

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

# مجموعه فرمول‌های مهندسی عمران

ترجمه

مهندس شهروز وکیلی  
(عضو انجمن مخترعین کشور)



|                     |                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | هیکس، تایلر گرگوری، ۱۹۲۱-م.                                              |
| عنوان و نام پدیدآور | Hicks, Tyler Gregory                                                     |
| مشخصات نشر          | مجموعه فرمول‌های مهندسی عمران / نوشته تایلر جی هیکس   ترجمه شهروز وکیلی. |
| مشخصات ظاهری        | تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۲.                                               |
| شابک                | ۲۰۰ ص:، مصور، جدول، نمودار.                                              |
| وضعیت فهرست نویسی   | ۸۰۰۰۰ ریال: ۹-۱۳۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸                                            |
| یادداشت             | فیبا                                                                     |
| عنوان دیگر          | کتاب حاضر ترجمه بخشی از کتاب "Civil engineering formulas" است.           |
| موضوع               | مجموعه‌ای جامع از فرمول‌های مهندسی عمران.                                |
| موضوع               | راه و ساختمان -- ریاضیات                                                 |
| موضوع               | ریاضیات -- فرمول‌ها                                                      |
| موضوع               | وکیلی، شهروز، ۱۳۵۹- مترجم                                                |
| رده‌بندی کلنگه      | ۳۱۳۹۲ م۳/۵۳۱/۵۳۱ TA                                                      |
| رده‌بندی دیویی      | ۶۲۴۰۰۲۱۲                                                                 |
| شماره کتابشناسی ملی | ۳۲۱۲۴۵۷                                                                  |

## مجموعه فرمول‌های مهندسی عمران



|                       |                                                 |
|-----------------------|-------------------------------------------------|
| ترجمه                 | شهروز وکیلی                                     |
| مدیر تولید            | رضا کریمی‌شاهنده                                |
| حروفچینی و صفحه‌آرایی | واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس (فاطمه نوروزی) |
| نوبت چاپ              | اول - ۱۳۹۲                                      |
| تیراژ                 | ۵۰۰                                             |
| چاپ و صحافی           | گنج‌شایگان                                      |
| قیمت                  | ۸۰۰۰۰ ریال                                      |
| شابک                  | ۹-۱۳۰-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸                               |

|                   |                                                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| دفتر انتشارات:    | تهران- خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لبافی‌زاد و جمهوری - ساختمان ۱ |
| تلفن:             | ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱                                              |
| نماینده‌گی تهران: | خیابان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی                 |
| تلفن:             | ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵                                                         |
| فروشگاه یزد:      | میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان قرخی - جنب مجتمع ستاره                |
| تلفن:             | ۶۲۲۶۷۷۲ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۴۵                                                 |

ایمیل و وبسایت: [www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir) - [info@fadakbook.ir](mailto:info@fadakbook.ir)

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی‌برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی  
انتشارات فدک ایستاتیس

## پیشگفتار

با توجه به گستردگی فرمول‌ها و مباحث رشته مهندسی عمران، تفکیک جداگانه فرمول‌های مربوط به شاخه‌های مختلف این رشته امری ضروری به نظر می‌رسد.

در این کتاب به بحث‌های مختلفی از جمله بتن، سازه و ساختمان، تیرها، ستون‌ها، پل‌ها و کابل معلق پرداخته شده است، که مهندسین عمران، طراحان و نیز دانشجویان محترم به‌منظور تسهیل در انجام مراحل طراحی، برآورد و نیز ساخت می‌توانند از آن بهره گیرند.

با ارائه این کتاب که بر اساس آئین‌نامه‌های معتبر جهانی از جمله ACI و AISC تهیه شده است می‌توان به آسانی و با سرعت عمل بیشتری به مباحث طراحی پرداخت که این خود در نتیجه تفکیک فرمول‌های مربوط به هر بخش میسر گردیده است.

این کتاب ترجمه بخشی از کتاب Civil Engineering Formulas انتشارات Mc Graw Hill می‌باشد.

شهرز وکیلی

تابستان ۱۳۹۲

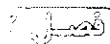
# فهرست مطالب

## ۱ فرمولهای بتن (Concrete Formulas)

|                                                                                                        |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| نسبت آب به سیمان ( $W/C$ )                                                                             | ۱.۱  |
| حجم مخلوط بتن (MIX CONCRETE VOLUME)                                                                    | ۲.۱  |
| مدول الاستیسیته بتن (MODULUS OF ELASTICITY OF CONCRETE)                                                | ۳.۱  |
| مقاومت کششی بتن (TENSILE STRENGTH OF CONCRETE)                                                         | ۴.۱  |
| فولاد تقویتی (REINFORCING STEEL)                                                                       | ۵.۱  |
| تیرهای پیوسته (ممتد) و دالهای یکطرفه                                                                   | ۶.۱  |
| نیروهای برشی (SHEAR FORCES)                                                                            | ۷.۱  |
| عکس العمل‌های انتهائی (END REACTIONS)                                                                  | ۸.۱  |
| روش‌های طراحی تیرها، ستونها و دیگر اعضای سازه‌ای                                                       | ۹.۱  |
| بررسی تنش‌ها در تیر                                                                                    | ۱۰.۱ |
| برش و کشش موزب در تیرها                                                                                | ۱۱.۱ |
| اتصال و مهار میلگردهای تقویتی                                                                          | ۱۲.۱ |
| ستون‌ها                                                                                                | ۱۳.۱ |
| ستون‌های کوتاه به همراه خاموت (TIE)                                                                    | ۱۴.۱ |
| ستون‌های بلند                                                                                          | ۱۵.۱ |
| ترکیب خمش و فشار                                                                                       | ۱۶.۱ |
| ویژگی‌های بتن سخت شده                                                                                  | ۱۷.۱ |
| طول‌گیری کششی                                                                                          | ۱۸.۱ |
| طول‌گیری فشاری                                                                                         | ۱۹.۱ |
| کنترل ترک در اعضای خمشی                                                                                | ۲۰.۱ |
| مقاومت مورد نیاز                                                                                       | ۲۱.۱ |
| محاسبات تغییر مکان (خیز) و ضوابط تیرهای بتنی                                                           | ۲۲.۱ |
| طراحی بر مبنای مقاومت نهائی - در تیرهای مستطیلی شکل که در آنها تنها از آرماتورهای کششی استفاده شده است | ۲۳.۱ |
| میلگردگذاری متوازن (BALANCED REINFORCEMENT)                                                            | ۲۴.۱ |

|                                                                                               |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ظرفیت لنگر (MOMENT CAPACITY) ۱۹                                                               | ۲۵.۱ |
| میلگردگذاری برشی (SHEAR REINFORCEMENT) ۲۰                                                     | ۲۶.۱ |
| میلگردگذاری کششی ۲۱                                                                           | ۲۷.۱ |
| میلگردها و قلابها (HOOKS & BARS) ۲۲                                                           | ۲۸.۱ |
| طراحی بر اساس تنش مجاز در تیرهای مستطیلی شکل که در آنها فقط از میلگرد کششی استفاده شده است ۲۲ | ۲۹.۱ |
| لنگر خمشی مجاز (ALLOWABLE BENDING MOMENT) ۲۳                                                  | ۳۰.۱ |
| برش مجاز (ALLOWABLE SHEAR) ۲۳                                                                 | ۳۱.۱ |
| طراحی بر اساس روش مقاومت نهائی در تیرهای مستطیلی شکل با میلگردهای فشاری ۲۵                    | ۳۲.۱ |
| طراحی بر اساس تنش مجاز در تیرهای مستطیلی با میلگردهای فشاری ۲۵                                | ۳۳.۱ |
| استفاده از روش طراحی بر مبنای مقاومت نهائی در تیرهای $T$ و $I$ شکل ۲۷                         | ۳۴.۱ |
| استفاده از روش طراحی بر مبنای تنش مجاز در تیرهای $T$ و $I$ شکل ۲۹                             | ۳۵.۱ |
| استفاده از روش طراحی بر مبنای مقاومت نهائی برای پیچش ۳۰                                       | ۳۶.۱ |
| استفاده از روش طراحی بر مبنای تنش مجاز برای پیچش ۳۲                                           | ۳۷.۱ |
| دال تخت یا دال فارچی (FLAT SLAB) ۳۲                                                           | ۳۸.۱ |
| دال تخت بی سرستون (FLAT-PLATE SLAB) ۳۴                                                        | ۳۹.۱ |
| برش در دالها ۳۵                                                                               | ۴۰.۱ |
| لنگرهای ستون ۳۶                                                                               | ۴۱.۱ |
| مارپیچها (SPIRALS) ۳۷                                                                         | ۴۲.۱ |
| قابهای مهاربندی شده و غیرمهاربندی شده ۳۸                                                      | ۴۳.۱ |
| دیوارهای باربر ۳۸                                                                             | ۴۴.۱ |
| دیوارهای برشی ۳۹                                                                              | ۴۵.۱ |
| دیوارهای حائل ثقلی بتنی ۴۱                                                                    | ۴۶.۱ |
| دیوارهای حائل طره ۴۴                                                                          | ۴۷.۱ |
| پی دیوار ۴۶                                                                                   | ۴۸.۱ |

## فرمول‌های سازه و ساختمان (Building & Structures Formulas)



|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| طراحی بر اساس ضریب بار - مقاومت جهت کنترل برش در ساختمانها ۵۰          | ۱.۲ |
| کاربرد روش طراحی بر اساس تنش مجاز در ستونهای ساختمان ۵۱                | ۲.۲ |
| کاربرد روش طراحی بر اساس ضریب بار - مقاومت در ستون ساختمانها ۵۲        | ۳.۲ |
| کاربرد روش طراحی بر اساس تنش مجاز در تیرهای ساختمانی ۵۳                | ۴.۲ |
| استفاده از روش طراحی بر اساس ضریب بار - مقاومت برای تیرهای ساختمانی ۵۵ | ۵.۲ |
| استفاده از روش طراحی بر اساس تنش مجاز برای برش در ساختمانها ۵۹         | ۶.۲ |
| تنش در پوسته‌های نازک (THIN SHELLS) ۶۱                                 | ۷.۲ |

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| ۶۱ (BEARING PLATES) صفحات باربر                 | ۸.۲  |
| ۶۲ بیس پلیت‌های ستون                            | ۹.۲  |
| ۳۶ (PLATE GIRDERS) تیورورها                     | ۱۰.۲ |
| ۶۵ تغییر مکان دیوارهای برشی و قابهای عرضی       | ۱۱.۲ |
| ۶۶ فشار محوری ترکیب شده یا خمش و کشش            | ۱۲.۲ |
| ۶۷ قرارگیری جان در معرض بارهای متمرکز           | ۱۳.۲ |
| ۶۹ طراحی سخت‌کننده‌های تحت بار                  | ۱۴.۲ |
| ۷۱ (COMPOSITE CONSTRUCTION) ساخت ترکیبی         | ۱۵.۲ |
| ۷۲ تعداد اتصال دهنده‌های مورد نیاز در ساختمانها | ۱۶.۲ |

## ۷۵ (Column Formulas) فرمول‌های مربوط به ستونها

|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| ۷۶ طراحی ستون‌های بتنی بر اساس مقاومت نهائی      | ۱.۳  |
| ۷۸ حالات خاص میلگردگذاری                         | ۲.۳  |
| ۷۸ مقاومت ستون در صورتیکه فشار حکمفرما باشد      | ۳.۳  |
| ۷۹ ستون‌های دایره‌ای شکل (CIRCULAR COLUMNS)      | ۴.۳  |
| ۷۹ ستون‌های کوتاه (SHORT COLUMNS)                | ۵.۳  |
| ۸۰ ستون باریک (SLENDER COLUMN)                   | ۶.۳  |
| ۸۰ طراحی بر اساس بار مجاز در ستون‌های آلومینیومی | ۷.۳  |
| ۸۱ کماتش خمشی الاستیک ستونها                     | ۸.۳  |
| ۸۴ طراحی صفحه ستون (BASE PLATE)                  | ۹.۳  |
| ۸۵ ستون‌های تحت بارهای گریز از مرکز              | ۱۰.۳ |

## مجموعه فرمول‌های مهندسی عمران فرمول‌های تیر (Beam formulas) ۹۱

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| ۹۳ (CONTINUOUS BEAMS) تیرهای پیوسته           | ۱.۴  |
| ۱۲۸ مقاومت نهائی تیرهای پیوسته (ممتد)         | ۲.۴  |
| ۱۳۳ (MAXWELL'S THEOREM) نظریه مکس ولز         | ۳.۴  |
| ۱۳۴ (CASTIGLIANO'S THEOREM) نظریه کاستاگلیانو | ۴.۴  |
| ۱۳۴ تیرهای با مقاومت یکسان                    | ۵.۴  |
| ۱۳۵ بارهای مجاز انواع مختلف تیرها             | ۶.۴  |
| ۱۳۵ بارهای متحرک و متناوب                     | ۷.۴  |
| ۱۴۷ (CURVED BEAMS) تیرهای منحنی شکل           | ۸.۴  |
| ۱۵۰ تیرهای منحنی شکل با خروج از مرکزیت        | ۹.۴  |
| ۱۵۱ کماتش جانبی الاستیک تیرها                 | ۱۰.۴ |

|                                           |     |      |
|-------------------------------------------|-----|------|
| بارهای خمشی و محوری مرکب                  | ۱۵۴ | ۱۱.۴ |
| خمشی نامتقارن (UNSYMMETRICAL BENDING)     | ۱۵۵ | ۱۲.۴ |
| بارگذاری خارج از مرکز (ECCENTRIC LOADING) | ۱۵۵ | ۱۳.۴ |
| زمان تناوب ارتعاش و فرکانس تیرهای منشوری  | ۱۵۷ | ۱۴.۴ |
| پیچش در اعضای سازه‌ای                     | ۱۵۸ | ۱۵.۴ |
| انرژی کرنشی در اعضای سازه‌ای              | ۱۵۸ | ۱۶.۴ |
| لنگرهای گیرداری در تیرها                  | ۱۶۱ | ۱۷.۴ |

## فرمول‌های پلها و کابل معلق ۱۶۳

|                                                   |     |      |
|---------------------------------------------------|-----|------|
| طراحی مقاومت برشی پلها                            | ۱۶۴ | ۱.۵  |
| طراحی ستون‌های پل به روش تنش مجاز                 | ۱۶۴ | ۲.۵  |
| طراحی ستون‌های پل به روش ضریب بار - مقاومت        | ۱۶۵ | ۳.۵  |
| دیگر فرمول‌های مربوط به ستون پلها                 | ۱۶۶ | ۴.۵  |
| استفاده از روش طراحی براساس تنش مجاز در تیرهای پل | ۱۶۸ | ۵.۵  |
| استفاده از سخت کننده‌ها در شاه تیرهای پل          | ۱۶۹ | ۶.۵  |
| سخت کننده‌های طولی                                | ۱۷۰ | ۷.۵  |
| شاه تیرهای دو جنسی پل                             | ۱۷۱ | ۸.۵  |
| طراحی تیرهای پل به روش ضریب بار                   | ۱۷۱ | ۹.۵  |
| سخت کننده‌های پل                                  | ۱۷۳ | ۱۰.۵ |
| ساخت ترکیبی (کامپوزیت) پل‌های آزاد آنها           | ۱۷۳ | ۱۱.۵ |
| تعداد اتصال دهنده‌ها در پل                        | ۱۷۷ | ۱۲.۵ |
| طراحی برشی پلها براساس روش طراحی تنش مجاز         | ۱۷۸ | ۱۳.۵ |
| حداکثر نسبت عرض / ضخامت در اعضای فشاری پلها       | ۱۷۹ | ۱۴.۵ |
| کابل‌های معلق                                     | ۱۷۹ | ۱۵.۵ |
| شکم دادگی زنجیروار کابل و فاصله بین تکیه گاهها    | ۱۸۲ | ۱۶.۵ |
| روابط کلی کابل‌های معلق                           | ۱۸۲ | ۱۷.۵ |

## منابع و مراجع ۱۹۱

### فهرست الفبایی