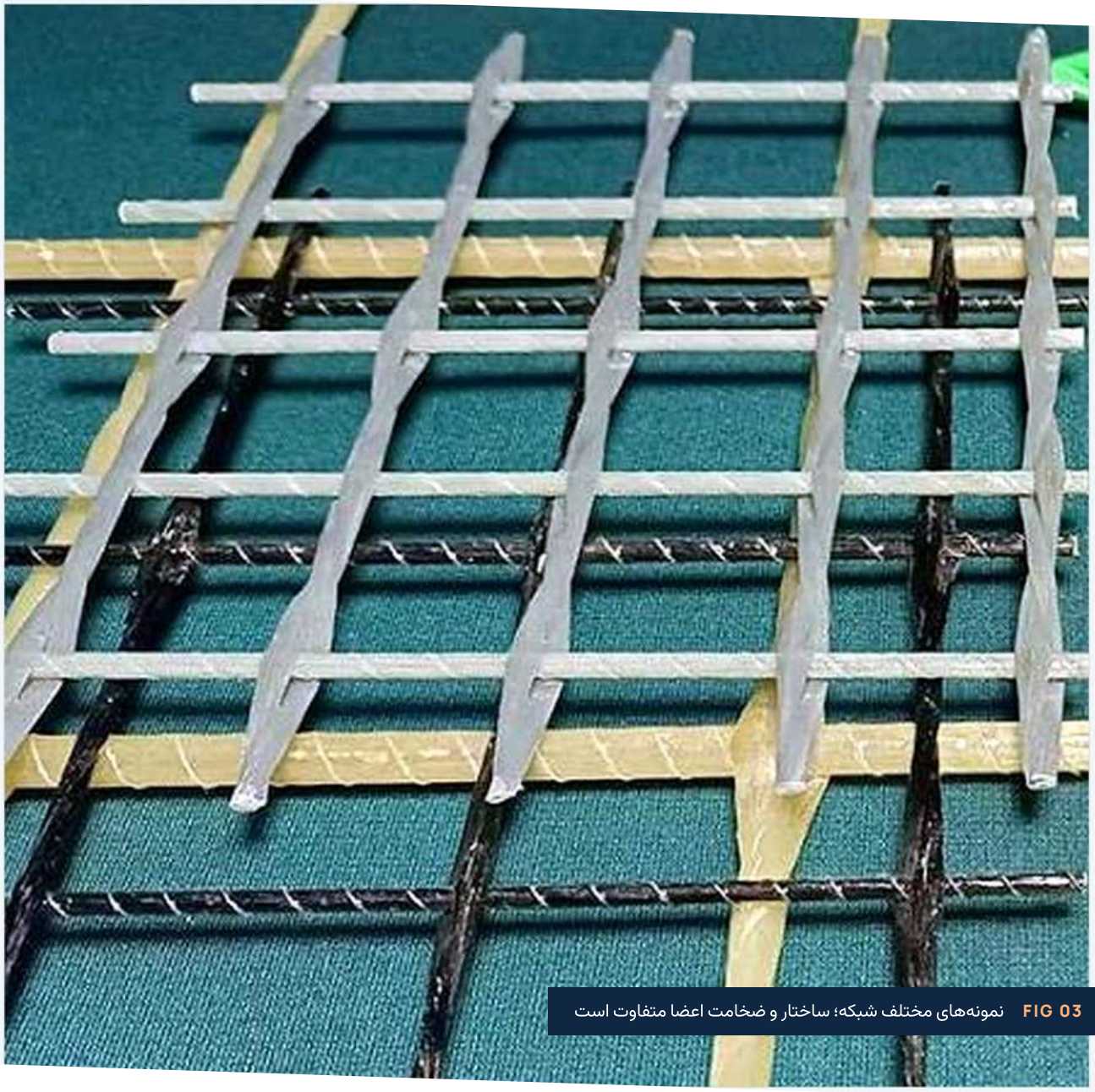


FIG 03 نمونه‌های مختلف شبکه؛ ساختار و ضخامت اعضا متفاوت است

محصول	ساختار	کاربرد غالب	همسان با مش تقویت بتن؟
مش میله‌ای GFRP	دو راستای میله کامپوزیتی با گره	ارزیابی برای تقویت بتن	**بله** — موضوع این کاتالوگ
توری فایبرگلاس ملات	بافت رشته‌های نسبتاً ظریف	کنترل ترک لایه اندود	خیر
ژئوگرید پلیمری	شبکه ژئوسنتتیک	تثبیت خاک و روسازی	خیر
گریتینگ باربر FRP	شبکه ضخیم باربر کفپوش	کفپوش صنعتی	خیر
مش فولادی جوشی	سیم فولادی متصل‌شده	تقویت بتن با خواص فولاد	خیر؛ نیازمند طراحی جایگزین

RAW MATERIALS

مواد اولیه، الیاف شیشه و رزین



FIG 04 برش و شکل‌دهی میله کامپوزیتی در فرآیند تولید

الیاف
E-glass برای کاربرد عمومی؛ ECR-glass برای الزامات دوام ویژه در برخی سامانه‌ها. نوع واقعی باید توسط سازنده مشخص شود.

رزین
وینیل‌استر، پلی‌استر غیراشباع یا سامانه‌های دیگر؛ انتخاب نهایی به دوام، سازگاری و درجه پخت بستگی دارد.

سایزینگ
پوشش سطح الیاف بر انتقال تنش و دوام اثر می‌گذارد و باید با رزین سازگار باشد.

پخت
دمای پخت، زمان اقامت و تبدیل رزین بر Tg، تخلخل و خواص نهایی مؤثرند.

MANUFACTURING

فرآیند ساخت و اتصال تقاطع‌ها



FIG 05 خط تشکیل مش با تغذیه روونگ و شکل‌دهی شبکه

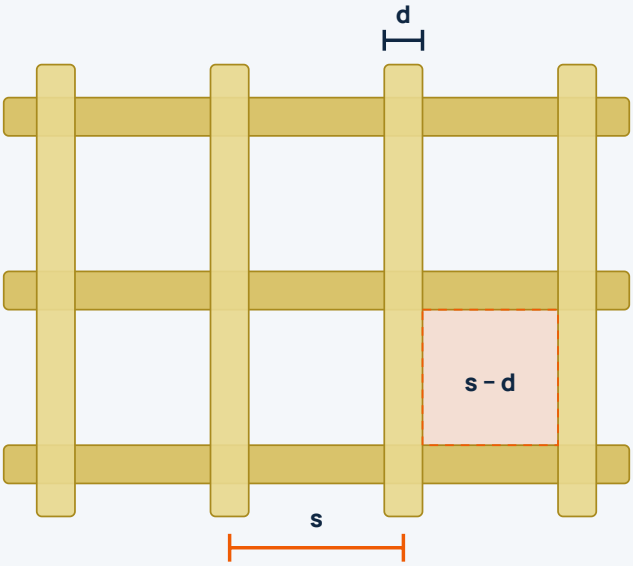
۱ تغذیه روونگ
۲ آغشته‌سازی رزین
۳ هم‌راستاسازی
۴ شکل‌دهی / اتصال
۵ پخت
۶ کنترل کیفیت

PROCESS مراحل متداول تولید؛ شکل نهایی خط و روش اتصال ناباک باید مستندسازی شود.

فرآیند متداول شامل تغذیه روونگ، هم‌راستاسازی، آغشته‌سازی به رزین، شکل‌دهی/اتصال، پخت و کنترل کیفیت است. نوع دقیق خط و روش اتصال شبکه ناباک باید مستندسازی شود.

GEOMETRY

واژگان هندسی و تعریف چشمه



قطر اسمی میله	d
فاصله مرکز تا مرکز (pitch)	s
فاصله آزاد بین دو میله	s − d

نمای پلان شبکه · شماتیک غیرمقیاس

FIG 06 تعریف قطر، گام و فاصله آزاد در شبکه

s = pitch (center-to-center) ; clear opening = s − d

اگر عبارت «چشمه ۱۰×۱۰ سانتی‌متر» به فاصله آزاد اشاره کند، گام محور تا محور برای قطر ۶ میلی‌متر برابر ۱۰۶ میلی‌متر است؛ اما در محاسبات این کاتالوگ، مبنای فرضی مرکز تا مرکز است. **مبنای اندازه‌گیری چشمه باید در سفارش قید شود.**

مرزبندی داده‌ها: قطرهای ۴ و ۶ میلی‌متر و چشمه‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر اعلام‌شده‌اند. مدول، مقاومت کششی، جرم واقعی، نوع رزین و شکل عرضه باید با گزارش آزمایشگاه قطعی شوند.

COMPLETE TABLE

جدول جامع هشت ترکیب پیشنهادی



FIG 07 پنل‌های مش GFRP آماده عرضه در انبار

کد پیشنهادی	قطر (mm)	چشمه (cm)	A هندسی (mm²)	As هر راستا (mm²/m)	وزن هندسی (kg/m²)	Fu فرضی عضو (kN)
NB-D4-05	4	5×5	12.57	251.3	0.980	11.31
NB-D4-10	4	10×10	12.57	125.7	0.490	11.31
NB-D4-15	4	15×15	12.57	83.8	0.327	11.31
NB-D4-20	4	20×20	12.57	62.8	0.245	11.31
NB-D6-05	6	5×5	28.27	565.5	2.205	25.45
NB-D6-10	6	10×10	28.27	282.7	1.103	25.45
NB-D6-15	6	15×15	28.27	188.5	0.735	25.45
NB-D6-20	6	20×20	28.27	141.4	0.551	25.45

تمام اعداد جز قطر و چشمه، **محاسبه نظری** هستند. مفروضات: فاصله چشمه مرکز تا مرکز، مقطع دایره‌ای توپر، چگالی ۱۹۵۰ kg/m³ و مقاومت کششی فرضی ۹۰۰ MPa. جرم گره‌ها و تغییرات مقطع لحاظ نشده است.

Ø4 MM FAMILY

خانواده قطر ۴ میلی‌متر

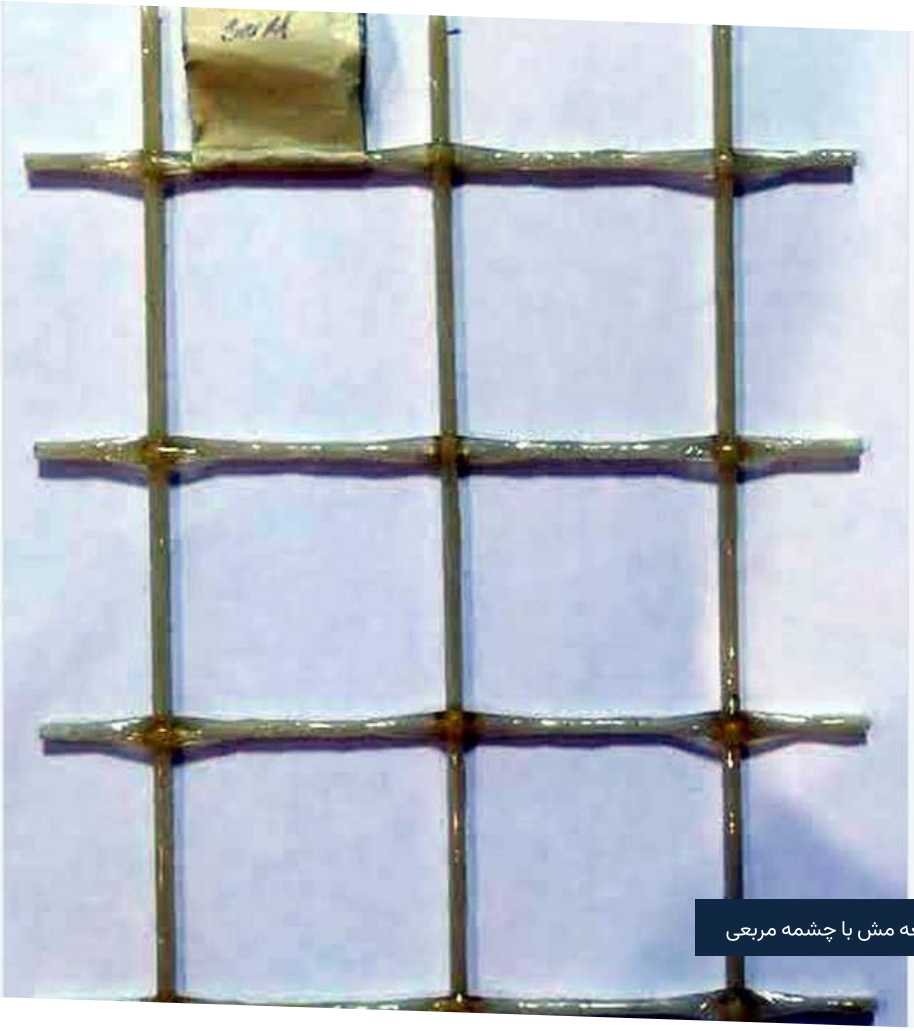


FIG 08 نمونه قطعه مش با چشمه مربعی

چشمه (cm)	A (mm²)	As هر راستا (mm²/m)	جرم نمونه (kg/m²)
5×5	12.57	251.3	0.980
10×10	12.57	125.7	0.490
15×15	12.57	83.8	0.327
20×20	12.57	62.8	0.245

قطر اسمی

۴ میلی‌متر؛ قطر واقعی و شکل مقطع باید اندازه‌گیری شوند.

نقش چشمه

گام کوچک‌تر مقدار تقویت در واحد عرض را افزایش می‌دهد ولی فضای عبور سنگدانه و کارایی بتن‌ریزی را محدود می‌کند.

جرم و As محاسبه نظری‌اند؛ وزن واقعی پنل با توزین تعیین می‌شود.

NABAK COMPOSITE

Ø6 MM FAMILY

خانواده قطر ۶ میلی‌متر

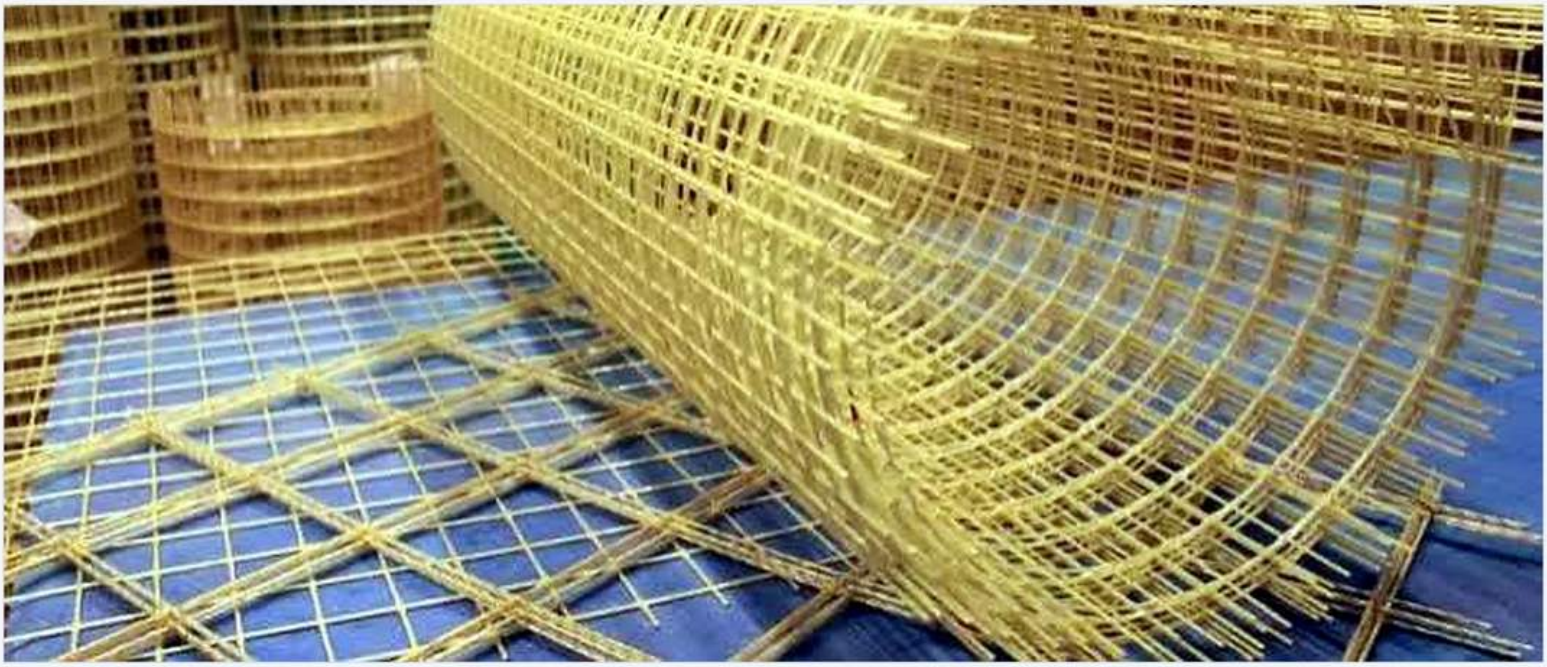


FIG 09 رول مش با میله‌های ضخیم‌تر

چشمه (cm)	A (mm²)	As هر راستا (mm²/m)	جرم نمونه (kg/m²)
5×5	28.27	565.5	2.205
10×10	28.27	282.7	1.103
15×15	28.27	188.5	0.735
20×20	28.27	141.4	0.551

قطر اسمی

۶ میلی‌متر؛ سطح مقطع واقعی می‌تواند با مقطع دایره‌ای اسمی تفاوت داشته باشد.

محدودیت طراحی

افزایش سطح مقطع به‌تنهایی به معنی کفایت خمشی یا کنترل ترک نیست؛ مدول، مهار و تغییرشکل تعیین‌کننده‌اند.

جرم و As محاسبه نظری‌اند؛ وزن واقعی پنل با توزین تعیین می‌شود.

MESH DENSITY

اثر چشمه بر تراکم شبکه

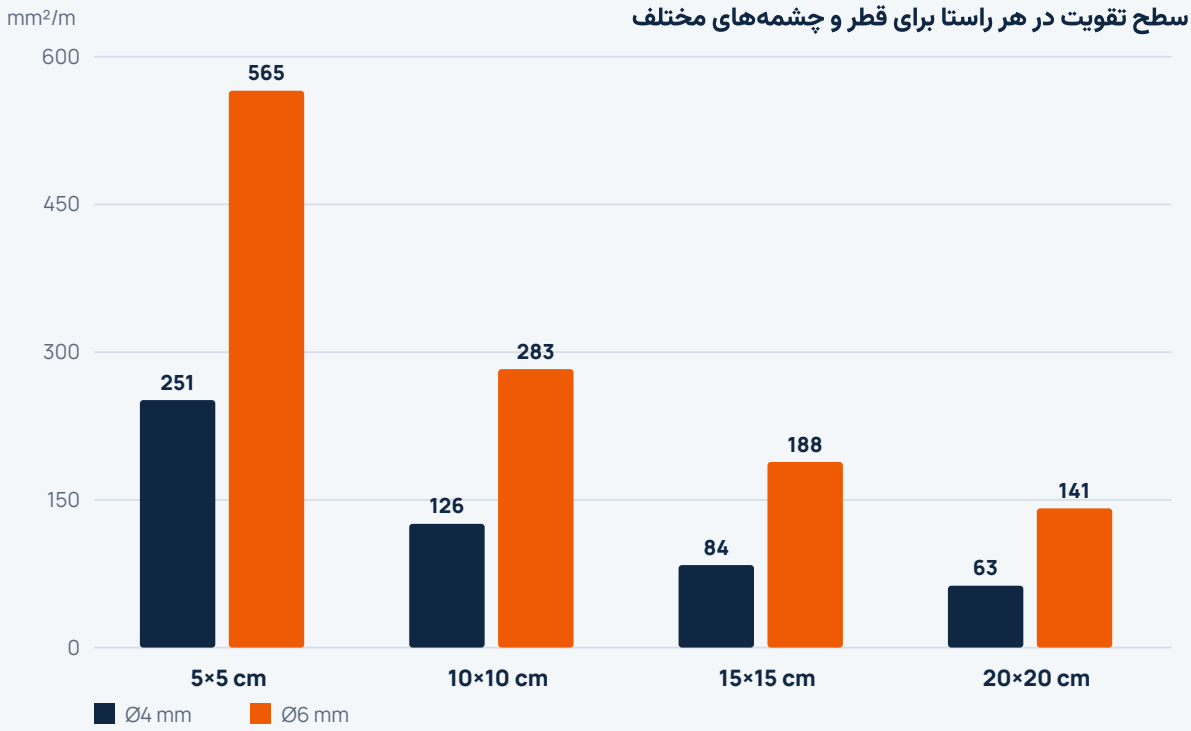


FIG 10 نصف شدن گام، مقدار As را برای قطر ثابت دو برابر می‌کند.

$$As = (\pi d^2/4) \times (1000/s)$$

As بر حسب mm²/m؛ s بر حسب mm

برای هر پروژه باید هم‌زمان اندازه سنگدانه، فاصله آزاد، ضخامت بتن، تراکم شبکه و امکان جاگذاری بررسی شود.

REINFORCEMENT AREA

سطح مقطع و مقدار تقویت

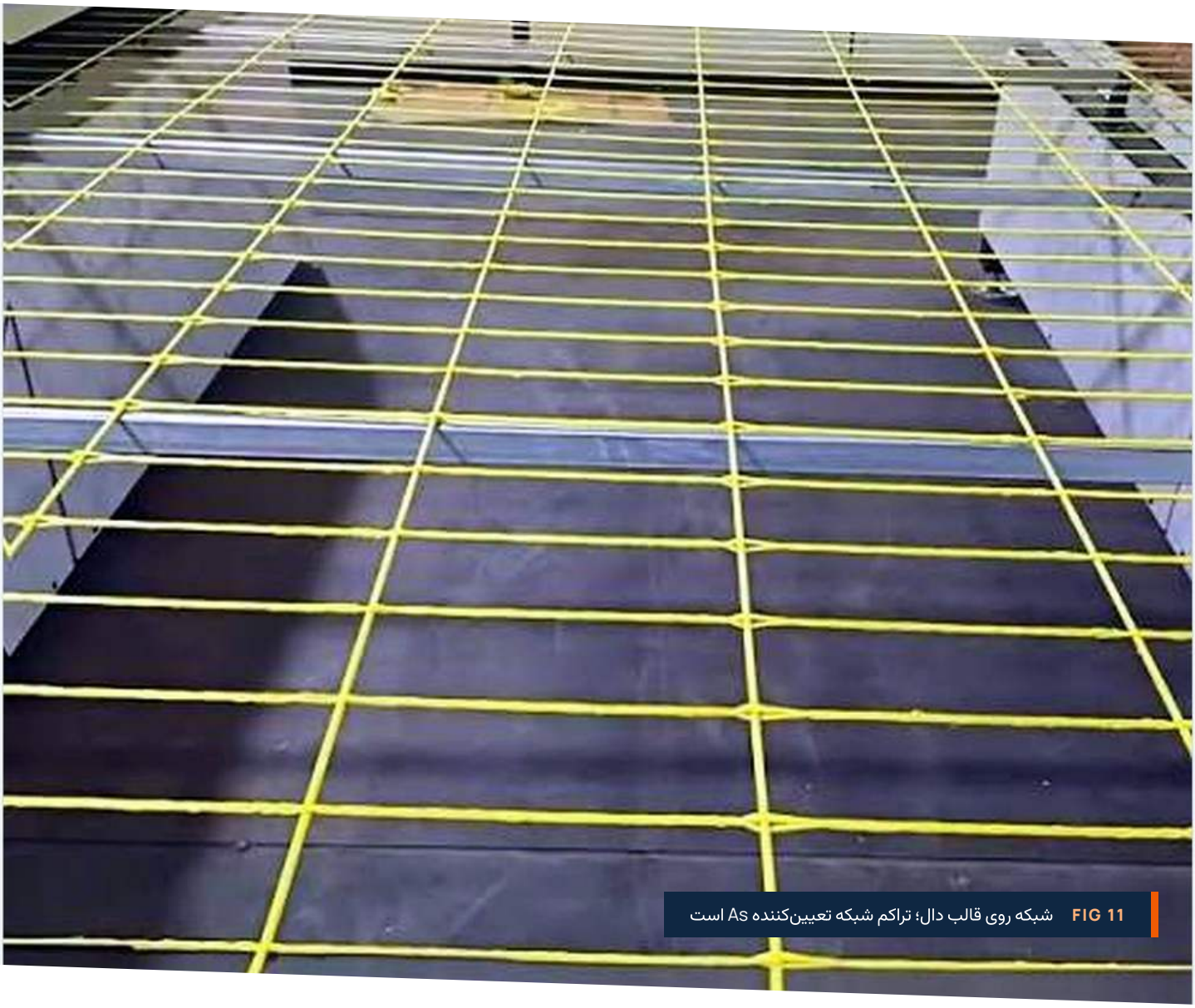


FIG 11 شبکه روی قالب دال؛ تراکم شبکه تعیین‌کننده As است

$$A = \pi d^2/4 \; ; \; As = A \times 1000/s$$

قطر	سطح مقطع هر عضو	مقاومت فرضی عضو (fu = 900 MPa)
mm 4	12.57 mm²	11.31 kN
mm 6	28.27 mm²	25.45 kN

در شبکه متعامد برای هر جهت As جداگانه محاسبه می‌شود. As شاخص هندسی است؛ جایگزین ظرفیت اسمی سازه یا مقاومت تضمین‌شده شبکه نیست.

AREAL MASS

جرم سطحی؛ نظری و آزمایشگاهی

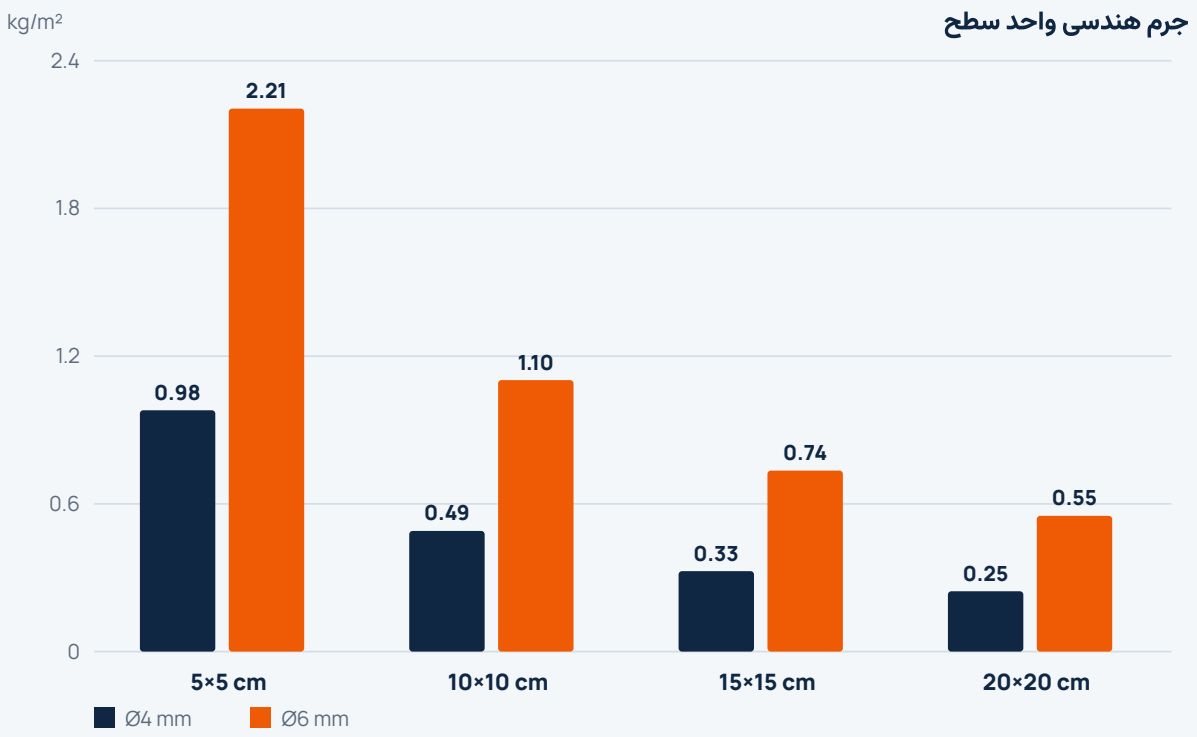


FIG 12 محاسبه نظری با چگالی ۱۹۵۰ kg/m³؛ وزن واقعی با توزین پنل تعیین می‌شود.

$$mA \sim \rho \times A \times 10^{-6} \times (1000/sx + 1000/sy)$$

ρ = 1950 kg/m³ ، A بر حسب mm² ، s بر حسب mm

وزن واقعی شامل اثر گره‌ها، سطح‌پوشانی، تلرانس و ضایعات نیست و باید از پنل واقعی اندازه‌گیری شود.

VISUAL QUALITY

کیفیت ظاهری و تلرانس‌ها



FIG 13 بازرسی بصری ساختار شبکه در نمای نزدیک

بازرسی چشمی

ترک رزین، جدایش الیاف، حفره آشکار، رشته خشک، بریدگی، لب‌پریدگی و آسیب گره ثبت شود.

بازرسی هندسی

قطر، طول، عرض، چشمه، قائمه بودن، تابیدگی و راستایی با نقشه تطبیق داده شود.

ثبت ردیابی

شماره بچ، خط تولید، تاریخ، اپراتور و نمونه آزمون به هر پالت منتسب شود.

معیار پذیرش

تلرانس‌ها پس از تعیین ظرفیت فرآیند در نقشه کنترل کیفیت مکتوب شوند.

PHYSICAL PROPERTIES

خواص فیزیکی پیشنهادی



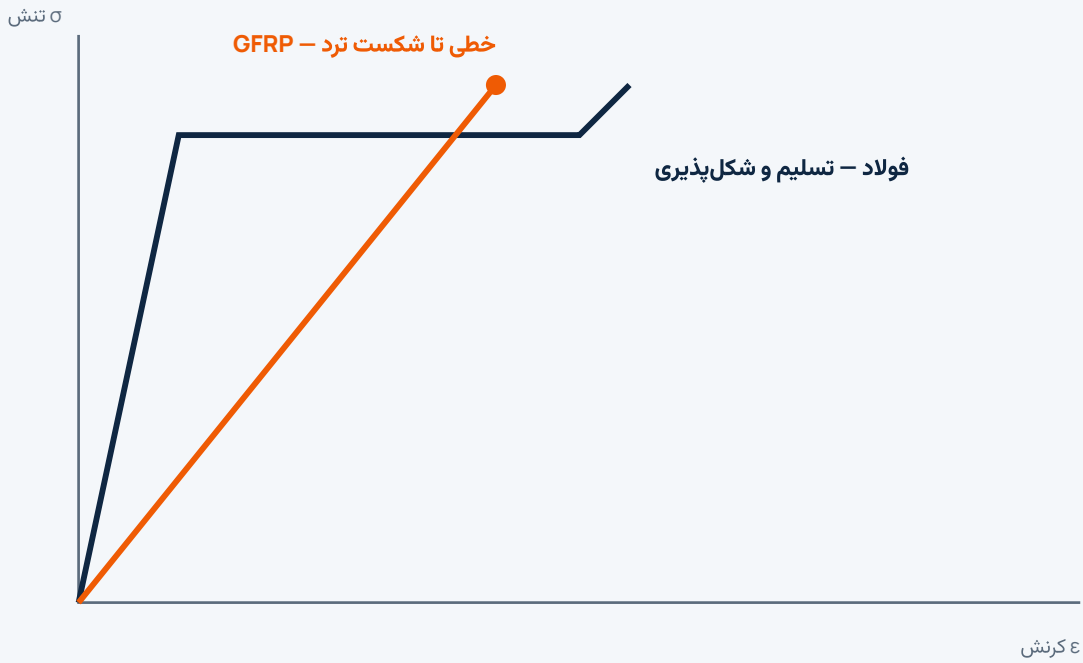
FIG 14 دسته‌بندی پنل‌ها پس از تولید

پارامتر	مبنای مرجع مهندسی	روش تأیید	وضعیت
چگالی ماده	1.95 g/cm³	توزین و اندازه‌گیری حجم واقعی	محاسبه نظری
مقاومت کششی طولی	900 MPa	آزمون کشش عضو و اعلام توزیع آماری	مقدار راهنما
مدول کششی طولی	45 GPa	آزمون کشش با اندازه‌گیری کرنش	مقدار راهنما
کرنش شکست برآوردی	2.0٪ (900/45000)	کرنش اندازه‌گیری‌شده در آزمون کشش	محاسبه نظری
درصد جرمی الیاف	حدود 70–80٪ (دامنه مطالعاتی)	آزمون مقدار الیاف	مقدار راهنما — مرجع عمومی؛ نه مشخصه ناباک
Tg رزین	—	DSC/DMA مطابق روش منتخب	اعلام نشده
مقاومت گره‌های شبکه	—	آزمون اختصاصی تقاطع در بارگذاری مشخص	اعلام نشده

مقادیر این جدول راهنمای محاسبات مقدماتی‌اند و گواهی نتایج آزمون یک بچ تولیدی نیستند.

MECHANICAL PROPERTIES

خواص مکانیکی عضو



نمودار کیفی و غیرمقیاس؛ تنها برای نمایش تفاوت رفتار — نه داده آزمون

FIG 15 تفاوت کیفی رفتار کششی GFRP و فولاد

پارامتر	مبنای مرجع مهندسی	روش تأیید	وضعیت
چگالی ماده	1.95 g/cm³	توزین و اندازه‌گیری حجم واقعی	محاسبه نظری
مقاومت کششی طولی	900 MPa	آزمون کشش عضو و اعلام توزیع آماری	مقدار راهنما
مدول کششی طولی	45 GPa	آزمون کشش با اندازه‌گیری کرنش	مقدار راهنما
کرنش شکست برآوردی	2.0٪ (900/45000)	کرنش اندازه‌گیری‌شده در آزمون کشش	محاسبه نظری
درصد جرمی الیاف	حدود 70–80٪ (دامنه مطالعاتی)	آزمون مقدار الیاف	مقدار راهنما — مرجع عمومی؛ نه مشخصه ناباک
Tg رزین	—	DSC/DMA مطابق روش منتخب	اعلام نشده
مقاومت گره‌های شبکه	—	آزمون اختصاصی تقاطع در بارگذاری مشخص	اعلام نشده

برخلاف فولاد، رفتار کششی GFRP معمولاً تا شکست خطی است و تسلیم پلاستیک مشخصی ندارد. طراحی باید با کاهش مقاومت بلندمدت، اثر محیط، رفتار ترد و کنترل خیز و ترک انجام شود.

NABAK COMPOSITE

NODE PERFORMANCE

مقاومت و عملکرد تقاطع‌ها

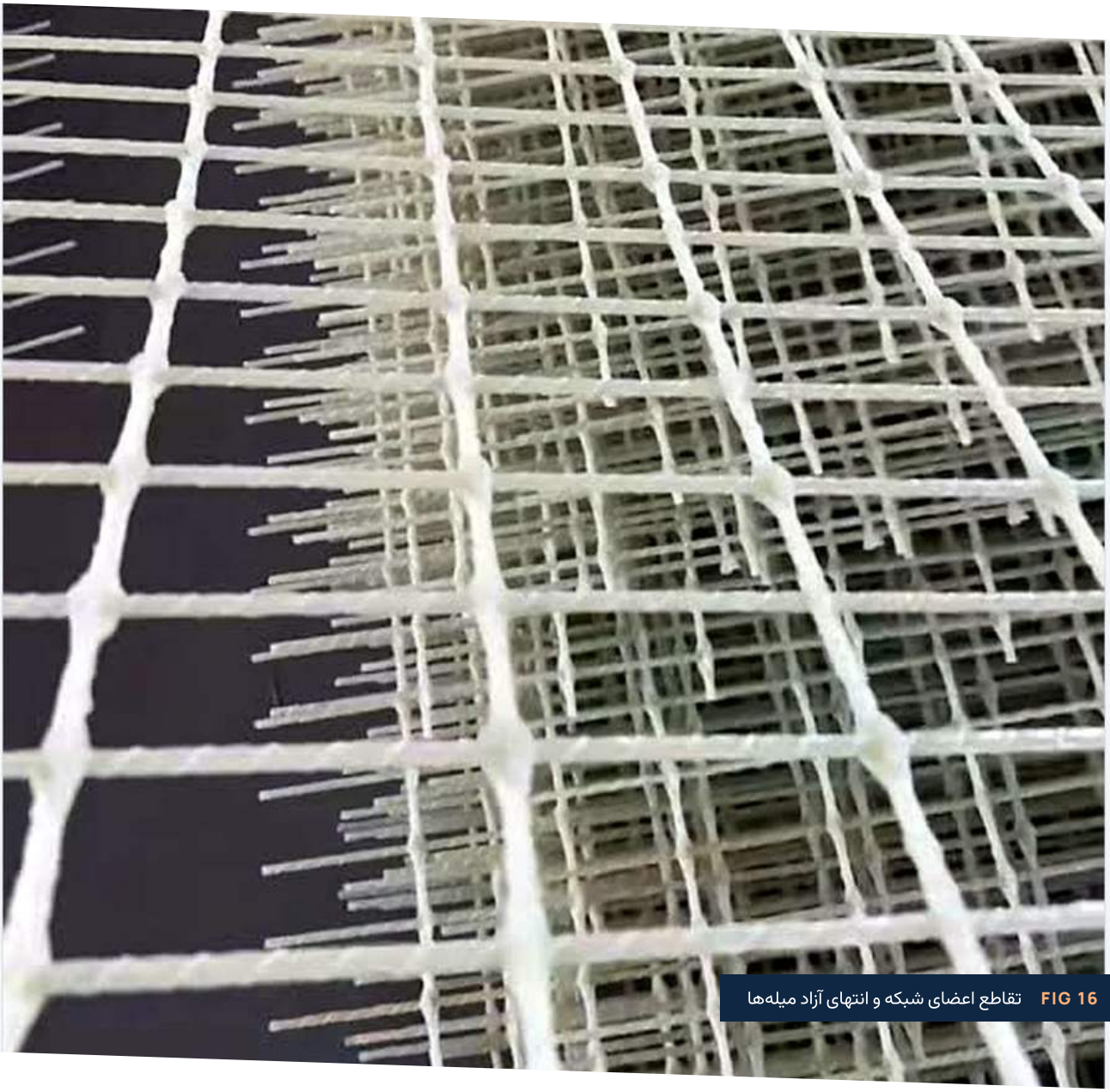


FIG 16 تقاطع اعضای شبکه و انتهای آزاد میله‌ها

آزمون کشش عضو
اندازه‌گیری εu ،E ،Fu و سطح مقطع واقعی برای دو قطر.

آزمون اتصال گره
بار گسیختگی تقاطع در کشش/برش با آرایش آزمایش مشخص.

آزمون شبکه
بررسی یکپارچگی شبکه، تغییرشکل و تکرارپذیری گره‌ها در پنل.

انتقال نیرو
نقش گره با مهار و اصطکاک/چسبندگی میله در بتن اشتباه گرفته نشود.

مقاومت گره برای ناباک **اعلام نشده** است و باید با پروتکل آزمون اختصاصی تعیین شود.

BOND · ANCHORAGE · LAP

پیوستگی، مهار و وصله



FIG 17 مش تقویتی داخل قطعه بتنی

پیوستگی با بتن

آزمون pull-out یا beam-end با سطح عضو واقعی و بتن مشخص انجام شود.

طول مهار

از مقررات طراحی معتبر و نتایج آزمون استخراج شود؛ عدد ثابت عمومی برای همه مش‌ها وجود ندارد.

وصله

جزئیات همپوشانی و مکان وصله باید در نقشه پروژه تعیین شود.

سطح عضو

صاف، آجدار یا ماسه‌پاشی‌شده بودن روی رفتار گیرایی اثر دارد.

طول همپوشانی بر مبنای ضریب تجربی ثابت قطر در این سند اعلام نشده است؛ تا حصول داده معتبر، استفاده سازه‌ای طبق مشخصات طراح و مشاور است.

LONG-TERM BEHAVIOUR

رفتار بلندمدت و خزش



FIG 18 رول‌های مش پیش از حمل

خزش و شکست خزشی
بار دائمی و محیط قلیایی می‌توانند ظرفیت مجاز بلندمدت را تحت تأثیر قرار دهند.

دوام تحت بار
پروتکل دوام باید شرایط دما، رطوبت، تنش و مدت آزمون را بیان کند.

خستگی
برای بارگذاری چرخه‌ای، داده آزمون متناسب با حوزه کاربرد لازم است.

مقاومت طراحی
مقاومت مشخصه کوتاه‌مدت همان مقاومت مجاز بلندمدت نیست.

CHEMICAL RESISTANCE

مقاومت شیمیایی



FIG 19 مش در مجاورت آب و بستر مرطوب

محیط	عامل حساس	وضعیت توصیه
بتن قلیایی	رطوبت و OH^-	ارزیابی دوام قلیایی ضروری
آب دریا	کلراید، رطوبت، دما	انتخاب ماتریس و آزمون دوام
پساب صنعتی	pH و مواد شیمیایی متغیر	تست سازگاری موردی
حلال‌های آلی	نفوذ و تورم رزین	سازگاری مواد بررسی شود

محیط	رفتار عمومی GFRP	ملاحظه مهندسی
آب و رطوبت	فاقد خوردگی زنگ‌آهنی	کنترل نفوذ و دوام رزین
کلراید و نمک	عدم زنگ‌زدگی فولادی	انتخاب رزین مناسب
اسید و قلیا	تابع نوع رزین و غلظت	بررسی سازگاری شیمیایی

رفتار شیمیایی به نوع رزین و درجه پخت بستگی دارد؛ جدول، راهنمای عمومی است نه تضمین محصول.

DURABILITY

دوام محیطی و قلیاییت بتن



FIG 20 مش در مرز بتن

قلیاییت بتن
تغییر خواص در طول زمان به شیشه، رزین، سایزینگ و دمای محیط وابسته است.

پایش عمرانی
آزمون دوام همراه با مقاومت باقی‌مانده و تغییر جرم توصیه می‌شود.

چرخه تر و خشک
تغییرات رطوبت می‌تواند سازوکار نفوذ را تشدید کند.

شاخص تصمیم
صرف «ضدزنگ بودن» برای اثبات عمر طراحی کافی نیست.

NABAK COMPOSITE

THERMAL · FIRE

گرما، انتقال شیشه‌ای و حریق



FIG 21 رول‌های مش روی کارگاه

دمای انتقال شیشه‌ای Tg

با DSC یا DMA تعیین شود و با بیشینه دمای سرویس مقایسه گردد.

حریق

پلیمر در برابر آتش مانند فولاد رفتار نمی‌کند؛ افت خواص در دمای بالا ممکن است بحرانی باشد.

برش گرم

گرم‌کردن یا شکل‌دهی کارگاهی مجاز فرض نشود.

محافظت

جزئیات پوشش بتن و شرایط آتش با محاسب پروژه تعیین شود.

ارزیابی دمای بهره‌برداری و مقاومت حریق باید با شرایط پروژه و نوع رزین سازگار باشد.

NABAK COMPOSITE

ELECTRICAL · MAGNETIC

خواص الکتریکی و مغناطیسی



FIG 22 ساختار شفاف شبکه الیاف شیشه

هدایت الکتریکی

سامانه GFRP اغلب عایق الکتریکی است؛ مقدار مقاومت حجمی/سطحی باید آزمون شود.

مغناطیس

الیاف شیشه و رزین ذاتاً مغناطیسی نیستند.

کاربرد ویژه

تجهیزات حساس الکترومغناطیسی و پروژه‌های درمانی ممکن است بررسی کنند.

محدودیت

ملحقات، افزودنی‌ها یا آلودگی‌ها بر ویژگی نهایی اثر می‌گذارند.

GFRP VS STEEL

مقایسه فنی GFRP و مش فولادی

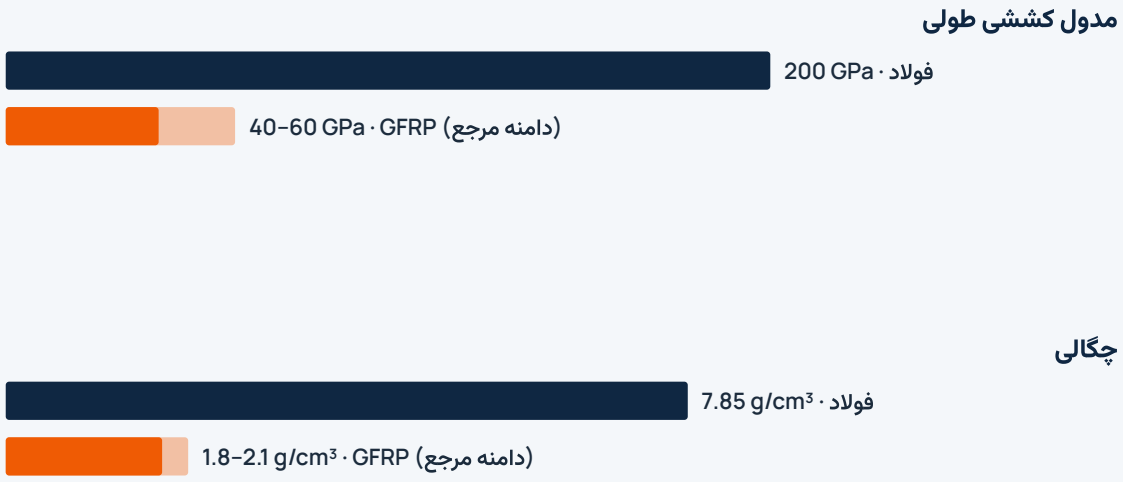


FIG 23 مقایسه دامنه‌های مرجع (نه مشخصه ناباک)

شاخص	GFRP (برآورد مرجع، نه ناباک)	فولاد معمولی
مدول طولی	حدود 40–60 GPa در برخی محصولات	حدود 200 GPa
چگالی	حدود 1.8–2.1 g/cm³	حدود 7.85 g/cm³
رفتار شکست	خطی تا شکست ترد	دارای محدوده تسلیم
خوردگی الکتروشیمیایی	زنگ‌زدگی فولاد ندارد	در رطوبت و کلراید مستعد
برش و خم‌کاری کارگاهی	محدود، طبق سازنده	معمولاً ساده‌تر
معیار طراحی	خیز، ترک، دوام، مهار	مقاومت، شکل‌پذیری، خیز

قیمت اولیه یا مقاومت نهایی بدون تطبیق شرایط سازه و عمر طرح، معیار کافی برای جایگزینی نیست.

APPLICATION · SLABS

کف‌ها و دال‌های روی زمین

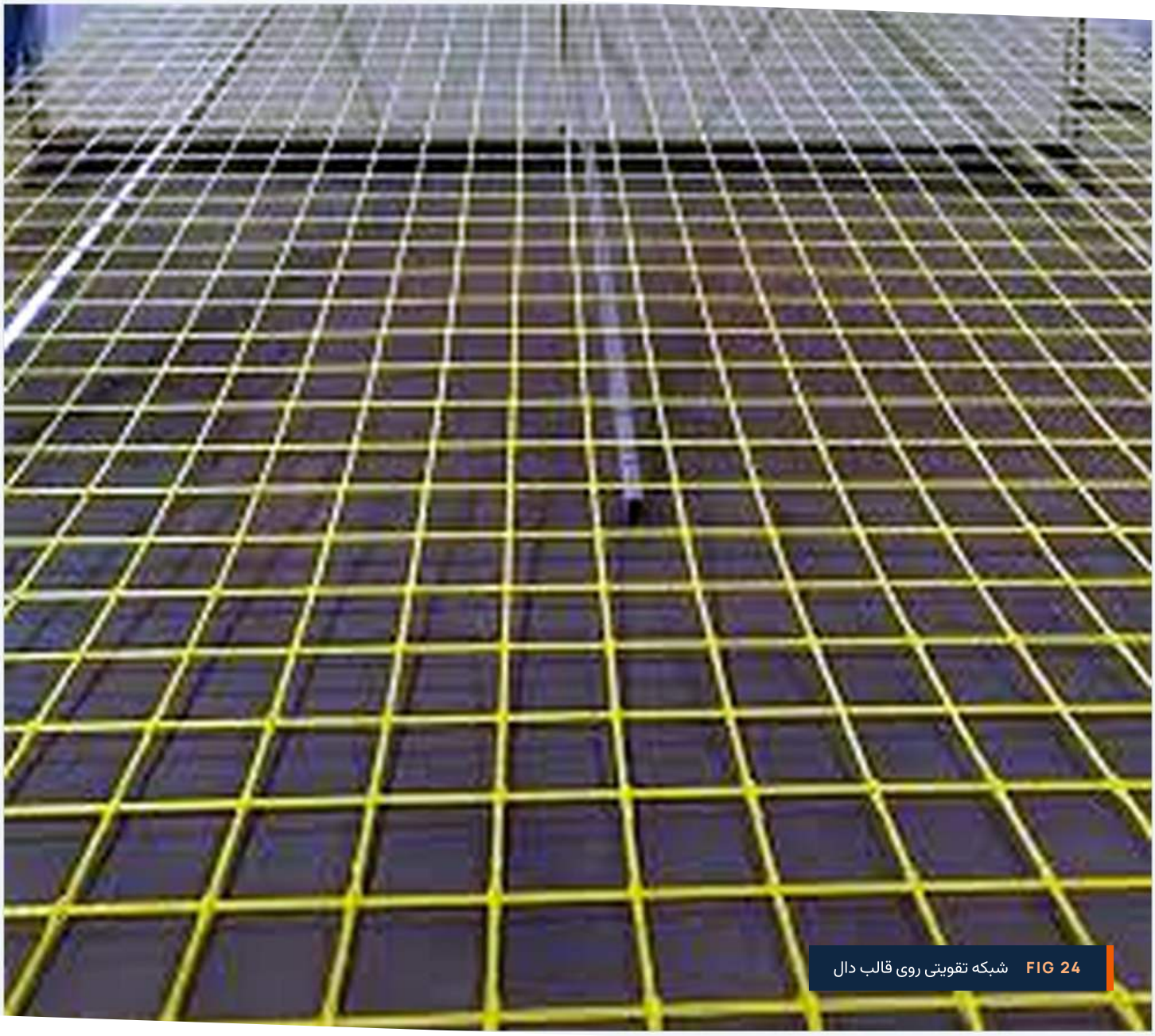


FIG 24 شبکه تقویتی روی قالب دال

دال روی زمین
نقش شبکه در کنترل ترک و توزیع نیرو باید با مدل دال، بستر و بارگذاری تعیین شود.

کف صنعتی
بار چرخ، ضربه، جمع‌شدگی، درزها و شرایط محیط باید لحاظ شوند.

اجرای شبکه
ارتفاع نگهدارنده و جلوگیری از جابه‌جایی هنگام بتن‌ریزی ضروری است.

محدودیت
مش GFRP بدون طراحی مستقل، جایگزین خودکار مش فولادی نیست.

APPLICATION · PRECAST

قطعات بتنی پیش‌ساخته



FIG 25 قفسه‌های مش GFRP برای تسلیح قطعه

قطعات پیش‌ساخته
کاهش ریسک خوردگی و وزن حمل می‌تواند مزیت بالقوه باشد.

کیفیت کارخانه
پیوستگی بچ‌ها و آزمون گره و کشش اهمیت بالایی دارد.

قطعه‌های نازک
کاور و شرایط ترک‌خوردگی باید با مدل محصول هماهنگ شود.

نصب قطعه
جابه‌جایی و ضربه حین دپو و حمل آزموده شود.

APPLICATION · WATER · MARINE

آب، فاضلاب و محیط دریایی

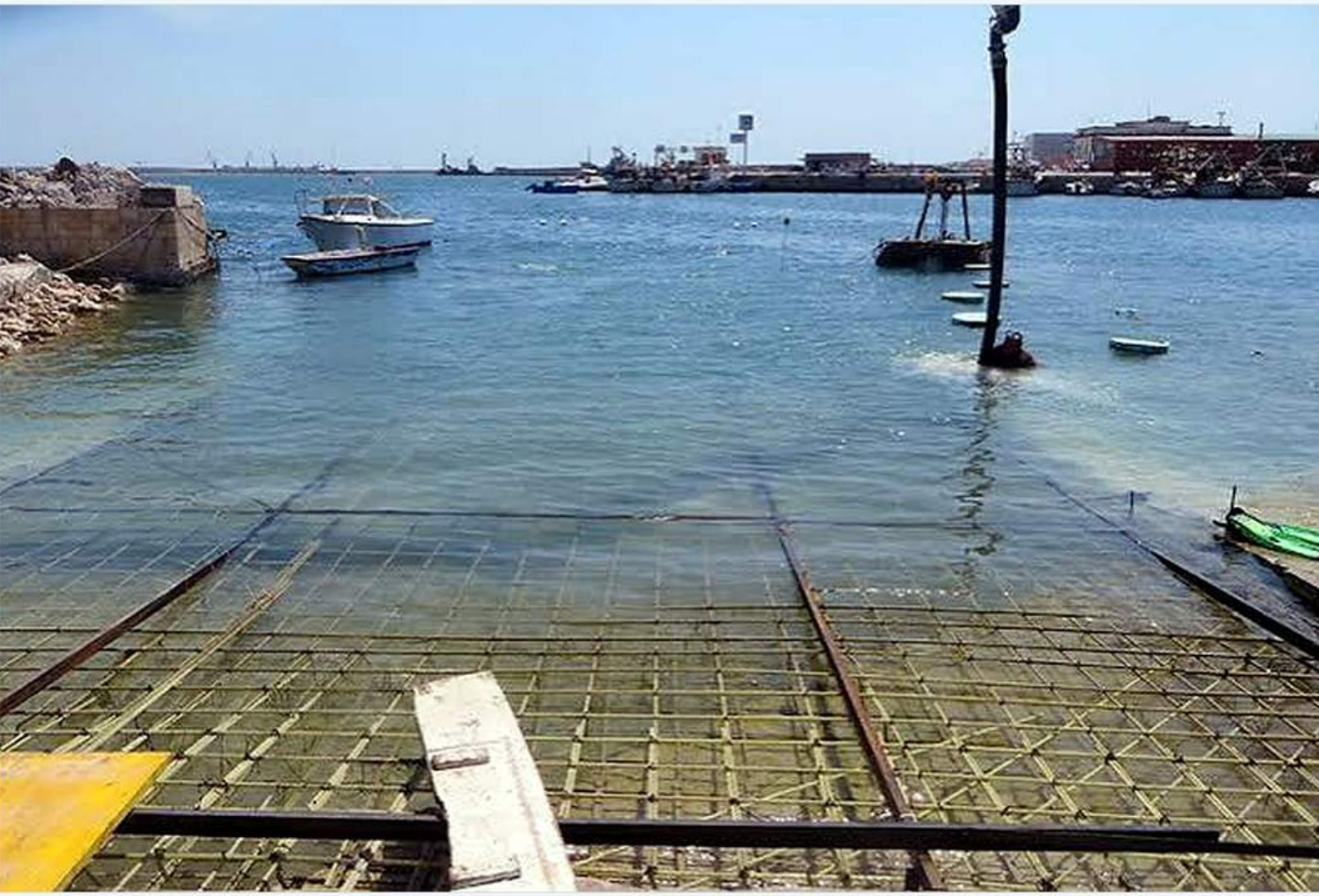


FIG 26 شبکه تقویتی در سازه ساحلی

محیط دریایی
نفوذ کلراید برای فولاد مسئله‌ساز است؛ اما برای GFRP نیز داده عملکرد دوام لازم است.

آب و فاضلاب
pH، دما، سولفات و ترکیبات شیمیایی با رزین مورد استفاده تطبیق داده شود.

انتخاب رزین
سامانه رزین و میزان پخت اثر مستقیم بر مقاومت محیطی دارد.

طراحی
کنترل ترک و دوام بتن نباید به وجود GFRP واگذار شود.

APPLICATION · ROADS

راه و زیرساخت حمل‌ونقل



FIG 27 پهن‌کردن رول مش در روسازی مسیر

عرشه و مسیرها
کاربرد احتمالی در اجزای بتنی خاص با تأیید مقررات مالک پروژه.

روسازی
تعیین سطح بار، خستگی و اثر گرما الزامی است.

حمل‌ونقل
به علت وزن پایین جابه‌جایی آسان‌تر می‌شود؛ روش نصب باید مستند باشد.

پذیرش
استانداردها و تأییدیه دستگاه بهره‌بردار پروژه بررسی شود.

APPLICATION · INDUSTRY

صنایع، معادن و پتروشیمی



FIG 28 بتن‌ریزی روی شبکه در کارگاه صنعتی

محیط معدن

در تونل‌ها و بخش‌های مرطوب می‌توان استفاده را بررسی کرد؛ مقاومت ضربه و اشتعال حیاتی است.

پتروشیمی

سازگاری رزین با بخارات، مایعات و دمای محیط باید ارزیابی شود.

فاضلاب صنعتی

تست محیط واقعی یا تسریع‌شده برای دوام ضروری است.

تفکیک محصول

مش تقویت بتن با گریتینگ باربر FRP یا مش تثبیت معدن یکسان فرض نشود.

APPLICATION · TUNNEL

تونل، شاتکریت و کاربرد ویژه



FIG 29 شبکه روی سطح آماده بتن‌ریزی

شاتکریت
نگهداری شبکه در حین پاشش، برگشت مصالح و نیروهای موضعی ارزیابی شود.

تونل
کشش و مقاومت اتصال گره‌ها در برخورد نازل و رفتار در شرایط آتش مهم است.

محیط ویژه
زمان اجرا و شرایط ایمنی باید مستند باشند.

محدودیت
تا نبود آزمایش مناسب، ادعای تأیید عملکرد سازه‌ای برای تونل درج نشود.

BENEFITS · LIMITS

مزایا، محدودیت‌ها و موارد احتیاط



FIG 30 انبارش پنل‌ها در سالن

مزیت بالقوه	محدودیت طراحی / اجرایی
جرم کمتر نسبت به شبکه فولادی هم‌هندسه	مدول پایین‌تر و حساسیت خیز/عرض ترک
عدم زنگ‌زدگی فولادی	رفتار ترد بدون تسلیم متعارف
عدم مغناطیس در سامانه معمول	پذیرش مستند هر کاربرد
امکان بهبود دوام در محیط خورنده	نیاز به آزمون قلیایی، گرمایی و اتصال

انتخاب GFRP یک تصمیم مهندسی پروژه‌محور است و بدون طراحی مستقل، جایگزین مستقیم فولاد نیست.

NABAK COMPOSITE

SELECTION GUIDE

راهنمای انتخاب بر پایه پروژه



FIG 31 شبکه تقویتی پیش از بتن‌ریزی

۱ تعریف نقش
باربر، کنترل ترک یا قطعه غیرسازه‌ای؟

۲ تعیین محیط
رطوبت، کلراید، قلیاییت، دمای خدمت و آتش.

۳ انتخاب هندسه
قطر، چشمه، سطح تقویت و فاصله آزاد بتن‌ریزی.

۴ تطبیق داده
مدول، مقاومت، گره، پیوستگی و نتایج دوام.

۵ طراحی
کنترل حد نهایی، خیز، ترک و جزئیات مهار.

۶ مدارک سفارش
نقشه، ابعاد، تعداد، مشخصات پذیرش، زمان تحویل.

INSTALLATION

اصول نصب و اجرا



FIG 32 نصب و جانمایی شبکه در کارگاه

۱ تحویل
برچسب بچ، شمارش پنل و سلامت گره بررسی شود.

۲ برش
با ابزار مورد تأیید سازنده و کنترل گردوغبار.

۳ جانمایی
با اسپیسر مناسب، کاور مطابق نقشه حفظ شود.

۴ وصله و مهار
صرفاً بر پایه نقشه مصوب؛ از خم‌کاری گرم در کارگاه اجتناب شود.

۵ بتن‌ریزی
مسیر عبور افراد و حرکت ویبراتور نباید مش را جابه‌جا کند.

۶ تحویل QC
از شبکه قبل و بعد از بتن‌ریزی عکس تهیه و امضا اخذ شود.

QUALITY CONTROL

کنترل کیفیت و رهگیری بچ



FIG 33 پنل‌های بسته‌بندی‌شده برای ارسال

مدرک	حداقل محتوا	زمان
برگه هویت بچ	کد محصول، تولید، تعداد، ابعاد	ارسال
چک‌لیست هندسی	قطر، چشمه، طول، عرض	تولید
کشش عضو	Fu، E، εu و روش آزمون	تأیید نوع / بچ
آزمون گره	طرح آزمون، بار شکست، نمونه	تأیید نوع
بررسی آسیب	ترک، جداشدگی، الیاف خشک	قبل از ارسال
آزمون دوام	محیط، دما، زمان و مقاومت باقی‌مانده	تأیید محصول

PERFORMANCE EVALUATION

روش‌های ارزیابی عملکرد محصول

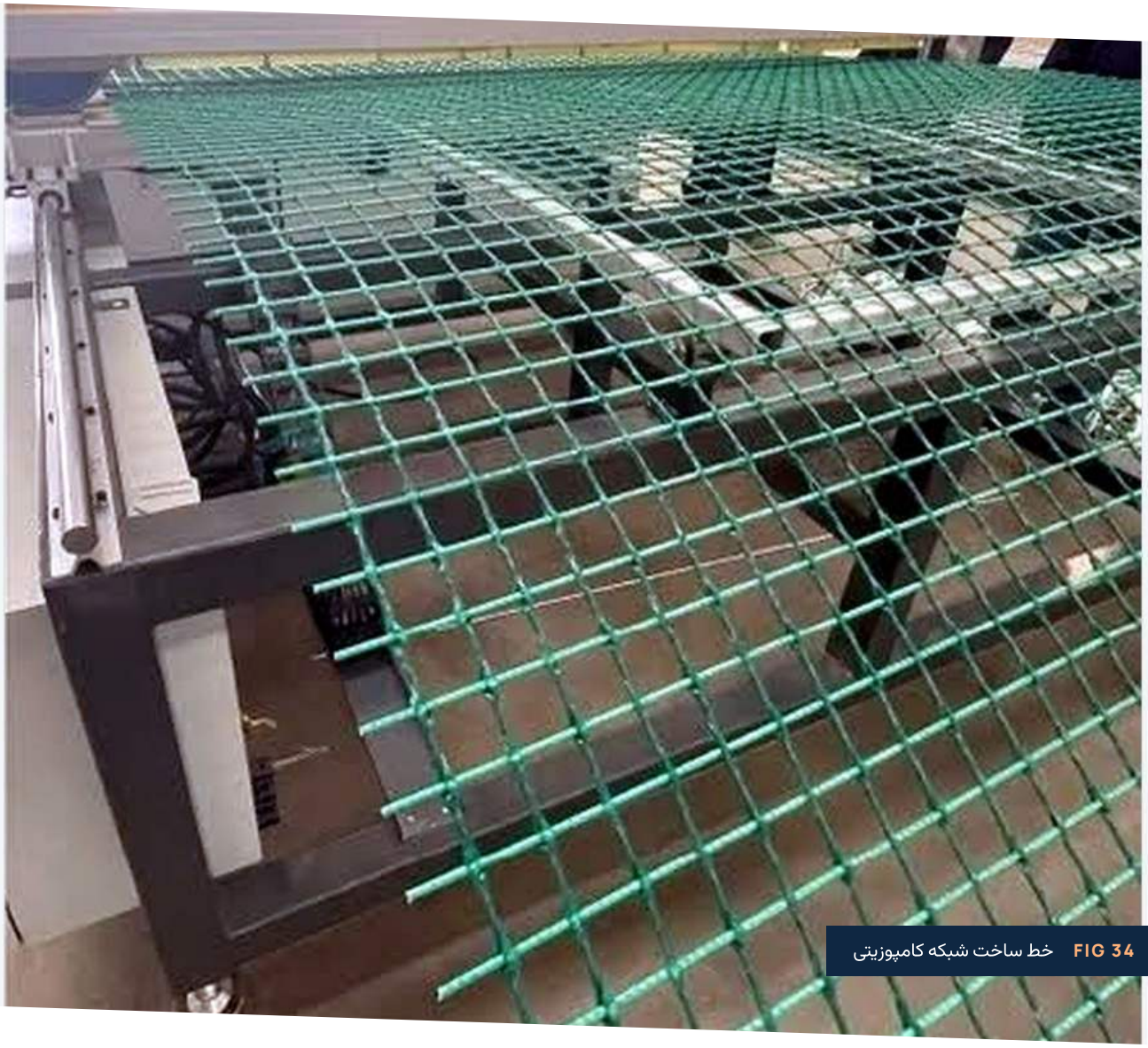


FIG 34 خط ساخت شبکه کامپوزیتی

آزمون	خروجی مورد نیاز	اولویت
کشش عضو	نیروی شکست، مدول و کرنش شکست	کنترل فنی
وزن و ابعاد	چگالی مؤثر، جرم واحد سطح، قطر و فاصله چشمه	کنترل فنی
مقاومت اتصال تقاطع	ظرفیت کشش/برش و الگوی شکست	کنترل فنی
پیوستگی با بتن	تنش پیوستگی و لغزش تحت بار	طراحی سازه‌ای
دوام قلیایی	مقاومت باقی‌مانده پس از پیرسازی	ویژگی دوام
Tg و درجه پخت	داده DSC/DMA و محدوده خدمت	ویژگی حرارتی
خستگی و خزش	مقاومت تحت بار بلندمدت/چرخه‌ای	کاربردهای ویژه

STANDARDS

استانداردها و محدوده کاربردشان



FIG 35 شبکه تقویتی در دال پیش از بتن‌ریزی

مرجع	دامنه واقعی	نکته
ASTM D7957/D7957M-25	مشخصات میلگرد GFRP برای تسلیح بتن	مش پیش‌ساخته را پوشش نمی‌دهد
ACI CODE 440.11-22	طراحی بتن مسلح با میلگرد GFRP	گواهی انطباق مش نیست
ISO 10406-1:2025	روش‌های آزمون میلگرد FRP برای بتن	روش مناسب عضو؛ با تطبیق آزمایشگاه
آزمون گره شبکه	پروتکل اختصاصی مورد توافق	ضروری برای مش متقاطع

متن کامل استانداردها در این بسته تکثیر نشده است؛ کاربرد هر استاندارد طبق دامنه رسمی آن است. استاندارد میلگرد GFRP، گواهی انطباق برای مش پیش‌ساخته نیست.

NABAK COMPOSITE

MASTER DATASHEET

دیتاشیت مادر محصول

پارامتر	مبنای مرجع مهندسی	روش تأیید	وضعیت
چگالی ماده	1.95 g/cm³	توزین و اندازه‌گیری حجم واقعی	محاسبه نظری
مقاومت کششی طولی	900 MPa	آزمون کشش عضو و اعلام توزیع آماری	مقدار راهنما
مدول کششی طولی	45 GPa	آزمون کشش با اندازه‌گیری کرنش	مقدار راهنما
کرنش شکست برآوردی	2.0٪ (900/45000)	کرنش اندازه‌گیری‌شده در آزمون کشش	محاسبه نظری
درصد جرمی الیاف	حدود 70–80٪ (دامنه مطالعاتی)	آزمون مقدار الیاف	مقدار راهنما — مرجع عمومی؛ نه مشخصه ناباک
Tg رزین	—	DSC/DMA مطابق روش منتخب	اعلام نشده
مقاومت گره‌های شبکه	—	آزمون اختصاصی تقاطع در بارگذاری مشخص	اعلام نشده

کد پیشنهادی	قطر (mm)	چشمه (cm)	A هندسی (mm²)	As هر راستا (mm²/m)	وزن هندسی (kg/m²)	Fu فرضی عضو (kN)
NB-D4-05	4	5×5	12.57	251.3	0.980	11.31
NB-D4-10	4	10×10	12.57	125.7	0.490	11.31
NB-D4-15	4	15×15	12.57	83.8	0.327	11.31
NB-D4-20	4	20×20	12.57	62.8	0.245	11.31
NB-D6-05	6	5×5	28.27	565.5	2.205	25.45
NB-D6-10	6	10×10	28.27	282.7	1.103	25.45
NB-D6-15	6	15×15	28.27	188.5	0.735	25.45
NB-D6-20	6	20×20	28.27	141.4	0.551	25.45

تمام اعداد جز قطر و چشمه، **محاسبه نظری** هستند. مفروضات: فاصله چشمه مرکز تا مرکز، مقطع دایره‌ای توپر، چگالی ۱۹۵۰ kg/m³ و مقاومت کششی فرضی ۹۰۰ MPa. جرم گره‌ها و تغییرات مقطع لحاظ نشده است.



FIG 36 تولید و نگهداری رول مش

FAQ

پرسش‌های متداول مهندسی و خرید

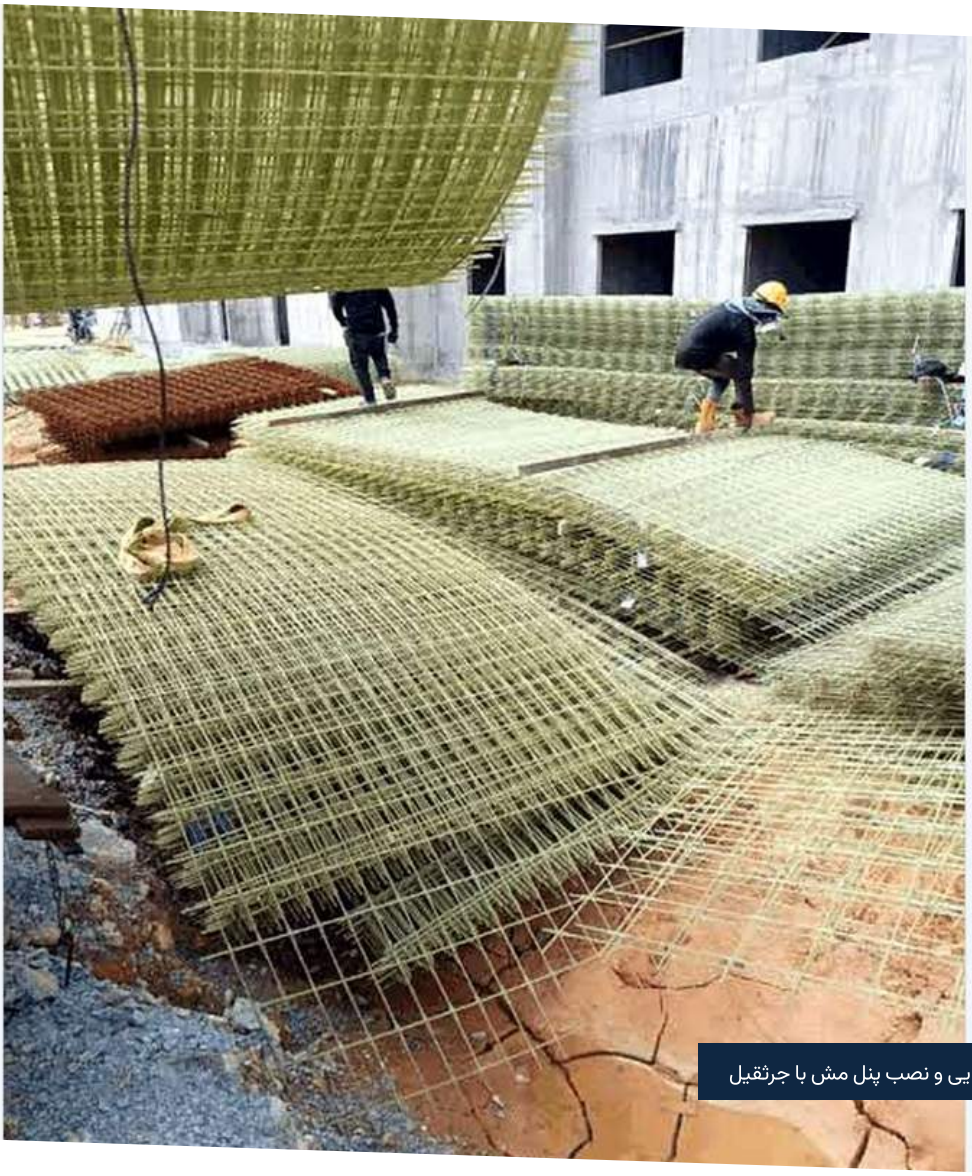


FIG 37 جابه‌جایی و نصب پنل مش با جرثقیل

آیا مش همان توری فایبرگلاس ملات است؟
خیر. اینجا شبکه میله‌ای تقویت بتن مطرح است.

آیا جایگزین یک‌به‌یک فولاد است؟
خیر. مدول، شکست، مهار و دوام باید مجدداً طراحی شوند.

وزن هر متر مربع دقیقاً چقدر است؟
جدول، وزن محاسباتی دارد؛ وزن واقعی از توزین پنل به دست می‌آید.

آیا شعاع خم مجاز دارد؟
نباید در کارگاه خم‌کاری شود؛ روش و محدودیت از سازنده اخذ شود.

آیا تمام ترکیب‌ها موجودند؟
ترکیب‌ها پیشنهادی‌اند؛ موجودی، ابعاد و شکل عرضه با فروش تأیید شود.

آیا کاتالوگ گواهی تأیید محصول است؟
خیر؛ گزارش آزمون معتبر باید مستقل صادر شود.

REFERENCES · STATUS

منابع و وضعیت انتشار



FIG 38 مش در عرشه پل پیش از بتن‌ریزی

مرجع	عنوان
ASTM D7957/D7957M-25	Standard Specification for Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Bars for Concrete Reinforcement
ACI CODE 440.11-22	Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with GFRP Bars
ISO 10406-1:2025	Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete — Test methods — Part 1: FRP bars and grids

وضعیت انتشار: ویرایش ۱٫۰ (آبان ۱۴۰۵). بخش‌های هندسه نظری و اصول عمومی قابل استفاده‌اند؛ برای اعلام مشخصات تضمینی ناباک، نتایج آزمون، تأیید کارخانه و بررسی مقررات محل پروژه لازم است.

منبع تصاویر: تصاویر این مجموعه از آرشیو ارسالی تهیه شده‌اند؛ عکس‌های پروژه‌های بیرونی صرفاً نمونه بصری کاربردند و ادعای اجرا توسط ناباک ندارند. بررسی مجوز نشر پیش از انتشار عمومی الزامی است.

ناباک کامپوزیت · NABAK COMPOSITE
دفتر مرکزی ۰۲۱-۴۸۸۱۲۱۲۴ · فروش ۰۹۱۲۳۹۶۳۰۷۸ (اقبالی)
www.nabakcomposite.com