NABAK COMPOSITE

نابک کامپوزیت

عرضه‌کننده محصولات کامپوزیتی FRP/GRP

TECHNICAL DATA SHEET

برگه اطلاعات فنی

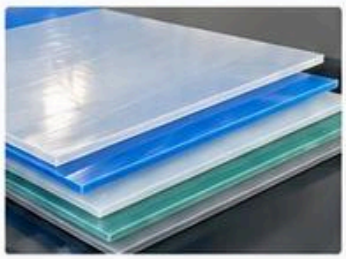
ورق فایبرگلاس صاف FRP

FRP / GRP FLAT SHEET

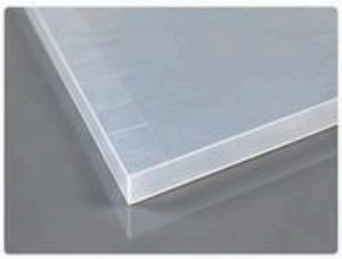


PRODUCT SERIES

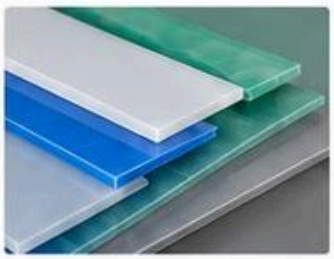
FRP/GRP FLAT SHEET



انواع و ابعاد



مشخصات فنی



رنگ‌ها و سطح



کاربردها

NBK-TDS-FLS-01 | **REV 1.0**

ورق فایبرگلاس صاف نباک کامپوزیت (FRP / GRP Flat Sheet) یک ورق کامپوزیتی GFRP تخت از الیاف شیشه و رزین پلی‌استر است؛ ورقی سبک، بدون منفذ، ضد آب، ضد خوردگی و ضربه‌پذیر که به‌صورت شفاف، شیری یا رنگی، رول یا برش‌خورده تولید می‌شود و در پوشش بهداشتی دیوار و سقف، سردخانه، بدنه کامیون یخچال‌دار، نورگیر و پارتیشن، و لاینینگ تجهیزات صنعتی به کار می‌رود.

ضخامت ورق	عرض رول یا ورق	وزن هر میلی‌متر ضخامت	عبور نور ورق شفاف
0.8 – 6 mm	≤ 3000 mm	≈ 1.45 kg/m²	≤ 86%

ورق فایبرگلاس صاف (ورق FRP تخت) چیست؟

ورق فایبرگلاس صاف که با نام‌های **ورق فایبرگلاس تخت**، **ورق FRP صاف**، **ورق کامپوزیتی صاف**، **ورق GFRP**، **ورق فایبرگلاس رول** و **پنل دیواری FRP** شناخته می‌شود، با فرایند لمینیت پیوسته روی خط تولید تخت ساخته می‌شود: مت یا روونگ خردشده الیاف شیشه بین دو فیلم حامل با رزین پلی‌استر آغشته شده، از غلتک‌های تنظیم ضخامت عبور می‌کند و در تونل حرارتی به‌صورت ورق یکنواخت پخت می‌شود. ورق‌های ضخیم‌تر کامپوزیتی با پرس گرم یا لایه‌گذاری دستی روی صفحه صیقلی تولید می‌شوند.

FRP نام عمومی پلیمرهای تقویت‌شده با الیاف است و GFRP (یا GRP) کامپوزیت FRP با الیاف شیشه است. ورق فایبرگلاس صاف بر اساس نوع رزین، رنگ‌دانه و لایه سطحی می‌تواند نیمه‌شفاف و نورگذر باشد یا کاملاً مات و رنگی، با سطح براق، مات یا آجدار؛ اما در همه حالت‌ها ساختاری یکپارچه، بدون منفذ و بدون نیاز به رنگ دارد.

انواع ورق فایبرگلاس صاف نباک کامپوزیت

ورق شفاف و شیری
ورق FRP صاف نورگذر برای نورگیر، پارتیشن، سقف کاذب نوری و گلخانه

پنل بهداشتی دیوار و سقف
ورق کامپوزیتی سفید مات یا آجدار برای آشپزخانه صنعتی، کشتارگاه و صنایع غذایی

ورق سردخانه و یخچال‌دار
ورق GFRP رویه ساندویچ پانل، بدنه کامیون و کانتینر یخچال‌دار

ورق ژل‌کوت رنگی
ورق فایبرگلاس صاف با ژل‌کوت براق هم‌رنگ برای نما، تابلو و قطعات تزئینی

ورق ضد شعله
ورق کامپوزیتی با رزین ضد شعله برای فضاهای عمومی و حمل‌ونقل

ورق صنعتی ضخیم
ورق FRP ۴ تا ۶ mm برای لاینینگ مخزن، پوشش کانال و قطعات سازه‌ای سبک

مزایای ورق فایبرگلاس صاف

- **بهداشتی و بدون منفذ:** سطح ورق FRP صاف آب، چربی و آلودگی جذب نمی‌کند و محل رشد کپک و باکتری نیست.
- **ضد آب و رطوبت:** ورق کامپوزیتی متورم، پوسیده یا ورقه نمی‌شود؛ مناسب محیط‌های همیشه مرطوب و شستشوی مداوم.
- **ضربه‌پذیر:** ورق فایبرگلاس برخلاف کاشی و سرامیک نمی‌شکند و ترک نمی‌خورد.
- **ضد خوردگی و شیمیایی:** ورق GFRP در برابر نمک، اسیدهای ملایم، شوینده‌ها و ضدعفونی‌کننده‌ها پایدار است.
- **سبک و انعطاف‌پذیر:** ورق فایبرگلاس صاف نازک به‌صورت رول حمل می‌شود و روی سطوح قوسی قابل نصب است.
- **نصب سریع و ارزان:** برش با کاتر یا اره، نصب با چسب و پرچ؛ بدون کاشی‌کاری، دوغاب و رنگ.

کدام ورق فایبرگلاس صاف؟ برای دیوار و سقف بهداشتی، ورق سفید مات یا آجدار ۱٫۲ تا ۲ mm؛ برای بدنه کامیون یخچال‌دار و رویه ساندویچ پانل، ورق براق ۱ تا ۱٫۵ mm؛ برای نورگیر و پارتیشن آزاد روی قاب، ورق شفاف یا شیری ۲٫۵ تا ۴ mm؛ و برای لاینینگ مخزن و قطعات صنعتی، ورق کامپوزیتی ۴ تا ۶ mm با رزین مقاوم شیمیایی انتخاب کنید.

جدول ضخامت، وزن و سفتی ورق فایبرگلاس صاف

جدول ۱ — مشخصات ورق FRP صاف بر اساس ضخامت (ρ = 1.45 g/cm³، E = 7 GPa)

ضخامت (mm)	وزن (kg/m²)	سفتی خمشی صفحه D (N·m)	عبور نور ورق بی‌رنگ	شکل عرضه	کاربرد پیشنهادی
۰٫۸	۱٫۱۶	۰٫۳۳	≈ ۸۶٪	رول	پوشش سقف کاذب، لاینینگ سبک
۱٫۰	۱٫۴۵	۰٫۶۴	≈ ۸۵٪	رول	رویه ساندویچ پانل، دیوار بهداشتی
۱٫۲	۱٫۷۴	۱٫۱۱	≈ ۸۴٪	رول / ورق	دیوار آشپزخانه صنعتی، سردخانه
۱٫۵	۲٫۱۷	۲٫۱۶	≈ ۸۲٪	رول / ورق	بدنه کامیون یخچال‌دار، کانتینر
۲٫۰	۲٫۹۰	۵٫۱۳	≈ ۷۸٪	رول / ورق	دیوار پرتردد، نورگیر قاب‌دار
۲٫۵	۳٫۶۲	۱۰٫۰	≈ ۷۵٪	ورق	کف کامیون سبک، پارتیشن
۳٫۰	۴٫۳۵	۱۷٫۳	≈ ۷۲٪	ورق	پارتیشن، نما، پوشش کانال
۴٫۰	۵٫۸۰	۴۱٫۰	≈ ۶۷٪	ورق	لاینینگ مخزن، قطعات صنعتی
۵٫۰	۷٫۲۵	۸۰٫۱	≈ ۶۱٪	ورق	کف و درپوش سبک
۶٫۰	۸٫۷۰	۱۳۸٫۵	≈ ۵۷٪	ورق	صفحات سازه‌ای سبک، عایق الکتریکی

سفتی صفحه با فرمول ۳ و عبور نور با فرمول ۲ (صفحه ۴) محاسبه شده است. سفتی با توان سوم ضخامت رشد می‌کند؛ ورق ۲ mm حدود ۸ برابر ورق ۱ mm سفت‌تر است.

ابعاد و شکل عرضه ورق کامپوزیتی صاف

جدول ۲ — ابعاد رایج ورق فایبرگلاس صاف

شکل عرضه	عرض (mm)	طول (mm)	ضخامت (mm)	تلرانس ضخامت
رول (Coil)	۱۲۰۰ / ۱۵۰۰ / ۲۰۰۰ / ۲۵۰۰ / ۳۰۰۰	۳۰ – ۱۰۰ متر در هر رول	۰٫۸ – ۲٫۰	±۱۰٪
ورق برش‌خورده استاندارد	۱۲۲۰	۲۴۴۰ / ۳۰۵۰	۰٫۸ – ۶٫۰	±۱۰٪
ورق سفارشی	تا ۳۰۰۰	به سفارش تا ۱۲ m	۱٫۰ – ۶٫۰	±۱۰٪

رنگ‌ها و انواع سطح ورق فایبرگلاس صاف

جدول ۳ — گزینه‌های رنگ و سطح ورق FRP صاف

سطح / رنگ	ویژگی	کاربرد پیشنهادی
براق صیقلی (Gloss)	سطح آینه‌ای، تمیزشوندگی بسیار آسان	دیوار بهداشتی، بدنه یخچال‌دار، نما
مات (Matte)	بدون انعکاس و خیرگی	سقف کاذب، پارتیشن، فضاهای اداری
آجدار پوست پرتقالی (Pebble / Embossed)	پنهان شدن خط و خش، استحکام سطحی بیشتر	آشپزخانه صنعتی، کشتارگاه، راهروهای پرتردد
سنگ‌دانه‌ای ضد لغزش	دانه کوارتز در رزین سطحی	کف کامیون، رمپ، سطوح خیس
بی‌رنگ، شیری، آبی، سبز	نیمه‌شفاف، نور پخش‌شده	نورگیر، پارتیشن نوری، گلخانه
سفید، کرم، طوسی و رنگ‌های سفارشی	مات و غیرشفاف، ژل‌کوت رنگی	دیوار و سقف بهداشتی، نما، تابلو

پروفیل‌ها و متعلقات نصب ورق FRP صاف

جدول ۴ — متعلقات رایج نصب ورق فایبرگلاس صاف

قطعه	جنس	کاربرد
پروفیل اتصال H (Division Bar)	PVC یا کامپوزیت هم‌رنگ	اتصال دو ورق در درز عمودی با فضای انبساط
پروفیل گوشه داخلی و خارجی	PVC یا کامپوزیت	پوشش کنج دیوار و سقف و ستون‌ها
پروفیل انتهایی (End Cap / J)	PVC یا آلومینیوم	پوشش لبه آزاد ورق کنار در، پنجره و کف
پرچ پلاستیکی دو تکه	نایلون هم‌رنگ	تثبیت ورق کامپوزیتی روی بستر بدون زنگ‌زدگی
چسب نصب	چسب پلی‌یورتان یا مخصوص FRP	چسباندن کامل ورق روی گچ، بتن، تخته یا ورق فلزی
سیلیکون بهداشتی	سیلیکون ضد قارچ	آب‌بندی درزهای محیطی و اتصال به کف

خواص مکانیکی و فیزیکی ورق کامپوزیتی صاف

جدول ۵ — خواص مرجع ورق فایبرگلاس صاف GFRP

خاصیت	استاندارد آزمون	واحد	مقدار رایج
درصد وزنی الیاف شیشه	ASTM D2584	%	۲۵ – ۳۵
چگالی	ASTM D792	g/cm³	۱٫۴ – ۱٫۵
استحکام کششی	ASTM D638	MPa	۸۰ – ۱۲۰
استحکام خمشی	ASTM D790	MPa	۱۳۰ – ۲۰۰
مدول خمشی	ASTM D790	GPa	۶ – ۸
ضریب پواسون	—	—	≈ ۰٫۳
مقاومت ضربه ایزود (بدون شکاف)	ASTM D256	kJ/m²	۴۰ – ۸۰
سختی بارکول	ASTM D2583	—	۳۵ – ۵۰
جذب آب ۲۴ ساعته	ASTM D570	%	≤ ۰٫۳
ضریب انبساط حرارتی	ASTM D696	10^{-6} / °C	۲۵ – ۳۵
رسانایی حرارتی	—	W/m·K	۰٫۱۸ – ۰٫۲۵
استقامت دی‌الکتریک	ASTM D149	kV/mm	۱۰ – ۱۵
گسترش شعله (گرید ضد شعله)	ASTM E84	—	کلاس A تا C بسته به گرید

مقایسه ورق فایبرگلاس صاف با پوشش‌های دیگر دیوار

جدول ۶ — ورق FRP صاف در برابر کاشی، پنل PVC و ورق استیل

ویژگی	ورق فایبرگلاس صاف	کاشی و سرامیک	پنل PVC	ورق استیل
درز و بندکشی	بسیار کم	زیاد (محل آلودگی)	کم	کم
مقاومت ضربه	عالی	شکننده	متوسط	خوب (فرورفتگی)
پایداری در گرما	تا ≈ ۹۰ °C	عالی	تا ≈ ۶۰ °C	عالی
مقاومت در نمک و شوینده	عالی	خوب	خوب	متوسط (کلر)
وزن (kg/m²)	۱٫۵ – ۳	۱۵ – ۲۵	۲ – ۴	۶ – ۱۰
هزینه و سرعت نصب	کم و سریع	زیاد و کند	کم و سریع	زیاد

استانداردهای مرجع ورق فایبرگلاس صاف

جدول ۷ — استانداردهای رایج ورق کامپوزیتی صاف

استاندارد	موضوع	کاربرد برای ورق GFRP صاف
ASTM D5319	پنل‌های دیوار و سقف پلی‌استر تقویت‌شده با الیاف شیشه	الزامات ابعادی، مکانیکی و سطحی پنل بهداشتی FRP
ASTM E84 / EN 13501-1	رفتار در برابر آتش	کلاس گسترش شعله و دود ورق فایبرگلاس
ASTM D1003	عبور نور و کدری	عبور نور ورق FRP شفاف و شیری
ISO 4892 / ASTM G154	هوازدگی و پیرسازی UV	دوام رنگ و سطح ورق فایبرگلاس در فضای باز

مقادیر جداول ۵ و ۶ محدوده‌های مرجع رایج صنعت کامپوزیت FRP و GFRP هستند و نتایج آزمایشگاهی اختصاصی نابک کامپوزیت نیستند.

فرمول‌های وزن، نور و سفتی ورق کامپوزیتی صاف

۱. وزن سطحی ورق فایبرگلاس صاف

$$w = \rho \cdot t \quad [\mathrm{kg/m^2}]$$

ρ بر حسب g/cm³ و t بر حسب mm. ورق ۱٫۵ mm: 1.45 × 1.5 ≈ 2.17 kg/m²

۲. عبور نور بر حسب ضخامت (بیر-لامبرت)

$$\tau = (1 - R)^2 \cdot e^{-\mu\, t}$$

R ≈ 0.04 بازتاب هر سطح، μ ≈ 0.081 /mm برای ورق FRP بی‌رنگ. t = 3 mm → τ ≈ 0.92 × $e^{-0.243}$ ≈ 72٪

۳. سفتی خمشی صفحه ورق فایبرگلاس

$$D = \frac{E \cdot t^3}{12\,(1 - \nu^2)}$$

E ≈ 7 GPa، ν ≈ 0.3. ورق ۳ mm: D = 7000 × 27 / (12 × 0.91) ≈ 17 300 N·mm = 17.3 N·m

۴. خیز و تنش صفحه مستطیلی با تکیه‌گاه ساده تحت فشار یکنواخت

$$w_{max} = \alpha \cdot \frac{q\, b^4}{D} \quad , \quad \sigma_{max} = \beta \cdot \frac{q\, b^2}{t^2}$$

b ضلع کوچک‌تر، a ضلع بزرگ‌تر (نظریه صفحات کیرشهف-تیموشنکو، ν = 0.3):

نسبت a/b	۱٫۰	۱٫۵	۲٫۰	∞
α	۰٫۰۰۴۰۶	۰٫۰۰۷۷۲	۰٫۰۱۰۱۳	۰٫۰۱۳۰۲
β	۰٫۲۸۷	۰٫۴۸۷	۰٫۶۱۰	۰٫۷۵۰

مثال — ورق فایبرگلاس صاف ۳ mm روی قاب مربعی ۴۰۰×۴۰۰، فشار باد ۰٫۵ kPa:

$w = 0.00406 \times 0.0005 \times 400^4 / 17\,300 \approx 3.0\ \mathrm{mm} \le b/100 = 4\ \mathrm{mm}$ ✓

$\sigma = 0.287 \times 0.0005 \times 400^2 / 3^2 \approx 2.6\ \mathrm{MPa} \ll \sigma_u$

اگر خیز از حدود نصف ضخامت بیشتر شود، ورق رفتار غشایی پیدا می‌کند و فرمول خطی محافظه‌کارانه است.

حداکثر فاصله تکیه‌گاه ورق FRP صاف

جدول ۸ — حداکثر ابعاد قاب مربعی (mm) برای خیز b/100 و تنش ≥ ۴۰ MPa (روش خطی، محافظه‌کارانه)

ضخامت (mm)	۱٫۰	۱٫۵	۲٫۰	۲٫۵	۳٫۰	۴٫۰	۵٫۰	۶٫۰
فشار ۰٫۵ kPa	۱۴۰	۲۲۰	۲۹۰	۳۶۰	۴۴۰	۵۸۰	۷۳۰	۸۸۰
فشار ۱٫۰ kPa	۱۱۰	۱۷۰	۲۳۰	۲۹۰	۳۴۰	۴۶۰	۵۸۰	۶۹۰

ورق‌های فایبرگلاس صاف نازک (۰٫۸ تا ۲ mm) برای پوشش دیوار و سقف روی بستر پیوسته چسبانده می‌شوند و این جدول برای آن‌ها کاربرد ندارد. برای نورگیر و پارتیشن آزاد، ورق ضخیم‌تر یا قاب با فاصله کمتر انتخاب کنید.

۵. ضخامت لازم برای خیز مجاز

$$t_{req} = \left(\frac{12\,(1 - \nu^2) \cdot \alpha \cdot q \cdot b^4}{E \cdot w_{lim}} \right)^{1/3}$$

پارتیشن نوری با قاب ۶۰۰×۶۰۰، فشار ۰٫۵ kPa و w_{lim} = b/100 = 6 mm: t_{req} ≈ 4.1 mm → ورق فایبرگلاس صاف ۵ mm، یا ورق ۴ mm با قاب حداکثر ۵۸۰ mm (جدول ۸)

فرمول‌های اجرایی ورق فایبرگلاس صاف

۶. درز انبساط بین ورق‌ها

$$g \geq \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

ورق ۳۰۵۰ mm با درز ۳ mm؛ $\alpha = 30\times10^{-6}$، $\Delta T = 30\ °C \rightarrow g \geq 2.7$ mm
پروفیل اتصال H

۷. حداقل شعاع خم سرد ورق

$$R_{min} = \frac{t}{2\,\varepsilon_a}$$

کرنش مجاز $\varepsilon_a \approx 0.5\% \rightarrow R_{min} \approx 100\ t$. ورق ۱٫۵ mm: ۱۵۰ mm؛ ورق ۳ mm: ۳۰۰ mm

۸. طول ورق در یک رول

$$L = \frac{M}{\rho \cdot t \cdot W}$$

رول ۱۰۴ kg، $t = 1.2$ mm، $W = 1.2$ m: $L = 104 / (1.45 \times 1.2 \times 1.2) \approx 50$ m

۹. مصرف چسب نصب

$$m_a = A \cdot c \cdot (1 + s)$$

$c \approx 0.3 – 0.5$ kg/m²، $s \approx 0.10$ پرت. دیوار ۱۰۰ m² با $c = 0.35$: $m_a \approx 38.5$ kg

۱۰. تعداد پرچ یا پیچ در هر ورق

$$N \approx \frac{P}{s_p} + \frac{A}{s_f^2}$$

ورق ۲۴۴۰×۱۲۲۰، لبه هر ۲۰۰ mm و میانه هر ۴۰۰ mm: $7.32/0.2 + 2.98/0.16 \approx 37 + 19 = 56$

۱۱. متراژ و تعداد ورق برای یک دیوار

$$n = \left\lceil \frac{A_{wall} \cdot (1 + s)}{A_{sheet}} \right\rceil$$

دیوار ۸۰ m²، پرت ۸٪، ورق ۲٫۹۸ m²: $n = \lceil 86.4 / 2.98 \rceil = 30$ ورق

راهنمای نصب ورق فایبرگلاس صاف

۱ آماده‌سازی بستر: سطح دیوار یا سقف باید صاف، خشک، تمیز و بدون گرد و چربی باشد؛ بستر ناهموار را با تخته یا گچ تراز کنید.

۲ اندازه‌گیری و برش: ورق FRP صاف را با کاتر صنعتی، اره دیسکی تیغه ریز یا قیچی ورق ببرید و لبه را سمباده بزنید.

۳ سوراخ‌کاری: سوراخ پرچ را ۱ تا ۲ mm بزرگ‌تر از قطر پرچ ایجاد کنید تا ورق کامپوزیتی آزادانه منبسط شود.

۴ چسب‌زنی: چسب مخصوص را با کاردک دندانه‌دار روی پشت ورق فایبرگلاس بکشید و ورق را با غلتک روی بستر فشار دهید.

۵ پرچ و پروفیل: ورق را با پرچ پلاستیکی تثبیت کنید و درزها را با پروفیل H، گوشه داخلی و خارجی بپوشانید.

۶ آب‌بندی و تمیزکاری: درزهای محیطی را با سیلیکون بهداشتی آب‌بندی و سطح را با آب و شوینده ملایم تمیز کنید.

کاربردهای ورق فایبرگلاس صاف

دیوار و سقف بهداشتی آشپزخانه‌های صنعتی، کشتارگاه‌ها، کارخانه‌های لبنی و غذایی و آزمایشگاه‌ها؛ رویه ساندویچ پانل سردخانه و بدنه کامیون و کانتینر یخچال‌دار؛ نورگیر، پارتیشن نوری و سقف کاذب؛ لاینینگ مخازن، کانال‌ها و تجهیزات صنعتی؛ نما، تابلو و قطعات تزئینی. در همه این کاربردها، ورق فایبرگلاس صاف و ورق کامپوزیتی GFRP نابک کامپوزیت جایگزین سبک، بهداشتی و ماندگار کاشی، ورق فلزی و پنل PVC است.

استعلام قیمت ورق فایبرگلاس صاف: ضخامت، شفاف یا مات، رنگ، نوع سطح (براق، مات، آجدار)، رول یا ورق، ابعاد، متراژ و کاربرد را اعلام کنید.
نابک سازه گستر | nabakcomposite.com | 021 4881 2124 | موبایل 0912 396 3078 | اینستاگرام @nabak.composite

سلب مسئولیت: اطلاعات این برگه فنی بر پایه داده‌های عمومی و رایج صنعت کامپوزیت FRP و GFRP تهیه شده و جنبه راهنما دارد. نابک کامپوزیت حق اصلاح مشخصات فنی ورق فایبرگلاس صاف را بدون اطلاع قبلی محفوظ می‌دارد.