



در پروژه‌های زیرزمینی مدرن، جایی که دقت مهندسی با الزامات سخت‌گیرانه اجرایی گره خورده است، کیفیت اجرای لاینینگ تونل نقشی تعیین‌کننده در دوام و ایمنی سازه ایفا می‌کند. توسعه شبکه‌های مترو، تونل‌های جاده‌ای و مسیرهای انتقال آب و انرژی، همگی نیازمند سیستمی هستند که بتواند هندسه نهایی تونل را با تolerانس‌های بسیار محدود و در سیکل‌های تکراری بتن‌ریزی

ایجاد کند. در این میان، قالب تونل لاینینگ به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین تجهیزات تونل‌سازی، نقش ستون فقرات کیفیت نهایی پوشش داخلی تونل را بر عهده دارد. لاینینگ تونل به پوشش دائمی بتن مسلح گفته می‌شود که پس از حفاری و اجرای نگهداری موقت، برای تأمین پایداری بلندمدت، افزایش مقاومت در برابر فشارهای زمین و ایجاد آب‌بندی کامل اجرا می‌گردد. دستیابی به یک لاینینگ یکنواخت، متراکم و بدون درز، بدون بهره‌گیری از قالبی دقیق و قدرتمند عملاً امکان‌پذیر نیست.



## گستره کاربرد در پروژه‌های زیرزمینی

قالب‌های لاینینگ محدود به یک نوع پروژه نیستند و در طیف وسیعی از طرح‌های زیرزمینی کاربرد دارند. در تونل‌های شهری و به‌ویژه خطوط مترو، دقت ابعادی و کیفیت سطح نهایی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا این سطوح باید

آماده نصب تجهیزات، کابل‌گذاری و ریل‌گذاری باشند. در تونل‌های جاده‌ای و ریلی با مقاطع بزرگ‌تر، توانایی مونتاژ سریع، پایداری بالا و قابلیت جابه‌جایی سریع قالب، مستقیماً بر ایمنی و سرعت بهره‌برداری از مسیرهای حیاتی حمل‌ونقل اثر می‌گذارد. همچنین در تونل‌های انتقال آب و فاضلاب، نیروگاه‌های زیرزمینی و سازه‌های صنعتی مدفون، عملکرد آب‌بندی و یکنواختی سطح بتن از اولویت‌های اصلی است. قالب لاینینگ با ایجاد سطحی متراکم و بدون نشت، از فرسایش و نفوذ آب‌های زیرزمینی جلوگیری کرده و دوام بلندمدت سازه را تضمین می‌کند. استفاده از سیستم قالب تونل لاینینگ صنعتی، مزایای قابل‌توجهی برای کارفرمایان و پیمانکاران به همراه دارد. مهم‌ترین مزیت، دستیابی به سطحی صاف، یکنواخت و بادوام در پوشش داخلی تونل است؛ ویژگی‌ای که هم از نظر عملکردی و هم از نظر نگهداری بلندمدت اهمیت دارد.

# قالب تونل لاینینگ و مزایای مهندسی و اجرایی

سرپرست واحد تولید کارخانه  
گروه صنعتی بوذرجمهر



## تولید قالب تونل لاینینگ در مقیاس صنعتی؛ چالش‌ها و راهکارها از نگاه سرپرست تولید

### در تولید قالب تونل لاینینگ، بزرگ‌ترین چالش فنی چیست؟

مهم‌ترین چالش، حفظ دقت هندسی در ابعاد بزرگ است. وقتی با سازه‌ای چند ده تنی کار می‌کنید، کنترل تلرانس‌ها کار ساده‌ای نیست. ما برای این موضوع از ترکیب طراحی دقیق، شابلون‌های کنترلی و مونتاژ مرحله‌ای استفاده می‌کنیم تا خطا قبل از خروج محصول از کارخانه به صفر نزدیک شود.

### پیچیدگی این قالب‌ها چه تأثیری بر برنامه‌ریزی تولید دارد؟

برنامه‌ریزی تولید در این حوزه نمی‌تواند کاملاً روتین باشد. هر پروژه ویژگی‌های خاص خودش را دارد، بنابراین ما به سمت برنامه‌ریزی منعطف پروژه‌محور حرکت کرده‌ایم. زمان‌بندی ساخت، تأمین متریال و تخصیص نیروی انسانی همگی بر اساس مشخصات هر قالب تنظیم می‌شود.

### بوذرجمهر برای حفظ کیفیت در تولید این تجهیزات چه رویکردی داشته است؟

تمرکز ما بر صنعتی‌سازی واقعی تولید بوده است. استفاده از ماشین‌آلات CNC، کنترل کیفی حین ساخت، جوشکاری تحت دستورالعمل‌های مدون و انجام مونتاژ آزمایشی قبل از ارسال، بخشی از اقداماتی است که اجرا کرده‌ایم. هدف این است که محصول در سایت پروژه بدون نیاز به اصلاح، آماده بهره‌برداری باشد.

### فشارهای هزینه‌ای چه تأثیری بر واحد تولید دارد؟

در پروژه‌های سنگین، هزینه فقط مربوط به فولاد نیست. انرژی، استهلاک تجهیزات سنگین، ابزارهای مصرفی و نیروی متخصص سهم قابل توجهی در بهای تمام‌شده دارند. مدیریت این هزینه‌ها نیازمند پایش مستمر و بهینه‌سازی فرایندهاست. در بوذرجمهر تلاش کرده‌ایم با کاهش ضایعات، بهبود بهره‌وری خط تولید و برنامه‌ریزی دقیق تأمین، اثر این فشارها را کنترل کنیم.

از سوی دیگر، طراحی ماژولار و مکانیزم‌های حرکتی دقیق باعث افزایش چشمگیر سرعت سیکل بتن‌ریزی می‌شود. باز و بسته شدن سریع قالب و انتقال آن به سکشن بعدی، زمان‌های مرده پروژه را کاهش داده و برنامه زمان‌بندی را فشرده‌تر می‌کند. دقت هندسی بالا که حاصل ساخت کارخانه‌ای با ماشین‌آلات CNC است، از بروز اعوجاج مقطع، تغییر ضخامت لاینینگ و نشست شیره بتن جلوگیری می‌کند.

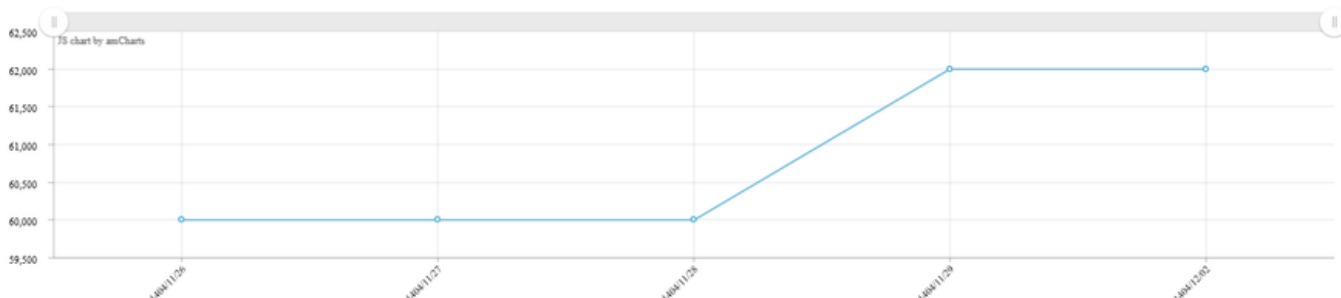
همچنین یکپارچه‌سازی قالب با جک‌های هیدرولیکی، فرآیند عملیات را ایمن‌تر و وابستگی به نیروی انسانی را کمتر می‌سازد؛ عاملی که در پروژه‌های تونلی با فضای محدود اهمیت ویژه‌ای دارد. در چنین سطحی از حساسیت فنی، انتخاب سازنده‌ای که توان طراحی و ساخت این سازه‌های عظیم را داشته باشد، یک تصمیم راهبردی است. گروه صنعتی بوذرجمهر با اتکا به دانش مهندسی عمیق و تجربه گسترده در تولید قالب‌های فلزی سنگین، امروز به‌عنوان یکی از تأمین‌کنندگان تخصصی سیستم‌های قالب تونل لاینینگ شناخته می‌شود.

در بوذرجمهر، هر قالب لاینینگ به‌صورت کاملاً سفارشی و بر اساس مقطع واقعی پروژه طراحی می‌شود. استفاده از فولادهای باکیفیت نظیر ST37 و ST52، بهره‌گیری از برش و خم‌کاری دقیق CNC و کنترل کیفی سخت‌گیرانه در فرآیند جوشکاری، تضمین می‌کند که قالب‌ها در برابر فشارهای بالای بتن و سیکل‌های متعدد کاری، پایداری هندسی خود را حفظ کنند.

مزیت رقابتی دیگر، پشتیبانی فنی از مرحله طراحی تا نصب در کارگاه است. تیم مهندسی بوذرجمهر در کنار کارفرما حضور دارد تا راه‌اندازی، تنظیم اولیه و بهره‌برداری سیستم با حداکثر راندمان انجام شود؛ موضوعی که ریسک‌های اجرایی پروژه را به حداقل می‌رساند.



# تحلیل بازار در هفته ای که گذشت



## تحلیل بازار میلگرد ساده در هفته ای که گذشت

در حالی که بازار مقاطع فولادی در روزهای اخیر در فضای نسبتاً آرامی حرکت کرده، بررسی نمودار هفتگی میلگرد ۳۲ ساده نشان می‌دهد این آرامش بیشتر به یک مکث تاکتیکی شباهت دارد تا ثبات پایدار. داده‌های قیمتی این سایز سنگین و پروژه‌محور از یک دوره تثبیت کوتاه و سپس جهش پله‌ای حکایت دارد؛ رفتاری که معمولاً نشانه ورود بازار به فاز تصمیم‌گیری جدید است.

### تثبیت در کانال ۶۰ هزار؛ آرامش قبل از حرکت؟

مطابق نمودار، قیمت میلگرد ۳۲ ساده در ابتدای بازه در محدوده ۶۰,۰۰۰ واحد قرار داشته و برای چند روز متوالی نیز بدون نوسان معنادار در همین سطح باقی مانده است. این رفتار رنج معمولاً بیانگر احتیاط هم‌زمان خریداران و فروشندگان است؛ جایی که نه فشار فروش دیده می‌شود و نه موج خرید قدرتمند شکل گرفته است.

اما این سکون پایدار نماند. بازار در ادامه با یک اصلاح افزایشی مواجه شد و قیمت‌ها در تاریخ ۱۴۰۴/۱۱/۲۹ به محدوده ۶۲,۰۰۰ واحد رسیدند؛ سطحی که اکنون می‌توان آن را سقف کوتاه‌مدت جدید بازار دانست.

### چرا قیمت یک‌باره جهش کرد؟

نکته قابل توجه در نمودار، ماهیت پله‌ای این رشد است. افزایش حدود ۳.۳ درصدی قیمت در یک گام، معمولاً به عواملی مانند اصلاح نرخ کارخانه، کاهش موجودی سائزهای سنگین یا تقویت انتظارات تورمی در بازار فولاد مرتبط است. در میلگردهای سائز بالا، چنین جهش‌هایی معمولاً معنادارتر از نوسانات خرد روزانه تلقی می‌شوند.

### پیام نمودار برای فعالان بازار

رفتار قیمتی هفته اخیر نشان می‌دهد میلگرد ۳۲ ساده از فاز رکود کوتاه خارج شده اما هنوز وارد روند صعودی پرشتاب نشده است. تثبیت قیمت در محدوده ۶۲ هزار نشان می‌دهد بازار فعلاً تمایلی به بازگشت به کانال قبلی ندارد، اما برای جهش بعدی نیز به محرک قوی‌تری نیاز دارد.

### جمع‌بندی: خرید پله‌ای یا ادامه انتظار؟

در حال حاضر، محدوده ۶۰ هزار واحد به‌عنوان حمایت روانی و سطح ۶۲ هزار واحد به‌عنوان مقاومت کوتاه‌مدت قابل شناسایی است. توصیه هفته‌نامه به مصرف‌کنندگان پروژه‌ای این است که در صورت نیاز قطعی، خرید مرحله‌ای و مدیریت‌شده را در دستور کار قرار دهند. تجربه بازار فولاد نشان می‌دهد دوره‌های تثبیت فشرده معمولاً به یک حرکت ناگهانی ختم می‌شوند و تعلل بیش‌ازحد می‌تواند هزینه تأمین را افزایش دهد.

# دانشنامه بوذرجمهر



## ضریب ایمنی در طراحی سازه چیست و چرا مرز بین ایمنی و هزینه را تعیین می کند؟

در حالی که پروژه‌های عمرانی هر روز پیچیده‌تر و حساس‌تر می‌شوند، یکی از مفاهیم پایه‌ای که همچنان ستون فقرات طراحی مهندسی محسوب می‌شود، ضریب ایمنی است. این مفهوم ساده اما حیاتی، نقش سپر محافظ سازه را در برابر عدم قطعیت‌ها، خطاهای اجرایی و شرایط پیش‌بینی نشده ایفا می‌کند. با وجود پیشرفت نرم‌افزارهای تحلیل و دقت بالای محاسبات، مهندسان هنوز هم بدون در نظر گرفتن ضریب ایمنی، هیچ طراحی سازه‌ای را قابل اعتماد نمی‌دانند.

### ضریب ایمنی دقیقاً چه می‌گوید؟

به زبان ساده، ضریب ایمنی نسبت بین ظرفیت واقعی یک عضو سازه‌ای به باری است که انتظار داریم در بهره‌برداری تحمل کند. برای مثال اگر عضوی بتواند ۱۰ تن بار را تحمل کند اما در طراحی فقط برای ۵ تن استفاده شود، ضریب ایمنی برابر ۲ در نظر گرفته شده است. این فاصله اطمینان، همان حاشیه امنی است که سازه را در برابر نوسانات بار، خطاهای ساخت، تغییر کیفیت مصالح و شرایط محیطی محافظت می‌کند.

### چرا مهندسان نمی‌توانند بدون ضریب ایمنی طراحی کنند؟

دنیای واقعی هیچ‌وقت به دقت محاسبات روی کاغذ نیست. بارهای وارد بر سازه ممکن است تغییر کنند، کیفیت اجرا می‌تواند نوسان داشته باشد و حتی رفتار مصالح در طول زمان دچار افت شود. ضریب ایمنی دقیقاً برای پوشش همین عدم قطعیت‌ها تعریف شده است. اگر این ضریب بیش از حد کوچک انتخاب شود، ریسک خرابی سازه بالا می‌رود و اگر بیش از حد بزرگ باشد، پروژه با افزایش غیرضروری هزینه و وزن مواجه خواهد شد.

### پیام کاربردی برای فعالان صنعت

در پروژه‌های پتنی و قالب‌بندی، درک صحیح ضریب ایمنی فقط یک بحث تئوریک نیست؛ بلکه مستقیماً بر انتخاب تجهیزات، ضخامت مقاطع و حتی اقتصاد پروژه اثر می‌گذارد. طراح حرفه‌ای کسی است که بتواند میان ایمنی کافی و بهینگی اقتصادی تعادل برقرار کند.

### جمع‌بندی

ضریب ایمنی در واقع زبان احتیاط مهندسی است. سازه‌ای که با درک درست این ضریب طراحی شود، نه تنها ایمن‌تر خواهد بود، بلکه از نظر اقتصادی نیز بهینه عمل می‌کند. بی‌توجهی به این مفهوم، یکی از ریشه‌های اصلی شکست‌های سازه‌ای در پروژه‌های عمرانی به شمار می‌رود.