



## محاسبات دستی ساختمان‌های بتنی

از صفر تا صد شامل:  
بارگذاری، تحلیل و طراحی  
با رویکردی نوآورانه



www.ketab.ir

مؤلفان:

مهندس منصور نوعی

مهندس مایسا جرجانی



سرشناسه:  
عنوان و نام پدیدآور:  
مشخصات نشر:  
مشخصات ظاهری:  
شابک:  
وضعیت فهرست نویسی:  
یادداشت:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
شناسه افزوده:  
رده بندی کنگره:  
رده بندی دیویی:  
شماره کتابشناسی ملی:  
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

نوعی، منصور، ۱۳۶۲-

محاسبات دستی ساختمان های بتنی / مولفان منصور نوعی، مایسا جرجانی.

تهران: نوآور، ۱۴۰۰.

۴۰۴ص.

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۵-۴

فیبا

کتابنامه: ص. ۴۰۴.

ساختمان های بتنی — طراحی و ساخت Concrete construction -- Design and construction

ساختمان سازی — صنعت و تجارت Construction industry —

ساختمان های بتنی — Concrete construction

جرجانی، مایسا، ۱۳۶۹-

۵/۶۸۱TA

۱۸۳۴/۶۲۴

۸۵۴۱۰۲۸

فیبا

محاسبات دستی ساختمان های بتنی (۱)  
(از صفر تا صد شامل بارگذاری، تحلیل  
و طراحی با رویکردی نوآورانه)

مؤلفان: مهندس منصور نوعی، مهندس مایسا جرجانی

ناشر: نوآور

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۰

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۰۵-۴

قیمت: ۲۲۰۰۰۰ تومان

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه  
اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲ - ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱  
www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصرأ متعلق به نشر  
نوآور می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از  
قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر  
نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا  
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً  
حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

https://telegram.me/noavarpub

https://www.instagram.com/noavarpub/

# فهرست مطالب

|                                                                                                   |                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| فصل دوم / تحلیل..... ۱۹۸                                                                          | مقدمه..... ۵                                                                                                                  |
| ۱-۲ تحلیل قاب‌ها..... ۱۹۸                                                                         | فصل اول / بارگذاری..... ۹                                                                                                     |
| ۱-۲-۱ تحلیل جانبی قاب خمشی محور ۴ (تحلیل قاب تحت بارهای جانبی زلزله)..... ۱۹۸                     | ۱-۱ مقدمه..... ۹                                                                                                              |
| ۱-۲-۲ تحلیل ثقلی قاب خمشی محور ۴ (تحلیل قاب تحت بارهای قائم)..... ۲۰۶                             | ۲-۱ نکاتی در خصوص انتخاب پروژه بتنی جهت انجام محاسبات دستی..... ۱۰                                                            |
| ۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی (MU, VU, PU) المان‌های تیر و ستون و دیوار برشی جهت طراحی آنها..... ۲۳۴ | ۳-۱ معرفی پروژه..... ۱۲                                                                                                       |
| ۲-۲-۱ استخراج تلاش‌های نهایی ستون (A-4)..... ۲۳۴                                                  | ۴-۱ مشخصات مصالح..... ۲۰                                                                                                      |
| ۲-۲-۲ استخراج تلاش‌های نهایی دیوار برشی محور A (Pire 1)..... ۲۴۳                                  | ۵-۱ مشخصات خاک..... ۲۰                                                                                                        |
| ۳-۲-۲ استخراج تلاش‌های خمشی و برشی نهایی (MU, VU) تیر ABC در طبقه اول..... ۲۴۶                    | ۶-۱ محاسبه تخمین ابعاد اولیه تیر و ستون..... ۲۶                                                                               |
| ۱-۳-۲-۲ تعیین تلاش‌های خمشی و برشی نهایی تیر AB..... ۲۴۷                                          | ۷-۱ مقاطع دیوار برشی..... ۲۸                                                                                                  |
| ۱-۳-۲-۲ الف تعیین تلاش‌های خمشی تیر AB..... ۲۴۹                                                   | ۸-۱ محدودیت هندسی مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان در معرفی مقاطع تیر و ستون..... ۳۰                                                 |
| ۱-۳-۲-۲ ب تعیین تلاش‌های برشی تیر AB..... ۲۵۳                                                     | ۹-۱ بارگذاری ثقلی..... ۳۲                                                                                                     |
| ۲-۳-۲-۲ تعیین تلاش‌های خمشی و برشی تیر BC..... ۲۵۶                                                | ۱-۹-۱ جزئیات سقف‌ها..... ۳۲                                                                                                   |
| ۲-۳-۲-۲ الف تعیین تلاش‌های خمشی تیر BC..... ۲۵۸                                                   | ۲-۹-۱ جزئیات دیوارها..... ۳۴                                                                                                  |
| ۲-۳-۲-۲ ب تعیین تلاش‌های برشی تیر BC..... ۲۶۱                                                     | ۳-۹-۱ بار تیغه‌بندی (بار پارتیشن)..... ۳۵                                                                                     |
| فصل سوم / طراحی..... ۲۶۷                                                                          | ۴-۹-۱ جزئیات اجرایی راه پله..... ۳۶                                                                                           |
| ۱-۳ طراحی المان‌ها..... ۲۶۷                                                                       | ۵-۹-۱ محاسبه بار برف طبق بند ۶-۷-۲ مبحث ۶ مقررات ملی ساختمان..... ۳۷                                                          |
| ۱-۱-۳ طراحی تیر ABC..... ۲۶۷                                                                      | ۶-۹-۱ بار زنده و جدول خلاصه بارگذاری..... ۳۸                                                                                  |
| ۱-۱-۳-۱ طراحی خمشی تیر ABC..... ۲۶۷                                                               | ۱۰-۱ محاسبه وزن غیرلرزه‌ای اسکلت..... ۳۹                                                                                      |
| ۲-۱-۳ طراحی برشی تیر ABC..... ۲۹۶                                                                 | ۱۱-۱ محاسبه وزن مؤثر لرزه‌ای سازه (Ws)..... ۵۲                                                                                |
| ۲-۱-۳ طراحی ستون..... ۳۲۱                                                                         | ۱۲-۱ محاسبه ضریب زلزله (C)، برش پایه (VU) و نیروی جانبی طبقات (FU) در هر جهت..... ۶۲                                          |
| ۱-۲-۳ طراحی خمشی - محوری ستون..... ۳۲۱                                                            | ۱۳-۱ تعیین مرکز برش (Center of Shear)..... ۶۷                                                                                 |
| ۲-۲-۳ طراحی برشی ستون..... ۳۴۰                                                                    | ۱۴-۱ محاسبات سختی ساختمان..... ۶۸                                                                                             |
| ۳-۱-۳ طراحی دیوار برشی..... ۳۴۸                                                                   | ۱۵-۱ کنترل دریافت بر مبنای بند ۳-۵ استاندارد ۲۸۰۰ زلزله..... ۸۴                                                               |
| ۴-۱-۳ طراحی فونداسیون نواری قاب خمشی محور ۴..... ۳۶۸                                              | ۱۶-۱ توزیع برش هر طبقه از سازه بین قاب‌های آن طبقه در هر دو راستای X و Y به نسبت سختی آن قاب‌ها..... ۸۷                       |
| ۵-۱-۳ طراحی سقف تیرچه بلوک..... ۳۹۶                                                               | ۱-۱۶-۱ محاسبه لنگر پیچشی نهایی طبقه (MUTn)..... ۸۹                                                                            |
| ۶-۱-۳ طراحی پله بتنی..... ۴۰۱                                                                     | ۲-۱۶-۱ توضیح در مورد برون مرکزی واقعی (e) و برون مرکزی اتفاقی (ea) و لنگر پیچشی نهایی (MUT) در یک طبقه مطابق روش دوم..... ۱۰۹ |
| منابع و مآخذ..... ۴۰۴                                                                             | ۱۷-۱ پخش بار در سقف‌های تیرچه بلوک (پخش بار یک طرفه) و دال (پخش بار دو طرفه)..... ۱۷۹                                         |

- اهمیت محاسبات دستی

در سال‌های اخیر استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای طراحی ساختمان‌ها مانند Safe ، Sap ، Etabs و .... بصورت گسترده در جامعه مهندسی کشور رواج یافته است. بسیاری از مهندسين علاقمند به حوزه طراحی نیز با تهیه کتاب و یا شرکت در دوره‌های آموزشی تلاش به گام نهادن در حوزه محاسبات سازه را دارند؛ ولی آیا هیچ گاه به این مسئله اندیشیده‌ایم که استفاده بدون آگاهی از این نرم‌افزارها چه خطرات جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد؟ منظور از آگاهی چیست؟

آگاهی یعنی شناخت دقیق و تسلط کامل از نرم‌افزار مورد استفاده که شامل شناخت از نحوه کارکرد، روال تحلیل، تعریف روابط آیین‌نامه‌ای و در نهایت روشی که نرم‌افزار مورد نظر در معرفی المانها و انجام محاسبات از آن بهره می‌گیرد. یک مهندس محاسب بایستی فرآیند کامل محاسبه سازه توسط برنامه را به خوبی درک نماید تا در مواجهه با نتایج غیرمعمول، بر اساس قضاوت مهندسی تصمیم صحیح را اتخاذ کند. این هدف میسر نمی‌شود مگر با اشراف بر محاسبات دستی.

در حقیقت مهندسانی که اختیار تصمیم نهایی را به کامپیوتر واگذار می‌کنند و در پی بررسی نتایج کامپیوتری با محاسبات و کنترل‌های دستی نیستند را می‌توان به اپراتورهای تشبیه کرد که تنها برای کار با یک برنامه کامپیوتری تربیت شده‌اند. همان طور که ماشین حساب، حسابدار نیست و فقط باعث تسریع روند محاسبات حسابدار می‌شود؛ نرم‌افزارهای طراحی سازه نیز مهندس طراح نیستند و بایستی به آن‌ها فقط به چشم یک یاری‌دهنده نگاه کرد. از این رو، محاسبات دستی در طول تاریخ مهندسی نقشی بی‌ جایگزین را داشته و خواهد داشت و محاسبات و تحلیل‌های کامپیوتری تنها در جهت تسریع در مدلسازی و دریافت خروجی‌ها عمل می‌کنند.

در ضرورت تسلط بر محاسبات دستی به ذکر یک مثال می‌پردازیم. اگر در گذشته نه چندان دور (مثلاً دهه شصت خورشیدی) بعنوان مهندس محاسب فعالیت داشتید و یک کارفرما برای یک ساختمان نه چندان پیچیده به شما مراجعه می‌نمود، آیا قادر به انجام محاسبات ساختمان بصورت دستی بودید؟ چگونه به محاسبه‌ی این ساختمان در فقدان کامپیوتر و نرم‌افزارهای محاسباتی می‌پرداختید؟ اصلاً تا به حال به این موضوع اندیشیده‌اید که مهندسان قدیم چگونه سازه‌ی ساختمانها را محاسبه می‌کردند؟ در واقع جایگاه محاسبات دستی بقدری مهم است که امروزه نیز در بیشتر دانشگاههای معتبر دنیا دروس محاسباتی در مهندسی عمران بصورت دستی و تسلط بر این سبک آموزش داده می‌شود. این در حالیست که شرکتهای تجاری عموماً نسخه‌ای از نرم‌افزارهای خود را به رایگان در اختیار این دانشگاهها قرار می‌دهند.

محاسبات دستی ساختمان در مهندسی عمران (کارشناسی) تقریباً در دروس بارگذاری، ایستایی، تحلیل و طراحی خلاصه می‌شود که دانشجویان در آخرین سال تحصیل خود در درس پروژه ساختمان‌های بتنی و فولادی تمامی دروس فوق را به کار می‌گیرند تا بتوانند یک ساختمان بتنی و فولادی را از صفر تا ۱۰۰ به صورت دستی محاسبه کنند. یعنی دقیقاً همان کاری که مهندسان پیشکسوت در قدیم و در نبود کامپیوتر انجام می‌دادند. ولی از آنجایی که معمولاً پروژه‌های دانشجویی بصورت رفع تکلیف انجام شده و اساتید امر در دوره تحصیل به دانشجویان سخت نمی‌گیرند، متأسفانه این درس بسیار بسیار مهم با تساهل گذرانده می‌شود؛ در حالیکه درس پروژه بعنوان جمع‌بندی و نتیجه سالهای تحصیل یک دانشجو در رشته مهندسی عمران محسوب می‌شود. هدف اساسی این کتاب، بیان روندی است که طراحی سازه‌ی یک ساختمان را از صفر تا صد در بر می‌گیرد.

در این کتاب تمامی مراحل محاسبه سازه‌ی ساختمان (بارگذاری، تحلیل و طراحی) به صورت دستی انجام و سعی شده است در هر قسمت به اندازه کافی توضیحات لازم جهت درک بهتر مطالب ارائه شود و از مطالب اضافه و حاشیه‌ای پرهیز گردد. در برخی موارد لازم بوده است که عملیات دستی بصورت تکراری جهت فهم بهتر مطلب انجام شود و در بعضی موارد عمل تکرار بهبود یافته‌ای شده است که به آنها اشاره گشته است.

- دلیل نگارش کتاب حاضر

متأسفانه عدم وجود منبع و راهنمایی که روند کامل محاسبات دستی ساختمان را توضیح داده باشد باعث سردرگمی دانشجویان سال آخر مهندسی عمران و ارائه پروژه‌های نامطلوب شده است. مولفین با شناخت این خلأ اقدام به نگارش کتاب حاضر در دو جلد بتنی و فولادی نموده‌اند تا گامی هرچند کوچک در ارتقاء سطح علمی دانشجویان و مهندسان برداشته شود. جلد فولادی کتاب بزودی توسط انتشارات نوآور به چاپ خواهد رسید.

### - نحوه‌ی مطالعه کتاب حاضر

از آنجایی که مطالب ارائه شده در کتاب به هم پیوسته بوده و با هم در ارتباط می‌باشند، لذا پیشنهاد ما به خواننده‌ی محترم این کتاب این است که با آرامش و طمانینه، تمامی مطالب این کتاب را به ترتیب و منظم از فصل اول تا فصل سوم طی کند تا به مقصود مورد نظر خود که آگاهی از چگونگی محاسبات دستی سازه‌ی ساختمان می‌باشد برسد.

### - این کتاب برای چه کسانی مناسب است؟

چنانچه پاسخ به این سوال را بخواهیم آغشته به طنز بدهیم بایستی بگوئیم که مطالعه این کتاب برای دانشجویان سال آخر مهندسی عمران واجب، و برای مهندسانی که قصد ورود به دنیای زیبای طراحی سازه‌ی ساختمان را دارند واجب‌تر می‌باشد. برای دانشجویان به این دلیل واجب است که جمع‌بندی دروس مهندسی‌شان بوده و اتمام تحصیل آنها در گروه گذراندن دروس بسیار مهم پروژه بتن و فولاد می‌باشد. لذا بایستی با روند محاسبات سازه‌ی ساختمان‌ها آشنا شوند تا چنانچه در محیط کار حرفه‌ای در حوزه‌ی نظارت و اجرا فعالیت کردند در تعامل با مهندسان محاسب و طراح به مشکلی برخورد و درک متقابل داشته باشند. از طرفی هم به این دلیل برای مهندسان عمران واجب‌تر است که نظر به اهمیت طراحی و محاسبه‌ی سازه‌ی ساختمان که مستقیماً با جان انسانها در ارتباط است، با ارائه‌ی دید مهندسی مناسب، آنها را از اتکاء و وابستگی شدید به نرم‌افزارها بی‌نیاز می‌کند. در کل به زعم مولفین، یک مهندس عمران بایستی در طول زندگی مهندسی خود یکبار برای همیشه محاسبات دستی سازه‌ی ساختمان‌های بتنی و فولادی را انجام دهد. لذا مطالعه این کتاب در وهله‌ی اول به دانشجویان، و در وهله دوم به مهندسان و فارغ‌التحصیلان رشته عمران که قصد ورود حرفه‌ای به دنیای زیبای طراحی سازه‌ی ساختمانها با نرم‌افزار را دارند قویاً توصیه می‌شود.

### - آیین‌نامه‌های استفاده شده در کتاب

در این کتاب از آخرین ویرایش‌های آیین‌نامه‌های داخلی و خارجی در بارگذاری و طراحی المان‌ها استفاده شده است؛ هرچند تغییر آیین‌نامه‌های طراحی خلی در روند محاسبات دستی ساختمان وارد نمی‌کند و فقط ممکن است فاز طراحی را تحت‌الشعاع قرار دهد. با تسلط بر فرآیند کلی محاسبات ساختمان قادر خواهید بود همواره بر آیین‌نامه‌ها ولو با تغییرات و ویرایش‌های متعدد پیش‌رو فائق شوید.

### - حرف آخر...

معتقدیم که یک جوینده‌ی دانش (در واقع دانشجوی) دو استاد دارد؛ اولی استادی که بطور مستقیم و با حضور فیزیکی در کلاس‌های درس ایشان از دانش او بهره‌مند گشته و دومی استادی که با نگاشتن کتب علمی نقش استادی و معلمی خود را در قبال دانشجوی ایفا می‌کند. لذا تشکر ویژه خود از اساتید گرانقدری که از آنها بسیار آموخته‌ایم را بابت انتقال دانش و نگارش کتابهای گرانقدرشان اعلام می‌داریم. از طرفی باور داریم که علیرغم سعی و تلاش فراوان ما نوشته‌ی حاضر دارای لغزشها و کاستی‌هایی است؛ پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات و اشکالاتی که از نظر مولفین دور مانده پوزش می‌خواهیم.

در پایان سخن از تمامی زحمات عوامل و دست‌اندرکاران انتشارات وزین نوآور به ویژه آقایان نصیرنیا تشکر و قدردانی می‌کنیم. از آنجایی که هیچ املائی بی‌غلط نیست، این دست نوشته نیز از این قاعده مستثنی نخواهد بود. لذا خواهشمندیم نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود را در جهت بهبود کمیت و کیفیت و محتوای علمی کتاب در نوبت‌های چاپ بعدی، صرفاً از طریق ایمیل انتشارات نوآور به آدرس [noavar33@yahoo.com](mailto:noavar33@yahoo.com) ارسال فرمائید.

با تشکر

منصور نوعی - مایسا جرجانی