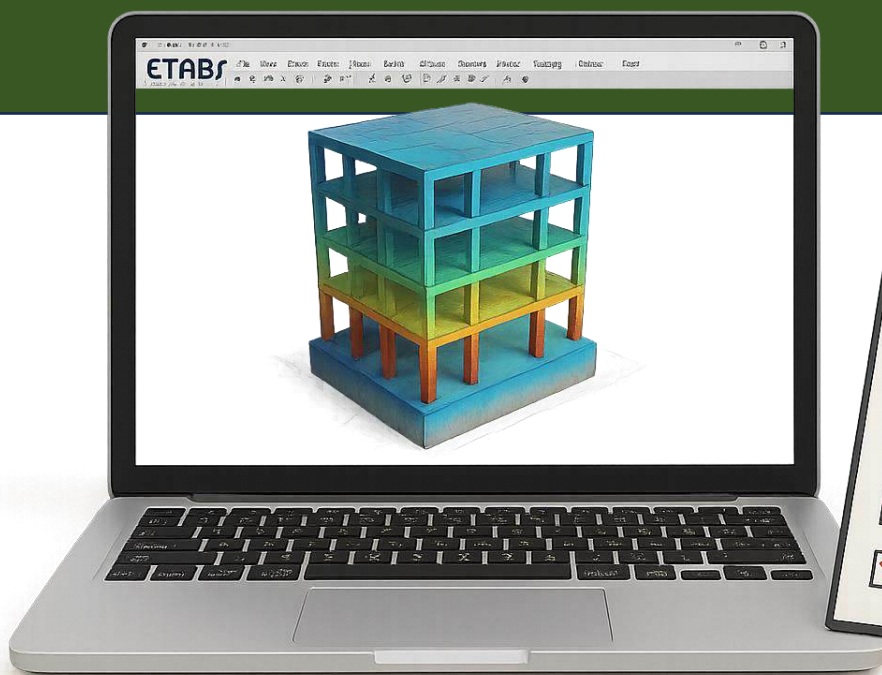


چک لیست مدل سازی ،طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی (با نرم افزار Etabs و Safe)

Checklist for Modeling, Design, and Verification of Reinforced Concrete and Steel Structures
(ETABS and SAFE)

شامل : ۱۵۸ جدول
۷۱۶ کنترل



VER :1.1



چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

(با نرم افزار Safe و Etabs)

تهیه و تألیف: فرهاد آزادپور

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآور: فرهاد آزادپور

مشخصات نشر: خشتی

مشخصات ظاهری: مصور، جدول، نمودار

شابک:

وضعیت فهرست نویسی:

موضوع: مهندسی سازه - برنامه های کامپیوتری

رده بندی کنگره:

رده بندی دیویی:

شماره کتابشناسی ملی:



نام کتاب: چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی
(با نرم افزار Etabs و Safe)

نام نویسنده: فرهاد آزادپور

ناشر: سیویل آکسون

شمارگان:

نوبت چاپ: اول

لیتوگرافی:

چاپ:

آدرس، تلفن و سامانه الکترونیک: civilaxon.ir@gmail.com

مقدمه

در سال‌های اخیر، پیچیدگی روزافزون پروژه‌های ساختمانی، تنوع گسترده الزامات آیین‌نامه‌ای، و حساسیت‌های فنی مرتبط با طراحی و اجرای سازه باعث شده است که کوچک‌ترین خطا در مدل‌سازی، بارگذاری، تحلیل، طراحی یا تهیه نقشه‌های اجرایی، پیامدهای جدی برای ایمنی سازه‌ها و بهره‌برداری از آن‌ها را به همراه داشته باشد. در چنین شرایطی، وجود یک «چارچوب استاندارد» برای کنترل مراحل طراحی و تهیه مدارک مهندسی، ضرورتی انکارناپذیر است.

مجموعه حاضر با ۱۵۸ جدول و بیش از ۷۱۴ کنترل با هدف **ایجاد یک نظام یکپارچه، کاربردی و قابل استناد** برای کنترل تمام مراحل طراحی سازه‌های بتنی و فولادی تدوین شده است. تلفیق تجربه مهندسی، الزامات آیین‌نامه‌های ملی (مباحث ۶، ۹، ۱۰، ۷، ۲۸۰۰)، و استانداردهای بین‌المللی نظیر ACI 318-25 و AISC، این مجموعه را به مرجعی قابل اتکا برای مهندسان طراح، بازبین‌های نظام مهندسی، ناظران عالی، و دانشجویان تحصیلات تکمیلی تبدیل کرده است.

ماهیت چک‌لیست‌ها بر پایه **پیشگیری از خطا** است. بسیاری از اشتباهات رایج در پروژه‌ها از تعریف نادرست Mass Source و بارهای ثقلی، تا خطای تحلیل $P-\Delta$ ، انتخاب نادرست مقاطع، ضعف در کنترل‌های برشی و خمشی، یا ناسازگاری بین دفترچه محاسبات و نقشه‌های اجرایی، نه به دلیل پیچیدگی فنی، بلکه صرفاً ناشی از نبود یک ساختار کنترل منظم و استاندارد رخ می‌دهند. این مجموعه با ارائه جداول دقیق، مسیرهای نرم‌افزاری واضح، و فهرستی طبقه‌بندی‌شده از موارد کنترلی، ریسک این خطاها را به شکل قابل توجهی کاهش می‌دهد و امکان **خروجی‌گیری شفاف، قابل دفاع و حرفه‌ای** را فراهم می‌سازد.

از سوی دیگر، یکی از مهم‌ترین اهداف این اثر، **بهبود کیفیت ارائه مدارک** است. یک پروژه سازه‌ای زمانی حرفه‌ای تلقی می‌شود که علاوه بر صحت فنی، مدارک آن شامل مدل‌های ETABS و SAFE، دفترچه محاسبات، نقشه‌های اجرایی و مجموعه مستندات از نظر نظم، خوانایی، انسجام و استانداردهای مستندسازی در سطح مطلوبی باشد. این چک‌لیست‌ها با تعریف یک استاندارد واحد برای مدل‌سازی، مستندسازی و تحویل پروژه، فرآیند طراحی را از حالت سلیقه‌ای خارج کرده و به یک سیستم مدون و قابل ارزیابی تبدیل می‌کنند. بدیهی است قطعاً موارد مهمی از کنترل‌ها در زمان تهیه این مجموعه از ذهن نگارنده دور مانده است. امید که با یادآوری همکاران ارجمند نواقص موجود رفع گردد.

فهرست مطالب

چک لیست مدل سازی سازه

۱۵	
جدول ۱ — کنترل های اولیه پروژه (Project Initialization)	۱۶
جدول ۲ — کنترل مصالح (Materials)	۱۶
جدول ۳ — کنترل مقاطع (Sections)	۱۷
جدول ۴ — تیرها (Beams)	۱۷
جدول ۵ — ستون ها (Columns)	۱۷
جدول ۶ — دیوار برشی (Shear Walls)	۱۸
جدول ۷ — سقف ها (Slabs / Deck / Joist)	۱۸
جدول ۸ — دیافراگم ها	۱۸
جدول ۹ — بازشوها	۱۹
جدول ۱۰ — مهاربندها	۱۹
جدول ۱۱ — راه پله	۱۹
جدول ۱۲ — مش بندی	۲۰
جدول ۱۳ — Check Model	۲۰
جدول ۱۴ — کنترل نهایی	۲۰

چک لیست جامع بارگذاری

۲۱	
جدول ۱ — بار مرده (Dead Load)	۲۲
جدول ۲ — بار زنده (Live Load)	۲۲
جدول ۳ — بار برف (Snow Load)	۲۲

جدول ۴ — بار باد (Wind Load)	۲۳
جدول ۵ — بار زلزله (Earthquake Load)	۲۳
جدول ۶ — بارهای حرارتی (Temperature Load)	۲۳
جدول ۷ — بارهای ویژه (Special Loads)	۲۴
جدول ۸ — کنترل صحت بارگذاری	۲۴
جدول ۹ — کنترل Mass Source	۲۴
جدول ۱۰ — آماده‌سازی برای تحلیل	۲۴
جدول ۱۱ — بارهای برف پیشرفته (Snow — Advanced)	۲۵
جدول ۱۲ — بار باد پیشرفته (Wind — Advanced)	۲۵
جدول ۱۳ — بار زلزله پیشرفته (Seismic — Advanced)	۲۵
جدول ۱۴ — بارهای قائم زلزله (Vertical EQ)	۲۶
جدول ۱۵ — کنترل کامل الگوهای بارگذاری (Load Patterns QA)	۲۶
جدول ۱۶ — کنترل بارگذاری دال‌ها (Slab Load QA)	۲۶
جدول ۱۷ — کنترل بارگذاری تیرها (Beam Load QA)	۲۷
جدول ۱۸ — بارگذاری راه‌پله (Stair Load)	۲۷
جدول ۱۹ — کنترل بارهای تأسیساتی و تجهیزات (MEP Loads)	۲۷
جدول ۲۰ — کنترل نهایی بارگذاری (Final QA)	۲۷
جدول ۲۱ — کنترل بارگذاری بام سبز (Green Roof Load QA)	۲۸
جدول ۲۲ — کنترل بارگذاری دیوارهای سنگین و جداکننده‌ها (Heavy Wall Load QA)	۲۸
جدول ۲۳ — کنترل بارگذاری کاربری‌های ویژه (Special Occupancy Loads)	۲۸
چک لیست جامع تحلیل سازه	۲۹
جدول ۱ — تنظیمات اولیه تحلیل (Analysis Setup)	۳۰

جدول ۲ — تحلیل استاتیکی (Static Analysis)	۳۰
جدول ۳ — تحلیل مودال (Modal Analysis)	۳۰
جدول ۴ — مشارکت جرمی (Mass Participation)	۳۱
جدول ۵ — تحلیل طیفی (Response Spectrum Analysis)	۳۱
جدول ۶ — کنترل همپایه سازی برش پایه (Base Shear Matching)	۳۱
جدول ۷ — تحلیل $P-\Delta$ (P-Delta Analysis)	۳۱
جدول ۸ — کنترل نامنظمی ها (Irregularities)	۳۲
جدول ۹ — کنترل تغییر مکان ها (Drift Control)	۳۲
جدول ۱۰ — کنترل نیروها و تنش ها (Forces & Stresses)	۳۲
جدول ۱۱ — کنترل واژگونی (Overturning)	۳۳
جدول ۱۲ — کنترل سازه های بلند (Tall Buildings)	۳۳
جدول ۱۳ — تحلیل ترکیبی (Load Combinations)	۳۳
جدول ۱۴ — کنترل نهایی تحلیل (Final QA)	۳۳
جدول ۱۵ — کنترل اندرکنش خاک-سازه (Soil-Structure Interaction)	۳۴
جدول ۱۶ — تحلیل مودهای ترکیبی و رفتار پیچشی (Torsional Behavior & Interaction)	۳۴
جدول ۱۷ — کنترل پایداری جانبی سازه (Lateral Stability Control)	۳۴

چک لیست جامع طراحی سازه های بتنی	۳۵
جدول ۱ — کنترل مصالح و ضرایب طراحی بتن	۳۶
جدول ۲ — طراحی تیرهای بتن آرمه (Flexure & Shear)	۳۶
جدول ۳ — طراحی ستون ها (Axial + Flexure)	۳۷
جدول ۴ — طراحی دیوارهای برشی (Shear Wall Design)	۳۷
جدول ۵ — طراحی دال ها (Slabs)	۳۸

جدول ۶ — کنترل برش پانچ در (SAFE (Punching – SAFE)	۳۸
جدول ۷ — کنترل خیز (Deflection)	۳۸
جدول ۸ — کنترل وصله‌ها، پوشش بتن، آیین‌نامه لرزه‌ای	۳۹
جدول ۹ — کنترل نهایی طراحی بتن	۳۹
جدول ۱۰ — تیرها در قاب‌های خمشی ویژه (Special Moment Frame Beams)	۳۹
جدول ۱۱ — ستون‌ها در قاب‌های خمشی ویژه (Special Moment Frame Columns)	۴۰
جدول ۱۲ — گره تیر-ستون (Beam-Column Joint Detailing)	۴۰

چک لیست جامع طراحی سازه های فولادی

جدول ۱ — کنترل مصالح و مشخصات فولاد	۴۲
جدول ۲ — طراحی اعضای کششی (Tension Members)	۴۲
جدول ۳ — طراحی اعضای فشاری (Compression Members)	۴۲
جدول ۴ — طراحی تیرهای فولادی (Beams)	۴۳
جدول ۵ — تیرهای کامپوزیت (Composite Beams)	۴۳
جدول ۶ — طراحی مهاربندها (Bracing)	۴۳
جدول ۷ — طراحی اتصالات (Connections)	۴۴
جدول ۸ — طراحی صفحه ستون (Base Plates)	۴۴
جدول ۹ — کنترل ورق‌ها و اجزای تقویتی	۴۴
جدول ۱۰ — کنترل نهایی طراحی فولاد	۴۵
جدول ۱۱ — تیرها و ستون‌ها در قاب خمشی ویژه فولادی (Steel SMF Detailing)	۴۵
جدول ۱۲ — کنترل کمانش موضعی اجزای مقطع (Local Buckling of Plate Elements)	۴۵
جدول ۱۳ — تیرهای کامپوزیت با عرشه فلزی (Composite Beams with Metal Deck)	۴۶
جدول ۱۴ — کنترل رفتار مهاربندی لرزه‌ای (Seismic Braced Frames QA)	۴۶

چک لیست جامع طراحی فونداسیون

۴۷

- جدول ۱ — کنترل اولیه پروژه (SAFE (Project Setup) ۴۸
- جدول ۲ — کنترل مشخصات خاک (Soil Properties) ۴۸
- جدول ۳ — مدل سازی دال فونداسیون (Slab Modeling) ۴۸
- جدول ۴ — طراحی پی منفرد (Isolated Footing) ۴۹
- جدول ۵ — طراحی پی نواری (Strip Footing) ۴۹
- جدول ۶ — طراحی فونداسیون گسترده (Raft Foundation) ۴۹
- جدول ۷ — طراحی شمع و گروه شمع (Pile Design) ۵۰
- جدول ۸ — کنترل سازه ای دال فونداسیون (Structural Design) ۵۰
- جدول ۹ — کنترل نشست و پایداری (Settlement & Stability) ۵۰
- جدول ۱۰ — کنترل نهایی فونداسیون (Final QA) ۵۰

چک لیست کنترل های معماری مرتبط با سازه

۵۱

- جدول ۱ — کنترل جانمایی ستون ها و هماهنگی با پلان معماری ۵۲
- جدول ۲ — کنترل تیرهای اطراف آسانسور (Elevator Shaft Beams) ۵۲
- جدول ۳ — کنترل های پله و نیم طبقه (Stairs) ۵۲
- جدول ۴ — هماهنگی دیوارهای معماری با سازه ۵۳
- جدول ۵ — کنترل های مرتبط با نمای ساختمان (Facade Coordination) ۵۳
- جدول ۶ — هماهنگی تاسیسات با سازه (MEP-Structural Coordination) ۵۳
- جدول ۷ — هماهنگی رمپ و پارکینگ (Ramp & Parking) ۵۴
- جدول ۸ — کنترل های معماری مؤثر بر لرزه ای ۵۴
- جدول ۹ — کنترل های هماهنگی نهایی معماری-سازه ۵۴

چک لیست جامع کنترل دفترچه محاسبات

۵۵

- جدول ۱ — کنترل ساختار کلی دفترچه محاسبات (General Structure) ۵۶
- جدول ۲ — کنترل بارگذاری دفترچه (Load Calculation QA) ۵۶
- جدول ۳ — کنترل تحلیل سازه (Analysis Section) ۵۶
- جدول ۴ — کنترل بخش طراحی بتن (Concrete Design QA) ۵۷
- جدول ۵ — کنترل بخش طراحی فولاد (Steel Design QA) ۵۷
- جدول ۶ — کنترل طراحی فونداسیون و SAFE ۵۷
- جدول ۷ — کنترل دیاگرام‌ها و خروجی‌ها (Charts & Outputs) ۵۸
- جدول ۸ — کنترل دفترچه از لحاظ آیینی و استاندارد (Code Compliance) ۵۸
- جدول ۹ — کنترل ساختار نوشتاری دفترچه (Writing QA) ۵۹
- جدول ۱۰ — کنترل نهایی دفترچه محاسبات (Final QA) ۵۹
- جدول ۱۱ — کنترل همخوانی مدل تحلیلی با دفترچه (Model–Document Consistency) ۵۹
- جدول ۱۲ — کنترل روابط، فرمول‌ها و روند طراحی (Calculation Logic QA) ۶۰

چک لیست جامع کنترل نقشه های اجرایی سازه

۶۱

- جدول ۱ — کنترل عمومی نقشه‌ها (General Drawing QA) ۶۲
- جدول ۲ — کنترل نقشه تیرها (Beam Drawings) ۶۲
- جدول ۳ — کنترل نقشه ستون‌ها (Column Drawings) ۶۲
- جدول ۴ — کنترل نقشه دیوارهای برشی (Shear Wall Drawings) ۶۳
- جدول ۵ — کنترل نقشه دال و سقف‌ها (Slab & Floor Drawings) ۶۳
- جدول ۶ — کنترل نقشه فونداسیون (Foundation Drawings) ۶۳
- جدول ۷ — کنترل نقشه فولادی (Steel Drawings) ۶۴
- جدول ۸ — کنترل صفحه ستون و Base Plate ۶۴

جدول ۹ — هماهنگی سازه با معماری (Architectural Coordination)	۶۴
جدول ۱۰ — هماهنگی سازه با تاسیسات (MEP Coordination)	۶۵
جدول ۱۱ — کنترل جزئیات (Detailing QA)	۶۵
جدول ۱۲ — کنترل نهایی قبل از تحویل (Final QA)	۶۵
جدول ۱۳ — کنترل تطابق نقشه‌ها با الزامات لرزه‌ای (Seismic Detailing QA)	۶۶
جدول ۱۴ — کنترل نقشه‌های فولادی پیچیده (Complex Steel Detailing)	۶۶

۶۷ وازه نامه جامع دو زبانه سازه

جدول ۱ — مفاهیم تحلیل سازه (Structural Analysis)	۶۸
جدول ۲ — مفاهیم طراحی بتن (Concrete Design)	۶۸
جدول ۳ — مفاهیم طراحی فولاد (Steel Design)	۶۸
جدول ۴ — مفاهیم پی و ژئوتکنیک (Foundation & Geotechnical)	۶۹
جدول ۵ — مفاهیم لرزه‌ای (Earthquake Engineering)	۶۹
جدول ۶ — مفاهیم بارگذاری (Loading)	۶۹
جدول ۷ — مفاهیم اجرایی و نقشه‌خوانی	۷۰
جدول ۸ — مفاهیم نرم‌افزار ETABS / SAFE	۷۰
جدول ۹ — مفاهیم کنترلی و QA/QC	۷۰

۷۱ چک لیست نهایی تحویل پروژه

جدول ۱ — کنترل مدارک تحویلی (Submission Documents)	۷۲
جدول ۲ — کنترل سازگاری بین مدارک (Cross-Consistency)	۷۲
جدول ۳ — کنترل موارد آیین‌نامه‌ای (Code Compliance)	۷۲
جدول ۴ — کنترل‌های مدل‌سازی نهایی (Final Modeling QA)	۷۳
جدول ۵ — کنترل تحلیل (Analysis QA)	۷۳

۷۴	جدول ۶ — کنترل طراحی بتن (Concrete Design QA)
۷۴	جدول ۷ — کنترل طراحی فولاد (Steel Design QA)
۷۴	جدول ۸ — کنترل فونداسیون (SAFE Foundation QA)
۷۵	جدول ۹ — کنترل‌های مرتبط با نقشه‌ها (Drawing QA)
۷۵	جدول ۱۰ — کنترل نهایی تحویل (Final Submission)
۷۵	جدول ۱۱ — کنترل نام‌گذاری، ساختار پوشه‌ها و مدیریت فایل (File Management QA)
۷۶	جدول ۱۲ — کنترل نهایی کیفیت نقشه‌ها و مدارک (Drawing & Document Quality)
۷۶	جدول ۱۳ — کنترل تحویل به کارفرما/ناظر (Client & Reviewer Submission QA)
۷۶	جدول ۱۴ — کنترل کیفیت مدل نهایی قبل از آرشیو (Model Archiving QA)

چک لیست کنترل کیفیت طراحی سازه

۷۷	جدول ۱ — کنترل کیفیت مدل‌سازی (Modeling Quality Assurance)
۷۸	جدول ۲ — کنترل کیفیت بارگذاری (Loading QA)
۷۹	جدول ۳ — کنترل کیفیت تحلیل (Analysis QA)
۷۹	جدول ۴ — کنترل کیفیت طراحی بتن (Concrete Design QA)
۸۰	جدول ۵ — کنترل کیفیت طراحی فولاد (Steel Design QA)
۸۰	جدول ۶ — کنترل کیفیت طراحی فونداسیون (Foundation Design QA)
۸۰	جدول ۷ — کنترل هماهنگی بین نقشه و مدل (Drawing–Model QA)
۸۱	جدول ۸ — کنترل کیفیت مستندسازی (Documentation QA)
۸۱	جدول ۹ — کنترل کیفیت نقشه‌ها (Drawing QA)
۸۱	جدول ۱۰ — کنترل بازبینی هم‌تراز (Peer Review QA)



۱ — چک لیست مدل سازی سازه در ETABS

جدول ۱ — کنترل های اولیه پروژه (Project Initialization)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۱	تنظیم واحدها	kN-m-C	Options → Units	☐
۲	Tolerance	مقدار استاندارد = ۱ mm	Options → Tolerances	☐
۳	تعریف Grid	مطابق معماری	Edit Grid	☐
۴	تعریف Story	تطابق کامل با معماری	Edit Story Data	☐
۵	طبقات مشابه	فقط در صورت یکنواختی	Similar Stories	☐
۶	چرخش صحیح مدل	X+راست، Y+بالا	Plan View	☐
۷	Extruded View	کنترل صحت مدل	Display	☐
۸	Auto Save	فاصله زمانی ۵ دقیقه	Options	☐

جدول ۲ — کنترل مصالح (Materials)

ردیف	نوع مصالح	کنترل لازم	مقدار/معیار	مسیر	چک
۹	بتن	f_c	طبق نقشه	Define → Materials	☐
۱۰	بتن	وزن مخصوص	24 kN/m ³	—	☐
۱۱	بتن	مدول الاستیسیته	ACI / مبحث ۹	—	☐
۱۲	بتن	ضرایب ترک خوردگی	تیر = ۰.۳۵ ، ستون = ۰.۷	Modify/Show	☐
۱۳	فولاد	Fy	طبق نقشه	—	☐
۱۴	فولاد	Fu	طبق نقشه	—	☐
۱۵	فولاد	وزن مخصوص	78.5 kN/m ³	—	☐
۱۶	فولاد	مدول E	200 GPa	—	☐

جدول ۳ — کنترل مقاطع (Sections)

ردیف	عضو	کنترل تخصصی	معیار	مسیر	چک
۱۷	تیر بتنی	ابعاد مناسب	مبحث ۹	Frame Section	☐
۱۸	ستون بتنی	بعد $\leq 40\text{ cm}$	قاب خمشی ویژه	Frame Section	☐
۱۹	دیوار برشی	ضخامت $\leq 20\text{ cm}$	ACI 318-25	Wall Sections	☐
۲۰	تیر فولادی	نوع مناسب (IPE/HEB)	کنترل لاغری	Frame Section	☐
۲۱	ستون فولادی	پایداری موضعی	مبحث ۱۰	SD	☐
۲۲	مقاطع خاص	Section Designer	کنترل Local Buckling	SD	☐

جدول ۴ — تیرها (Beams)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۲۳	قرارگیری صحیح تیر	روی محور ستون	Plan View	☐
۲۴	End Offset	دستی برای تیرهای کناری	Assign → Offset	☐
۲۵	Frame Release	مفصل یا گیردار	Assign	☐
۲۶	عدم قطع تیر	نباید در ستون قطع شود	Model	☐
۲۷	تیر اطراف بازشو	تقویت الزامی	Assign	☐

جدول ۵ — ستون‌ها (Columns)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۲۸	امتداد ستون	بدون قطع از کف تا کف	Model	☐
۲۹	جهت‌گیری مقطع	محور قوی → جهت زلزله	Extruded View	☐
۳۰	قرارگیری دقیق	روی Grid	Snap/Grid	☐
۳۱	کنترل پایداری	لاغری مجاز	Analysis Settings	☐

۱۸ چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

جدول ۶—دیوار برش (Shear Walls)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۳۲	Shell Thick	رفتار Out-of-plane کامل	Draw Wall	☐
۳۳	Pier/Spandrel	لازم برای طراحی	Assign	☐
۳۴	Boundary Element	در فشارهای زیاد	ACI / مبحث ۹	☐
۳۵	مش بندی	$Mesh \leq 0.5 \text{ m}$	Edit Mesh	☐
۳۶	بازشو آسانسور	با Openings	Assign	☐

جدول ۷—سقف ها (Slabs/Deck/Joist)

ردیف	نوع سقف	کنترل	مسیر	چک
۳۷	دال دوطرفه	Shell Thick	Draw Slab	☐
۳۸	دال یکطرفه	Membrane + Beam	Assign	☐
۳۹	Deck	جهت صحیح ورق	Deck Props	☐
۴۰	U-Boot	رفتار دوطرفه صحیح	Define	☐
۴۱	کف راه پله	انتقال بار صحیح	Model	☐

جدول ۸—دیافراگم ها

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۴۲	Rigid Diaphragm	حالت پیش فرض	Assign	☐
۴۳	نیم صلب	پلان های پیچیده	Assign	☐
۴۴	نیم طبقه ها	نام جدا	Story Data	☐
۴۵	Rigid Zone Factor	بتن = ۰.۵ ، فولاد = ۱	Assign	☐

جدول ۹—بازشوها

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۴۶	بازشو پله	تیرگذاری مناسب	Assign → Openings	☐
۴۷	بازشو آسانسور	Shaft کامل	Assign	☐
۴۸	بازشو داکت	انتقال بار	Assign	☐

جدول ۱۰—مهاربندها

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۴۹	نوع سیستم	CBF / EBF	Draw Frame	☐
۵۰	اتصال	روی گره قوی	Assign	☐
۵۱	فاصله از بازشو	عدم برخورد	Model	☐
۵۲	لاغری	طبق مبحث ۱۰	Sections	☐

جدول ۱۱—راه‌پله

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۵۳	مدل‌سازی جداگانه	برای حالت بحرانی	Separate File	☐
۵۴	تیر نیم طبقه	انتقال بار صحیح	Assign	☐
۵۵	شمشیری‌ها	سختی مناسب	Draw Beam	☐

۲۰ چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

جدول ۱۲—مش بنده

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۵۶	Mesh دال	$\leq 0.5 \text{ m}$	Edit Mesh	☐
۵۷	Mesh دیوار	$\leq 0.3 \text{ m}$	Edit Mesh	☐
۵۸	Aspect Ratio	متعادل	Mesh Settings	☐
۵۹	Transition	نرم و یکنواخت	Model	☐

جدول ۱۳—CheckModel

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۶۰	Duplicate Joints	صفر	Analyze → Check Model	☐
۶۱	Zero Length	صفر	—	☐
۶۲	Missing Assign	کنترل کامل	Report	☐
۶۳	Unconnected	حذف کامل	Model	☐
۶۴	Mesh Errors	صفر	Check Model	☐

جدول ۱۴—کنترل نهایی

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۶۵	راستامد بودن اعضا	Alignment کامل	☐
۶۶	محور تیر-ستون	بدون چرخش ناخواسته	☐
۶۷	اتصال Diaphragm	همه کفها متصل	☐
۶۸	مسیر Dead Load	صحیح	☐



۲ — چک‌لیست جامع بارگذاری سازه

جدول ۱—بار مرده (Dead Load)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم‌افزار	چک
۱	تعریف بار مرده	بررسی اینکه Dead Load به‌درستی تعریف شده است	Define → Load Patterns	☐
۲	کنترل وزن سقف	انطباق با دیتایل سقف (کف‌سازی، تأسیسات، اندودها)	Assign → Shell Loads	☐
۳	وزن دیوارها	بار خطی یا سطحی مطابق مبحث ۶	Assign → Frame/Shell Loads	☐
۴	بار جان‌پناه	محاسبه ارتفاع $\times$ وزن مخصوص	—	☐
۵	بار پله	کنترل بار تمام‌شده پله	—	☐
۶	بار تیرچه‌های پیرامونی	کنترل وجود بارهای مضاعف	—	☐

جدول ۲—بار زنده (Live Load)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم‌افزار	چک
۷	تعریف Live Load	مطابق کاربری (مسکونی، اداری، تجاری...)	Define → Load Patterns	☐
۸	کنترل کاهش سربار زنده	اعمال بندهای کاهش LL طبق مبحث ۶	Load Combos	☐
۹	بار زنده راه‌پله	مقدار مطابق جدول کاربری	—	☐
۱۰	بار زنده آسانسور	مطابق مبحث ۶ (اتاقک، خرپشته، چاهک)	—	☐

جدول ۳—بار برف (Snow Load)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم‌افزار	چک
۱۱	تعریف Snow	فعال بودن بار Snow در الگوها	Define → Load Patterns	☐
۱۲	تعیین منطقه بار برف	مطابق نقشه پهنه‌بندی مبحث ۶	—	☐
۱۳	کنترل Drift	در بام‌های شیب‌دار یا اختلاف ارتفاع	—	☐
۱۴	بار برف خرپشته	اعمال صحیح بار برف موضعی	Assign	☐

جدول ۴—بار باد (Wind Load)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۱۵	تعیین سرعت مبنا	مطابق جدول مبحث ۶	—	☐
۱۶	تعیین فشار طراحی	با در نظر گیری ضریب اهمیت	—	☐
۱۷	اعمال بار باد در ETABS	باد نیمه خودکار یا دستی	Define → Wind Load	☐
۱۸	اعمال جهت های X/Y	جهت های اصلی و باد بحرانی	Assign → Loads	☐
۱۹	اثر مکش	کنترل بار باد منفی	—	☐

جدول ۵—بار زلزله (Earthquake Load)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۲۰	تعیین پهنه لرزه ای	از نقشه ۲۸۰۰ (ویرایش ۱۴۰۳)	—	☐
۲۱	تعیین نوع خاک	مطابق گزارش مکانیک خاک	—	☐
۲۲	تعیین زمان تناوب	T محاسباتی و تجربی	Define → Functions → RS	☐
۳۳	Mass Source	کنترل مشارکت LL در جرم	Define → Mass Source	☐
۲۴	تعریف زلزله استاتیکی	EX / EY مطابق ضوابط	Define → Load Patterns	☐
۲۵	تعریف زلزله دینامیکی	SPX / SPY طیفی	Define → Functions → RS	☐
۲۶	مقیاس طیف	Scale Factor به برش پایه	Load Cases	☐

جدول ۶—بارهای حرارتی (Temperature Load)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۲۷	تعریف Temp Load	برای سازه های با ابعاد بزرگ	Define → Load Patterns	☐
۲۸	لحاظ انبساط / انقباض	ΔT طبق شرایط اقلیمی	—	☐

۲۴ چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

جدول ۷— بارهای ویژه (Special Loads)

یف	نوع بار	توضیح	مسیر	چک
۲۹	Notional Load	بار جانبی فرضی فولاد	Define → Load Patterns	☐
۳۰	Partition Load	بار تیغه بندی معادل	Assign → Shell Loads	☐
۳۱	Equipment Load	بار تجهیزات سنگین	—	☐
۳۲	Impact Load	بار ضربه ای	—	☐

جدول ۸— کنترل صحت بارگذاری

ردیف	مورد کنترل	توضیح	مسیر	چک
۳۳	کنترل توزیع بار	انتقال صحیح LL و DL	Display → Loads	☐
۳۴	کنترل سقف ها	مطابقت بار کف با کاربری	Assign	☐
۳۵	کنترل بار دال ها	مطابقت با ضخامت و مصالح	—	☐
۳۶	کنترل بار تیرها	حذف بارهای مضاعف	—	☐

جدول ۹— کنترل MassSource

ردیف	مورد کنترل	توضیح	مسیر	چک
۳۷	Mass Source صحیح	Dead + درصدی از Live	Define → Mass Source	☐
۳۸	کنترل جرم کل سازه	مقایسه جرم ETABS با محاسبات دستی	Display Mass	☐

جدول ۱۰— آماده سازی برای تحلیل

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۹	صحت کامل بارگذاری	تأیید نهایی	☐
۴۰	فعال سازی Load Cases	آماده برای تحلیل	☐
۴۱	فعال سازی ترکیب بارها	ادامه به جلد تحلیل	☐

جدول ۱۱— بارهای برف پیشرفته (Snow—Advanced)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر	چک
۴۲	بار برف شیبدار	اعمال ضریب μ برای شیب بام	—	☐
۴۳	بار تجمعی (Drift)	اختلاف ارتفاع دو بام مجاور	—	☐
۴۴	ضریب منطقه بادگیر	مطابق نقشه اقلیمی	—	☐

جدول ۱۲— بار باد پیشرفته (Wind—Advanced)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۴۵	تعیین ضریب فشار C_p	طبق فرم‌های مبحث ۶	—	☐
۴۶	تعیین Exposure Category	B / C / D	Define Wind	☐
۴۷	ارتفاع مؤثر باد	$h_{\text{effective}}$ برای سازه‌های بلند	—	☐
۴۸	بار باد موضعی	مخصوص لبه‌ها، گوشه‌ها	—	☐
۴۹	بار مکش زیر سقف شیبدار	در سقف‌های سبک	—	☐

جدول ۱۳— بار زلزله پیشرفته (Seismic—Advanced)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۵۰	انتخاب Form of Spectrum	Design / User Defined	Define → Functions	☐
۵۱	طیف User Defined	وارد کردن مقادیر $S_a(T)$	—	☐
۵۲	عمق مؤثر خاک	NEHRP Class و اثرات آن	—	☐
۵۳	ضریب R	انتخاب صحیح براساس سیستم	—	☐
۵۴	ضریب I	اهمیت سازه	—	☐
۵۵	ضریب Ω_0	اضافه مقاومت	—	☐
۵۶	جهت اعمال زلزله	X / Y / $\pm ECC$	Define → Load Patterns	☐
۵۷	انتخاب Modal Case	روش Ritz یا Eigen	Load Cases	☐

۲۶ چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

۵۸	تعداد مودهای کافی	مشارکت $\leq 90\%$	Results → Modal	☐
----	-------------------	--------------------	-----------------	--------------------------

جدول ۱۴ — بارهای قائم زلزله (VerticalEQ)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۵۹	نیاز به بار قائم	دهانه بلند $m15 >$	☐
۶۰	وجود بار متمرکز	تجهیزات سنگین	☐
۶۱	سازه های با اهمیت زیاد	اجباری	☐
۶۲	اثر طبقات نامنظم	در طبقات نرم	☐

جدول ۱۵ — کنترل کامل الگوهای بارگذاری (LoadPatternsQA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۶۳	تعریف همه الگوها	TEMP ,EQY ,EQX ,WL ,SL ,LL ,DL	☐
۶۴	کنترل ضرایب Auto Lateral	برای باد و زلزله	☐
۶۵	کنترل Self Weight Multiplier	باید = ۱ باشد	☐
۶۶	کنترل واحدها	kN – m	☐

جدول ۱۶ — کنترل بارگذاری دال ها (SlabLoadQA)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۶۷	بار خطی معادل دیوار	$t/m \times \text{ارتفاع} \times \text{وزن مخصوص}$	Assign → Shell Load	☐
۶۸	بار تیغه بندی	Partition = $300 - 500 \text{ kg/m}^2$	—	☐
۶۹	بار کف سازی	مطابق دیتایل اجرای معماری	—	☐
۷۰	بار دال های خاص	یوبوت / کوبیاکس / ایتل دک	—	☐

جدول ۱۷ — کنترل بارگذاری تیرها (Beam Load QA)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۷۱	عدم دوبار بارگذاری	سقف + تیر		☐
۷۲	بار جان‌پناه	t/m	Assign → Frame Load	☐
۷۳	بار پیرامونی	تیرهای اطراف نورگیر		☐

جدول ۱۸ — بارگذاری راه‌پله (Stair Load)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۷۴	بار مرده کامل پله	ضخامت + کف‌سازی	☐
۷۵	بار زنده پله	۳۰۰-۵۰۰ kg/m ²	☐
۷۶	بارهای جانبی	اگر پله مهاربندی دارد	☐

جدول ۱۹ — کنترل بارهای تأسیسات و تجهیزات (MEP Loads)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۷۷	بار مخزن آب	وزن + فشار	☐
۷۸	بار چیلر / بویلر	بار متمرکز روی تیر	☐
۷۹	بار داکت‌ها	توزیع مناسب	☐

جدول ۲۰ — کنترل نهایی بارگذاری (Final QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۸۰	تطابق بارگذاری با نقشه‌ها	بررسی نهایی	☐
۸۱	تطابق با مبحث ۶	کنترل بنده‌بند	☐
۸۲	بررسی ورودی Mass	جرم صحیح	☐
۸۳	سیستم آماده تحلیل است		☐

جدول ۲۱- کنترل بارگذاری بام سبز (GreenRoofLoadQA)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۸۴	وزن لایه های بام سبز	خاک، ژئوتکستایل، لایه محافظ، زهکش	Dead Load	☐
۸۵	بار اشباع خاک	وزن خاک × ضریب اشباع ۱.۲ تا ۱.۴	DL (Manual)	☐
۸۶	بار نگهداری و تردد	Roof Garden برای $LL = 250-300 \text{ kg/m}^2$	Define → Load Patterns	☐
۸۷	بار تجمعی آب باران	در صورت عدم زهکشی کافی	Assign → Shell	☐

جدول ۲۲- کنترل بارگذاری دیوارهای سنگین و جدا کننده ها (HeavyWallLoadQA)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۸۹	بار دیوار سنگین	وزن مخصوص × ضخامت × ارتفاع	Assign → Shell/Frame	☐
۹۰	بار خطی دیوارهای بلند	m/برای دیوارهای ۲/۵-۴m	Assign → Frame Load	☐
۹۱	دیوارهای AAC/3D Panel	اعمال بار معادل صحیح	Dead Load	☐
۹۲	دیوارهای خارجی سنگین	کنترل اثر Out-of-Plane روی تیرها	—	☐
۹۳	تیغه های حمام و آشپزخانه	بار ۳۰۰-۵۰۰ kg/m^2	Partition Load	☐

جدول ۲۳- کنترل بارگذاری کاربری ها ویژه (SpecialOccupancyLoads)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۹۴	بار کاربری اتاق سرور	تجهیزات سنگین Raised Floor +	LL or Equipment	☐
۹۵	بار سالن اجتماعات	۵۰۰-۱۰۰۰ kg/m^2 طبق مبحث ۶	Live Load	☐
۹۶	بار بایگانی اسناد	۶۰۰-۱۲۰۰ kg/m^2 بسته به طبقه	LL (High Density)	☐
۹۷	کاربری صنعتی سبک	بار زنده $\leq 1000 \text{ kg/m}^2$	LL	☐
۹۸	کاربری ورزشی	۵۰۰-۷۰۰ kg/m^2	LL	☐



۳ — چک لیست جامع تحلیل سازه

جدول ۱ — تنظیمات اولیه تحلیل (Analysis Setup)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۱	انتخاب نوع تحلیل	Linear Static / Modal / Response Spectrum	Define → Load Cases	☐
۲	واحدهای تحلیل	باید kN-m باشد	Options → Units	☐
۳	Verify Model	قبل از تحلیل الزامی است	Analyze → Check Model	☐
۴	تنظیمات همگرایی	تعداد Iteration کافی	Analyze → Set Options	☐

جدول ۲ — تحلیل استاتیکی (Static Analysis)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۵	فعال بودن Load Case استاتیکی	DEAD, LIVE, WIND, EQSTATIC	Load Cases	☐
۶	ترکیب بارهای ULS	مطابق مبحث ۱۰/۹	Define → Load Combinations	☐
۷	کنترل سختی سازه	سختی کافی برای تحلیل	Display → Deformed Shape	☐

جدول ۳ — تحلیل مودال (Modal Analysis)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر	چک
۸	انتخاب Modal Case	Eigen / Ritz	Load Cases	☐
۹	تعداد مودهای کافی	مشارکت جرمی $\leq 90\%$	Display → Modal Shapes	☐
۱۰	ترتیب مودها	مودهای پایین باید خمشی باشند	Results	☐
۱۱	بررسی مودهای غیر منطقی	مودهای پیچشی ناگهانی = خطا	Display Modal	☐

جدول ۴— مشارکت جرم (Mass Participation)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۱۲	مشارکت جرمی مجموع	$\geq 90\%$ در X و Y	Display → Modal	☐
۱۳	مشارکت مود اول	مود اول نباید خیلی کوچک باشد	Results	☐
۱۴	Mass Source صحیح	Dead + درصدی از Live	Define → Mass Source	☐

جدول ۵— تحلیل طیفی (Response Spectrum Analysis)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۱۵	تعریف طیف صحیح	Sa(T) مطابق ۲۸۰۰-۱۴۰۳	Define → Functions	☐
۱۶	اعمال Scale Factor	همپایه‌سازی برش پایه	Load Case → Response Spectrum	☐
۱۷	ترکیب مودها	CQC / SRSS	Load Case → Modal Combination	☐
۱۸	اعمال جهت‌ها	SPX / SPY	Load Patterns	☐

جدول ۶— کنترل همپایه‌سازی برش پایه (Base Shear Matching)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۱۹	مقایسه برش طیفی با استاتیکی	≥ 0.8 EQSTATIC ASP	Results → Base Reaction	☐
۲۰	Scale دقیق	به صورت دستی یا نرم‌افزار	RS Case → Scale Factor	☐
۲۱	جهت‌های مختلف	X و Y جدا بررسی شوند	Base Shear Table	☐

جدول ۷— تحلیل (P-Delta Analysis) P-Δ

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر	چک
۲۲	فعال‌سازی P-Δ	Nonlinear P-Delta	Load Cases	☐
۲۳	کنترل Stability Index	$\leq \theta$ حد مجاز	Results	☐
۲۴	کنترل سختی طبقات	طبقه نرم ممنوع	Story Stiffness	☐

۳۲ چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

جدول ۸ — کنترل نامنظمی ها (Irregularities)

ردیف	کنترل	معیار آیین نامه ای	چک
۲۵	نامنظمی پیچشی	$TIR \geq 1.2$ = نامنظمی	☐
۲۶	نامنظمی جرمی	تفاوت جرم طبقات $> 20\%$	☐
۲۷	نامنظمی هندسی	تغییر ناگهانی ابعاد	☐
۲۸	طبقه نرم	$K \geq 70\%$ طبقه بالا	☐
۲۹	طبقه بسیار نرم	$K \geq 60\%$ طبقه بالا	☐

جدول ۹ — کنترل تغییر مکان ها (Drift Control)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۳۰	Drift میان طبقه	$\leq 0.025 (2800h - 1403)$		☐ Display → Drift
۳۱	Drift موضعی	کنترل برای طبقات حساس		☐ Display → Story Response
۳۲	Drift جهت X/Y	جداگانه بررسی شود		☐ Story Drift

جدول ۱۰ — کنترل نیروها و تنش ها (Forces & Stresses)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۳	کنترل برش طبقات	توزیع صحیح باشد	☐
۳۴	کنترل لنگرها	رفتار منطقی تیر/ستون	☐
۳۵	کنترل نیروهای محوری	ستون های بحرانی	☐
۳۶	کنترل تیرهای مرزی	اسپندریل و مرز دیوار	☐

جدول ۱۱ — کنترل واژگونگی (Overturning)

ردیف	کنترل	معیار	چک
۳۷	نسبت پایداری	$M_{over} \geq 1.3 M_{resist}$	☐
۳۸	کنترل uplift	تنش کششی ممنوع	☐

جدول ۱۲ — کنترل لایه ها بلند (Tall Buildings)

ردیف	کنترل	معیار	چک
۳۹	تغییر مکان طبقات بالا	Drift تجمعی	☐
۴۰	زمان تناوب سازه	مقایسه تجربی و تحلیلی	☐
۴۱	مودهای پیچشی	بررسی ویژه	☐

جدول ۱۳ — تحلیل ترکیبی (Load Combinations)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۲	ترکیب حالات استاتیکی	ULS / SLS	☐
۴۳	۱۰۰-۳۰	ترکیب زلزله X/Y	☐
۴۴	ترکیب زلزله قائم	EQz	☐

جدول ۱۴ — کنترل نهایی تحلیل (Final QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۵	صحت کامل تحلیل	تایید نهایی	☐

۳۴ چک لیست مدل سازی ، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

جدول ۱۵- کنترل اندرکنش خاک-سازه (Soil-Structure Interaction)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۴۶	مدل سازی فنر بستر	استفاده از k_s مناسب مطابق گزارش ژئوتکنیک	☐
۴۷	اثر انعطاف پذیری پی	بررسی تغییر سختی در تحلیل دینامیکی	☐
۴۸	اثرات P-Δ در فونداسیون	کنترل سختی مؤثر پایه ها	☐
۴۹	تحلیل SSI برای سازه های بلند	برای ساختمان های > ۵۰m توصیه می شود	☐
۵۰	هماهنگی با SAFE	سختی فنرها باید با SAFE منطبق باشد	☐

جدول ۱۶- تحلیل مودها و ترکیب رفتار پیچشی (Torsional Behavior & Interaction)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۱	نسبت مود پیچشی	مودهای پیچشی نباید جزو مودهای اولیه باشند	☐
۵۲	تمرکز سختی و جرم	بررسی توزیع سختی در پلان و ارتفاع	☐
۵۳	مودهای ترکیبی (Complex Modes)	در سازه های نامنظم به دقت بررسی شود	☐
۵۴	جابجایی پیچشی طبقات	کنترل TIR طبقات حساس	☐
۵۵	رفتار پیچشی ناشی از دیافراگم نیمه صلب	تحلیل با Semi-Rigid لازم است	☐

جدول ۱۷- کنترل پایداری جانبی سازه (Lateral Stability Control)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۶	نسبت سختی سیستم های باربر	سختی قاب خمشی و دیوارها باید متعادل باشد	☐
۵۷	کنترل Base Rotation	چرخش پایه در سازه های بلند بررسی شود	☐
۵۸	کنترل Drift کلی ساختمان	drift تجمعی از پایه تا بام	☐
۵۹	نسبت سختی طبقات	تغییر شدید سختی بین طبقات ممنوع	☐
۶۰	کنترل Stability Limit	کنترل مرز پایداری طبق ۲۸۰۰	☐

چک لیست جامع طراحے ازہاے بتے

جدول ۱ — کنترل مصالح و ضرایب طراحی بتن

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مرجع آیین نامه ای	چک
۱	f_c' بتن	انطباق با نقشه و دفترچه	ACI 19.2	☐
۲	F_y فولاد	۴۰۰ یا ۵۰۰ MPa مطابق نقشه	ASTM A615	☐
۳	مدول الاستیسیته E	$4700\sqrt{f_c}$ (MPa)	ACI 19.2.2	☐
۴	وزن مخصوص بتن	24 kN/m^3	مبحث ۶	☐
۵	ضرایب ترک خوردگی	تیر = ۰.۳۵، ستون = ۰.۷، دال = ۰.۲۵	ACI Table 6.6.3.1.1	☐
۶	ضرایب مقاومت ϕ	خمشی = ۰.۹ / برشی = ۰.۷۵	ACI 21.2	☐

جدول ۲ — طراحی تیرها و بتن آرمه (Flexure & Shear)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مرجع	چک
۷	ابعاد تیر	حداقل عرض ۲۵ و ارتفاع مناسب	مبحث ۹	☐
۸	محاسبه ظرفیت خمشی	$M_n \geq M_u / \phi$	ACI 22.2	☐
۹	کنترل A_{s_min}	$\rho_{min} = 0.25\sqrt{f_c} / f_y$	ACI 9.6.1	☐
۱۰	کنترل A_{s_max}	$\rho_{bal} \leq \rho \leq \rho_{max}$	ACI 22.3	☐
۱۱	کنترل برش	$V_n \geq V_u / \phi$	ACI 22.5	☐
۱۲	خاموت ها	$(S \leq \min) 0.75d$ ، 300 mm	ACI 25.7	☐
۱۳	طول مهاري	$l_d = (f_y \lambda) / (1.25\sqrt{f_c})$	ACI 25.4	☐
۱۴	پیچش (در صورت نیاز)	بررسی T_u	ACI 22.7	☐

جدول ۳ — طراحی ستون‌ها (Axial+Flexure)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۱۵	ابعاد ستون	حداقل ۴۰ cm در قاب خمشی	مبحث ۹	☐
۱۶	نسبت بار محوری	$P_u \leq \phi P_n$	ACI 22.4	☐
۱۷	نسبت آرماتور طولی	$\rho \leq 1\% \leq 8\%$	ACI 22.4.3	☐
۱۸	کنترل نمودار اندرکنش	Interaction Diagram	ACI Appendix	☐
۱۹	خاموت ستون	$S \leq 150 \text{ mm}$ یا 16 db	ACI 25.7	☐
۲۰	طول مهاري وصله‌ها	Ld/Lap	ACI 25.5	☐

جدول ۴ — طراحی دیوارها به برش (Shear Wall Design)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۲۱	ضخامت دیوار	$\geq 20 \text{ cm}$	مبحث ۹	☐
۲۲	کنترل برش	$V_n \geq V_u / \phi$	ACI 22.5	☐
۲۳	Boundary Elements	الزام در تنش بالا	ACI 18.10	☐
۲۴	فولاد افقی	$\rho_h \geq 0.0025$	ACI 11.6	☐
۲۵	فولاد قائم	$\rho_v \geq 0.0025$	ACI 11.6	☐
۲۶	نیروی محوری	P برای افزایش ظرفیت	—	☐
۲۷	کمانش میلگردها	فاصله خاموت‌ها	ACI 18.10.6	☐

جدول ۵—طراح دال ها (Slabs)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۲۸	ضخامت دال	حداقل ۱۲-۱۵ cm	مبحث ۹	☐
۲۹	حداقل فولاد حرارتی	$\rho_{\text{shrink}} \geq 0.0018$	ACI 7.5	☐
۳۰	خمش مثبت	طراحی وسط دهانه	ACI 24	☐
۳۱	خمش منفی	طراحی تکیه گاه	—	☐
۳۲	برش یکطرفه	$V_u \leq \phi V_n$	ACI 22.5	☐
۳۳	برش پانچ	کنترل در ستون ها	ACI 22.6	☐

جدول ۶—کنترل برش پانچ در (SAFE-Punching-SAFE)

ردیف	کنترل	توضیح	مسیر SAFE	چک
۳۴	کنترل V_u	برش پانچ در ستون ها	Display → Punching	☐
۳۵	V_c ظرفیت بتن	مطابق ACI	Punching Shear Output	☐
۳۶	نیاز به تقویت	آرماتور برشی یا افزایش ضخامت	—	☐
۳۷	کنترل فاصله ستون تا لبه دال	$\geq 4d$	—	☐

جدول ۷—کنترل خیز (Deflection)

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۳۸	خیز آنی	$\Delta \leq L/240$	مبحث ۹	☐
۳۹	خیز بلند مدت	$\Delta_{\text{total}} \leq L/180$	ACI 24.2	☐
۴۰	ضرایب ترک خوردگی	I_{eff} صحیح باشد	ACI 24.2	☐

چک‌لیست جامع طراحی سازه‌های بتن آرمه ۳۹

جدول ۸ — کنترل وصله‌ها، پوشش بتن، آیین‌نامه لرزه‌ای

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۴۱	پوشش بتن (Cover)	25–40mm	ACI 20.6	☐
۴۲	وصله‌های پوششی	L_lap بر اساس f_y	ACI 25.5	☐
۴۳	قلاّب انتهایی	۹۰° یا ۱۳۵°	ACI 25.3	☐
۴۴	الزامات ویژه لرزه‌ای SMF	میلگردگذاری ویژه	ACI 18.7	☐
۴۵	کنترل فواصل میلگرد	$S \leq 36 \text{ cm}$ یا d^3	ACI 25.2	☐

جدول ۹ — کنترل تیرها و پایه‌ها

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۶	کنترل تناسب آرماتورگذاری	عدم تراکم غیرمجاز	☐
۴۷	کنترل شکل‌پذیری	رعایت ضوابط لرزه‌ای	☐
۴۸	انطباق خروجی ETABS/SAFE با محاسبات دستی	همخوانی	☐

جدول ۱۰ — تیرها در قاب‌ها (Special Moment Frame Beams) ویژه خمشی

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۵۰	حداقل ابعاد تیر در قاب خمشی	کنترل عرض و ارتفاع کافی در قاب‌های ویژه	مبحث ۹ / ACI 318 (Seismic)	☐
۵۱	طول ناحیه بحرانی	حداقل به طول 2 h در دو طرف ستون، ناحیه ویژه خمشی در نظر گرفته شود	ضوابط لرزه‌ای ACI	☐
۵۲	خاموت ویژه در ناحیه بحرانی	فاصله S خاموت‌ها در ناحیه بحرانی کاهش یابد (مثلاً $S \leq d/4$)	ضوابط قاب خمشی ویژه	☐
۵۳	وصله‌های طولی	وصله‌های پوششی میلگردهای طولی خارج از ناحیه بحرانی اجرا شوند	ACI – Splice Detailing	☐

جدول ۱۱- ستون ها در قاب ها- خمشی ویژه (Special Moment Frame Columns)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۵۵	حداقل بعد ستون	کنترل بعد حداقل ستون در قاب خمشی ویژه)	مبحث ۹ / ضوابط لرزه ای	☐
۵۶	نسبت ستون قوی - تیر ضعیف	مجموع ظرفیت خمشی ستون ها در گره > ۱.۲ مجموع ظرفیت تیرها باشد	Strong Column-Weak Beam	☐
۵۷	آرماتور محصورشدگی	استفاده از خاموت بسته و قلاب ° ۱۳۵ در ناحیه بحرانی	ACI - Confinement	☐
۵۸	طول ناحیه ویژه ستون	بالا و پایین ستون که خاموت ویژه الزامی است تعریف شود	ضوابط لرزه ای ستون	☐
۵۹	وصله آرماتور طولی	محل وصله ها در ناحیه غیر بحرانی و با طول پوشش کافی	ACI - Lap Splice	☐
۶۰	نسبت آرماتور طولی	کنترل p_{min} و p_{max} ستون (۱٪ تا حدود ۶٪)	ACI 318 - Columns	☐

جدول ۱۲- گره تیر- ستون (Beam-Column Joint Detailing)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۶۱	آرماتور عرضی در گره	تأمین خاموت یا حلقه بسته در ناحیه اتصال تیر- ستون	ACI - Joint Detailing	☐
۶۲	عبور میلگردهای طولی تیر از گره	کنترل طول عبور و قلاب در داخل گره ستون	نقشه های اجرایی / ACI	☐
۶۳	برش گره	بررسی برش در گره و در صورت نیاز تقویت آن	تحلیل / طراحی مقطع	☐
۶۴	ازدحام آرماتور در گره	کنترل امکان اجرا و عدم تراکم غیرقابل اجرا	کنترل اجرایی	☐
۶۵	سازگاری مدل و نقشه	تطبیق آرماتور گره در نقشه ها با نتایج طراحی	مقایسه ETABS/SAFE با نقشه	☐

چک لیست جامع طراح سازہ ہاے فولادے

۵ — چک لیست جامع طراحی سازه های فولادی

جدول ۱ — کنترل مصالح و مشخصات فولاد

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مرجع	چک
۱	Fy فولاد	ST52 = 345 MPa, ST37 = 240 MPa	مبحث ۱۰	☐
۲	Fu فولاد	$F_u \geq 1.5 F_y$	مبحث ۱۰	☐
۳	مدول الاستیسیته	E = 200 GPa	AISC	☐
۴	بررسی نوع پروفیل	نورد شده / جوشی / مرکب	—	☐

جدول ۲ — طراحی اعضا کششی (Tension Members)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۵	مقاومت کششی اسمی	$P_n = A_g F_y$	AISC	☐
۶	کنترل گسیختگی	$P_n = A_e F_u$	AISC	☐
۷	بررسی خمش-کشش ترکیبی	Interaction	AISC	☐

جدول ۳ — طراحی اعضا فشرای (Compression Members)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۸	لاغری ستون	$KL/r \leq$ حد مجاز	مبحث ۱۰	☐
۹	مقاومت فشاری	$P_n = F_{cr} \times A_g$	AISC	☐
۱۰	کنترل کمانش خمشی	حول هر دو محور	AISC	☐
۱۱	کنترل کمانش پیچشی-جانبی	برای مقاطع باز	AISC	☐

جدول ۴—طراح تیرها به فولاد (Beams)

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۱۲	طراحی خمشی	$M_n \geq M_u / \phi$		☐ AISC F2
۱۳	کنترل برش	$V_n \geq V_u / \phi$		☐ AISC G2
۱۴	خیز تیر	$\Delta \leq L / 240$		☐ مبحث ۱۰
۱۵	کمانش جانبی-پیچشی (LTB)	بررسی L_r ، L_p		☐ AISC F3
۱۶	کنترل پهنای بال	$\lambda \leq \lambda_r$		☐ AISC B4

جدول ۵—تیرها به کامپوزیت (Composite Beams)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۱۷	تعداد برشگیرها	مطابق ظرفیت برشی		☐ AISC I8
۱۸	ظرفیت خمشی مرکب	$M_{n_comp} \geq M_u$		☐ AISC
۱۹	حداقل ضخامت دال	$cm \geq$		☐ مبحث ۹

جدول ۶—طراح مهاربندها (Bracing)

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۲۰	نوع مهاربند	CBF / EBF		☐ مبحث ۱۰
۲۱	ظرفیت کششی	$T_n = A_g F_y$		☐ AISC
۲۲	ظرفیت فشاری	$P_n = F_{cr} A_g$		☐ AISC
۲۳	کنترل دهانه مهاربند	نسبت طول به ارتفاع		☐ —
۲۴	مفصل همگرا/واگرا	ضوابط ویژه قاب لرزه‌ای		☐ مبحث ۱۰

جدول ۷—طراح/اتصالات (Connections)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۲۵	اتصال گیردار تیر-ستون	صفحه انتهایی/بالهای تقویتی	AISC J1	☐
۲۶	اتصال ساده	بالشکلی یا نبشی جان	AISC J2	☐
۲۷	کنترل پیچ ها	تنش برشی و کششی	ASTM A325/A490	☐
۲۸	کنترل جوش ها	طول مؤثر، ضخامت	AWS D1.1	☐
۲۹	ورق های تقویتی	کنترل کماتش موضعی	—	☐

جدول ۸—طراح صفحه-تون (BasePlates)

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۳۰	تنش زیر صفحه	$q \leq q_{allow}$	مبحث ۷	☐
۳۱	ضخامت صفحه	کنترل خمش	AISC	☐
۳۲	طول و عرض صفحه	انطباق با ابعاد ستون	—	☐
۳۳	انکر بولت	تنش کششی و برشی	ASTM F1554	☐

جدول ۹—کنترل ورق ها و اجزای تقویتی

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۴	ورق جان	کنترل کماتش	☐
۳۵	ورق روسری / زیرسری	افزایش مقاومت خمشی	☐
۳۶	ورق doubler	تقویت ناحیه اتصال	☐

جدول ۱۰ — کنترل نهایی طراحی فولاد

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۷	انطباق با مبحث ۱۰	ضوابط لرزه‌ای	☐
۳۸	تطبیق نتایج ETABS با محاسبات دستی	همخوانی	☐
۳۹	کنترل نهایی اتصالات	صفحه ستون، جوش، پیچ	☐

جدول ۱۱ — تیرها و ستون‌ها در قاب خمشی ویژه فولادی (Steel SMF Detailing)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۴۱	ضوابط تیر در قاب خمشی ویژه	نسبت دهانه، محدودیت مقطع لاغر، و تأمین شکل‌پذیری	مبحث ۱۰ / AISC	☐
۴۲	ستون قوی - تیر ضعیف	$\sum M_{column} \geq 1.2 \times \sum M_{beam}$ در هر گره	AISC Seismic	☐
۴۳	ناحیه تسلیم تیر (Fuse Region)	طول ناحیه تسلیم در نزدیکی ستون مطابق دیتیل لرزه‌ای	اتصالات خمشی	☐
۴۴	محدودیت برش در ناحیه مفصل	کنترل $V_u \leq V_{max}$ مجاز در تیرهای قاب خمشی	AISC	☐
۴۵	سخت‌کننده‌های جان	استفاده از stiffener برای جلوگیری از کمانش جان	AISC-Stiffeners	☐

جدول ۱۲ — کنترل کمانش موضعی اجزای مقطع (Local Buckling of Plate Elements)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۴۶	نسبت پهنای بال به ضخامت (b_f/t_f)	مقایسه با حدود مقطع فشرده / نیمه‌فشرده / لاغر	AISC Table B4.1	☐
۴۷	نسبت ارتفاع جان به ضخامت (h/t_w)	کنترل عدم لاغری بیش از حد جان در تیر و ستون	AISC B4	☐
۴۸	کنترل مقاطع لاغر	اعمال ضرایب کاهش مقاومت برای اعضای لاغر	AISC Chapter E/F	☐
۴۹	ورق‌های تقویتی جوشی	کنترل انتقال تنش مناسب بین پروفیل و ورق	جزئیات اجرایی	☐
۵۰	پایداری مقطع تحت فشار ترکیبی	ارزیابی کمانش موضعی تحت خمش + فشار	طراحی پیشرفته مقاطع	☐

جدول ۱۳- تیرهای کامپوزیت با عرشه فلز (Composite Beams with Metal Deck)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۵۱	جهت قرارگیری عرشه	اطمینان از عمود بودن تیرچه های عرشه بر تیر اصلی	دیتایل سقف عرشه فولادی	☐
۵۲	فواصل برش گیرها	کنترل بر اساس مقاومت برشی و حداقل فواصل مجاز	AISC راهنمای سقف مرکب	☐
۵۳	ضخامت بتن روی عرشه	$h_{slab} \geq$ حداقل مورد نیاز (معمولاً $\leq 8 \text{ cm}$)	مبحث ۹ / سقف عرشه	☐
۵۴	کنترل برش طولی تیر-دال	بررسی لغزش احتمالی و کفایت تعداد shear studs	AISC Composite Design	☐
۵۵	خیز بلند مدت تیر کامپوزیت	کنترل Deflection تحت بار بهره برداری و خزش	مبحث ۹ / Serviceability	☐

جدول ۱۴- کنترل رفتار مهاربند لرزه ای (Seismic Braced Frames QA)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۵۶	انتخاب نوع سیستم مهاربندی	EBF, BRBF, SCBF, CB بر اساس ضریب R و ضوابط	مبحث ۱۰ / ۲۸۰۰	☐
۵۷	طول مهاربند و نسبت لاغری	KL/r در محدوده مجاز برای عملکرد کششی/فشاری	مبحث ۱۰ / AISC	☐
۵۸	طراحی مهاربند رفت و برگشتی	کنترل ظرفیت تحت بارگذاری معکوس	AISC Seismic	☐
۵۹	اتصال مهاربند به گاست پلیت	کفایت ضخامت و جوش/پیچ در محل اتصال	Connection Design	☐
۶۰	کنترل مفصل همگرا / واگرا	طول لینک، برش و خمش لینک مطابق ضوابط ویژه EBF	مبحث ۱۰ / AISC	☐



۶ — چک لیست جامع طراحی فونداسیون و SAFE

جدول ۱ — کنترل اولیه پروژه (SAFE Project Setup)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مسیر نرم افزار	چک
۱	واحدهای پروژه SAFE	باید kN-m-C باشد	Options → Units	☐
۲	تعریف Grid و Level	منطبق با ETABS	Plan View	☐
۳	وارد کردن ETABS Reaction	ترکیب بار صحیح	File → Import ETABS	☐
۴	Thickness Units	mm انتخاب شود	Options	☐

جدول ۲ — کنترل مشخصات خاک (Soil Properties)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مرجع	چک
۵	باربری مجاز خاک q_all	مطابق گزارش مکانیک خاک	ژئوتکنیک	☐
۶	ضریب اطمینان	$FS \geq 3$ برای پی سطحی	مبحث ۷	☐
۷	مدول واکنش خاک k_s	تعیین شده در گزارش	ژئوتکنیک	☐
۸	سطح آب زیرزمینی	اثر بر ظرفیت	—	☐

جدول ۳ — مدل سازی دال فونداسیون (Slab Modeling)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۹	ضخامت فونداسیون	حداقل ۳۰-۵۰ cm	Define Slab	☐
۱۰	نوع Shell	Thick برای فونداسیون	Draw Slab	☐
۱۱	Mesh مناسب	حداقل ۰.۵ m	Mesh Options	☐
۱۲	اتصال دیوارها به فونداسیون	Pier/Base Assign	Assign	☐

جدول ۴ — طراحی منفرد (Isolated Footing)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۱۳	ابعاد پی	$A \geq P/q_{all}$		☐ مبحث ۷
۱۴	تنش یکنواخت زیر پی	$q_{max} \leq q_{all}$		☐ SAFE Reaction
۱۵	برش یکطرفه	$V_u \leq \phi V_n$		☐ ACI 22.5
۱۶	برش پانچ	کنترل در ستون مرکزی		☐ Punching Shear
۱۷	آرماتورگذاری	حداقل A_{s_min} رعایت شود		☐ ACI 7.6

جدول ۵ — طراحی نوار (Strip Footing)

ردیف	کنترل	معیار	مسیر	چک
۱۸	عرض نوار	$b \geq Pu/(q_{all} \cdot L)$		☐ مبحث ۷
۱۹	مقاومت خمشی	$M_n \geq Mu/\phi$		☐ ACI 22.2
۲۰	برش یکطرفه	$V_u \leq \phi V_n$		☐ ACI 22.5
۲۱	کنترل خیز	$\Delta \leq L/250$		☐ مبحث ۹

جدول ۶ — طراحی فونداسیون گسترده (Raft Foundation)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۲	سختی دال	مناسب برای توزیع بار	☐
۲۳	تنش زیر دال	مطابق q_{all}	☐
۲۴	Punching در ستونها	بررسی کامل	☐
۲۵	آرماتورگذاری بالا/پایین	شبکه تقویتی	☐
۲۶	کنترل نشست	بررسی کوتاه مدت/بلند مدت	☐

جدول ۷—طراحی شمع و گروه شمع (Pile Design)

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۲۷	ظرفیت باربری شمع	$Q_a \geq P_u$		☐ ژئوتکنیک
۲۸	گروه شمع	اثر کاهش گروهی		☐ مبحث ۷
۲۹	تنش سربار	کنترل برش پانچ		☐ SAFE Punching
۳۰	طول شمع	براساس عمق لایه مقاوم		☐ ژئوتکنیک

جدول ۸—کنترل سازه دال فونداسیون (Structural Design)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۳۱	طراحی خمشی	$M_n \geq M_u / \phi$		☐ ACI 22.2
۳۲	طراحی برشی	$V_u \leq \phi V_n$		☐ ACI 22.5
۳۳	آرماتور حداقل	رعایت ρ_{min}		☐ ACI 7.6
۳۴	آرماتور دمایی	Shrinkage Steel		☐ ACI 7.5

جدول ۹—کنترل نشست و پایداری (Settlement & Stability)

ردیف	کنترل	معیار	مرجع	چک
۳۵	نشست کل مجاز	$S \leq 25-50\text{mm}$		☐ ژئوتکنیک
۳۶	اختلاف نشست	$\Delta S \leq 20\text{mm}$		☐ مبحث ۷
۳۷	uplift	جلوگیری از کشش خاک		☐ SAFE Reaction

جدول ۱۰—کنترل نهایی فونداسیون (Final QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۸	انطباق با مبحث ۷	کنترل کامل	☐
۳۹	انطباق با ACI/SAFE	صحت طراحی	☐

چک لیست کنٹرل ہائے معمارے مرتبط بازارہ

۷ — چک لیست کنترل های معماری مرتبط با سازه

جدول ۱ — کنترل جامه های ستون ها و هماهنگی با پلان معماری

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	مرجع / مسیر	چک
۱	ستون زیر دیوارهای اصلی	ستون باید دقیقاً زیر دیوار اصلی قرار گیرد	معماری / ETABS	☐
۲	تراز بودن محور ستون ها با محور معماری	عدم اختلاف محور بیش از ۵ سانتی متر	پلان معماری	☐
۳	ستون در لبه های نمای حساس	تداخل با شیشه و پوسته نما ممنوع	نقشه نما	☐
۴	عدم قرارگیری ستون وسط بازشوهای بزرگ	بازشو $\leq 2m$ ممنوع بدون دلیل فنی	معماری	☐

جدول ۲ — کنترل تیرهای اطراف آسانسور (Elevator Shaft Beams)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی	مسیر / مرجع	چک
۵	تیرک گذاری کامل اطراف شفت	چهارچوب شفت باید کامل بسته باشد	Plan/ETABS	☐
۶	تیر مضاعف در طرفین راه پله برقی / آسانسور	سختی کافی برای انتقال بار	معماری / سازه	☐
۷	کنترل محل چاهک آسانسور	همراستایی با سازه زیرزمین	پلان طبقات	☐
۸	کنترل ارتفاع شفت	هماهنگی با سازه و موتورخانه	معماری	☐

جدول ۳ — کنترل های پله و نیم طبقه (Stairs)

ردیف	موارد کنترل	توضیح	مرجع / مسیر	چک
۹	تیرهای دور بازشو پله	تأمین قاب کامل اطراف پله	ETABS	☐
۱۰	تخلیه بار از شمشیری پله	انتقال صحیح بار به تیر اصلی	معماری / سازه	☐
۱۱	پله شناور یا معلق	نیاز به طراحی ویژه	معماری	☐
۱۲	اختلاف تراز کف پله با دال	ایجاد دیافراگم جداگانه در ETABS	Assign Diaphragm	☐

جدول ۴—هماهنگ دیوارها و معماری با سازه

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی	مرجع	چک
۱۳	دیوار روی دال	بار معادل تیغه محاسبه شود	مبحث ۶	☐
۱۴	دیوار روی تیرچه	ممنوع مگر با تقویت تیرچه	سازه	☐
۱۵	دیوارهای سرتاسری	نیروهای Out-of-plane بررسی شود	ETABS Shell	☐
۱۶	دیوارهای سبز/تزئینی	عدم ایجاد بار جانبی اضافی	معماری	☐

جدول ۵—کنترل‌ها و مرتبط با نما و ساختمان (Facade Coordination)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۱۷	عدم قرارگیری تیر در مسیر کرتین‌وال	جلوگیری از تداخل با فریم نما	نقشه نما	☐
۱۸	کنترل بارهای باد روی نما	انتقال بار به سازه اصلی	مبحث ۶	☐
۱۹	کنترل وزن نمای سنگی	بار مرده نما در ETABS اعمال شود	Dead Load	☐
۲۰	کنترل دیتیل صفحه نما	نیاز به پلیت/انکر در سازه	معماری/سازه	☐

جدول ۶—هماهنگ تأسیسات با سازه (MEP-Structural Coordination)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۲۱	محل عبور داکت‌ها	عدم برخورد با تیر و ستون	معماری/MEP	☐
۲۲	چاه تأسیسات	تقویت اطراف بازشو	ETABS Opening	☐
۲۳	وزن تجهیزات سنگین	بارگذاری صحیح در سازه	بار زنده/تجهیزات	☐
۲۴	محل عبور رایزرها	ممنوعیت عبور از دیوار برشی	معماری	☐

جدول ۷— هماهنگی رمپ و پارکینگ (Ramp & Parking)

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۲۵	شیب رمپ	۱۲٪ مجاز	معماری	☐
۲۶	تیرهای زیر رمپ	تقویت تیرهای تحت بار	سازه	☐
۲۷	بازشو رمپ در دیوار برشی	کنترل ضعف برشی	ETABS	☐

جدول ۸— کنترل های معماری مؤثر لرزه اے

ردیف	کنترل	توضیح	مرجع	چک
۲۸	بالکن های سنگین	اعمال بار ثقلی و جانبی	مبحث ۶	☐
۲۹	پیش آمدگی نما $m1.2 >$	نیاز به کنترل سختی	۲۸۰۰	☐
۳۰	طبقات با کاربری متفاوت	کنترل تغییر جرم	۲۸۰۰	☐
۳۱	بازشوهای بزرگ در طبقه پایین	احتمال ایجاد طبقه نرم	۲۸۰۰	☐

جدول ۹— کنترل های هماهنگی های معماری — ازه

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۲	هماهنگی کامل پلان سازه و معماری	ستون ها، تیرها، بازشوها	☐
۳۳	هماهنگی نما با ساختار قاب ها	پرهیز از تداخل	☐
۳۴	کنترل نهایی شفت ها، پله، داکت	سازگاری کامل	☐
۳۵	آماده سازی نقشه های مشترک	آرشیفتک + سازه	☐

چک لیست جامع کنترول دفترچه محاسبات

۸ — چک لیست جامع کنترل دفترچه محاسبات سازه

جدول ۱ — کنترل اختار کلی دفترچه محاسبات (General Structure)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۱	جلد و عنوان پروژه	شامل نام، محل پروژه، طراح، تاریخ	☐
۲	فهرست مطالب	شماره گذاری کامل و هماهنگ با متن	☐
۳	تعریف سیستم باربر جانبی و ثقلی	دقیق، مطابق نقشه ها	☐
۴	ارائه پلان معماری و سازه	حتماً در ابتدای دفترچه	☐
۵	منابع و آیین نامه ها	ذکر دقیق سال و نسخه	☐

جدول ۲ — کنترل بارگذاری دفترچه (Load Calculation QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۶	بار مرده	محاسبه وزن مصالح دقیق	☐
۷	بار زنده	مطابق مبحث ۶	☐
۸	بار برف	منطقه بندی صحیح	☐
۹	بار باد	تعیین سرعت، ضریب اهمیت	☐
۱۰	بار زلزله	تعیین پهنه، نوع خاک، طیف	☐

جدول ۳ — کنترل تحلیل سازه (Analysis Section)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۱۱	توضیح روش تحلیل	خطی / غیر خطی	☐
۱۲	کنترل مودال	مشارکت جرمی $\leq 90\%$	☐
۱۳	همپایه سازی طیفی	برش $EQ_{static} \cdot 0.8 \leq SP$	☐
۱۴	کنترل $P-\Delta$	فعال سازی + کنترل θ	☐

۱۵	کنترل دریافت	$h \leq 0.25$	☐
----	--------------	---------------	--------------------------

جدول ۴ — کنترل بخش طراحی بتن (Concrete Design QA)

ردیف	کنترل	معیار	چک
۱۶	طراحی تیر	خمش، برش، پیچش	☐
۱۷	طراحی ستون	Interaction Diagram	☐
۱۸	طراحی دیوار برشی	مرز فشاری، خاموت ویژه	☐
۱۹	برش پانچ	نتایج SAFE	☐
۲۰	کنترل خیز	آنی + بلندمدت	☐

جدول ۵ — کنترل بخش طراحی فولاد (Steel Design QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۱	طراحی اعضای کششی	AeFu, AgFy	☐
۲۲	طراحی ستون فولادی	لاغری، کمانش	☐
۳	طراحی تیر	خمش، برش، LTB	☐
۲۴	طراحی مهاربند	کشش/فشار، مفصل همگرا/واگرا	☐
۲۵	طراحی اتصالات	پیچ، جوش، ورق تقویتی	☐

جدول ۶ — کنترل طراحی فونداسیون و SAFE

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۶	کنترل باربری خاک	q _{all} صحیح	☐
۲۷	طراحی پی منفرد	برش یکطرفه + پانچ	☐
۲۸	طراحی پی نواری	خمش + برش	☐
۲۹	فونداسیون گسترده	توزیع تنش + نشست	☐

۳۰	کنترل شمع	ظرفیت، گروه شمع	☐
----	-----------	-----------------	--------------------------

جدول ۷— کنترل دیاگرام ها و خروجی ها (Charts&Outputs)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۱	دیاگرام نیروی محوری	واضح و قابل خواندن	☐
۳۲	دیاگرام لنگر	M2، M3	☐
۳۳	دیاگرام برش	V3، V2	☐
۳۴	دیاگرام تغییر مکان	Disp،Drift	☐
۳۵	اتصال خروجی ها به عنوان در متن	شکل ها شماره گذاری شوند	☐

جدول ۸— کنترل دفترچه از لحاظ آیینیه واستاندارد (CodeCompliance)

ردیف	کنترل	مرجع	چک
۳۶	انطباق بارگذاری با مبحث ۶	مبحث ۶	☐
۳۷	طراحی بتن طبق ACI	ACI 318-25	☐
۳۸	طراحی فولاد طبق مبحث ۱۰	مبحث ۱۰	☐
۳۹	کنترل لرزه ای طبق ۲۸۰۰	استاندارد ۲۸۰۰	☐
۴۰	کنترل خاک و پی	مبحث ۷	☐

جدول ۹— کنترل اختار نوشتاری دفترچه (Writing QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۱	شماره‌گذاری فرمول‌ها	فارسی و صحیح	☐
۴۲	شماره‌گذاری شکل‌ها	هماهنگ و یکتا	☐
۴۳	استفاده از واحدهای صحیح	mm, kN-m	☐
۴۴	بندهای رفرنس‌دهی استاندارد	ACI / AISC	☐
۴۵	عدم وجود تناقض در اعداد	بین جداول و متن	☐

جدول ۱۰— کنترل نهایی دفترچه محاسبات (Final QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۶	تطابق نقشه‌ها با دفترچه	کنترل مقطع، میلگرد، ابعاد	☐
۴۷	مطابقت خروجی ETABS/SAFE	بدون اختلاف غیرمجاز	☐
۴۸	کامل بودن تمام فصل‌ها	بدون بخش ناقص	☐
۴۹	امضای طراح و بازبین	الزامی	☐
۵۰	آماده برای تحویل	نسخه نهایی	☐

جدول ۱۱— کنترل همخوانی مدل تحلیلی با دفترچه (Model-Document Consistency)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۱	انطباق ابعاد اعضا	مقاطع تیر، ستون، دیوار و دال مطابق مدل ETABS/SAFE باشد	☐
۵۲	انطباق بارهای وارد بر سازه	بارهای وارد شده در دفترچه با Load Patterns موجود تطابق داشته باشد	☐
۵۳	انطباق Mass Source	جرم محاسبه شده در تحلیل با جدول بارگذاری دفترچه یکسان باشد	☐
۵۴	انطباق سختی اعضا	مقدار I_eff اعمال شده با ضرایب ترک خوردگی دفترچه یکسان باشد	☐

۶۰ چک لیست مدل سازی، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

۵۵	انطباق Boundary Conditions	شرایط تکیه گاهی در مدل با نقشه و دفترچه مطابقت داشته باشد	☐
----	----------------------------	---	--------------------------

جدول ۱۲— کنترل روابط، فرمول ها و روند طراحی (Calculation Logic QA)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۶	صحت فرمول های اصلی	روابط ACI / AISC بدون خطای تایپی یا محاسباتی استفاده شده باشد	☐
۵۷	محاسبات مرحله به مرحله	محاسبات شامل معرفی پارامترها، فرمول، جایگذاری اعداد و باشند	☐
۵۸	یکسان بودن واحدها	در کل دفترچه تنها یک سیستم واحد (kN-m-mm) استفاده شده باشد	☐
۵۹	استفاده از اعداد منطقی	نتایج غیرعادی بررسی و اصلاح شده باشند	☐

چک لیست جامع کنترول نقشہ ہاے اجرائے سازہ

۶۲ چک لیست مدل سازی،طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

۹ — چک لیست جامع کنترل نقشه های اجرایی سازه

جدول ۱— کنترل عمومی نقشه ها (General Drawing QA)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۱	عنوان و شماره نقشه	تاریخ، شماره شیت، نام پروژه	☐
۲	مقیاس صحیح	۱:۵۰ / ۱:۱۰۰ / ۱:۲۰	☐
۳	خط کشی، ضخامت، فونت	یکسان و استاندارد	☐
۴	کروکی شمال	صحیح و خوانا	☐
۵	عدم وجود اختلاف بین پلان ها	پلان معماری و سازه هماهنگ	☐

جدول ۲— کنترل نقشه تیرها (Beam Drawings)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی	چک
۶	ابعاد تیر	مطابق دفترچه محاسبات	☐
۷	میلگردهای طولی بالا/پایین	تعداد، قطر، محل گذاری	☐
۸	خاموت ها	S، قطر، تعداد شاخه	☐
۹	طول مهارى	Ld صحیح	☐
۱۰	وصله ها	محل مناسب، حداقل طول	☐
۱۱	کنترل تیرهای اطراف بازشو	تقویت لازم	☐

جدول ۳— کنترل نقشه ستون ها (Column Drawings)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۱۲	ابعاد ستون	تطابق با محاسبات	☐
۱۳	میلگرد طولی	تعداد، تقارن، فاصله	☐
۱۴	خاموت ها	فواصل، قلاب ۱۳۵°	☐

چک‌لیست جامع کنترل نقشه‌های اجرایی سازه ۶۳

۱۵	ناحیه ویژه قاب خمشی	S خاص در ۱/۴ ارتفاع ستون	☐
۱۶	مهارى ميلگردهاى طولى	Ld/Lap	☐

جدول ۴ — کنترل نقشه دیوارها (Shear Wall Drawings)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۱۷	ضخامت دیوار	مطابق محاسبات	☐
۱۸	فولاد قائم و افقی	فاصله، قطر، آرایش	☐
۱۹	Boundary Elements	طول، عرض، خاموت ویژه	☐
۲۰	وصله‌های قائم	در ناحیه غیر بحرانی	☐
۲۱	بازشوها	تقویت اطراف	☐

جدول ۵ — کنترل نقشه دال و سقف‌ها (Slab & Floor Drawings)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۲	ضخامت دال	یکنواخت یا شیب‌بندی	☐
۲۳	میلگردهای حرارتی	شبکه بالا/پایین	☐
۲۴	فولاد کششی	دهانه‌های دو طرفه/یک طرفه	☐
۲۵	تقویت اطراف بازشو	تیرچه تقویتی + میلگرد	☐
۲۶	محل قطع و وصله‌ها	حداقل‌ها رعایت شود	☐

جدول ۶ — کنترل نقشه فونداسیون (Foundation Drawings)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۷	ابعاد پی	مطابق q_all و محاسبات	☐
۲۸	میلگردگذاری فوقانی/تحتانی	فاصله، قطر، جهت‌گذاری	☐
۲۹	برش یکطرفه و پانچ	تقویت اطراف ستون	☐

۶۴ چک لیست مدل سازی، طراحی و کنترل سازه های بتنی و فولادی

۳۰	آرماتور تقویتی در گوشه ها	لازم برای کشش	☐
۳۱	نقشه چاه آسانسور و زیرسازه	همخوانی با معماری	☐

جدول ۷—کنترل نقشه فولاد (Steel Drawings)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۲	پروفیل تیر و ستون	سایز صحیح	☐
۳۳	ورق های تقویتی	جان و بال ها	☐
۳۴	ابعاد اتصالات	ورق روسری/ زیرسری	☐
۳۵	جوش ها	نوع، اندازه، طول	☐
۳۶	پیچ ها	تعداد، گرید، قطر	☐

جدول ۸—کنترل صفحه ستون و Base Plate

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۷	ابعاد صفحه	تناسب با ستون	☐
۳۸	ضخامت	کنترل خمش صفحه	☐
۳۹	محل انکر بولت ها	فاصله از لبه	☐
۴۰	پلیت های زیرستون	کنترل برش پانچ	☐

جدول ۹—هماهنگی سازه با معماری (Architectural Coordination)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۱	محور بندی سازه با معماری	بدون اختلاف	☐
۴۲	بازشوهای پله و آسانسور	تیرک گذاری درست	☐
۴۳	اختلاف ترازها	هماهنگی با جزئیات سازه	☐
۴۴	عدم تداخل با نما	سازه نباید مزاحم کرترین وال شود	☐

جدول ۱۰ — هماهنگی سازه با تاسیسات (MEP Coordination)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۵	محل رایزرها	عدم عبور از دیوار برشی	☐
۴۶	مسیر داکت‌ها	جلوگیری از تداخل با تیرها	☐
۴۷	تجهیزات سنگین	هماهنگی با تیر و کف	☐

جدول ۱۱ — کنترل جزئیات (Detailing QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۸	طول مهاري و وصله‌ها	Lap, Ld, خم ۹۰°/۱۳۵°	☐
۴۹	کاور بتن	C_min رعایت شود	☐
۵۰	شماره گذاری میلگردها	شفاف و بدون ابهام	☐
۵۱	سمبول‌های نقشه	یکپارچه و استاندارد	☐
۵۲	نقشه جزئیات ویژه	اتصال تیر-ستون، مرز دیوار	☐

جدول ۱۲ — کنترل نهایی قبل از تحویل (Final QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۵۳	تطابق کامل نقشه با دفترچه محاسبات	ابعاد، میلگرد، اتصالات	☐
۵۴	یکپارچگی تمام شیت‌ها	شماره گذاری و مقیاس	☐
۵۵	رعایت تمام ضوابط آیین‌نامه‌ای	مباحث ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۲۸، ۳۰	☐
۵۶	کنترل توسط بازبین سازه	الزامی	☐
۵۷	آماده‌سازی نسخه نهایی چاپ	PDF + DWG	☐

جدول ۱۳— کنترل تطابق نقشه ها با الزامات لرزه اے (Seismic Detailing QA)

ویژه سازه های با اهمیت زیاد + منطقه با خطر نسبی بالا

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۸	ناحیه ویژه قاب خمشی در تیر و ستون	کنترل محل و طول ناحیه ویژه (Special Seismic Zones)	☐
۵۹	خاموت ویژه در ستون ها	S ویژه = حداقل، با قلاب ۱۳۵ °	☐
۶۰	Boundary Zone دیوار برشی	کنترل ابعاد، تراکم آرماتور، و خاموت های ویژه	☐
۶۱	وصله های لرزه ای	وصله در نواحی غیر بحرانی (Away from plastic hinge)	☐
۶۲	کنترل کمانش میلگردها	فاصله خاموت در ستون و مرز دیوار مطابق آیین نامه لرزه ای	☐

جدول ۱۴— کنترل نقشه ها فولاده پیچیده (Complex Steel Detailing)

برای پروژه هایی با تیرورق، ستون مرکب، مهاربندهای ویژه

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۶۳	کنترل Zoom Details	وجود نماهای بزرگ نمایی شده از Joint های پیچیده	☐
۶۴	سخت کننده ها در تیرورق	کنترل Stiffener های جانبی و عمودی	☐
۶۵	ورق های تقویتی در اتصالات	Doubler Plate + Stiffener مطابق محاسبات	☐
۶۶	کنترل ابعاد جوش ها	طول، اندازه، و نوع جوش مطابق WPS	☐
۶۷	موقعیت پیچ ها	فاصله پیچ تا لبه، Pitch، Edge Distance	☐



جدول ۱ — مفاهیم تحلیل سازه (Structural Analysis)

فارسی	English Term	توضیح
تغییر مکان	Displacement	جاب‌جایی گره یا عضو نسبت به حالت اولیه
دریفت میان طبقه	Interstory Drift	اختلاف تغییر مکان دو طبقه مجاور
سختی جانبی	Lateral Stiffness	مقاومت سازه در برابر تغییر مکان افقی
ضریب تشدید مودال	Modal Participation Factor	سهم هر مود در پاسخ سازه
روش مودال ریتز	Ritz Modal Method	روش ارتقاء مودال برای تحلیل دینامیکی

جدول ۲ — مفاهیم طراحی بتن (Concrete Design)

فارسی	English Term	توضیح
مقاومت فشاری بتن	Compressive Strength (f'_c)	ظرفیت مقاومت بتن تحت فشار
تنش تسلیم فولاد	Yield Strength (F_y)	حدی که فولاد وارد ناحیه تسلیم می‌شود
برش پانچ	Punching Shear	نوعی گسیختگی در اطراف ستون‌ها در دال
میلگرد حرارتی	Temperature Reinforcement	فولاد مورد نیاز برای کنترل ترک حرارتی
ناحیه مرزی	Boundary Element	ناحیه تقویتی در لبه دیوار برشی

جدول ۳ — مفاهیم طراحی فولاد (Steel Design)

فارسی	English Term	توضیح
کمانش خمشی	Flexural Buckling	ناپایداری حول محور اصلی مقطع
کمانش پیچشی-جانبی	Lateral Torsional Buckling (LTB)	ناپایداری تیر در اثر پیچش و خم شدن
ورق مضاعف	Doubler Plate	ورق تقویتی جان ستون در ناحیه اتصال
تیر مرکب	Composite Beam	تیر فولادی با همکاری دال بتن

برشگیر	Shear Stud	المان انتقال برش در تیر کامپوزیت
--------	------------	----------------------------------

جدول ۴— مفاهیم پروژه تکنیک (Foundation & Geotechnical)

فارسی	English Term	توضیح
ظرفیت باربری مجاز	Allowable Bearing Capacity	بیشترین فشار قابل تحمل خاک
نشست مجاز	Allowable Settlement	مقدار نشست قابل قبول برای سازه
مدول عکس‌العمل بستر	Subgrade Modulus (ks)	سختی بستر خاک در SAFE
گروه شمع	Pile Group	مجموعه شمع‌ها با رفتار متقابل
تنش زیر پی	Soil Pressure	توزیع فشار در زیر فونداسیون

جدول ۵— مفاهیم لرزه‌ای (Earthquake Engineering)

فارسی	English Term	توضیح
پهنه لرزه‌ای	Seismic Zone	منطقه‌بندی خطر زلزله
طیف طرح	Design Response Spectrum	نمودار شدت زلزله برحسب زمان تناوب
ضریب رفتار	Response Modification Factor (R)	کاهش نیرو به علت شکل‌پذیری
ضریب اضافه مقاومت	Overstrength Factor (Ω_0)	ضریب ایمنی اضافی در زلزله
نیروی برش پایه	Base Shear	نیروی افقی کل وارد بر سازه

جدول ۶— مفاهیم بارگذاری (Loading)

فارسی	English Term	توضیح
بار مرده	Dead Load	وزن اجزای ثابت سازه
بار زنده	Live Load	بارهای متغیر یا انسان‌زاد
بار برف	Snow Load	وزن برف روی بام
بار باد	Wind Load	فشار جانبی باد

بار دما	Temperature Load	انبساط یا انقباض ناشی از تغییر دما
---------	------------------	------------------------------------

جدول ۷— مفاهیم اجرایی و نقشه خوانی

فارسی	English Term	توضیح
پوشش بتن	Concrete Cover	فاصله فولاد تا سطح بتن
وصله پوششی	Lap Splice	همپوشانی دو میلگرد برای انتقال نیرو
خاموت بسته	Closed Stirrup	خاموت با قلاب های ۱۳۵°
جوش مارپیچی	Fillet Weld	پرکاربردترین نوع جوش اتصالات
صفحه ستون	Base Plate	پلیت اتصال ستون به فونداسیون

جدول ۸— مفاهیم نرم افزار ETABS/SAFE

فارسی	English Term	توضیح
منبع جرم	Mass Source	منبع جرم برای تحلیل دینامیکی
دیافراگم صلب	Rigid Diaphragm	فرض یکپارچگی سقف
فاکتور مقیاس	Scale Factor	مقیاس کردن طیف زلزله
مش بندی	Meshing	تقسیم سطح به المان های کوچک
المانهای دیوار برشی	Pier / Spandrel	تعیین اجزای قائم و افقی

جدول ۹— مفاهیم کنترل و QA/QC

فارسی	English Term	توضیح
بازبینی سازه	Structural Peer Review	کنترل فنی توسط مهندس ارشد
همخوانی نقشه و دفترچه	Drawing-Report Match	عدم وجود تناقض در ابعاد و آرماتور
کنترل نهایی پروژه	Final Structural QA	بررسی قبل از تحویل
کنترل اجرایی	Site QC	نظارت بر اجرا



چک لیست نهایی تحویل پروژه

جدول ۱ — کنترل مدارک تحویل (Submission Documents)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۱	فایل ETABS	شامل مدل نهایی، بدون خطا	☐
۲	فایل SAFE	شامل طراحی فونداسیون و خروجی کامل	☐
۳	فایل نقشه‌ها (DWG)	هماهنگ با دفترچه محاسبات	☐
۴	دفترچه محاسبات	نسخه نهایی، امضا شده	☐
۵	فایل PDF نقشه‌ها	خوانا، لایه‌بندی صحیح	☐

جدول ۲ — کنترل سازگاری بین مدارک (Cross-Consistency)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۶	هماهنگی نقشه‌ها با دفترچه	ابعاد، میلگرد، جزئیات	☐
۷	هماهنگی ETABS با نقشه‌ها	مقاطع، بارگذاری، مدل‌سازی	☐
۸	هماهنگی SAFE با نقشه‌ها	ابعاد پی، آرماتورگذاری	☐
۹	هماهنگی معماری-سازه	بازشوها، پله، آسانسور	☐
۱۰	هماهنگی سازه-تأسیسات	رایزرها، داکت‌ها	☐

جدول ۳ — کنترل موارد آیین‌نامه‌ای (Code Compliance)

ردیف	کنترل	معیار	چک
۱۱	کنترل مبحث ۶ (بارگذاری)	DL, LL, WL, EQ	☐
۱۲	کنترل مبحث ۹ (بتن)	طراحی کامل	☐
۱۳	کنترل مبحث ۱۰ (فولاد)	اعضا + اتصالات	☐
۱۴	کنترل مبحث ۷ (فونداسیون)	q_all + نشست	☐

۱۵	کنترل ۲۸۰۰	دریفت، پهنه، طیف	☐
----	------------	------------------	--------------------------

جدول ۴ — کنترل‌ها و مدل‌های نهایی (Final Modeling QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۱۶	بدون Joint Unassigned	مدل پاک و بدون خطاست	☐
۱۷	بدون Frame Release اشتباه	کنترل مفصل‌ها	☐
۱۸	دیافراگم‌بندی کامل	Rigid/ Semi-Rigid	☐
۱۹	حذف بارهای دوباره اعمال شده	DL/LL تکراری حذف شود	☐
۲۰	کنترل Mesh	برای دیوار و دال	☐

جدول ۵ — کنترل تحلیل (Analysis QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۱	مشارکت مودال $\leq 90\%$	جهت X/Y	☐
۲۲	دریفت در محدوده مجاز	$\leq 0.025h$	☐
۲۳	همپایه‌سازی برش پایه	$\geq 0.8 EQ_{static}$	☐
۲۴	کنترل $P-\Delta$	θ مجاز	☐
۲۵	کنترل نامنظمی‌ها	هندسی/جرمی/پیششی	☐

جدول ۶—کنترل طراحی بتن (Concrete Design QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۶	طراحی تیر	خمشی /برشی /پیچشی	☐
۲۷	طراحی ستون	Interaction Diagram	☐
۲۸	طراحی دیوار برشی	Boundary	☐
۲۹	کنترل برش پانچ SAFE	ستونها و دالها	☐
۳۰	کنترل خیز	آنی /بلندمدت	☐

جدول ۷—کنترل طراحی فولاد (Steel Design QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۱	طراحی تیر فولادی	خمشی /برشی /LTB	☐
۳۲	طراحی ستون فولادی	کمانش	☐
۳۳	طراحی مهاربند	CBF / EBF	☐
۳۴	طراحی اتصالات	پیچ /جوش /ورق	☐
۳۵	طراحی صفحه ستون	Base Plate	☐

جدول ۸—کنترل فونداسیون (SAFE Foundation QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۶	کنترل تنش زیر پی	$q \leq q_{all}$	☐
۳۷	کنترل برش یکطرفه	$V_u \leq \phi V_n$	☐
۳۸	کنترل برش پانچ	ستونهای میانی و کناری	☐
۳۹	کنترل نشست کل و اختلافی	ژئوتکنیک	☐
۴۰	کنترل گروه شمع	Cap + Pile Layout	☐

جدول ۹—کنترل‌های مرتبط با نقشه‌ها (Drawing QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۱	تیتیر نقشه‌ها	تاریخ، شماره شیت	☐
۴۲	میلگردگذاری تیر/ستون	دقیق و خوانا	☐
۴۳	اتصالات فولادی	کامل، بدون ابهام	☐
۴۴	نقشه فونداسیون	تنش و آرماتورگذاری	☐
۴۵	عدم تعارض بین شیت‌ها	پلان/برش/جزئیات	☐

جدول ۱۰—کنترل‌های تحویل (Final Submission)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۶	فایل PDF نهایی	یکپارچه، کیفیت بالا	☐
۴۷	فایل DWG	لایه‌بندی استاندارد	☐
۴۸	فایل‌های ETABS/SAFE	نام‌گذاری استاندارد	☐
۴۹	تأیید طراح و بازبین	الزامی	☐

جدول ۱۱—کنترل‌نام‌گذاری، اختصار پوشه‌ها و مدیریت فایل (File Management QA)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۱	نام‌گذاری فایل‌های ETABS/SAFE	مثلاً: <i>ProjectName_ETABS_vFinal_1403-11-01</i>	☐
۵۲	ساختار پوشه پروژه	پوشه‌بندی: <i>ETABS / SAFE / Drawings / Calculations / Reports</i>	☐
۵۳	عدم وجود فایل‌های اضافی	حذف نسخه‌های تست، فایل‌های موقت (<i>Backup, _temp, _old</i>)	☐
۵۴	نسخه‌بندی صحیح	داشتن حداقل نسخه‌های <i>Draft</i> و <i>Final</i>	☐
۵۵	تطابق نام فایل‌ها با نقشه و دفترچه	همه فایل‌ها باید نام و تاریخ هماهنگ داشته باشند	☐

جدول ۱۲— کنترل نهایی کیفیت نقشه ها و مدارک (Drawing & Document Quality)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۵۶	خوانایی فایل PDF	رزولوشن مناسب، بدون Missing Font	☐
۵۷	کیفیت خروجی DWG	سالم بودن لایه ها، عدم وجود بلاک های خراب	☐
۵۸	صحت مقیاس در چاپ	چاپ A1/A3 بدون تغییر نسبت مقیاس	☐
۵۹	کنترل نهایی متن ها	فونت استاندارد، عدم هم پوشانی متن ها	☐
۶۰	شماره شیت ها	یکتایی شماره شیت و بدون تکرار	☐

جدول ۱۳— کنترل تحویل به کارفرما/ناظر (Client & Reviewer Submission QA)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۶۱	نامه تحویل (Transmittal Letter)	شامل لیست کامل مدارک، تاریخ، مهر دفتر	☐
۶۲	ارسال نسخه چاپی	نقشه های A3/A1 با مهر مهندسین	☐
۶۳	ارسال نسخه دیجیتال	روی DVD/USB با ساختار پوشه استاندارد	☐
۶۴	امضای طراح، محاسب، بازبین	الزامی و قابل پیگیری	☐
۶۵	تأییدیه نهایی کارفرما	تحویل رسمی و ثبت شده	☐

جدول ۱۴— کنترل کیفیت مدل نهایی قبل از آرشیو (Model Archiving QA)

(بسیار مهم برای بایگانی مهندسی و جلوگیری از خطا در نسخه های بعدی)

ردیف	کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۶۶	حذف Load Case های تستی	عدم وجود Load Case های غیر ضروری (Test / Temp / Check)	☐
۶۷	حذف مدل های فرعی	حذف مدل های موازی و ناقص (Model1 / Model2 / Test Model)	☐
۶۸	یکپارچه سازی واحدها	اطمینان از استفاده از kN-m-C در کل مدل	☐
۶۹	ذخیره نسخه نهایی Read-Only	جلوگیری از تغییر ناخواسته پس از تحویل	☐
۷۰	تهیه فایل Backup نهایی	ذخیره نسخه نهایی در آرشیو پروژه	☐

چک لیست کنترول کیفیت طراحے سازہ

۱۲ — چک لیست کنترل کیفیت طراحی سازه (Design QA & Peer Review)

جدول ۱ — کنترل کیفیت مدل سازی (Modeling Quality Assurance)

ردیف	مورد کنترل	توضیح تخصصی / معیار	چک
۱	مدل سازی صحیح Grid/Story	تطابق کامل با معماری	☐
۲	تعریف صحیح مصالح	بتن/فولاد با مشخصات درست	☐
۳	مقاطع صحیح اعضا	تیر، ستون، دیوار بر اساس نقشه	☐
۴	عدم وجود Joint Unassigned	مدل پاک و بدون خطا	☐
۵	کنترل Offset ها	عدم اعمال اشتباه	☐
۶	کنترل Rigid Zone Factor	صحیح برای قاب خمشی	☐

جدول ۲ — کنترل کیفیت بارگذاری (Loading QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۷	تعریف کامل DL/LL/WL/SL/EQ	مبحث ۶	☐
۸	کنترل Self Weight	۱ = تعریف شده باشد	☐
۹	کنترل بارهای تیغه بندی	Partition Load صحیح	☐
۱۰	کنترل Mass Source	Dead + درصدی از Live	☐
۱۱	کنترل عدم بارگذاری مضاعف	تیر + سقف	☐
۱۲	کنترل جهت باد و زلزله	EX/EY – WX/WY	☐

جدول ۳ — کنترل کیفیت تحلیل (AnalysisQA)

ردیف	کنترل	معیار	چک
۱۳	مشارکت جرمی $\leq 90\%$	X/Y	☐
۱۴	همپایه سازی برش پایه	$EQ_{static} \cdot \Delta SP \geq$	☐
۱۵	Drift میان طبقه	$h \leq 0.025$	☐
۱۶	کنترل نامنظمی ها	پیچشی / جرمی / هندسی	☐
۱۷	کنترل $P-\Delta$	θ مجاز	☐
۱۸	کنترل مودهای غیر منطقی	مود پیچشی غیر منتظره	☐

جدول ۴ — کنترل کیفیت طراحی بتن (ConcreteDesignQA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۱۹	طراحی تیر	خمش، برش، پیچش	☐
۲۰	طراحی ستون	اندرکنش	☐
۲۱	طراحی دیوار برشی	Boundary Element	☐
۲۲	برش پانچ	SAFE Punching	☐
۲۳	کنترل خیز	کوتاه مدت / بلند مدت	☐
۲۴	کنترل حداقل / حداکثر فولاد	As_{min} / As_{max}	☐
۲۵	کنترل وصله ها	Cover, Hook, Lap	☐

جدول ۵ — کنترل کیفیت طراح فولاد (SteelDesignQA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۲۶	طراحی تیر	خمشی، برشی، LTB	☐
۲۷	طراحی ستون	لاغری، کماتش	☐
۲۸	طراحی مهاربند	عملکرد فشاری/کششی	☐
۲۹	طراحی اتصالات	پیچ، جوش، ورق	☐
۳۰	طراحی تیر مرکب	Mn_comp, Shear Stud	☐
۳۱	طراحی صفحه ستون	Base Plate	☐

جدول ۶ — کنترل کیفیت طراح فونداسیون (FoundationDesignQA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۲	کنترل تنش q	$q \leq q_{all}$	☐
۳۳	برش یکطرفه	$V_u \leq \phi V_n$	☐
۳۴	برش پانچ	ستون های کناری/میانی	☐
۳۵	کنترل نشست	ΔS و S	☐
۳۶	کنترل شمع و گروه شمع	ظرفیت Q_a	☐

جدول ۷ — کنترل هماهنگی بین نقشه و مدل (Drawing-ModelQA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۳۷	مقاطع تیر و ستون مطابق ETABS	عدم اختلاف	☐
۳۸	میلگردگذاری طبق SAFE	برش پانچ/خمشی	☐
۳۹	هماهنگی پله /آسانسور	تیرک گذاری و بازشو	☐
۴۰	هماهنگی نما	عدم تداخل با سازه	☐

جدول ۸ — کنترل کیفیت مستندات (Documentation QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۱	شماره‌گذاری جدول‌ها	صحیح و یکتا	☐
۴۲	شماره‌گذاری شکل‌ها	هماهنگ	☐
۴۳	رفرنس‌دهی استاندارد	ACI / AISC / مبحث‌ها	☐
۴۴	صحت فرمول‌ها	LaTeX درست	☐
۴۵	خوانایی دفترچه	فونت/فاصله خطوط	☐

جدول ۹ — کنترل کیفیت نقشه‌ها (Drawing QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۴۶	مقیاس صحیح	۱:۵۰، ۱:۱۰۰	☐
۴۷	نبود اختلاف بین پلان‌ها	سازه/معماری	☐
۴۸	میلگردگذاری خوانا	اندازه و فونت مناسب	☐
۴۹	اتصالات دقیق	پیچ/جوش صحیح	☐
۵۰	صفحه ستون‌ها	ابعاد، ضخامت	☐

جدول ۱۰ — کنترل بازبینی هم‌تراز (Peer Review QA)

ردیف	کنترل	توضیح	چک
۵۱	بازبینی مهندس ارشد	تأیید کامل	☐
۵۲	بررسی مجدد خروجی‌های ETABS	تطابق نیروها	☐
۵۳	بررسی مجدد خروجی‌های SAFE	تطابق برش/پانچ	☐
۵۴	بررسی دستی تعدادی از اعضا	تیر/ستون نمونه	☐
۵۵	چک‌لیست نهایی تکمیل شده	آماده تحویل	☐

سخن پایانی :

همکار ارجمند ، دانشجوی گرامی این مجموعه جهت استفاده شما عزیزان تهیه و تدوین گردیده است . سپاسگزار خواهیم بود که در صورت انتشار در سایتها ، گروهها و کانالها به رسم امانت نسبت به ذکر منبع اقدام فرمائید.

هر آموزش منتشر شده بصورت فایل PDF بصورت فایل نصبی APK نیز جهت نصب در گوشی های اندروید منتشر می گردد که می توانید نسبت به دانلود آن از کانال و نصب آن صرفاً در گوشی های با سیستم اندروید اقدام فرمائید.

هرگونه استفاده غیر تجاری از این مجموعه کاملاً آزاد می باشد و از اینکه در فرآیند طراحی شما عزیز گرامی شاید بخشی از چک لیستها و کنترلهای ضروری را نظام مند کرده باشیم خوشحالیم.

بدیهی است انتشار هر مجموعه در طی فرآیندهای تالیف ، تایپ ، ویراستاری و ... ممکن است بر اثر اشتباهات انسانی هر چند کوچک خالی از اشکال نباشد لذا خواهشمندیم هرگونه اشکال و ایراد را جهت رفع و اصلاح به ما یاد آوری فرمائید.

با سپاس فرهاد آزادپور

Civilaxon: A Distinctive Media Platform for Civil and Architectural Engineers

Checklist for Modeling, Design, and Verification of Reinforced Concrete and Steel Structures
(ETABS and SAFE)

CIVILAXON

 Civilaxon | Engineering Resource

 Software

 Tutorials

 Project

 Drawings

 Codes

 Tech News

 <https://t.me/civilaxon>

 <https://civilaxon.com>

 <https://civilaxon.ir>

 <https://www.instagram.com/civilaxon>