TECHNICAL DATA SHEET

برگه اطلاعات فنی

ورق فایبرگلاس ذوزنقه‌ای FRP

FRP / GRP TRAPEZOIDAL SHEET

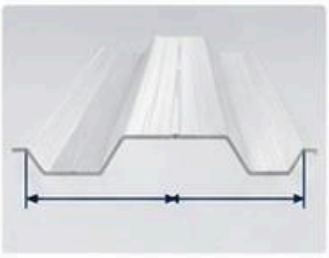


PRODUCT SERIES

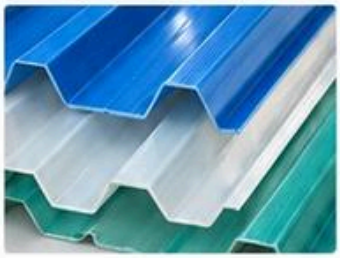
FRP/GRP TRAPEZOIDAL SHEET



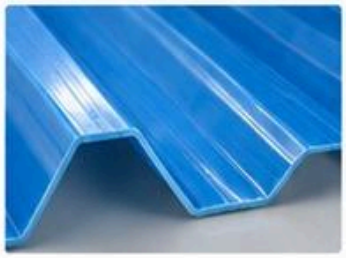
کاربردها



پروفیل و جزئیات



انواع و ابعاد



مشخصات فنی

NABAK COMPOSITE | nabakcomposite.com | 021 4881 2124 | nabak.composite | نابک سازه گستر

ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای ناباک کامپوزیت (FRP / GRP Trapezoidal Sheet) یک ورق کامپوزیتی GFRP نیمه‌شفاف با پروفیل ترک‌دار است که دقیقاً هم‌اندازه ورق‌های فلزی ذوزنقه‌ای سوله تولید می‌شود؛ نورگیر سقف و دیوار سوله‌های صنعتی، انبارها، کارخانه‌ها و سالن‌های ورزشی که نور روز را بدون خیرگی وارد فضا کرده و در کنار ورق گالوانیزه یا رنگی، سقفی یکپارچه و ضد خوردگی می‌سازد.

3 – 8	20 – 45 mm	≤ 1450 mm	U ≈ 3.0
ترک در هر متر عرض	ارتفاع ترک	فاصله لاپه	نورگیر دوجداره (W/m²K)

ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای (ورق FRP ذوزنقه‌ای) چیست؟

ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای که با نام‌های **ورق ذوزنقه‌ای فایبرگلاس**، **ورق FRP ذوزنقه‌ای**، **ورق کامپوزیتی ذوزنقه‌ای**، **نورگیر ذوزنقه‌ای**، **نورگیر سوله** و **ورق فایبرگلاس ترک‌دار** شناخته می‌شود، از مت الیاف شیشه و رزین پلی‌استر غیراشباع با روش لمینیت پیوسته ساخته می‌شود و در قالب‌های شکل‌دهی، به پروفیلی با تاج‌های تخت (ترک)، جان‌های شیب‌دار و کف‌های پهن پخت می‌شود. FRP نام عمومی پلیمرهای تقویت‌شده با الیاف است و GFRP (یا GRP) کامپوزیت FRP با الیاف شیشه است.

تفاوت اصلی ورق فایبرگلاس ذوزنقه‌ای با ورق فایبرگلاس موجدار، **هندسه ترک‌دار** آن است: جان‌های بلند و تاج‌های تخت، ممان اینرسی را در وزن برابر افزایش داده و اجازه فاصله لاپه بیشتر را می‌دهند. مهم‌تر از آن، ورق ذوزنقه‌ای GFRP هم‌پروفیل ورق فلزی سقف است و در هم‌پوشانی کناری بدون درز و نشتی روی آن قرار می‌گیرد؛ به همین دلیل نورگیر استاندارد سوله‌های فلزی است.

ساختار لایه‌ای ورق کامپوزیتی ذوزنقه‌ای

لایه محافظ UV بیرونی	لمینیت GFRP	لایه صاف داخلی	جداره دوم (اختیاری)
فیلم یا ژل‌کوت پایدارکننده UV که از زردی، کدری و بیرون زدن الیاف جلوگیری می‌کند.	مت الیاف شیشه ۲۵ تا ۳۵ درصد وزنی در رزین پلی‌استر؛ عضو باربر و پخش‌کننده نور.	سطح صاف و براق داخلی برای تمیز ماندن و انعکاس بهتر نور در فضا.	ورق دوم با فاصله‌انداز برای نورگیر دوجداره عایق و جلوگیری از میعان.

مزایای ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

- **هم‌پروفیل ورق فلزی:** نوار نورگیر یکپارچه با ورق گالوانیزه، رنگی یا ساندویچ پانل؛ بدون تغییر در اسکلت سوله.
- **سفتی بالا:** ترک‌های بلند، ورق FRP ذوزنقه‌ای را در فاصله لاپه‌های رایج سوله (۱ تا ۱/۴ متر) پایدار نگه می‌دارد.
- **نور روز پخش‌شده:** کاهش مصرف برق روشنایی سوله در طول روز، بدون سایه تند و خیرگی.
- **ضد خوردگی:** ورق کامپوزیتی در بخارات شیمیایی، آمونیاک، رطوبت و نمک زنگ نمی‌زند؛ برخلاف ورق فلزی کنار آن.
- **انبساط کم:** ضریب انبساط حرارتی حدود نصف پلی‌کربنات؛ هم‌خوانی بهتر با ورق فولادی و پیچ‌ها.
- **نسخه دوجداره عایق:** نورگیر ذوزنقه‌ای دوجداره با U ≈ 3 W/m²K برای سوله‌های گرم‌شده.

کاربردهای ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

نورگیر سقف سوله صنعتی	انبار و مراکز لجستیک	سوله با ساندویچ پانل
نوارهای نورگیر FRP بین ورق‌های گالوانیزه و رنگی	کاهش برق روشنایی روز با نورگیر ذوزنقه‌ای GFRP	نورگیر ذوزنقه‌ای دوجداره هم‌پروفیل رویه ساندویچ پانل
کارخانه‌های شیمیایی و کود	**مرغداری و دامداری صنعتی**	**سالن ورزشی و نمای صنعتی**
ورق کامپوزیتی ذوزنقه‌ای مقاوم در بخارات خورنده	نورگیر سقف مقاوم در برابر آمونیاک و رطوبت	نوار نورگیر دیواری با ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

پروفیل‌های ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

جدول ۱ — هندسه پروفیل‌های رایج ورق FRP ذوزنقه‌ای (عرض مفید ۱۰۰۰ mm)

کد پروفیل	گام ترک p (mm)	ارتفاع ترک h (mm)	عرض تاج (mm)	عرض کف (mm)	ترک در عرض مفید	ضریب طول گسترده k	کاربرد
NBK-T20/125	۱۲۵	۲۰	۳۰	۶۵	۸	۱٫۱۶	دیوار سوله، سایبان
NBK-T35/200	۲۰۰	۳۵	۴۰	۱۱۰	۵	۱٫۱۸	نورگیر سقف سوله استاندارد
NBK-T40/250	۲۵۰	۴۰	۵۰	۱۴۰	۴	۱٫۱۶	سقف صنعتی، انبار
NBK-T45/333	۳۳۳	۴۵	۶۰	۲۱۳	۳	۱٫۱۵	سقف با لاپه بلند، ساندویچ پانل

کد پروفیل‌ها پیشنهادی است. ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای همیشه بر اساس پروفیل ورق فلزی پروژه (گام، ارتفاع، عرض تاج و کف و تعداد ترک) تولید می‌شود؛ برای سفارش، نمونه یا نقشه مقطع ورق فلزی را ارسال کنید. ضریب k با فرمول ۲ (صفحه ۴) محاسبه شده است.

ضخامت و وزن ورق کامپوزیتی ذوزنقه‌ای

جدول ۲ — وزن سطحی ورق GFRP ذوزنقه‌ای بر اساس ضخامت (ρ = 1.45 g/cm³)

ضخامت (mm)	وزن ورق تخت (g/m²)	T20/125 (kg/m²)	T35/200 (kg/m²)	T40/250 (kg/m²)	T45/333 (kg/m²)
۱٫۰	۱۴۵۰	۱٫۶۸	۱٫۷۱	۱٫۶۸	۱٫۶۶
۱٫۲	۱۷۴۰	۲٫۰۲	۲٫۰۵	۲٫۰۲	۱٫۹۹
۱٫۵	۲۱۷۵	۲٫۵۲	۲٫۵۷	۲٫۵۲	۲٫۴۹
۲٫۰	۲۹۰۰	۳٫۳۶	۳٫۴۲	۳٫۳۶	۳٫۳۲

طول ورق فایبرگلاس ذوزنقه‌ای به سفارش و تا ۱۲ متر یکسره تولید می‌شود. برای سقف‌هایی که احتمال تردد دارند، ورق سنگین‌تر (≥ ۲٫۴ kg/m²) و ارزیابی شکنندگی سقف (روش ACR[M]001) توصیه می‌شود.

انواع نورگیر ذوزنقه‌ای و رنگ

جدول ۳ — گزینه‌های ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای (ضخامت ۱٫۲ mm هر جداره)

نوع	عبور نور مرئی	ضریب U (W/m²K)	کاربرد پیشنهادی
تک‌جداره بی‌رنگ	۷۵ – ۸۵٪	≈ ۶٫۹	انبار و سوله گرم‌نشده، سایبان
تک‌جداره شیری (Opal)	۵۰ – ۶۵٪	≈ ۶٫۹	سالن تولید با نور نرم، کاهش گرمای تابشی
تک‌جداره رنگی (آبی، سبز)	۳۵ – ۶۰٪	≈ ۶٫۹	هماهنگی با رنگ ورق فلزی، سایبان
دوجداره با فاصله‌انداز	۶۰ – ۷۰٪	≈ ۳٫۰	سوله گرم‌شده، همراه ساندویچ پانل
سه‌جداره	۴۵ – ۵۵٪	≈ ۱٫۹	سردخانه، سالن‌های با الزام انرژی

ورق فایبرگلاس ذوزنقه‌ای در رنگ‌های **بی‌رنگ، شیری، آبی و سبز** و رنگ‌های سفارشی هم‌رنگ ورق فلزی عرضه می‌شود. ضریب U با فرمول ۶ (صفحه ۵) محاسبه شده است.

سفارش هم‌پروفیل: کوچک‌ترین اختلاف در گام یا ارتفاع ترک باعث نشتی در هم‌پوشانی کناری می‌شود. برای سفارش ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای، یک قطعه ۳۰ سانتی ورق فلزی پروژه یا نقشه دقیق مقطع آن (گام، ارتفاع، عرض تاج و کف، تعداد ترک و نوع لبه هم‌پوشان) را ارسال کنید تا قالب نورگیر سوله دقیقاً هم‌اندازه تنظیم شود.

خواص مکانیکی و فیزیکی ورق FRP ذوزنقه‌ای

جدول ۴ — خواص مرجع لمینیت GFRP در ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

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	۷۰ – ۱۱۰
استحکام خمشی	ASTM D790	MPa	۱۲۰ – ۱۸۰
مدول خمشی	ASTM D790	GPa	۵ – ۷
ضریب انبساط حرارتی	ASTM D696	$C°/10^{-6}$	۲۵ – ۳۵
رسانایی حرارتی	—	W/m·K	۰٫۱۸ – ۰٫۲۵
ضریب انتقال انرژی خورشیدی g (بی‌رنگ / شیری)	EN 410	—	۰٫۷۵ – ۰٫۸۰ / ۰٫۵۵ – ۰٫۶۵
محدوده دمای کاری	—	C°	-۴۰ تا +۹۰

ضریب g نسبت کل انرژی خورشیدی عبوری از ورق است (ضریب گرمای خورشیدی). مقادیر محدوده‌های مرجع رایج صنعت کامپوزیت FRP و GFRP هستند و نتایج آزمایشگاهی اختصاصی ناباک کامپوزیت نیستند.

مقایسه نورگیر فایبرگلاس ذوزنقه ای با گزینه‌های دیگر

جدول ۵ — ورق FRP ذوزنقه‌ای در برابر پلی‌کربنات ذوزنقه‌ای و ورق فلزی سوله

ویژگی	ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای	پلی‌کربنات ذوزنقه‌ای	ورق فولادی گالوانیزه
عبور نور	۵۰ – ۸۵٪، پخش‌شده	تا ۹۰٪، شفاف و مستقیم	صفر
ضریب انبساط ($C°/10^{-6}$)	۲۵ – ۳۵	۶۵ – ۷۰	۱۲
جابه‌جایی نسبی با ورق فولادی در ۶ m و ΔT = 50 °C	≈ ۴ – ۷ mm	≈ ۱۶ – ۱۷ mm	—
مقاومت در بخارات شیمیایی و آمونیاک	عالی	ضعیف	خوردگی
پایداری در گرمای بالای سقف	خوب (تا ≈ ۹۰ °C)	خوب	عالی
هم‌خوانی پروفیل با ورق فلزی	کامل (به سفارش)	پروفیل‌های محدود	—

استانداردهای مرجع ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

جدول ۶ — استانداردها و آزمون‌های رایج نورگیر کامپوزیتی سقف

موضوع	استاندارد مرجع	اهمیت برای ورق GFRP ذوزنقه‌ای
ورق‌های نورگیر پروفیل‌دار تک‌جداره	EN 1013	الزامات ابعادی، مکانیکی، نوری و دوام ورق FRP
نورگیر سقف با پروفیل ورق فلزی	EN 14963	نورگیرهای پیوسته و هم‌خوانی با پوشش سقف
ورق پلی‌استر تقویت‌شده با الیاف شیشه	ASTM D3841	طبقه‌بندی عبور نور، هوازدگی و آتش
رفتار سقف در برابر آتش خارجی	EN 13501-5 / BS 476-3	کلاس B_{roof} برای گرید ضد شعله
شکنندگی سقف	ACR[M]001	ارزیابی ایمنی در برابر سقوط از روی نورگیر

ذوزنقه‌ای یا موج‌دار؟ اگر سقف سوله با ورق فلزی ذوزنقه‌ای یا ساندویچ پانل پوشیده شده، نورگیر باید ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای هم‌پروفیل باشد. ورق فایبرگلاس موج‌دار برای سقف‌های با ورق موجی، گلخانه‌ها و سایبان‌ها مناسب‌تر است. ورق ذوزنقه‌ای در وزن برابر سفتی بیشتر و فاصله لاپه بلندتری دارد.

فرمول‌های مقطع جدار نازک ورق ذوزنقه‌ای

۱. عرض افقی جان شیب‌دار

$$w = \frac{p - a - b}{2} \quad , \quad l_w = \sqrt{(w^2 + h^2)}$$

a عرض تاج، b عرض کف. T35/200: w = (200 - 40 - 110)/2 = 25 mm و $l_w \approx 43$ mm

۲. ضریب طول گسترده پروفیل ترک‌دار

$$k = \frac{a + b + 2\, l_w}{p}$$

T35/200: (40 + 110 + 2 × 43.0) / 200 ≈ 1.18؛ وزن سطحی $w_s = \rho \cdot t \cdot$ k

۳. ممان اینرسی مقطع جدار نازک (روش اجزای خطی)

$$\bar{y} = \frac{\Sigma\, l_i\, y_i}{\Sigma\, l_i} \quad , \quad I = \Sigma\, t\, l_i \left(\frac{\Delta y_i^2}{12} + (y_i - \bar{y})^2 \right) , \quad I_w = I \cdot \frac{1000}{p}$$

l_i طول هر جزء (تاج، جان، کف)، y_i ارتفاع مرکز آن، Δy_i اختلاف ارتفاع دو سر جزء. T35/200 با t = 1.2: $I_w \approx 2.90 \times 10^5$ mm⁴/m. در کف‌های پهن، کمانش موضعی عرض مؤثر را کاهش می‌دهد؛ جدول ۷ با حد تنش محافظه‌کارانه این اثر را پوشش می‌دهد.

۴. خیز ورق بین لاپه‌ها

$$\delta = \frac{5\, q\, L^4}{384\, E\, I_w} \le \frac{L}{150}$$

q بار برف یا مکش باد (N/mm در یک متر عرض)، E ≈ 6 GPa

۵. تنش خمشی در تاج یا کف

$$\sigma = \frac{q\, L^2 \cdot c}{8\, I_w} \le \frac{\sigma_u}{3}$$

c = max(ȳ, h - ȳ) فاصله دورترین تار، $\sigma_u \approx 130$ MPa

جدول فاصله لاپه ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

جدول ۷ — حداکثر فاصله لاپه (mm) روی دو تکیه‌گاه، حد خیز L/150 و تنش $\sigma_u/3$

پروفیل / ضخامت	بار ۰٫۷۵ kPa	بار ۱٫۰ kPa	بار ۱٫۵ kPa
T20/125 — ۱٫۲ mm	۷۴۰	۶۷۰	۵۸۰
T20/125 — ۱٫۵ mm	۷۹۰	۷۲۰	۶۳۰
T35/200 — ۱٫۲ mm	۱۰۵۰	۹۶۰	۸۴۰
T35/200 — ۱٫۵ mm	۱۱۴۰	۱۰۳۰	۹۰۰
T40/250 — ۱٫۵ mm	۱۲۴۰	۱۱۲۰	۹۸۰
T45/333 — ۱٫۵ mm	۱۳۲۰	۱۲۰۰	۱۰۴۰
T45/333 — ۲٫۰ mm	۱۴۵۰	۱۳۲۰	۱۱۵۰

محاسبه با فرمول‌های ۳ تا ۵ و E = 6 GPa. جدول مثال محاسباتی است؛ ورق یکسره روی چند لاپه دهانه بیشتری مجاز دارد، و در مناطق برف‌گیر، بار برف مبحث ششم مقررات ملی ساختمان ملاک انتخاب ستون جدول است. اگر فاصله لاپه سوله از جدول بیشتر است، ضخامت بیشتر یا لاپه کمکی زیر نوار نورگیر پیشنهاد می‌شود.

مثال کامل — نورگیر T35/200 با ضخامت ۱٫۲ mm روی لاپه‌های ۱۰۰۰ mm و بار ۱ kPa:

$I_w \approx 2.90 \times 10^5$ mm⁴/m ; q = 1.0 N/mm (per m width)

$\delta = 5 \times 1.0 \times 1000^4 / (384 \times 6000 \times 2.90 \times 10^5) \approx 7.5$ mm ≤ L/150 = 6.7 mm ✗

→ L = 960 mm: $\delta \approx 6.35$ mm ≤ L/150 = 6.4 mm ✓ (matches Table 7)

در این حالت یا ضخامت ۱٫۵ mm (لاپه تا ۱۰۳۰ mm) انتخاب می‌شود یا فاصله لاپه زیر نوار نورگیر کمی کاهش می‌یابد.

فرمول‌های حرارتی و کنترل میعان نورگیر سوله

۶. ضریب انتقال حرارت نورگیر

$$U = \frac{1}{R_{si} + \Sigma\, t_i/\lambda + \Sigma\, R_{air} + R_{se}}$$

R_{si} = 0.10، R_{se} = 0.04، λ ≈ 0.20، R_{air} ≈ 0.18 m²K/W؛ تک‌جداره ≈ 6.9؛ دوجداره ≈ 3.0؛ سه‌جداره ≈ 1.9 W/m²K

۷. دمای سطح داخلی ورق

$$T_{si} = T_i - U \cdot R_{si} \cdot (T_i - T_o)$$

T_i = 20 °C، T_o = 0 °C: تک‌جداره T_{si} ≈ 6.3 °C؛ دوجداره ≈ 14.0 °C؛ سه‌جداره ≈ 16.1 °C

۸. نقطه شبنم هوای داخل (رابطه مگنوس)

$$\gamma = \ln(RH/100) + \frac{17.27\,T}{237.7 + T}, \quad T_d = \frac{237.7\,\gamma}{17.27 - \gamma}$$

۲۰ °C و رطوبت ۶۰٪ → T_d ≈ 12.0 °C. چون T_{si} تک‌جداره (۶٫۳) کمتر از T_d است، میعان رخ می‌دهد؛ دوجداره (۱۴٫۰) بدون میعان.

۹. اتلاف حرارت از نوار نورگیر

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

۱۰۰ m² نورگیر، ΔT = 20 °C: تک‌جداره ≈ 13.7 kW؛ دوجداره ≈ 6.0 kW؛ صرفه‌جویی ≈ ۵۶٪ با نورگیر ذوزنقه‌ای دوجداره

۱۰. ضریب نور روز سوله

$$DF = \frac{E_{in}}{E_{out}} \times 100 \approx \tau \cdot \frac{A_s}{A_f} \cdot \eta \times 100$$

هدف رایج DF = ۲ تا ۵٪. η = 0.6، τ = 0.70، نورگیر ۸٪ سقف → DF ≈ 3.4٪

۱۱. جابه‌جایی نسبی نورگیر و ورق فولادی

$$\Delta L_{\text{rel}} = (\alpha_{FRP} - \alpha_{st}) \cdot L \cdot \Delta T$$

α_{FRP} = 30×10⁻⁶، α_{st} = 12×10⁻⁶، ΔT = 50 °C، L = ۶ m → ≈ 5.4 mm؛ سوراخ پیچ ۳ تا ۴ mm بزرگ‌تر از قطر پیچ

جزئیات نصب ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای

۱ جانمایی نوار نورگیر: ورق‌های FRP را در نوارهای منظم بین ورق‌های فلزی قرار دهید؛ نورگیر از لبه بام و تاج سقف دست‌کم یک لاپه فاصله داشته باشد.

۲ هم‌پوشانی کناری: ورق فایبرگلاس روی ورق فلزی پایین‌دست و زیر ورق فلزی بالادست، با یک ترک کامل هم‌پوشانی و نوار بوتیل نصب شود.

۳ هم‌پوشانی طولی: در شیب ≤ ۱۰°، هم‌پوشانی ۱۵۰ mm و در شیب ۵ تا ۱۰ درجه، ۲۵۰ mm با دو ردیف نوار آب‌بند.

۴ پیچ‌کاری: در سقف روی تاج ترک با پیچ خودکار، واشر فلزی-EPDM و بوش فاصله‌انداز تا ترک له نشود؛ در دیوار در کف پروفیل.

۵ دوجداره: فاصله‌انداز کامپوزیتی یا عایق بین دو جداره قرار دهید و لبه‌ها را با فوم پرکن هم‌پروفیل ببندید.

۶ ایمنی: روی نورگیر سوله راه نروید؛ مسیر تردد را با تخته روی لاپه‌ها و در صورت لزوم توری ایمنی زیر نورگیر تأمین کنید.

آیا نورگیر فایبرگلاس باعث گرم شدن سوله می‌شود؟

ورق بی‌رنگ ضریب g حدود ۰٫۷۵ دارد؛ برای سوله‌های گرمسیری، نورگیر شیری با g حدود ۰٫۶ یا سطح نورگیر کمتر از ۱۰٪ سقف پیشنهاد می‌شود.

چرا زیر نورگیر سوله قطره آب جمع می‌شود؟

این میعان است؛ دمای سطح داخلی نورگیر تک‌جداره از نقطه شبنم کمتر است (فرمول ۷ و ۸). نورگیر دوجداره و تهویه سوله مشکل را حل می‌کند.

استعلام قیمت ورق فایبرگلاس ذوزنقه ای: نقشه یا نمونه پروفیل ورق فلزی، ضخامت، تک یا دوجداره، رنگ، طول و تعداد ورق، فاصله لاپه و نوع سوله 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 ذوزنقه ای را بدون اطلاع قبلی محفوظ می‌دارد.