

تفاوت تیرچه صنعتی و سنتی (دستی)؛
بررسی کامل مزایا، معایب

مهسا امیرعلی

ناظر علمی:
عبدالله صفایی

Sabzsaze Group

sabzsaze.com

 Sabzsaze

 Sabzsaze



سبزسازه



تفاوت تیرچه صنعتی و سنتی(دستی)؛ بررسی کامل مزایا، معایب

گروه صنعتی
سبزسازه

مقدمه

تیرچه صنعتی و سنتی(دستی یا کارگاهی)، دو نوع اصلی تیرچه هستند که بر اساس روش تولید، در دسته‌بندی این عضو مهم سازه‌ای قرار می‌گیرند. در واقع تیرچه، عضوی پیش‌ساخته است که به‌صورت افقی و موازی با یکدیگر در سقف سازه و بین تیرها و دیوارهای ساختمان قرار می‌گیرد و نقش مهمی در پشتیبانی از بارهای زنده و مرده ایفا می‌کند.

این عضو سازه‌ای معمولاً از ترکیب میلگرد فولادی و بتن ساخته می‌شود و در سقف‌های تیرچه‌بلوک، همراه با بلوک‌های بتنی یا پلی‌استایرن، مقطع T شکل ایجاد می‌کند. تیرچه‌ها بخشی از مسیر انتقال بار هستند و بار سقف را به تیرهای اصلی، سپس به ستون‌ها و در نهایت به فونداسیون منتقل می‌کنند.

در این مقاله، به بررسی کامل **تفاوت تیرچه صنعتی و سنتی** می‌پردازیم و تلاش می‌کنیم مزایا، معایب، نحوه ساخت و کاربرد هر کدام را به‌طور جامع و قابل فهم برای شما توضیح دهیم.

نام مقاله..... تفاوت تیرچه صنعتی و سنتی(دستی)؛ بررسی کامل مزایا، معایب
نویسنده: مهندس مهسا امیرعلی
ناظر علمی: مهندس عبدالله صفایی
ناشر: سبزسازه
نسخه: ۱۰ تیر ماه ۱۴۰۴



نشانی دفتر مرکزی: تهران، خیابان مطهری، خیابان ملایری پور غربی،

پلاک ۱۰۲، طبقه ۵، واحد ۱۳

نشانی دفتر آموزش: بیرجند، معلم ۲۴، پلاک ۱۴

تلفن: ۰۵۶۳۲۰۱۷۰۰۱

کد پستی: ۹۷۱۷۶۳۴۶۷۲

پرسش و پاسخ درباره این کتاب:

<https://sabzsaze.com/factory-made-joist/>

حق چاپ و نشر محفوظ و مخصوص ناشر می باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب بدون ذکر نام سبزسازه ممنوع بوده، شرعاً حرام است و پیگرد قانونی دارد.



فهرست مطالب

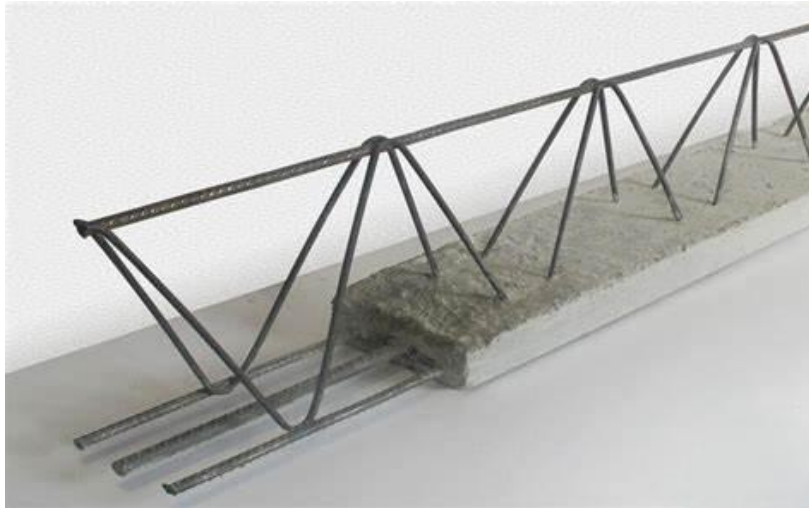
صفحه

۱	تیرچه صنعتی چیست؟.....	۴
۲	تیرچه سنتی چیست؟.....	۴
۳	انواع تیرچه	۵
۴	مزایا و معایب استفاده از تیرچه صنعتی	۵
۱.۴	مزایای تیرچه صنعتی	۵
۲.۴	معایب تیرچه صنعتی	۶
۵	مزیت و کاربرد تیرچه صنعتی از لحاظ فنی	۶
۶	تفاوت تیرچه صنعتی با تیرچه سنتی (دستی)	۶
۷	مشخصات تیرچه صنعتی استاندارد چیست؟	۷
۱.۷	میلگرد بالایی یا فوقانی	۷
۲.۷	میلگرد کشتی یا پایینی	۷
۳.۷	میلگرد زیگزاگ یا عرضی	۸
۴.۷	فندوله یا بتن پاشنه	۸
۸	ضوابط کنترل ابعاد تیرچه خرپایی استاندارد طبق نشریه ۵۴۳	۸
۱.۸	منظور از جداول استاندارد تیرچه صنعتی چیست؟ مشخصات موجود در جدول چه چیزهایی هستند؟	۹
۲.۸	جدول تیرچه صنعتی نظام مهندسی استان ها	۱۱
۹	چه عواملی بر قیمت تیرچه های صنعتی و کارگاهی تأثیرگذار است؟	۱۱
۱۰	مراحل راه اندازی خط تولید تیرچه صنعتی چیست؟	۱۲
۱۱	تجهیزات مورد نیاز برای تولید تیرچه صنعتی	۱۴
۱۲	سقف کرومیت چیست؟	۱۵
۱۳	سقف تیرچه بلوک چیست؟	۱۵
۱۶	پرسش و پاسخ	۱۶
۱۷	نتیجه گیری و جمع بندی	۱۷



۱ تیرچه صنعتی چیست؟

تیرچه صنعتی، تیرچه‌ای است که خرابای آن‌ها از طریق جوش نقطه‌ای تولید شده باشد. در واقع در این تیرچه‌ها که به صورت اتوماتیک و مکانیزه ساخته می‌شوند، بر خلاف مدل سنتی، برای تولید از جوش قوس الکتریکی استفاده نشده، در نهایت احتمال شکسته شدن تیرچه کم می‌شود. نمای این محصول به شکل مثلثی و چهار وجهی است و اجزای آن بدون هیچ انحنایی به هم وصل شده‌اند.



شکل ۱: تصویری از یک تیرچه صنعتی

۲ تیرچه سنتی چیست؟

این نوع تیرچه متشکل از ۲ عدد میلگرد در قسمت بال تحتانی خود بوده و یک میلگرد در بال فوقانی دارد. میلگردهای عرضی در این محصول به صورت تک و یا دابل جوشکاری شده‌اند. در این نوع از تیرچه‌ها برای جوشکاری از جوش با قوس الکتریکی بدون گاز محافظ استفاده می‌شد که بعدها استفاده از این نوع جوش را ممنوع اعلام نمودند. پایین ترین قسمت خرابای آماده در قالب موقتی عرضه می‌شود و بعد از بتن ریزی از این قالب‌ها خارج می‌سازند. این مورد بعد از خشک شدن بتن می‌تواند جابجا شده و در سقف مورد استفاده قرار گیرد. تیرچه‌هایی که طول بیشتری داشته باشند و یا بارگذاری بیشتری روی آن‌ها صورت گیرد، از یک عدد میلگرد تقویتی در پایین خود بهره می‌برند.



شکل ۲: تصویری از تیرچه دستی و یا کارگاهی



۳ انواع تیرچه

مهم ترین و کاربردی ترین انواع تیرچه های ساختمانی شامل موارد زیر می شوند.

- تیرچه پیش ساخته خرابایی
- تیرچه پیش تنیده
- تیرچه کرومیت (تیرچه فلزی جان باز)
- تیرچه بتنی
- تیرچه سفالی
- تیرچه صنعتی

۴ مزایا و معایب استفاده از تیرچه صنعتی

هر مصالح ساختمانی به واسطه روش و شرایط تولید، دارای مزایا و معایبی خواهد بود که بر تصمیم گیری بهره برداران تأثیر مستقیم خواهد داشت. در این بخش به صورت کلی با مزایا و معایب تیرچه صنعتی آشنا خواهیم شد.

۴.۱ مزایای تیرچه صنعتی

از مزیت های استفاده از تیرچه صنعتی می توان به حمل و نقل آسان و کم وزن بودن آن اشاره کرد. همچنین استفاده از تیرچه صنعتی از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است و از لحاظ کنترل کیفیت نیز دارای فرایندهایی در هر مرحله از ساخت است که باعث کیفیت بیشتر آن نسبت به نوع سنتی می شود. همین دلایل موجب شده است که تیرچه صنعتی بین سازندگان از محبوبیت زیادی برخوردار شود. در متن زیر به صورت تیتروار به مزایای تیرچه صنعتی اشاره شده است.

- ✓ کاهش وزن سازه نهایی تولید شده
- ✓ کاهش هزینه نهایی تولید تیرچه
- ✓ سهولت در ذخیره سازی تیرچه ها در تناژ بالا
- ✓ امکان صادرات تیرچه ها
- ✓ کاهش مصرف متریال مختلف
- ✓ تولید میلگرد فوقانی و تحتانی تیرچه به صورت یکپارچه
- ✓ ساخت سقف سبک از این طریق
- ✓ صرفه جویی در زمان تولید
- ✓ صرفه جویی در فضای تولید
- ✓ عدم لرزش سقف تولید شده
- ✓ افزایش کیفیت محصول نهایی در مقایسه با قیمت آن
- ✓ قابلیت تولید انبوه تیرچه صنعتی
- ✓ حذف نقص ها از طریق نصب میلگردهای تقویتی مجهز به جوش نقطه ای
- ✓ کنترل کیفی محصول خروجی در هر مرحله

سرعت تولید تیرچه های سنتی پایین تر از انواع صنعتی است و این به دلیل استفاده از نیروی انسانی در تولید تیرچه های سنتی است. در حالت کلی تولید تیرچه به روش صنعتی می تواند به اندازه یک کارگر نیروی مورد نیاز انسانی را کاهش دهد.



۲.۴ معایب تیرچه صنعتی

- از آنجاکه تولید تیرچه صنعتی تنها به صورت مکانیزه انجام می شود، از معایب آن می توان به موارد زیر اشاره نمود:
- الزام استفاده از نیروی کار متخصص در ساخت تیرچه ها به روش مکانیزه که ممکن است به سادگی قابل دسترس نباشد
- استفاده از دستگاه های با کیفیت برای تولید تیرچه
- استفاده از جرثقیل های بزرگ برای جابه جاکردن تیرچه ها
- هزینه تیرچه صنعتی ممکن است نیازمند سرمایه گذاری بالا باشد. هزینه های الزامی از جمله: ماشین آلات پیشرفته، مواد مصرفی و نیروی کار متخصص هستند.
- در برخی موارد، تیرچه صنعتی ممکن است محدودیت هایی در طراحی سازه ایجاد کند. به دلیل شکل و ابعاد استاندارد تیرچه صنعتی، طراحی های خاص و منحصربه فرد ممکن است مشکلاتی را به همراه داشته باشد.
- در صورت استفاده از تیرچه صنعتی، سازندگان و متخصصان باید به تأمین کنندگان مناسب و قابل اعتمادی دسترسی داشته باشند. وابستگی به تأمین کنندگان در برخی موارد می تواند مشکلاتی ایجاد کند، مانند تأخیر در تحویل مواد یا تغییر قیمت ها

۵ مزیت و کاربرد تیرچه صنعتی از لحاظ فنی

- روش های سنتی به دلیل استفاده از نیروی انسانی، در معرض خطاهای انسانی قرار داشتند و نمی شد از این خطاها اجتناب نمود در صورتی که در روش های صنعتی تولیدات با استفاده از ماشین ها صورت می گیرد و این خطاها از بین رفته اند.
- در روش سنتی از جوش قوس الکتریکی برای جوش قطعات مختلف استفاده می شد و آرماتورها را به سطوح متصل می نمود و خروجی تولید شده شکننده بود. در صورتی که در تولید تیرچه صنعتی از سیستم جوش نقطه ای استفاده شده و نقض ذکر شده از این طریق رفع می گردد. به همین دلیل استفاده از تیرچه سنتی در بیشتر نقاط کشور ممنوع اعلام شده است.
- در روش تولید سنتی در مراحل مختلف ناخالصی هایی وارد می شد و این مورد موجب کاهش ضخامت آرماتورها می گشت و کیفیت فولاد متصل شده را کاهش می داد. در این نقص تیرچه تولید شده مقاومت خوبی برای تنش های مختلف نداشته و به منظور حل این مسئله از سیستم جوش نقطه ای با پرس آرماتورها استفاده نموده اند.
- در نوع صنعتی می توان از تیرچه های سایز کوچک نیز استفاده نموده و وزن سازه را کاهش داد.

۶ تفاوت تیرچه صنعتی با تیرچه سنتی (دستی)

- به دلیل تفاوت کلی در نحوه تولید و ساخت تیرچه صنعتی و کارگاهی، تفاوت های بسیاری بین این دو نوع تیرچه وجود دارد. در فلوچارت زیر تفاوت ها به صورت یک به یک اشاره شده است.



۷ مشخصات تیرچه صنعتی استاندارد چیست؟

اگر بخواهیم از نظر سازه‌ای بررسی کنیم، تیرچه استاندارد یک دال یک‌طرفه به شمار می‌آید. بیشترین مصرف آن در ایران مرتبط با سقف‌های تیرچه‌بلوک است. اجزای تیرچه صنعتی، استاندارد عبارت‌اند از:

۱.۷ میلگرد بالایی یا فوقانی

نقش اصلی میلگرد بالایی مدیریت تنش‌های حرارتی است. این میلگرد دارای نقش مقاومتی نیست. میلگرد بالایی گرم نورد شده یا سرد نورد شده است. آرماتور فوقانی باید از نوع آجدار باشد. قطر آن باتوجه‌به نوع فولاد آرماتور، طول دهانه، فاصله تیرچه‌ها، ارتفاع خرپای تیرچه و ضخامت بتن پوششی و همچنین به‌عنوان راهنمای تعیین حداقل قطر فواصل جوش‌های میلگرد عرض، از ۶ میل‌متر تا ۱۲ میل‌متر متفاوت است.

۲.۷ میلگرد کششی یا پایینی

مطابق بند ۲-۳-۱-۱- نشریه ۵۴۳ حداقل تعداد میلگرد پایینی بکار برده شده در خرپا دو عدد است و سطح مقطع آن‌ها از طریق محاسبه تعیین می‌شود. روش محاسبه در پیوست ۳ این نشریه توضیح داده شده است. همچنین آرماتورهای کششی باید از نوع آجدار باشد. توصیه می‌شود از آرماتورهای با فولاد نوع نیم سخت و سخت استفاده شود.



در صورت استفاده از میلگردهای کششی به تعداد بیش از دو عدد، دو میلگرد طولی باید در سرتاسر طول تیرچه ادامه یابند. طول موردنیاز بقیه میلگردها را می‌توان مطابق ضوابط طول آرماتورهای تقویتی محاسبه نمود و آن‌ها را در مقطعی که موردنیاز نیستند و با درنظرگرفتن محل قطع تتوریک و محل قطع عملی، قطع کرد. قطر میلگردهای کششی نباید از ۸ میلی‌متر کمتر و از ۱۶ میلی‌متر بیشتر باشد.

۳.۷ میلگرد زیگزاگ یا عرضی

در بند ۲-۳-۱-۲- از نشریه ۵۴۳ اشاره شده است که میلگردهای زیگزاگ این تیرچه‌ها از ۵ میلی‌متر تا ۱۰ میلی‌متر تغییر می‌کند. حداقل قطر برای خرپای با میلگردهای عرضی منفرد، ۶ میلی‌متر و برای خرپای با میلگردهای عرضی مضاعف، ۵ میلی‌متر است. در مورد خرپاهای کارخان‌های، میلگردهای عرضی از نوع نیم‌سخت و به‌صورت مضاعف می‌باشند. چنانچه کارخانه تولیدی از تکنیک نقطه‌ای جوش اتوماتیک استفاده نماید، می‌توان از دو میلگرد، هر یک به قطر حداقل ۴ میلی‌متر استفاده نمود. حداقل زاویه میلگرد عرضی نسبت به خط افق، ۳۰ درجه است و این زاویه معمولاً از ۴۵ درجه کمتر نیست. فاصله میلگردهای عرضی متوالی در تیرچه‌ها، حداکثر ۲۰ سانتی متر است. استفاده از آرماتور با نورد سرد برای آرماتور عرضی بلامانع است.

۴.۷ فندوله یا بتن پاشنه

بتن پاشنه اثری بر مقاومت تیرچه و در نهایت مقاومت سازه ندارد و تکیه‌گاهی برای بلوک‌ها به‌حساب می‌آید. هدف از اجرای بتن پاشنه این است که حین بتن‌ریزی سقف، نیازی به قالب‌بندی زیر تیرچه‌ها نباشد. حداقل عرض بتن پاشنه ۱۰ سانتی‌متر است و نباید از $\frac{1}{35}$ برابر ضخامت سقف کمتر باشد. معمولاً عرض بتن پاشنه از ۱۰ سانتی متر تا ۱۶ سانتی متر متغیر می‌باشد.

۸ ضوابط کنترل ابعاد تیرچه خرپایی استاندارد طبق نشریه ۵۴۳

طبق بند ۴-۲-۱ از نشریه ۵۴۳ با استفاده از وسایل اندازه گیری کارگاهی مانند متر و کولیس، قطر میلگردها، ابعاد هندسی خرپا و طول میلگردهای کششی تقویتی و نیز پوشش بتنی روی میلگردها، اندازه گیری شده و نتایج به دست آمده با اندازه های طرح و مشخصات فنی، مورد مقایسه و کنترل قرار می‌گیرند. کنترل ابعاد و سلامت ظاهری تیرچه، باید روی نمونه های منتخب از انواع تیرچه‌های خریداری شده و یا تیرچه‌هایی که در کارگاه تولید می‌شوند، انجام گیرد. منظور از انواع تیرچه‌ها، تنوع آن‌ها از نظر نوع و شکل خرپای فولادی، قطر و نوع فولاد کششی و عرضی و شرایط تولید محموله‌های مختلف است. طول تیرچه، عامل تنوع به حساب نمی‌آید.

مقادیر حداکثر رواداری ابعاد و انحنای قائم و افقی تیرچه‌های خرپایی به شرح زیر است:

- پوشش بتنی:	
جانبی	± 5 میلیمتر
زیرین	± 5 میلیمتر
- ارتفاع خرپا	± 5 درصد ارتفاع محاسباتی
- گام میلگردهای عرضی	± 20 میلیمتر
- طول خرپا	± 50 میلیمتر
- عرض و ارتفاع پاشنه بتنی	± 5 میلیمتر

شکل ۳: مقادیر حداکثر رواداری تیرچه‌های خرپایی



۸. ۱ منظور از جداول استاندارد تیرچه صنعتی چیست؟ مشخصات موجود در جدول چه چیزهایی هستند؟

در نشریه ۵۴۳ جداول تیرچه‌های خرابایی بر اساس پارامترهای مختلف از جمله وزن سقف مقاومت فشاری مشخصه بتن و مقاومت مشخصه فولاد، ارائه شده است. باتوجه به مشخصات پروژه می‌توان از این جداول بهره گرفت.

➤ راهنمای استفاده از جداول

ابتدا کاربر بایستی، سه کمیت مقاومت مشخصه فولاد میلگردها (f_y)، فاصله محور تا محور تیرچه‌ها (b) و ضخامت سقف (H) را تعیین نموده و از روی راهنمای شماره جداول که در ابتدا آمده است، شماره جدول موردنظر خود را انتخاب نماید. سپس با تعیین مقادیر بارهای مرده و زنده و حاصل جمع آن‌ها با اعمال ضرایب تشدید بار، وزن کل سقف موردنظر و ستون مربوطه در جدول به دست می‌آید. کاربر با پایین آمدن در ستون انتخابی، هنگامی که طول دهانه موردنظر خود را می‌یابد، از سطر نظیر آن، سطح مقطع آرماتور موردنیاز هر تیرچه و یا آرایش میلگردهای پیشنهادی را به دست می‌آورد.

جدول پ ۴-۴- راهنمای شماره جداول محاسبه تیرچه‌های خرابایی

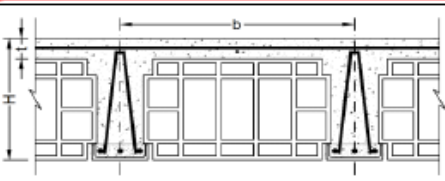
H=25cm		b(cm)					
		45	50	55	60	65	70
f_y (kg/cm ²)	2200	1	2	3	4	5	6
	3000	7	8	9	10	11	12
	3500	13	14	15	16	17	18
	4000	19	20	21	22	23	24

H=30cm		b(cm)					
		45	50	55	60	65	70
f_y (kg/cm ²)	2200	25	26	27	28	29	30
	3000	31	32	33	34	35	36
	3500	37	38	39	40	41	42
	4000	43	44	45	46	47	48

H=35cm		b(cm)					
		45	50	55	60	65	70
f_y (kg/cm ²)	2200	49	50	51	52	53	54
	3000	55	56	57	58	59	60
	3500	61	62	63	64	65	66
	4000	67	68	69	70	71	72



در تصویر زیر نمونه‌ای از جداول آماده تیرچه خرابایی را مشاهده می‌نمایید. در نمونه زیر جدول شماره ۳ آورده شده است.

			توضیحات: ۱- در صورت لزوم می توان از ترکیب میلگردهای مختلف با سطح مقطع معادل جدول استفاده نمود. ۲- در سقف یا تیرچه مضاعف، سطح مقطع میلگرد بدست آمده در جدول، در دو تیرچه توزیع می گردد. ۳- کنترل های مربوط به برش، خیز، آرماتور حداقل و حداکثر تیرچه در جدول انجام شده است.																		b (cm) 55.0 فاصله محور تا محور	H (cm) 25.0 ضخامت سقف	t (cm) 5.0 ضخامت دال
			f_y (kg/cm²) 2200										f_c (kg/cm²) 200										
			مقاومت مشخصه فولاد										مقاومت مشخصه فشاری بتن										
طول دهانه مؤثر بر حسب متر طول = l_d																							
بار زنده $\times 1/5$ + (کف سازی + تیفه بندی + وزن تیرچه بلوک) بار مرده $\times 1/25$ = وزن کل سقف (kg/m ²)																							
جدول شماره	سطح مقطع میلگرد	لنگر مقاوم																					
3	As	M																					
میلگردها	cm ²	kg.m	700	800	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200						
6+6	0.57	162	1.83	1.72	1.62	1.57	1.53	1.50	1.46	1.43	1.40	1.35	1.30	1.21	1.14	1.09	1.03						
6+6+6	0.85	243	2.25	2.10	1.98	1.93	1.88	1.83	1.79	1.75	1.71	1.65	1.59	1.49	1.40	1.33	1.27						
8+8	1.01	286	2.44	2.28	2.15	2.09	2.04	1.99	1.94	1.90	1.86	1.79	1.72	1.61	1.52	1.44	1.38						
8+8+6	1.29	366	2.76	2.58	2.43	2.37	2.31	2.25	2.20	2.15	2.11	2.02	1.95	1.82	1.72	1.63	1.56						
8+8+8	1.51	428	2.98	2.79	2.63	2.56	2.50	2.43	2.38	2.33	2.28	2.19	2.11	1.97	1.86	1.76	1.68						
10+10	1.57	444	3.04	2.84	2.68	2.61	2.54	2.48	2.42	2.37	2.32	2.23	2.15	2.01	1.89	1.80	1.71						
10+10+6	1.85	693	3.80	3.55	3.35	3.26	3.18	3.10	3.03	2.96	2.90	2.79	2.68	2.51	2.37	2.25	2.14						
10+10+8	2.07	774	4.01	3.75	3.54	3.44	3.36	3.28	3.20	3.13	3.06	2.94	2.84	2.65	2.50	2.37	2.26						
12+12	2.26	840	4.18	3.91	3.68	3.59	3.50	3.41	3.33	3.26	3.19	3.07	2.95	2.76	2.61	2.47	2.36						
12+12+8	2.76	1023	4.61	4.31	4.07	3.96	3.86	3.76	3.68	3.60	3.52	3.38	3.26	3.05	2.88	2.73	2.60						
12+12+10	3.05	1125	4.84	4.52	4.26	4.15	4.05	3.95	3.86	3.77	3.69	3.55	3.42	3.20	3.02	2.86V	2.73V						
14+14	3.08	1132	4.85	4.54	4.28	4.16	4.06	3.96	3.87	3.78	3.70	3.56	3.43	3.21	3.02	2.87V	2.74V						
14+14+8	3.58	1312	5.22	4.88	4.60	4.48	4.37	4.26	4.16	4.07	3.99	3.83	3.69	3.45V	3.26V	3.09V	2.94V						
14+14+10	3.86	1413	5.42	5.07	4.78	4.65	4.53	4.42	4.32	4.23	4.14	3.98	3.83	3.58V	3.38V	3.21V	3.06V						
16+16	4.02	1462	5.51	5.16	4.86	4.73	4.61	4.50	4.40	4.30	4.21	4.04	3.90V	3.65V	3.44V	3.26V	3.11V						
16+16+10	4.81	1738	6.01	5.62	5.30	5.16	5.03	4.91	4.79V	4.69V	4.59V	4.41V	4.25V	3.97V	3.75V	3.55V	3.39V						
16+16+12	5.15	1858	6.21	5.81	5.48	5.33	5.20	5.07V	4.96V	4.85V	4.75V	4.56V	4.39V	4.11V	3.87V	3.68V	3.50V						
16+16+14	5.56	2000	6.45	6.03	5.68	5.53V	5.39V	5.26V	5.14V	5.03V	4.92V	4.73V	4.56V	4.26V	4.02V	3.81V	3.64V						
16+16+16	6.03	2162	6.70	6.27	5.91V	5.75V	5.61V	5.47V	5.35V	5.23V	5.12V	4.92V	4.74V	4.43V	4.18V	3.97V	3.78V						

شکل ۴: جداول محاسبه تیرچه‌های خرابایی



۲.۸ جدول تیرچه صنعتی نظام مهندسی استان‌ها

کمیت محاسبات سازه گروه تخصصی عمران نظام مهندسی استان‌ها از جمله استان‌های تهران و فارس، اقدام به تهیه و تنظیم جداول کاربردی سقف‌های مختلف تیرچه و بلوک به صورت نمونه و پیشنهادی برای ساختمان‌های متعارف مسکونی و تجاری، با شرایط بارگذاری و سایر فرضیات مشخص شده، منطبق بر مفاد مباحث مقررات ملی ساختمان ایران، نشریات معتبر و سایر آیین‌نامه‌های معتبر، ارائه نموده‌اند. در جدول زیر نمونه‌ای از جداول تیرچه مرتبط با سقف تجاری تهیه شده در نظام مهندسی استان فارس را مشاهده می‌کنید.

تیرچه	تیرچه	طول محاسباتی تیرچه L _a (سانتیمتر)	تعداد تیرچه (تک - دوبل)	میلگردهای اصلی پاشنه تیرچه	میلگردهای تقویتی در پاشنه هر تیرچه (طول هر میلگرد بر حسب درصدی از طول تیرچه)	میلگرد منحنی (معمولاً ۳/۸)	میلگرد برشی (تک - دوبل)	تعداد کلاف (های میانی)	میلگرد در هر کلاف میانی	میلگردهای افت و حرارت		تیرچه منحنی (سانتیمتر)
										در جهت سازه بر تیرچه ها	در جهت تیرچه ها	
J 1	280	تک (۱)	2 ϕ 8	_____	1 ϕ 10	1 ϕ 8	1	2 ϕ 8	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	1.4	
J 2	330	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 8 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 8	1	2 ϕ 10	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	1.7	
J 3	360	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 10 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 8	1	2 ϕ 12	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	1.8	
J 4	400	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 12 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 8	1	2 ϕ 12	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.0	
J 5	430	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 14 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 8	2	2 ϕ 14	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.2	
J 6	460	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 10 (L=65% L _j) + 1 ϕ 12 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 8	2	2 ϕ 14	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.3	
J 7	490	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 12 (L=70% L _j) + 1 ϕ 12 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 8	2	2 ϕ 16	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.5	
J 8	510	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 12 (L=70% L _j) + 1 ϕ 14 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 10	2	2 ϕ 16	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.6	
J 9	540	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 14 (L=70% L _j) + 1 ϕ 14 (L=100% L _j)	1 ϕ 10	1 ϕ 10	2	2 ϕ 16	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.7	
J 10	570	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 14 (L=70% L _j) + 1 ϕ 16 (L=100% L _j)	1 ϕ 12	1 ϕ 10	2	2 ϕ 18	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	2.9	
J 11	600	تک (۱)	2 ϕ 8	1 ϕ 16 (L=70% L _j) + 1 ϕ 16 (L=100% L _j)	1 ϕ 12	1 ϕ 10	2	2 ϕ 18	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	3.0	
J 12	640	دوبل (۲)	2x(2 ϕ 8)	2x(1 ϕ 12 (L=65% L _j) + 1 ϕ 14 (L=100% L _j))	2x(1 ϕ 10)	2x(1 ϕ 8)	2	4 ϕ 16	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	3.2	
J 13	680	دوبل (۲)	2x(2 ϕ 8)	2x(1 ϕ 14 (L=70% L _j) + 1 ϕ 14 (L=100% L _j))	2x(1 ϕ 10)	2x(1 ϕ 8)	2	4 ϕ 16	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	3.4	
J 14	710	دوبل (۲)	2x(2 ϕ 8)	2x(1 ϕ 14 (L=65% L _j) + 1 ϕ 16 (L=100% L _j))	2x(1 ϕ 12)	2x(1 ϕ 8)	3	4 ϕ 18	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	3.6	
J 15	740	دوبل (۲)	2x(2 ϕ 8)	2x(1 ϕ 16 (L=70% L _j) + 1 ϕ 16 (L=100% L _j))	2x(1 ϕ 12)	2x(1 ϕ 8)	3	4 ϕ 18	ϕ 6 @ 25cm	ϕ 6 @ 25cm	3.7	

سازمان ملی استاندارد ایران

نوع کاربری تک

تجاری

میزان بار مرده
490 Kg/m² تک

560 Kg/m² دوبل

میزان بار زنده

500 Kg/m²

میزان بار شش طبقه

0 Kg/m²

بار زنده متحرک

0 Kg

F_y = 3400 Kg/cm²

F_o = 200 Kg/cm²

شکل ۵: جدول تیرچه صنعتی نظام مهندسی استان فارس

۹ چه عواملی بر قیمت تیرچه‌های صنعتی و کارگاهی تأثیر گذار است؟

- بتن‌ریزی در هر دو نوع تیرچه دستی و صنعتی، هزینه‌های یکسانی را در بر دارد.
- برای تیرچه نوع سنتی هزینه‌هایی چون هزینه کارگر و خرید الکترود و ... نیز وجود دارد. در مقابل در تولید تیرچه صنعتی هزینه‌هایی چون هزینه برق و دستمزد کارگر و ... وجود دارد.
- تولید تیرچه سنتی میلگردهای پرتی زیادی را موجب می‌گردد؛ ولی تیرچه صنعتی در روند تولید خود تا آخرین متر از میلگردها را استفاده می‌نماید.
- در تولید تیرچه‌ها به روش صنعتی سازه‌های آرماتورها و هزینه‌ها کاهش می‌یابد. به علت سرعت بسیار زیاد تولید تیرچه‌های صنعتی می‌توان آرماتورهای مصرفی زیادی را با قیمت کمتری و به صورت عمده تهیه نموده و از این طریق قیمت نهایی را کاهش داد.



۱۰ مراحل راه اندازی خط تولید تیرچه صنعتی چیست؟

مطالعه و بررسی بازار: اولین مرحله در راه اندازی خط تولید تیرچه صنعتی، مطالعه و بررسی بازار مصرف این محصول است. شناخت نیازهای بازار، بررسی رقبا و تحلیل تقاضای موجود می تواند به تعیین استراتژی های مناسب برای تولید و فروش کمک کند. بررسی استانداردهای ملی و بین المللی و الزامات قانونی مرتبط با تولید تیرچه های صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

می توان با شناخت نیازهای خاص مشتریان و انتظارات آنها از کیفیت و قیمت محصولات به تنظیم بهتر استراتژی های تولید و بازاریابی کمک می کند. تحلیل ها و بررسی ها باید به صورت مستمر انجام شود تا تغییرات بازار به موقع به آنها پاسخ داده شود. به این ترتیب، شرکت می تواند با درک بهتر از محیط کسب و کار و شرایط بازار، تصمیمات بهتری برای تولید و عرضه محصولات خود اتخاذ کند.

آیا می توانیم درخواست تولید تیرچه ای غیر از تولیدات معمول کارخانه از کارخانه داشته باشیم؟

بله با توجه به نیاز پروژه و در چهارچوب استانداردهای تولید تیرچه، امکان سفارش تیرچه های خاص وجود دارد. همچنین کارخانه می تواند با شناسایی نیازهای جدید بازار اقدام به تولید آنها نماید.

تهیه طرح تجاری و مالی: پس از مطالعه بازار، وجود یک طرح تجاری و مالی جامع الزامی است. این طرح شامل برآورد هزینه های سرمایه گذاری اولیه، هزینه های عملیاتی، درآمدهای پیش بینی شده و تحلیل نقطه سربه سر است. طرح تجاری و مالی به عنوان یک نقشه راه برای مراحل بعدی عمل خواهد کرد و به جذب سرمایه گذاران و تأمین منابع مالی کمک می کند. برآورد دقیق هزینه های مرتبط با خرید تجهیزات، نصب و راه اندازی، استخدام و آموزش نیروی کار و هزینه های جاری تولید از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

همچنین، پیش بینی درآمدهای حاصل از فروش محصولات و تحلیل نقطه سربه سر به تعیین زمان بازگشت سرمایه و سودآوری پروژه کمک می کند. تهیه یک طرح مالی دقیق و واقع بینانه می تواند به جلب اعتماد سرمایه گذاران و تأمین منابع مالی مورد نیاز برای شروع و ادامه فعالیت های تولیدی کمک کند.

انتخاب مکان مناسب: این مکان باید دسترسی آسان به مواد اولیه، نیروی کار ماهر و بازارهای مصرف داشته باشد. همچنین، نزدیکی به شبکه های حمل و نقل جاده ای، ریلی و دریایی می تواند در کاهش هزینه های حمل و نقل و توزیع مؤثر باشد.

این مکان باید دارای زیرساخت های مناسب از جمله آب، برق، گاز و امکانات مخابراتی باشد تا فرایند تولید بدون مشکل انجام شود. همچنین، دسترسی به مواد اولیه با کیفیت و قیمت مناسب در نزدیکی محل تولید می تواند هزینه های تولید را کاهش داده و سودآوری را افزایش دهد.

تهیه و نصب تجهیزات: تجهیزات لازم برای تولید تیرچه های صنعتی شامل دستگاه های تولید و برش بتن، دستگاه های تقویت و پیش تنیدگی فولاد، قالب های تیرچه، و سیستم های کنترلی و خودکار است. تهیه تجهیزات با کیفیت و نصب صحیح آنها به افزایش بهره وری و کیفیت محصول نهایی کمک می کند. در این مرحله، انتخاب تجهیزات با تکنولوژی های پیشرفته و بازدهی بالا از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

انتخاب تأمین کنندگان معتبر و باتجربه برای خرید تجهیزات می تواند به کاهش مشکلات فنی و افزایش عمر مفید تجهیزات کمک کند. نصب و راه اندازی صحیح تجهیزات می تواند تأثیر مستقیمی بر کیفیت محصولات تولیدی و کاهش هزینه های نگهداری و تعمیرات داشته باشد.



شکل ۶: دستگاه تولید تیرچه صنعتی

استخدام و آموزش نیروی کار: نیروی کار ماهر می‌تواند با به‌کارگیری صحیح تجهیزات و رعایت استانداردهای کیفی، به تولید محصولات باکیفیت و کاهش هزینه‌های تولید کمک کند. در این مرحله، شناسایی و جذب نیروی انسانی باتجربه و مهارت‌های فنی مناسب باید با دقت انجام شود. همچنین، برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های عملی برای ارتقای دانش و مهارت‌های کارکنان می‌تواند به بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری کمک کند.

آموزش مستمر و به‌روز نگهداشتن دانش کارکنان در زمینه تکنولوژی‌های جدید و استانداردهای کیفی می‌تواند به بهبود کیفیت محصولات و کاهش مشکلات تولیدی کمک کند. نیروی کار ماهر و آموزش‌دیده می‌تواند به بهبود کارایی فرایندهای تولید و افزایش سودآوری شرکت کمک کند.

راه‌اندازی تولید آزمایشی: قبل از شروع تولید انبوه، یک دوره تولید آزمایشی انجام می‌شود تا مشکلات احتمالی شناسایی و رفع شوند. در این مرحله، عملکرد تجهیزات، کیفیت محصول نهایی و کارایی فرایندهای تولید مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. تولید آزمایشی می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و مشکلات فنی کمک کرده و امکان اصلاح و بهبود فرایندها را فراهم کند. رفع مشکلات و بهبود فرایندها در دوره تولید آزمایشی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در مراحل بعدی تولید کمک کند.

شروع تولید انبوه و بازاریابی: پس از تکمیل مراحل فوق، تولید انبوه آغاز می‌شود و محصولات به بازار عرضه می‌شوند. اجرای استراتژی‌های بازاریابی مناسب، تبلیغات و توسعه شبکه‌های توزیع می‌تواند به افزایش فروش و جذب مشتریان جدید کمک کند. در این مرحله، برنامه‌ریزی دقیق برای تولید و توزیع محصولات باید انجام شود تا نیازهای بازار به‌موقع تأمین شود. همچنین، اجرای استراتژی‌های بازاریابی مناسب می‌تواند به معرفی محصولات به مشتریان جدید و افزایش سهم بازار کمک کند.

تبلیغات مؤثر: استفاده از روش‌های تبلیغاتی مؤثر و توسعه شبکه‌های توزیع مناسب می‌تواند به افزایش فروش و سودآوری کمک کند. همچنین، ارائه خدمات پس از فروش مناسب و پیگیری رضایت مشتریان می‌تواند به افزایش وفاداری مشتریان و جذب مشتریان جدید کمک کند. شروع تولید انبوه با برنامه‌ریزی دقیق و اجرای استراتژی‌های بازاریابی مؤثر می‌تواند به موفقیت و سودآوری خط تولید کمک کند.

۱۱ تجهیزات موردنیاز برای تولید تیرچه صنعتی

راه اندازی خط تولید تیرچه صنعتی نیازمند تهیه و نصب تجهیزات متنوع و پیشرفته‌ای است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود:

۱. در بخش تولید بتن، از دستگاه‌های میکسر بتن، سیلوهای نگهداری مواد اولیه و سیستم‌های اتوماتیک اندازه‌گیری و توزیع مواد استفاده می‌شوند. میکسرهای بتن برای مخلوط کردن مواد اولیه با دقت بالا و تولید بتنی با کیفیت و یکنواخت ضروری هستند.
 ۲. سیلوهای نگهداری مواد اولیه، برای ذخیره‌سازی مواد موردنیاز در فرایند تولید به کار می‌روند و سیستم‌های اتوماتیک اندازه‌گیری و توزیع مواد نیز به دقت و سرعت در فرایند تولید کمک می‌کنند.
 ۳. دستگاه‌های کشش و تنیدگی برای اعمال نیروی کششی بر روی میلگردها و ایجاد پیش‌تنیدگی در تیرچه‌ها استفاده می‌شوند.
 ۴. ماشین‌های برش و خم میلگرد برای شکل‌دهی و آماده‌سازی میلگردها به کار می‌روند.
 ۵. سیستم‌های کنترلی برای کنترل دقیق فرایندهای تقویت و پیش‌تنیدگی و تضمین کیفیت محصول نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
 ۶. قالب‌های تیرچه از مواد مقاوم و باکیفیت ساخته می‌شوند و برای شکل‌دهی به بتن و تولید تیرچه‌های با ابعاد و شکل‌های مختلف استفاده می‌شوند. قالب‌های تیرچه باید دارای دقت بالا و قابلیت استفاده مکرر باشند تا بتوانند تیرچه‌های باکیفیت و مقاوم تولید کنند.
 ۷. در نهایت، سیستم‌های کنترلی و خودکار نقش بسیار مهمی در خط تولید تیرچه صنعتی دارند. این سیستم‌ها برای کنترل و مانیتورینگ فرایندهای تولید، اندازه‌گیری دقیق مواد، و تضمین کیفیت محصول نهایی به کار می‌روند. سیستم‌های PLC و دستگاه‌های مانیتورینگ از جمله این تجهیزات هستند که با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و قابلیت‌های اتوماسیون، دقت و کارایی فرایندهای تولید را افزایش می‌دهند.
- به‌طور کلی، تهیه و نصب تجهیزات باکیفیت و پیشرفته در خط تولید تیرچه صنعتی به افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و تولید محصولات باکیفیت بالا کمک می‌کند. انتخاب تجهیزات مناسب و نصب صحیح آن‌ها می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد و موفقیت خط تولید داشته باشد.



شکل ۷: تولید انبوه تیرچه صنعتی

۱۲ سقف کرومیت چیست؟

سقف تیرچه کرومیت سقفی است با تیرچه‌های بلوکی اما در ساخت این سقف از تیرچه فلزی با جان ساز استفاده می‌شود. غالباً تیرچه کرومیت در سازه‌های فولادی به کار می‌رود و از استحکام و یکپارچگی بالایی برخوردار است. با وجود تیرچه‌های کرومیت می‌توان چندین سقف را با هم بتن‌ریزی کرد که این کار برای ساختمان‌سازها امری مهم و مقرون‌به‌صرفه است. بعد از بتن‌ریزی تیرچه با بتن ترکیب شده و استحکام آن افزایش یافته و بارهای وارده را از این طریق تحمل می‌کند.

این تیرچه‌ها حالت ایستاده داشته و نیازی به شمع‌بندی در زیر سقف نیست. طراحی این تیرچه‌ها به‌نوعی است که می‌توانند وزن بتن و قالب‌ها را تحمل نمایند.

در نشریه ۱۵۱، که راهنمای طراحی و اجرای سقف تیرچه‌های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن است موارد جامع و تکمیلی طرح و اجرای این نوع سقف آورده شده است.



شکل ۸: نمایی از سقف تیرچه کرومیت

باتوجه به نیاز سازه و تشخیص طراح سازه، می‌توان از میان گسترده متنوع سقف‌ها انتخاب صحیحی داشت. برای این کار شما نیاز دارید تا با انواع سقف‌ها و مقایسه آن‌ها آشنا شوید. به همین دلیل می‌توانید از محتوای «**سبزگپ هشتم: مقایسه انواع سقف‌های سازه‌ای**» برای آشنایی بیشتر با انواع سقف‌ها استفاده کنید.

۱۳ سقف تیرچه‌بلوک چیست؟

سقف تیرچه‌بلوک، نوعی دال یک‌طرفه است که شامل تعدادی تیرچه موازی T شکل و با فاصله از هم بوده که بلوک‌هایی از جنس سیمانی، سفالی یا پلی‌استایرن (یونولیتی) در فواصل بین تیرها قرار می‌گیرند. بلوک‌ها می‌توانند از نوع ماندگار و یا موقت مانند بتن‌های فلزی، پلاستیکی یا چوبی باشند. جنس بلوک‌ها باید طوری باشد که با بتن واکنش شیمیایی ندهند.

در این سقف، دو روش استفاده از مصالح پیش‌ساخته و بتن‌ریزی به طور هم‌زمان کاربرد دارند و قالب تحتانی به‌صورت کامل حذف می‌شود. این نوع سقف در سازه‌های مختلفی مانند فلزی، آجری (اسکلت بنایی) و بتنی با شرایط مختلف کاربرد دارد.



شکل ۹: نمایی از سقف تیرچه بلوک با بلوک پلی استایرن

در سقف‌های تیرچه بلوک باتوجه به دسترسی‌ها به انواع مصالح و کیفیت مصالح موجود در منطقه ساخت سازه می‌توان از بلوک‌های سفالی یا پلی‌استایرن استفاده نمود که باتوجه به تفاوت وزن بسیار زیاد این دو نوع مصالح [بارگذاری سقف](#) و در نهایت بار ثقلی و جانبی نهایی وارده به سازه متفاوت خواهد بود. همچنین در ادامه بحث بارگذاری سازه، حتماً مطلع هستید که نحوه تیرریزی بر توزیع متعادل بارها در سقف و انتقال مناسب آن‌ها به فونداسیون و در نهایت به زمین مؤثر است. برای توانایی انجام تیرریزی مناسب، مقاله «[تعیین جهت تیرریزی سقف](#)» می‌تواند اطلاعات خوبی در اختیار شما قرار دهد.

؟ قیمت سقف تیرچه بلوک بیشتر است یا کرومیت؟ مزایا و معایب آن‌ها چیست؟

یکی از معایب سقف تیرچه کرومیت وزن بالا و هزینه اجرای بالای آن در مقایسه با تیرچه بتنی صنعتی است. در تیرچه صنعتی بتنی در قسمت پایین تیرچه با کمک میلگردها نیاز به کشش مرتفع می‌شود؛ اما در تیرچه کرومیت در قسمت پایین از مقاطع فولادی استفاده می‌شود. همین امر باعث هزینه ساخت بیشتر و حمل مشکل‌تر نسبت به تیرچه صنعتی می‌شود که هزینه تمام شده کار را بالاتر می‌برد.

پرسش و پاسخ

۱. استخدام و آموزش نیروی کار ماهر چه تأثیری در تولید تیرچه صنعتی دارد؟

پاسخ: استخدام و آموزش نیروی کار ماهر می‌تواند با به‌کارگیری صحیح تجهیزات و رعایت استانداردهای کیفی، به تولید محصولات باکیفیت و کاهش هزینه‌های تولید کمک کند. در این مرحله، شناسایی و جذب نیروی انسانی باتجربه و مهارت‌های فنی مناسب باید با دقت انجام شود. همچنین، برگزاری دوره‌های آموزشی و کارگاه‌های عملی برای ارتقای دانش و مهارت‌های کارکنان می‌تواند به بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری کمک کند.

۲. چند مورد از مزایای استفاده از تیرچه صنعتی را ذکر کنید.

پاسخ:

۱. کاهش وزن سازه نهایی تولید شده
۲. کاهش هزینه نهایی تولید تیرچه
۳. سهولت در ذخیره‌سازی تیرچه‌ها در تناژ بالا
۴. امکان صادرات تیرچه‌ها



۵. کاهش مصرف متریال مختلف

۳. مقدار حداکثر رواداری برای گام های میلگردهای عرضی تیرچه صنعتی چقدر است؟

پاسخ: طبق جدول ارائه شده در بند ۴-۲-۱ از نشریه ۵۴۳، مقدار حداکثر رواداری با استفاده از وسایل اندازه گیری کارگاهی مانند متر و کولیس برای گام میلگردهای عرضی برابر ± 20 میلی متر است.

نتیجه گیری

تیرچه ها انواع مختلف داشته و باتوجه به پرکاربرد بودن تیرچه های خربایی می توان در پروژه های بسیاری از آن ها بهره برد. نحوه تولید تیرچه های خربایی می تواند بر سرعت، دقت، هزینه و سهولت اجرای سازه تأثیر مستقیم بگذارد. سازندگان و مجریان سازه باتوجه به موارد ذکر شده در مقاله و مقایسه آن ها می توانند تیرچه خربایی خود را از نوع تیرچه صنعتی یا سنتی انتخاب نمایند. باتوجه به مزایای بسیار استفاده از تیرچه های صنعتی در صورت ساخت دقیق و کنترل کیفیت بادقت بالا می تواند گزینه مناسبی برای اجرای سازه ها باشد.

منابع

- [مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش سال ۱۳۹۹](#)
- [نشریه ۵۴۳، دستورالعمل طراحی و اجرای سقف های تیرچه و بلوک](#)
- [نشریه ۱۵۱، راهنمای طراحی و اجرای سقف تیرچه های فولادی با جان باز در ترکیب با بتن](#)

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای شرکت مهندسی سبز سازه محفوظ می باشد و هرگونه کپی برداری، تقلید یا باز نشر غیر قانونی بوده و تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

