



طراحی سازه‌های موقت

داربست‌ها، پایه‌های موقت، سیستم‌های
نگهدارنده گودبرداری، پل‌های موقت و ...

قابل استفاده برای کلیه مهندسیین مشاور و طراح، پیمانکاران، مجریان
ذیصلاح، دانشجویان دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی عمران



ترجمه و تألیف:

مهندس بهمن سبحانی

(دانش‌پژوه دکتری مهندسی عمران - سازه)

سرشناسه:

عنوان و نام پدیدآور:

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

شابک:

وضعیت فهرست نویسی:

یادداشت:

یادداشت:

شناسه افزوده:

شماره کتابشناسی ملی:

سودر، کریس Souder, Chris

طراحی سازه‌های موقت

تهران: نوآور، ۱۳۹۴.

۳۲۸ص.

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۴۷-۶

فیپای مختصر

فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.

عنوان اصلی: Design Temporary Structure

سبحانی، بهمن، ۱۳۶۰-، مترجم

۳۷۹۷۴۶۰

طراحی سازه‌های موقت

ترجمه و تألیف:

ناشر:

شمارگان:

ناظر چاپ:

نوبت چاپ:

شابک:

قیمت:

مهندس بهمن سبحانی

نوآور

۱۰۰۰ نسخه

محمد رضا نصیرنیا

اول - ۱۳۹۴

۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۲۴۷-۶

۲۰۰۰۰ تومان

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهدای

ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،

طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲ - ۶۶۴۸۴۱۹۱. www.noavarpub.com

مرکز پخش:

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 می‌باشد. 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، سی‌دی، دی‌وی‌دی، 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 می‌گیرند.



نشر نوآور

فصل اول / طراحی داربست

- ۱-۱ نظام نامه
- ۲-۱ انواع داربست
- ۳-۱ بارگذاری داربست
- ۴-۱ ضریب ایمنی داربست
- ۵-۱ اجزای تشکیل دهنده داربست
- ۱-۵-۱ صفحه پوش
- ۲-۵-۱ تیرهای عرضی (تکیه‌گاههای جانبی)
- ۳-۵-۱ تیرهای طولی (میله‌های طولی داربست)
- ۴-۵-۱ پایه‌های داربست
- ۵-۵-۱ OSHA (موسسه ایمنی و بهداشت فردی)
- ۶-۱ طراحی داربست
- ۱-۶-۱ تامین ایمنی سازه داربست
- ۲-۶-۱ داربست معلق (آویزان)

فصل دوم / تیرک حائل (وادار)، صفحات چوبی و مهار کششی دوخت به پشت

- ۱-۲ تشریح سیستم‌های نگهدارنده گود و واحدهای اندازه‌گیری آنها
- ۱-۱-۲ تیرها و شمع‌ها
- ۲-۱-۲ صفحه‌گذاری
- ۳-۱-۲ مهارهای کششی
- ۲-۲ مصالح مورد استفاده
- ۱-۲-۲ فولاد AISC
- ۲-۲-۲ قطعات چوبی و مشخصات طراحی آیین‌نامه (NDS) برای سازه‌های چوبی
- ۳-۲-۲ صفحات چوبی
- ۴-۲-۲ طراحی تیرک حائل (تیر پایه)

فصل سوم / سپرکوبی و مهارهای جانبی

- ۱-۳ اصول سپر کوبی
- ۱-۱-۳ مصالح مورد استفاده در سیستم سپر کوبی
- ۲-۱-۳ تشریح سیستم سپر کوبی و واحدهای اندازه‌گیری صفحات سپر کوبی
- ۳-۱-۳ تجهیزات و وسایل نصب سپرهای فولادی

فصل چهارم / محاسبه نیروها و فشار وارد بر قالب‌بندی و پایه‌های موقت

- ۱-۴ خصوصیات مصالح
- ۱-۱-۴ وزن واحد مصالح
- ۲-۱-۴ نیروهای ناشی از بتن‌ریزی

فصل پنجم / طراحی قالب‌بندی بتن

- ۱-۵ موارد کلی برای طراحی قالب
- ۱-۱-۵ خصوصیات بتن
- ۲-۵ طراحی قالب‌بندی
- ۱-۲-۵ طراحی بر اساس خمش، برش و خیز (تغییر مکان)
- ۲-۲-۵ مثال‌های طراحی قالب برای انواع چوب‌ها همراه با مهارهای فشاری و مغزی
- ۳-۲-۵ چارتها (نمودارهای) طراحی قالب‌بندی
- ۴-۲-۵ تخمین هزینه قالب‌بندی بتن
- ۳-۵ نتیجه‌گیری

فصل ششم / طراحی پایه‌های موقت

- ۱-۶ خطر ریسک مربوط به پایه‌های موقت
- ۱-۱-۶ حوادث در پایه‌های موقت
- ۲-۱-۶ فرآیند بازنگری سیستم پایه‌های موقت
- ۳-۱-۶ معیارهای طراحی سیستم پایه‌های موقت
- ۴-۱-۶ نحوه توزیع بار در طراحی سیستم پایه‌های موقت
- ۵-۱-۶ طراحی سیستم پایه‌های موقت با استفاده از نمودارهای (چارتها) طراحی قالب‌بندی
- ۶-۱-۶ پروژه‌های پل

فصل هفتم / طراحی مهاربندی و طناب‌های مهاری (کابل‌های مهاری)

- ۱-۷ مهاربندی با میلگرد و کابل‌های مهاری

- ۲-۷ مهاربندی قالبها با استفاده از لوله‌های فولادی و بلوک‌های بتنی مهاری (وزنه مهاری بتنی)
 ۱-۲-۷ کاربرد نیروی اصطکاک در زندگی
 ۳-۷ مهارهای میله‌ای مورد استفاده در پروژه بزرگراهها
 ۴-۷ روش مهار متناوب (یک درمیان)

فصل هشتم / طراحی پل موقت و تجهیزات مربوط به آن

- ۱-۸ ترکیب اصلی یک پل موقت استاندارد
 ۱-۱-۸ ۱- فونداسیون یا شمع (شمع لوله‌ای، شمع با مقطع فولادی HP ، شمع مقاطع W و شمع‌های کامپوزیتی) پل موقت
 ۲-۱-۸ تیرهای پوششی یا تیرهای حمال (تیرهای بال پهن به همراه سخت‌کننده)
 ۳-۱-۸ مهاربندی تیرهای زیر سری یا شاه تیرها از نوع تیر آهن بال پهن
 ۴-۱-۸ مهاربندی جانبی
 ۵-۱-۸ محاسبات مورد نیاز مهاربندی جانبی جهت جلوگیری از کمانش بال
 ۵-۱-۸ اجرای عرشه چوبی یا بتن پیش ساخته جهت عبور جرثقیل خرابایی یا کامیون
 ضریب ضربه
 ۶-۱-۸ عوامل محیطی در طراحی پل موقت
 ۷-۱-۸ طراحی تیرهای زیر سری (طولی)

پیوست‌ها

- پیوست شماره ۱: مقاطع فولادی مربوط به تیرها براساس AISC
 پیوست شماره ۲: لوله‌های فولاد
 پیوست شماره ۳: پروفیل‌های H شکل براساس AISC
 پیوست شماره ۴: مقادیر تنش مجاز کمانشی
 پیوست شماره ۵: سپرهای فولادی
 پیوست شماره ۶: مشخصات الوارهای چوبی
 پیوست شماره ۷: چارتهای طراحی قالببندی (Williams)
 پیوست شماره ۸: مقادیر و مشخصات مربوط به مهارهای بولتی در قالببندی
 پیوست شماره ۹: تیرهای آلومینیومی

مهندسين عمران در طی دوره تحصیلات کارشناسی در دانشگاه، دروس متعددی را در زمینه تحلیل و طراحی سازه‌های فولادی و بتنی آموزش می‌بینند. اما طراحی مواردی از قبیل طراحی داربست‌ها، کابل‌های مهاری، قالب‌بندی و ... در طی این دوره کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، و اغلب مهندسين مهارت لازم را در این زمینه کسب نمی‌کنند. این موضوع مترجم را بر آن داشت که تا با ترجمه اولین کتابی که در این زمینه تا کنون منتشر شده و توسط Chris Souder نوشته شده و در سال ۲۰۱۴ به بازار کتاب‌های فنی در آمریکا وارد شده، بپردازد. کتاب اصلی مشتمل بر ۱۳ فصل بوده، که مترجم با توجه به نیاز بازار ایران ۸ فصل آن را ترجمه و تألیف نموده است، ۴ فصل مربوط به نحوه بارگذاری‌های مختلف در سازه‌های آبی، خاکی و ساختمانی و یک فصل دیگر مربوط به سازه‌های نیروگاهی است که از حوصله و بحث سازه‌های متداول اشاره شده در این کتاب خارج است، صرف‌نظر شده، از طرفی در این زمینه کتاب‌های متنوعی در ایران به چاپ رسیده، لذا نیاز به ارائه مطالبی که تاکنون به آنها پرداخته نشده است، می‌باشد. در کتاب حاضر سعی شده که مراحل طراحی، به صورت گام به گام و مرحله‌ای بیان شود. مسائل حل شده در این کتاب با دو سیستم واحد U.S. و سیستم بین‌المللی (SI) بررسی و در اختیار خوانندگان قرار گرفته است. تمامی مطالب ذکر شده منطبق بر آیین‌نامه‌های معتبر موجود در آمریکا (AISC و ACI347) ویرایش سال ۲۰۱۳ می‌باشد. البته در هر فصل مطالبی با عنوان مطالعه موردی بیان شده، که این مطالب بیانگر استفاده از سیستم سازه‌های موقت اشاره شده در هر فصل در پروژه‌های واقعی و اجرایی می‌باشد.

کتاب حاضر در ۸ فصل تنظیم شده است. فصل اول کتاب به طراحی انواع داربست‌های معمولی و آویزان اشاره می‌کند و مثال‌های طراحی متنوعی در این فصل بیان شده است. همچنین در این فصل به اصول ایمنی و ضرایب ایمنی داربست‌ها بر اساس آئین‌نامه‌های موجود پرداخته شده است.

در ابتدای فصل دوم کتاب به انواع سیستم‌های نگهدارنده گودبرداری اشاره شده و به طراحی انواع تیرک حائل، مهارهای کششی و تخته پوشش‌ها پرداخته و این مطالب را با مثال‌های متنوعی برای خواننده تشریح می‌کند.

فصل سوم کتاب در خصوص اصول سپرکوبی و مصالح مورد استفاده در آن، همچنین به اصول طراحی این نوع سازه‌های موقت با ذکر مثال‌هایی می‌پردازد.

فصل چهارم کتاب در خصوص انواع نیروهای ناشی از بتن‌ریزی که بر قالب‌ها در زمان بتن‌ریزی وارد می‌گردد، می‌پردازد.

در فصل پنجم به نحوه طراحی قالب‌بندی بر اساس نیروهای بیان شده در فصل چهارم، می‌پردازد.

فصل ششم کتاب در خصوص طراحی پایه‌های موقت، ریسک‌پذیری، حوادث و اصول بازنگاری آنها پرداخته و در پایان نیز به نحوه طراحی این گونه سازه‌ها با استفاده از نمودارها یا چارت‌های طراحی آماده با ذکر چند مثال طراحی، اشاره می‌شود.

فصل هفتم کتاب به طراحی مهاربندی با استفاده از پروفیل‌ها و کابل‌های مهاری یا سیم بوکسل می‌پردازد.

فصل هشتم در خصوص طراحی پل‌های موقت جهت اجرای پل اصلی پرداخته و در آن به استانداردهای لازم برای اجرای این پل موقت و نیز نحوه بارگذاری، طراحی تیرها و شاه تیرهای پل موقت، پایه‌ها و فونداسیون آنها پرداخته شده است.

مترجم در پایان بر خود لازم می‌داند که از مدیریت محترم انتشارات نوآور و همکاران محترم‌شان و نیز از زحمات بی‌شائبه سرکار خانم مهندس عفت اسماعیل زاده شهری (کارشناس ارشد سازه) که ویراستاری فنی و ادبی این اثر را به عهده گرفتند، نهایت سپاسگزاری را داشته باشد.

بهمن سبحانی
Info@noavarpub.com

نشر نوآور

فون: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

فصل اول

طراحی داربست

داربست^۱ به عنوان یکی از ابزارهای ساختمان سازی جهت کار در سطوح مختلف ارتفاعی به کار می‌رود. در قرن‌ها پیش از تپه‌های خاکی، الوار چوبی و بامبو (یک نوع چوب محکم که در آفریقا بیشتر یافت می‌شود) به عنوان داربست استفاده می‌شد. اما در قرن حاضر (امروزی) بیشتر از مصالحی مانند آلومینیوم و فولاد در ترکیب با چوب استفاده می‌شود.

از زمانیکه داربست در کشور آمریکا و دیگر کشورهای پیشرفته مورد توجه قرار گرفت، طراحی اجزاء و قسمتهای مختلف این نوع سازه‌ها و استاندارد سازی آنها فقط در اختیار و مجوز سازندگان و تولیدکنندگان این نوع سازه‌ها بود. بنابراین در زمان عقد قرارداد برای داربست، یا باید از شرکت سازنده خریداری می‌شد یا اینکه به صورت اجاره در اختیار مجری یا پیمانکار قرار داده می‌شد. البته در این فصل قصد نداریم که در مورد عقد قرارداد پیمانکار جهت استفاده از داربست صحبت کنیم، بلکه هدف این است که خواننده را با نحوه بارگذاری، ایمنی و عوامل موثر در طراحی مهندسی سازه داربست آشنا کنیم.

۱-۱ نظام نامه

موسسه ایمنی کار و بهداشت فردی (OSHA)^۲ به عنوان ناظر و کنترل کننده استانداردهای داربست در ایالات متحده آمریکا بشمار می‌رود. از آنجا که اینگونه سازه‌ها در کارگاه یا در محل کار نصب می‌گردند، نیاز به یک استاندارد بالاتری جهت حفظ ایمنی و سلامت کارگران و بطور کلی افرادی که در محدوده داربست در رفت و آمد هستند، می‌باشد. در این فصل به عوامل موثر و مورد نیاز جهت ایمنی داربست‌ها، طراحی کلی و انواع بارهای وارد بر یک داربست مورد بررسی قرار می‌گیرد. ضمناً خواننده این کتاب قبل از نصب، باید به جزئیات ارائه شده توسط موسسه OSHA که به منظور نصب صحیح داربست بیان گردیده، اقدام نماید.

۲-۱ انواع داربست

در این فصل به دو نوع داربست اشاره می‌شود: (۱) داربست لوله‌ای با بست جفتی. (۲) داربست

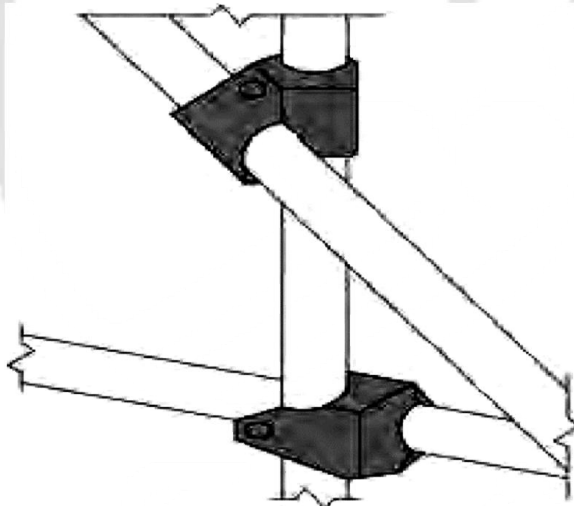
۱. Scaffolding

۲. The Occupational Safety and Health Administration

قابلی پیش ساخته (فریم پیش ساخته).

امروزه از داربست‌های لوله‌ای با بست جفتی و قابی پیش ساخته بیشتر استفاده می‌شوند، لذا در این کتاب بیشتر در خصوص اینگونه داربست‌ها بحث خواهد شد.

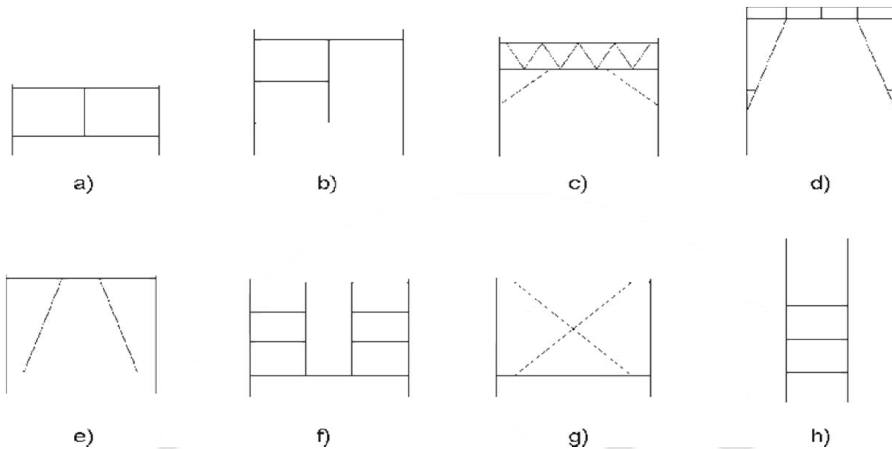
۱- داربست لوله‌ای با بست جفتی: این نوع داربست از قطعات بخصوصی مانند لوله و اتصالات ویژه مخصوص به خود مطابق شکل ۱-۱ ساخته می‌شوند. بنابراین جهت تکمیل این نوع داربست، باید از پوشش چوبی یا آلومینیومی استفاده نمود. این نوع داربست دارای قطعات جداگانه‌ای بوده و همه قطعات آن در محل نصب می‌گردد. لذا کارایی بالایی داشته و در ساختمانهای نامنظم سازه‌ای بسیار مناسب می‌باشد. بنابراین برای طراحی آن باید مولفه‌های این داربست و مسیر بار مشخص شود، و در نهایت با استفاده از یک مثال، طراحی مناسب و قابل قبولی را برای داربست لوله‌ای با بست جفتی ارائه خواهد شد.



شکل ۱-۱: داربست لوله‌ای با اتصالات مربوطه

۲- داربست قابی پیش ساخته: این داربست‌ها بیشتر در ساختمانهای منظم متداول هستند. زیرا دارای ابعاد ثابتی بوده و از قبل توسط کارخانه سازنده طراحی شده‌اند. همه قطعات این نوع داربست‌ها از قبل توسط کارخانه سازنده به هم متصل شده و تحت بارگذاری‌های مختلف قرار می‌گیرند. البته استاندارد موسسه OSHA نیز باید رعایت شود. شکل ۱-۲ و ۱-۳ تعدادی از داربست‌های قابی پیش ساخته با اجزای آنها را نشان می‌دهد.

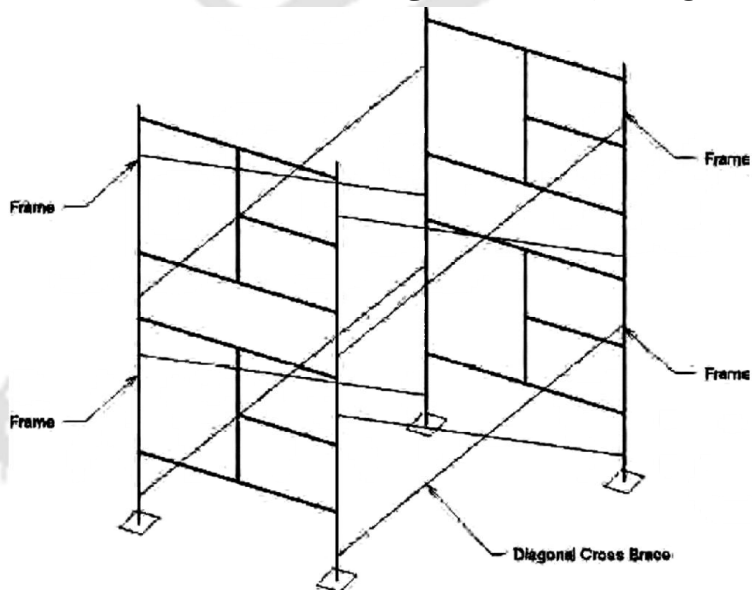
قابهای مونتاژ شده مطابق شکل ۱-۳ به همدیگر وصل شده و یک سیستم داربست مانند شکل ۱-۴ تشکیل می‌دهند. از این سیستم مونتاژ شده، می‌توان برای ساختمانهای چندین طبقه و نیز برای هر نوع سازه منظم استفاده نمود.



شکل ۲-۱: انواع مختلف قاب‌های پیش ساخته

۳-۱ بارگذاری داربست:

بار وارد بر داربست‌ها یا بر اساس نوع کار و خدمت‌پذیری آن، یا بر اساس وزن واقعی که بر آن وارد می‌شود، تعیین می‌گردد. جدول ۱-۱ سه سطح کار و خدمت‌پذیری جهت استفاده از داربست‌ها را تشریح می‌کند. این سطوح مختلف خدمت‌پذیری به نوع مصالح، پرسنل و ابزاری که برای انجام آن کار استفاده می‌شود، بستگی دارند. البته در این کتاب از اطلاعات جدول مذکور برای سطوح خدمت‌پذیری استفاده می‌گردد.



شکل ۳-۱: مونتاژ (رویه‌گذاری) قابها و بادبندهای عرضی



شکل ۴-۱: استفاده از داربست قابی پیش ساخته جهت ساخت نمای ساختمان چندین طبقه

جدول ۱-۱: بارهای وارد بر داربست بر اساس نوع خدمت پذیری

نوع کار	بار طراحی (N / m^2)	سطوح خدمت پذیری
رنگ آمیزی و نظافت	۱۱۹۷	کم
کارهای نجاری و قابهای سبک	۲۳۹۵	متوسط
کارهای بتنی، فولادی، مصالح بنایی و تخریب	۳۵۹۲	زیاد

۴-۱ ضریب ایمنی داربست

با توجه به آنچه که قبلاً در خصوص ایمنی داربست گفته شد، لازم است که برای داربست‌ها ضریب ایمنی (F.O.S) بالاتری نسبت به دیگر سازه‌های موقت در نظر گرفت. موسسه OSHA بر اساس نیازهای داربست، شرایط سخت گیرانه تری اعمال می‌کند و ضریب ایمنی را بین عدد ۱,۵ تا ۳,۰ در نظر می‌گیرد. بنابراین در این کتاب نیز، از این مقادیر ضرایب ایمنی برای طراحی داربست استفاده خواهد شد. البته طراح سازه‌های موقت باید قبل طراحی داربست به نیازهای محلی اجرای کار نیز توجه کافی داشته باشد.

ضریب ایمنی برای سازه‌های فولادی و قطعات چوبی بریده شده $F.O.S = ۴$ ، و برای کابل

سیم (سیم بوکسل) $F.O.S = ۴ - ۶$ می‌باشد.

۱-۵ اجزای تشکیل دهنده داربست

۱-۵-۱ صفحه پوش^۱

صفحه پوش، قسمتی از داربست است که کارگران، مصالح و وسایل مورد نیاز کار بر روی آن قرار می‌گیرد. دهانه‌های صفحه پوش، بارها را بر اساس نوع کار و خدمت‌پذیری از یک تیر به تیر دیگر منتقل می‌کند. دو نوع مصالح بیشتر در صفحه پوش مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، یکی چوب و دیگری آلومینیوم.

در این کتاب، مثالهای طراحی بر اساس صفحه پوشش چوبی انجام می‌گیرد. صفحه پوش آلومینیومی معمولاً به صورت پیش ساخته وجود دارد. بنابراین هنگام استفاده از صفحات آلومینیومی، باید به محدودیتهای ارائه شده در خصوص حداکثر طول دهانه و... که توسط شرکت سازنده ارائه می‌گردد، توجه نمود.

۱-۵-۲ تیرهای عرضی (تکیه‌گاههای جانبی)^۲

تیرهای حمال عرضی از قطعات لوله ای تشکیل شده اند، و به عنوان تکیه‌گاه برای صفحه پوش‌ها و انتقال بار آنها به ستون‌های داربست استفاده می‌شوند. این تیرها به وسیله اتصالات بخصوصی به پایه‌های داربست متصل می‌گردند. البته عرض این تیر بر اساس فضای مورد نیاز کار تعیین می‌شود. پس، هرچه فضای مورد نیاز جهت کار بیشتر باشد، به همان نسبت کار کردن راحت‌تر است. اما این کار باعث افزایش هزینه مصالح داربست، و هزینه انجام کار در موقع نصب و برداشت داربست‌ها خواهد شد. اگر طول این تیرها کم باشند، هزینه آن کمتر، و فضای مورد نیاز برای کار نیز کمتر خواهد بود. بنابراین در این شرایط، کار کردن روی این نوع داربست‌ها مشکل‌تر خواهد بود.

۱-۵-۳ تیرهای طولی^۳ (میله‌های طولی داربست)

طول دهانه تیرهای طولی، از فاصله تیر عرضی تا تیر عرضی دیگر، یا فاصله پایه تا پایه دیگر مدنظر نظر می‌گیرد. این تیرها برای تحمل و انتقال بار به پایه‌ها طراحی نمی‌شوند. زیرا اغلب جهت پایداری پایه‌های قاب داربست مورد استفاده قرار می‌گیرند. لذا در کتاب از طراحی تیرهای طولی که در باربری ثقلی نقشی ندارد، صرف‌نظر می‌گردد.

۱-۵-۴ پایه‌های داربست^۴

پایه‌های داربست، کلیه بارهای وارده از تکیه‌گاههای جانبی (تیرهای عرضی) و بارهای متمرکز

۱. Planking

۲. Bearer

۳. Runner

۴. Post