

کاربرد سازه‌های شیشه در ساختمان‌ها

دکتر فرهاد عابدی نیک

www.ketab.lit



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی
دانشگاه صنعتی شریف

کاربرد سازه‌ای شیشه در ساختمان‌ها

تألیف: دکتر فرهاد عابدی نیکه (عضو هیئت علمی)

ویراستار: امیرمسعود کی منش

طراح جلد: الهه احمدی میرقائد

ناشر: مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف

چاپ اول: ۱۴۰۰

شمارگان: ۵۰۰

بها: ۸۵۰۰۰ تومان

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN 978-964-208-250-6

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۲۵۰-۶

آماده‌سازی پیش از چاپ این کتاب را مؤلف انجام داده است.

دفتر مرکزی: خیابان آزادی- دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی تلفن: ۶۶۰۱۳۱۲۹-۶۶۱۶۴۰۷۲-۶۶۱۶۴۰۷۰

فروش اینترنتی: book.sharif.ir

پست الکترونیکی: publishing@sharif.ir

موضوع: Structural use of glass in buildings

موضوع: شیشه

موضوع: Glass

شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی شریفه مؤسسه انتشارات علمی

شناسه افزوده:

Sharif University of Technology. Institute of Scientific Publications

رده‌بندی کنگره: NA۴۱۴۰

رده‌بندی دیویی: ۷۲۱/۰۴۴۹۶

شماره کتابشناسی ملی: ۸۴۲۲۸۶۶

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

سرشناسه: عابدی نیکه، فرهاد، ۱۳۵۸

عنوان و نام پدیدآور: کاربرد سازه‌ای شیشه در ساختمان‌ها/ فرهاد

عابدی نیکه، ویراستار امیرمسعود کی منش

مشخصات نشر: تهران، دانشگاه صنعتی شریفه مؤسسه انتشارات علمی

مشخصات ظاهری: ۲۲۴ص: مصور، جدول، نمودار

شابک: 978-964-208-250-6

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: واژه‌نامه

یادداشت: کتاب‌نامه

موضوع: کاربرد سازه‌ای شیشه در ساختمان‌ها

به نام خدا

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	ته
فصل ۱ ویژگی های شیشه و میان لایه ها.....	۱
۱.۱ مقدمه.....	۱
۲.۱ ویژگی های شیشه.....	۱
۱.۲.۱ پیش تنیدگی در شیشه.....	۷
۲.۲.۱ اثر پیش تنیدگی بر شکست شیشه.....	۸
۳.۲.۱ ناحیه های چهارگانه در جام شیشه.....	۱۱
۴.۲.۱ ارزیابی آماری مقاومت خمشی.....	۱۲
۵.۲.۱ کنترل کیفیت با استفاده از روش های غیرمخرب.....	۱۳
۳.۱ میان لایه ها.....	۱۳
۱.۳.۱ رفتار ویسکوالاستیک میان لایه ها.....	۱۴
۲.۳.۱ تعیین رفتار ویسکوالاستیک با استفاده از آزمون های کوچک مقیاس.....	۱۴
۳.۳.۱ تعیین رفتار ویسکوالاستیک در آزمایش پیچش پاتل.....	۱۶
۴.۳.۱ میان لایه PVB.....	۱۷
۵.۳.۱ وابستگی مدول برشی میان لایه PVB به دما و مدت بار باد.....	۱۸
فصل ۲ انواع شیشه و علت های شکست.....	۲۳
۱.۲ مقدمه.....	۲۳
۲.۲ شیشه آنیل.....	۲۳
۱.۲.۲ شیشه فلویت.....	۲۴
۲.۲.۲ شیشه طرح دار.....	۲۵
۳.۲.۲ شیشه سیمی.....	۲۶
۴.۲.۲ شیشه کشیده شده صفحه ای.....	۲۶
۳.۲ شیشه های بهبود یافته حرارتی.....	۲۶
۱.۳.۲ شیشه استحکام یافته حرارتی.....	۲۷
۲.۳.۲ شیشه استحکام یافته حرارتی با اشباع حرارتی.....	۳۰

۳۱.....	شیشه تقویت شده حرارتی..... ۳.۳.۲
۳۲.....	شیشه خمیده حرارتی..... ۴.۳.۲
۳۳.....	شیشه تقویت شده شیمیایی..... ۴.۲
۳۴.....	شیشه لمینیت..... ۵.۲
۴۰.....	شیشه عایق..... ۶.۲
۴۱.....	شیشه رنگی و شیشه پوشش دار..... ۷.۲
۴۱.....	شیشه بوروسیلیکات..... ۸.۲
۴۲.....	شیشه کم گسیل..... ۹.۲
۴۲.....	شیشه لمینیت مقاوم در برابر آتش..... ۱۰.۲
۴۳.....	شیشه ناودانی..... ۱۱.۲
۴۳.....	علت های شکست شیشه..... ۱۲.۲
۴۴.....	تنش حرارتی..... ۱.۱۲.۲
۴۸.....	بار یکنواخت..... ۲.۲.۱۲
۴۹.....	ضربه..... ۳.۱۲.۲
۵۱.....	ذرات سولفید نیکل..... ۴.۱۲.۲
۵۲.....	شکست شیشه استحکام یافته حرارتی..... ۵.۲.۱۲
۵۲.....	آسیب لبه..... ۶.۱۲.۲
۵۳.....	اجرای نادرست جزئیات..... ۷.۱۲.۲
۵۳.....	آسیب های کارگاهی..... ۸.۱۲.۲
۵۵.....	فصل ۳ اصول اولیه در طراحی سازه ای اعضای شیشه ای..... ۵۵
۵۵.....	مقدمه..... ۱.۳
۵۸.....	دسته بندی سازه ای اعضای شیشه ای..... ۲.۳
۵۸.....	استحکام و ظرفیت پسماند اعضای سازه ای فرعی..... ۳.۳
۵۹.....	ساختار و مقاومت مقطع شیشه..... ۱.۳.۳
۶۰.....	تکیه گاه ها و نوع باربری..... ۲.۳.۳
۶۰.....	سناریوی شکست..... ۳.۳.۳
۶۱.....	الزامات تکمیلی..... ۴.۳.۳
۶۲.....	استحکام و رواداری آسیب در اعضای شیشه ای سازه ای اصلی..... ۴.۳

۵.۳	بارگذاری ویژه	۶۳
۱.۵.۳	بارهای لرزه‌ای	۶۳
۲.۵.۳	بارهای انفجار	۶۵
۶.۳	مقاومت نهایی شیشه و ترکیب بارهای طراحی	۶۵
۷.۳	طراحی تقریبی ضخامت شیشه تک لایه چهار لبه متکی	۶۸
۸.۳	محاسبه تقریبی تغییر شکل مرکز شیشه و مقدارهای مجاز	۶۹
فصل ۴	مبانی مکانیک تیرها، صفحه‌های تک لایه و لمینیت شده	۷۱
۱.۴	مقدمه	۷۱
۲.۴	نظریه صفحه‌ها	۷۱
۱.۲.۴	نظریه خطی	۷۱
۲.۲.۴	اثر مرتبه دوم	۷۲
۳.۲.۴	صفحه با تغییر شکل‌های خمشی-غشایی	۷۲
۳.۴	اثر بارگذاری عرضی بر صفحه‌های شیشه‌ای تک لایه	۷۳
۴.۴	رفتار ویسکوالاستیک میان لایه‌ها	۷۴
۵.۴	اثر بارگذاری عرضی و محوری بر رفتار خمشی مقطع‌های لمینیت شده	۷۶
۶.۴	اثر بارگذاری عرضی بر رفتار خمشی مقطع‌های لمینیت شده	۷۹
۷.۴	مقاومت پس از شکست شیشه لمینیت شده	۸۴
۸.۴	تحلیل عددی و آزمون‌های تجربی	۸۵
فصل ۵	اصول طراحی سازه‌ای در اعضای شیشه‌ای فرعی	۸۷
۱.۵	مقدمه	۸۷
۲.۵	پیوند برشی در پانل‌های شیشه‌ای لمینیت شده	۸۷
۳.۵	اثر بارگذاری جوی بر شیشه‌های عایق	۸۸
۴.۵	تکیه‌گاه پیوسته	۹۰
۵.۵	تکیه‌گاه نقطه‌ای	۹۲
۱.۵.۵	سیستم‌های گیره‌ای	۹۲
۲.۵.۵	تکیه‌گاه‌های نقطه‌ای با سوراخ‌های دریل شده	۹۳
۳.۵.۵	تکیه‌گاه‌های نقطه‌ای چسبی	۹۶

پیشگفتار

شیشه به عنوان مصالحی با ویژگی‌های منحصربه‌فرد کاربرد بسیار گسترده‌ای در صنعت ساختمان دارد. نماها، سقف‌ها و کف‌ها، جان‌پناه‌ها و جداکننده‌های شیشه‌ای نمونه‌هایی از موارد مصرف شیشه در ساختمان است. ویژگی‌های مکانیکی و نیز عملکرد مطرح درباره رفتار پس از شکست شیشه، سبب می‌شود که طراح سناریوهای ویژه‌ای را برای تامین مقاومت مورد نیاز، پایداری و ایمنی در دستور کار خود قرار دهد.

مروری بر پژوهش‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که مطالعات گسترده‌ای روی موضوع‌های مرتبط با کاربرد سازه‌ای شیشه انجام شده و یا در حال انجام است، که دست آورد آن را در دستورالعمل‌ها، استانداردها و آیین‌نامه‌های بین‌المللی می‌توان دید.

اگرچه در کشورمان کاربرد شیشه در ساختمان‌ها سابقه‌ای طولانی دارد، اما هم‌اکنون دستورالعمل و یا آیین‌نامه‌ای تخصصی برای کاربرد شیشه در دسترس نیست و در بسیاری از پروژه‌ها نوع و ساختار شیشه به صورت تجربی و دور از نیازهای واقعی طرح انتخاب می‌شود.

در این مجموعه سعی شده است تا ضمن توجه به کلیات موضوع و بحث‌های پایه‌ای مرتبط با طراحی سازه‌ای اعضای شیشه‌ای، خلاصه‌ای از حداقل شرایط بیان شده در آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی نیز مورد اشاره قرار گیرد. بدیهی است که همه حالت‌های گوناگون را در گستره مطالب این کتاب نمی‌توان پوشش داد. بنابراین، پیش‌بینی همه جنبه‌های مورد نیاز در پیشنهاد طرح سازه‌ای و یا انتخاب گزینه مناسب و برتر از میان گزینه‌های موجود از مسئولیت‌های مهندس طراح است.

امید است مجموعه حاضر گامی نخست در سطح کشور، در راستای پیشرفت دانش طراحی و اجرای اعضا و سازه‌های شیشه‌ای به شمار آید. از همه متخصصان محترمی که این مجموعه را مطالعه می‌فرمایند، صمیمانه درخواست می‌شود که نظرهای تخصصی سازنده و ارزشمند خود را از طریق ناشر و یا پست الکترونیکی abedinik.farhad@gmail.com با نویسنده مطرح فرمایند.