

عنوان کتاب

هندبوک انتخاب متریال نازک‌کاری ساختمان

جلد اول: کاشی، سرامیک و اسلب

سعید امینیان

مهرماه ۱۴۰۵

فهرست مطالب

فهرست مطالب	۳
فهرست جداول	۷
مقدمه	۸
فصل اول: دامنه و مرزبندی	۹
نبایدهای کاربردی؛ کجا نباید از این متریا ل استفاده کرد؟	۹
نبایدهای محتوایی؛ در این کتاب دنبال چه چیزی نگردیم؟	۹
قلمرو نفوذ و شمول این کتاب شامل چه مواردی است؟	۱۰
فصل دوم: استانداردها و ضوابط فنی	۱۱
استانداردهای مرجع ملی و بین‌المللی	۱۱
طبقه‌بندی محصولات بر اساس جذب آب (بحرانی‌ترین معیار)	۱۱
ضوابط فنی ویژگی‌های ظاهری و ابعادی	۱۱
استانداردهای عملکردی خاص	۱۲
ضوابط مقررات ملی ساختمان (ایران)	۱۲
فصل سوم: دسته‌بندی متریا ل‌ها و سیستم‌ها	۱۳
تفاوت کاشی و سرامیک؛ تفکیک فنی در برابر اصطلاح بازار	۱۳
دسته‌بندی بر اساس ساختار بدنه و فرآیند تولید	۱۴
دسته‌بندی بر اساس نوع سطح و پرداخت نهایی	۱۵
دسته‌بندی بر اساس ابعاد و مدول	۱۶
دسته‌بندی بر اساس سیستم نصب	۱۷
جمع‌بندی کاربردی این سرفصل	۱۸
فصل چهارم: شاخص‌های کلیدی انتخاب (KPIs)	۱۹
نرخ جذب آب (Water Absorption E)	۱۹
مقاومت سایشی (Abrasion Resistance PEI)	۱۹
مقاومت لغزش (Slip Resistance R Value)	۱۹
مقاومت خمشی و نیروی شکست (Modulus of Rupture)	۲۰
مقاومت در برابر شوک حرارتی و یخ‌زدگی	۲۰
مقاومت شیمیایی و لکه‌پذیری (Stain Resistance)	۲۰
تلورانس‌های ابعادی و کالیبراسیون (Rectified)	۲۰
صافی سطح (Surface Flatness)	۲۰
کیفیت ظاهری (Visual Quality)	۲۰
یکنواختی تون و پارت (Shade and Batch Consistency)	۲۱

۲۱	گزارش‌های آزمون و شواهد فنی (Test Reports and Technical Evidence)
۲۲	قاعده عملی KPI
۲۲	استانداردهای مرجع
۲۳	فصل پنجم: معیارهای انتخاب متریال بر اساس سازگاری با سیستم نصب
۲۳	آماده‌سازی بستر (Substrate)
۲۳	انتخاب بر اساس پایداری ابعادی (Rectified vs. NonRectified)
۲۳	سازگاری بدنه با سیستم‌های چسبی (Porosity Selection)
۲۴	انتخاب اسلب بر اساس روش حمل و اجرا
۲۴	انتخاب متریال بر اساس سیستم درزبندی (Epoxy Compatibility)
۲۴	مدیریت رطوبت
۲۴	خرید سیستم یکپارچه
۲۶	فصل ششم: ملاحظات طراحی مؤثر بر انتخاب کاشی، سرامیک و اسلب
۲۶	تناسب ابعاد قطعه با ابعاد و هندسه فضا
۲۶	جهت چیدمان، امتداد خطوط و ادراک فضایی
۲۷	تأثیر نور بر انتخاب رنگ، بافت و نوع سطح
۲۷	پیوستگی بصری و کنترل بندها
۲۷	طراحی جزئیات مرزی و اتصال به متریال‌های دیگر
۲۸	نمونه‌سازی کم‌هزینه پیش از خرید عمده
۲۹	فصل هفتم: ملاحظات اجرایی مؤثر بر انتخاب کاشی، سرامیک و اسلب
۲۹	تأثیر برش‌پذیری، سختی و مقاومت سایشی بدنه بر انتخاب متریال
۲۹	اندازه و وزن قطعه در برابر امکانات نصب و جابجایی
۳۰	شرایط محیطی محل نصب (رطوبت، دما، زیرسازی)
۳۰	تحمل خطای مجری و پیچیدگی نصب در انتخاب متریال
۳۰	زمان اجرا، تداوم تأمین و پارت‌بندی
۳۱	فصل هشتم: مقایسه فنی و اقتصادی گزینه‌ها - ماتریس جامع تصمیم‌گیری
۳۱	محدوده کاربرد ماتریس
۳۲	دامنه و هدف ماتریس جامع
۳۲	اصل «غریب‌ال اولیه، سپس امتیازدهی»
۳۳	مقیاس امتیازدهی مشترک
۳۴	ماتریس اول: ارزیابی فنی
۳۵	ماتریس دوم: ارزیابی اجرایی
۳۶	ماتریس سوم: ارزیابی اقتصادی
۳۷	ماتریس چهارم: ارزیابی ریسک

۳۸	ارزیابی نهایی نتایج چهار ماتریس
۳۹	جدول تصمیم نهایی و اقدام اصلاحی
۴۰	تحلیل حساسیت تصمیم
۴۰	ماتریس مقایسه با گزینه پایه
۴۰	مستندات لازم برای بسته تصمیم خرید
۴۱	راهکارهایی برای بهبود تصمیم
۴۱	جمع‌بندی فصل
۴۲	فصل نهم: معیارهای انتخاب بر اساس فضا و کاربری - ماتریس انطباق
۴۲	مبنای طبقه‌بندی فضاها
۴۳	گروه‌بندی عملکردی فضاها
۴۳	فضاهای خشک و کم‌تردد
۴۴	فضاهای خشک و پرتردد
۴۴	فضاهای مرطوب با تماس محدود با آب
۴۵	فضاهای مرطوب با تماس مستقیم یا مداوم با آب
۴۵	فضاهای نیمه‌باز و بیرونی
۴۶	دیوارهای خشک و دیوارهای مرطوب
۴۷	سطوح شاخص، دکوراتیو و VIP
۴۷	عناصر خاص: پله، رمپ، آستانه، قرنیز و سکو
۴۸	ماتریس انطباق فضا - معیار انتخاب
۴۸	روش استفاده از ماتریس انطباق در فرآیند خرید
۵۰	فصل دهم: اشتباهات رایج در انتخاب کاشی، سرامیک و اسلب
۵۰	انتخاب بر مبنای ظاهر، نام برند یا قیمت واحد
۵۱	انتخاب یک محصول برای همه فضاهای پروژه
۵۱	نادیده‌گرفتن زیرسازی و سیستم نصب در زمان انتخاب
۵۲	بی‌توجهی به اقلیم و شرایط محیطی
۵۳	انتخاب ابعاد بزرگ بدون تحلیل هندسه، حمل و برش
۵۴	بی‌توجهی به تون، کالیر، فیس و تکرار طرح
۵۴	نادیده‌گرفتن هزینه چرخه عمر
۵۵	اعتماد به ادعاهای فروشنده بدون مستند فنی
۵۵	تصمیم‌گیری دیر هنگام و تحمیل راه‌حل به کارگاه
۵۷	فصل یازدهم: راهنمای انتخاب سریع و جمع‌بندی کاربردی
۵۷	قاعده سه‌مرحله‌ای انتخاب سریع
۵۸	انتخاب بر اساس سطح ریسک پروژه
۵۸	دستورالعمل نهایی برای تیم تدارکات کارگاه

۵۹.....	جمع‌بندی نهایی هندبوک
۶۰.....	فهرست منابع
۶۲.....	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

فهرست جداول

جدول ۱- معیارهای تفاوت کاشی و سرامیک.....	۱۳
جدول ۲- ماتریس خلاصه شاخص‌های عملکرد.....	۲۱
جدول ۳- سطح بندی پروژه‌ها.....	۳۱
جدول ۴- تعیین سطح چندعاملی پروژه‌ها.....	۳۱
جدول ۵- معیارهای ارزیابی فنی گزینه‌های A، B برای کاربرد الف.....	۳۴
جدول ۶- معیارهای ارزیابی اجرایی گزینه‌های A، B برای کاربرد الف.....	۳۵
جدول ۷- هزینه‌های واقعی جهت ارزیابی اقتصادی گزینه‌های A، B برای کاربرد الف.....	۳۶
جدول ۸- معیارهای ارزیابی اقتصادی گزینه‌های A، B برای کاربرد الف.....	۳۶
جدول ۹- تبدیل ریسک خام به امتیاز مطلوبیت.....	۳۷
جدول ۱۰- معیارهای ارزیابی ریسک گزینه‌های A، B برای کاربرد الف.....	۳۷
جدول ۱۱- نمونه جدول امتیاز دهی به گزینه A.....	۳۸
جدول ۱۲- نمونه جدول وزن‌دهی حوزه‌های تصمیم در هر کاربرد خاص.....	۳۸
جدول ۱۳- جدول نمونه ارزیابی نهایی گزینه‌های A، B و C.....	۳۸
جدول ۱۴- طبقه‌بندی بر اساس امتیاز نهایی.....	۳۹
جدول ۱۵- جدول خروجی نهایی بررسی امتیاز گزینه‌ها جهت اخذ تصمیم خرید.....	۳۹
جدول ۱۶- جدول مقایسه گزینه منتخب با گزینه پایه.....	۴۰
جدول ۱۷- مولفه‌های بررسی معیارهای انتخاب کاشی و سرامیک برای هر کاربرد.....	۴۲
جدول ۱۸- جدول گروه‌بندی عملکردی فضا.....	۴۳
جدول ۱۹- معیارهای بررسی فضاهای خشک و کم‌تردد.....	۴۳
جدول ۲۰- معیارهای بررسی فضاهای خشک و پرتردد.....	۴۴
جدول ۲۱- معیارهای بررسی فضاهای مرطوب با تماس محدود با آب.....	۴۴
جدول ۲۲- معیارهای بررسی فضاهای مرطوب با تماس مستقیم یا مداوم با آب.....	۴۵
جدول ۲۳- معیارهای بررسی فضاهای نیمه‌باز و بیرونی.....	۴۵
جدول ۲۴- معیارهای بررسی دیوارهای خشک.....	۴۶
جدول ۲۵- معیارهای بررسی دیوارهای مرطوب.....	۴۶
جدول ۲۶- معیارهای سطوح شاخص، دکوراتیو و VIP.....	۴۷
جدول ۲۷- معیارهای بحرانی عناصر خاص.....	۴۷
جدول ۲۸- انطباق فضا - معیار انتخاب.....	۴۸
جدول ۲۹- اطلاعات مورد نیاز جهت انطباق کاربری.....	۴۸
جدول ۳۰- شناسنامه اجرایی مختصر هر گزینه.....	۵۲
جدول ۳۱- اطلاعات پایه محصول.....	۵۵
جدول ۳۲- چک لیست کنترل نهایی پیش از تأیید محصول.....	۵۶
جدول ۳۳- ثبت درس‌آموخته.....	۵۶
جدول ۳۴- حداقل‌های غیرقابل مذاکره.....	۵۷
جدول ۳۵- فیلتر حذف سریع.....	۵۸
جدول ۳۶- سطح فرایند انتخاب بر اساس ریسک.....	۵۸

مقدمه

در پروژه‌های ساختمانی، مترپال‌های نازک‌کاری فقط عناصر تزئینی نیستند. کاشی، سرامیک و اسلب، هم‌زمان بر کیفیت ادراک فضا، دوام سطوح، ایمنی، قابلیت نگهداری، سرعت اجرا و هزینه نهایی پروژه اثر می‌گذارند. با افزایش تنوع محصولات، بزرگ‌تر شدن ابعاد قطعات و پیچیده‌تر شدن سیستم‌های نصب، انتخاب مترپال نمی‌تواند صرفاً بر پایه سلیقه، نمونه‌دیداری، قیمت اولیه یا توصیه‌ی تأمین‌کننده انجام شود. بسیاری از شکست‌ها، دوباره‌کاری‌ها، اختلافات قراردادی و هزینه‌های پنهان پروژه، نه در زمان اجرا، بلکه چند مرحله پیش‌تر و در تصمیم نادرست برای انتخاب محصول یا سیستم مناسب شکل می‌گیرند.

این کتاب برای **معماران، طراحان داخلی، مدیران پروژه‌ها و پیمانکاران** تدوین شده است؛ افرادی که باید در تقاطع کیفیت طراحی، الزامات فنی، محدودیت‌های اجرایی، ریسک‌های پروژه و ملاحظات اقتصادی برای انتخاب یک محصول تصمیم بگیرند. این اثر یک راهنمای عمومی نصب یا مجموعه‌ای از اطلاعات پراکنده درباره مصالح نیست؛ بلکه تلاشی است برای تبدیل انتخاب مترپال به یک **فرآیند قابل‌ردیابی، قابل‌مقایسه و قابل‌دفاع**. مبنای کتاب، منطق ماتریسی و ساخت ابزاری برای تصمیم‌گیری است؛ ابتدا نیاز واقعی پروژه و شرایط فضا تعریف می‌شود، سپس گزینه‌های سازگار حذف می‌شوند و در نهایت گزینه‌های باقی‌مانده بر اساس معیارهای فنی، طراحی، اجرایی، اقتصادی و ریسک با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در این روش، قیمت پایین یا ظاهر مطلوب نمی‌تواند یک ضعف بحرانی در عملکرد، سازگاری با فضا یا قابلیت اجرا را پنهان کند.

جریان کلی کتاب از تعریف دامنه و مرزبندی تصمیم آغاز می‌شود. فصل‌های نخست، چارچوب استفاده از کتاب، ناپایدهای کاربردی، استانداردها، دسته‌بندی مترپال‌ها و سیستم‌های مرتبط را مشخص می‌کنند. سپس شاخص‌های کلیدی انتخاب و سازگاری مترپال با سیستم نصب بررسی می‌شود تا روشن شود هر گزینه، پیش از ورود به مقایسه، چه الزامات فنی و اجرایی را باید احراز کند. در ادامه، ملاحظات طراحی و اجرایی مؤثر بر انتخاب مطرح می‌شوند؛ از جمله تناسب ابعاد، پیوستگی بصری، کنترل بندها، محدودیت‌های اجرا و عوامل مؤثر بر کیفیت نهایی. فصل محوری کتاب به ساختار ماتریسی تصمیم اختصاص دارد؛ جایی که گزینه‌های قابل‌قبول از منظر فنی، اجرایی، اقتصادی و ریسک ارزیابی و امتیازدهی می‌شوند. پس از آن، ماتریس انطباق فضا و کاربری، معیارهای انتخاب را برای گروه‌های مختلف فضا دقیق‌تر می‌کند. فصل اشتباهات رایج، خطاها را از سطح توصیه‌های کلی به نشانه، پیامد، کنترل پیشگیرانه و درس‌آموخته تبدیل می‌کند و فصل پایانی نیز یک راهنمای سریع برای استفاده روزمره و جمع‌بندی فرآیند ارائه می‌دهد.

این کتاب نسخه‌ای از پیش‌تعیین‌شده برای همه پروژه‌ها ارائه نمی‌دهد؛ زیرا مترپال مناسب، همواره به شرایط واقعی فضا و پروژه وابسته است. ارزش اصلی کتاب در پاسخ آماده نیست، بلکه در روش رسیدن به پاسخ است. هدف این است که انتخاب مترپال از تصمیمی مبتنی بر حدس، فشار زمانی یا جذابیت نمونه، به فرآیندی تبدیل شود که در آن تناسب، ریسک، هزینه و قابلیت اجرا پیش از خرید و اجرا بررسی شده باشند.

فصل اول: دامنه و مرزبندی

هدف از این فصل، ترسیم خط قرمزهای فنی و مسئولیتی است. این فصل با نگاهی عمل‌گرا، مشخص می‌کند که این هندبوک دقیقاً تا کجا پاسخگوی نیاز پروژه است و خواننده برای چه موضوعاتی نباید به آن اتکا کند.

نبایدهای کاربردی؛ کجا نباید از این متریک استفاده کرد؟

استفاده از محصولات این موضوع این کتاب در موقعیت‌های زیر، ریسک تخریب زود هنگام، سلب مسئولیت از تولیدکننده و خطرات جانی را به همراه دارد و انتخاب آن‌ها در این موارد ممنوع است:

- **سطوح تحت ارتعاش و نوسان شدید:** استفاده از سرامیک و اسلب در مجاورت مستقیم دستگاه‌های لرزان (چیلرهای صنعتی، سانتریفیوژها) یا دهانه‌های فلزی بلند که دچار خیز آبی می‌شوند، به دلیل صلبیت مطلق این متریک ممنوع است.
- **کفسازی‌های صنعتی با بار زنده متحرک:** در فضاهایی که محل تردد لیفتراک، جک‌پالت یا ماشین‌آلات سنگین است، سرامیک‌های معمولی و حتی پرسلان به دلیل ترد بودن، در برابر بارهای نقطه‌ای، کارایی ندارند و نباید جایگزین کفسازی‌های بتنی سخت یا رزینی شوند.
- **پوشش سقف و سطوح معلق:** نصب کاشی و اسلب در سقف (به جز موارد خاص نمای خشک با دیتایل‌های پیچیده مکانیکی) به دلیل وزن بالا و ریسک سقوط ناشی از خستگی چسب، خارج از استانداردهای عمومی این کتاب است.
- **زیرساخت‌های ضعیف و تقویت‌نشده:** نصب اسلب‌های سنگین روی دیوارهای سبک (Drywalls) که فاقد شاسی‌کشی متراکم یا لایه‌های تقویتی هستند، ممنوع است.

نبایدهای محتوایی؛ در این کتاب دنبال چه چیزی نگردیم؟

برای جلوگیری از تداخل مسئولیت‌ها در خرید و اجرا، موضوعات زیر صراحتاً از محدوده این کتاب خارج بوده و در آینده در مجلدات مربوط به خود بررسی می‌شوند:

- **عایق‌کاری رطوبتی:** این کتاب صرفاً به «پوشش نهایی» می‌پردازد. الزامات مربوط به قیرگونی، ایزوگام یا عایق‌های پایه سیمانی زیر کاشی، در دامنه این بحث نیست. توجه داشته باشید که کاشی و بندکشی آن (حتی از نوع اپوکسی) به هیچ عنوان لایه آب‌بند محسوب نمی‌شود.
- **زیرسازی و کفسازی سازه‌ای:** مباحث مربوط به شیب‌بندی، کروم‌بندی، ملات ماسه‌سیمان زیرین و تسطیح سطوح، پیش‌نیاز نصب هستند و در دایره مسئولیت‌های این کتاب قرار نمی‌گیرند.
- **سنگ‌های طبیعی و پوشش‌های درجا:** سنگ‌های ساختمانی (تراورتن، مرمریت و...) و پوشش‌هایی مانند میکروسمنت یا اپوکسی دکوراتیو، علیرغم شباهت کاربری، استانداردهای خرید کاملاً متفاوتی دارند و در این کتاب بررسی نمی‌شوند.

قلمرو نفوذ و شمول این کتاب شامل چه مواردی است؟

موضوعات مورد بحث در این کتاب که تیم خرید و طراحی موظف به رعایت آن‌ها هستند، عبارتند از:

- **محصولات اصلی:** انواع کاشی‌های بدنه قرمز/سفید، پرسلان‌های لعاب‌دار و پولیش، و اسلب‌های سایز بزرگ.
- **مصالح نصب و اتصال:** انواع چسب‌های پودری و خمیری (کلاس‌های C1 تا C2S2)، مکمل‌های بتن و چسب‌های اپوکسی مخصوص نصب.
- **مصالح تکمیلی و بندکشی:** پودرهای بندکشی پایه سیمانی، خمیرهای بندکشی ضدباکتری و اپوکسی، و پروفیل‌های همبند فلزی و پلاستیکی.
- **سیستم‌های نصب خشک:** یراق‌آلات و اتصالات مکانیکی نمای پرسلانی (مشروط به جنبه‌های متریال‌شناسی).

فصل دوم: استانداردها و ضوابط فنی

در هندبوک خرید، استانداردها نه یک موضوع تشریفاتی، بلکه «زبان مشترک قرارداد» هستند. هرگونه انحراف از این استانداردها در زمان تحویل کالا، به معنای عدم انطباق فنی و حق فسخ یا مرجوعی برای خریدار است. در این فصل، تمرکز بر استانداردهایی است که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصول را تضمین می‌کنند تا از خرید محصولات «شبه استاندارد» یا «درجه‌بندی‌های سلیقه‌ای کارخانه‌ها» جلوگیری شود.

استانداردهای مرجع ملی و بین‌المللی

تمام خریدهای پروژه باید با یکی از مرجع‌های زیر مطابقت داشته باشد. عدم ارائه گواهی آزمون (Test Report) معتبر برای هر پارت ارسالی، به معنای فقدان استاندارد تلقی می‌شود:

- **استاندارد ملی ایران ISIRI 25:** این استاندارد که برگرفته از استانداردهای جهانی است، حداقل ویژگی‌های مورد نیاز برای کاشی‌های سرامیکی (تعاریف، طبقه‌بندی و ویژگی‌ها) را تعیین می‌کند.
- **استاندارد بین‌المللی ISO 13006:** مرجع اصلی دسته‌بندی کاشی‌های سرامیکی در سطح جهان که محصولات را بر اساس روش شکل‌دهی و میزان جذب آب گروه‌بندی می‌کند.
- **استاندارد اروپایی EN 14411:** که سخت‌گیرانه‌ترین ضوابط را برای محصولات پیرسلانی و اسلب‌ها در نظر می‌گیرد.

طبقه‌بندی محصولات بر اساس جذب آب (بحرانی‌ترین معیار)

طبق استانداردهای مذکور، محصولات باید بر اساس میزان جذب آب (E) که مستقیماً با دوام و مقاومت در برابر یخ‌بندان رابطه دارد، در گروه‌های زیر طبقه‌بندی و خریداری شوند:

- **گروه BIa (پیرسلان واقعی):** جذب آب کمتر از ۰.۵٪ برای فضاهای خارجی، نما و محیط‌های با رطوبت دائمی الزامی است.
- **گروه Bib:** جذب آب بین ۰.۵٪ تا ۳٪ مناسب برای کفسازی‌های داخلی پرتردد.
- **گروه BII:** جذب آب بین ۳٪ تا ۱۰٪ مناسب برای دیوارهای داخلی و کف‌های کم‌تردد.
- **گروه BIII (کاشی سنتی):** جذب آب بیش از ۱۰٪. مطلقاً فقط برای دیوارهای داخلی.

ضوابط فنی ویژگی‌های ظاهری و ابعادی

یکی از بزرگترین چالش‌های خرید، نادیده گرفتن تلورانس‌های مجاز استاندارد است که در هنگام نصب باعث «ناخن‌گیر شدن» یا «پله شدن» کار می‌شود. مطابق استاندارد، پارامترهای زیر باید در بازه مجاز باشند: