



هادی صفری گرجی

کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه

سیستم تیلت آپ

**مقدمه:** سیستم اجرای تیلت آپ که بیشتر به عنوان روش اجرا قابل طرح است تا سیستم ساختمانی، معمولاً به روشی گفته می‌شود که در آن اعضای دیوار باربر بتنی، سازه ساختمان را تشکیل می‌دهند. در این روش دیوارها در محل اجرای پروژه، به صورت افقی بتن‌ریزی می‌شوند و پس از عمل‌آوری بتن، قطعه را با کمک جرثقیل در محل خود نصب می‌نمایند.



از روش اجرای تیلت آپ اغلب برای اجرای ساختمان‌هایی با کاربری انباری، تجاری (مراکز خرید) و اداری که در آن‌ها سرعت اجرا و مسائل اقتصادی اهمیت دارند، استفاده می‌شود. این روش، عمدتاً برای ساخت ساختمان‌های کوتاه مرتبه، حداکثر تا چهار طبقه به کار می‌رود. اگرچه اکثر ساختمان‌های ساخته شده با این روش یک یا دو طبقه هستند اما تعداد معدودی ساختمان بیش از چهار طبقه نیز اجرا شده‌اند.



روش تیلت آپ در اوایل قرن بیستم ابداع شد و اوج شکوفایی آن، حوالی نیمه قرن بیستم، پس از جنگ جهانی دوم بوده که نیاز شدیدی به اجرای سریع ساختمان وجود داشته است. ایده اصلی ساخت دیوار به صورت افقی بر روی زمین و بلند کردن آن به حالت قائم، به عنوان عضوی از ساختمان، ایده تازه‌ای نیست.

اسناد موجود حاکی از آن است که این روش در رم باستان و خاورمیانه مورد استفاده قرار می‌گرفته است. ساکنان ایالات متحده آمریکا در ابتدای قرن نوزدهم میلادی با ساخت دیوارهای چوبی بر روی زمین و برپا کردن آن‌ها به حالت قائم، خانه‌ها و انبارهای خود را می‌ساخته‌اند. در اوایل قرن بیستم میلادی، این روش برای دیوارهای بتن مسلح پیش ساخته مورد استفاده قرار می‌گرفت.

کلنل رابرت آیک (Colonel Robert Aiken)، به عنوان اولین سازنده این سیستم، تعداد زیادی از سازه‌ها را به این روش در بین سال‌های ۱۹۰۵ تا ۱۹۱۰ در ایالت های ایلینوی و اوهایو با استفاده از یک قالب به عرض ۲۳ متر و ارتفاع ۸/۲ متر اجرا نمود. با این حال، استفاده از روش فوق تا پایان جنگ جهانی دوم مقبولیت چندانی در بین مجریان ساختمان پیدا نکرد. از ۱۹۵۰ میلادی با ظهور جرثقیل‌های متحرک و بتن آماده، استفاده از این روش شتابی روز افزون به خود گرفت.

هم اکنون سالیانه حدود ۷۰۰۰ ساختمان در بیش از صد کشور جهان به این روش ساخته می‌شوند. استفاده از روش تیلت آپ در آمریکا، استرالیا و نیوزیلند متداول بوده است. این شیوه اجرا، در سال‌های اخیر در انگلستان و ایرلند نیز رایج گردیده است.



۱- سیستم‌های سازه‌ای قابل اجرا به روش تیلت آپ، به شرح زیر هستند:

#### ۱-۱- سیستم جعبه‌ای

اکثریت قریب به اتفاق ساختمان‌های ساخته شده به روش تیلت آپ دارای سیستم جعبه‌ای هستند. سیستم سازه‌ای جعبه‌ای متشکل از دیافراگم‌های سقف و دیوارهای بتن مسلح است که در آن دیوارهای بتن مسلح به صورت تیلت آپ اجرا می‌شوند. در این سیستم سازه‌ای، دیافراگم‌های سقف بارهای جانبی وارده بر سازه را به دیوارهای بتن مسلح منتقل می‌کنند. این دیوارها به صورت دیوار برشی، نیروهای فوق را به شالوده بتن مسلح منتقل می‌نمایند.



### ۲-۱- سیستم قاب صلب

این سیستم سازه‌ای، متشکل از تعدادی قاب خمشی بتن مسلح صلب است که در دو جهت عمود برهم قرار می‌گیرند. وظیفه باربری ثقلی و جانبی سازه، بر عهده این قاب‌ها است. دیوارها در این سیستم، غیرسازه‌ای هستند و صرفاً به صورت دیوارهای نما و در بسیاری از موارد با اتصالات خشک اجرا می‌شوند. همچنین امکان ایجاد تغییرات و توسعه احتمالی در طول دوره بهره‌برداری، با سهولت بیشتری (نسبت به سیستم‌های جعبه‌ای) در این نوع سیستم وجود دارد.



### ۳-۱- سیستم ترکیبی

سیستم ترکیبی از تلفیق دو سیستمی که پیشتر تشریح شد، یعنی سیستم سازه‌ای جعبه‌ای و قاب صلب، در پلان به دست می‌آید. در این حالت اغلب در یک راستای اصلی پلان از دیوارهای برشی و در راستای عمود بر آن از قاب‌های خمشی بتن مسلح استفاده می‌شود.



## ۲- نقاط قوت سیستم تیلت آپ

- بازشو را می‌توان به سهولت در دیوار بتنی قالب‌بندی کرد اما محدودیت سطح برای مقدار بازشدگی در دیوارهای باربر وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد.
- نیروی انسانی اجرایی در این سیستم با آموزش اندکی قادر به انجام بخش اعظم اقدامات می‌باشند.
- برای اجرای این سیستم، ابزارهای کمکی خاصی نیاز نیست و به راحتی در دسترس هستند.
- هوابندی دیوارهای خارجی در این سیستم به نحو مطلوبی تأمین می‌شود. برای آب‌بندی مناسب، لازم است جزییات اجرایی مورد نیاز در نظر گرفته شود. در صورتی که از عایق معدنی یا از عایق پلیمری با نفوذپذیری بخار آب بالا استفاده شود، باید ملاحظات لازم برای جلوگیری از میعان، مد نظر قرار گیرد.
- اتلاف و ضایعات مصالح و فرآورده‌ها در روند ساخت، در مقایسه با حالت‌های متعارف، به طور محسوسی کمتر است.
- هزینه‌های اجرای دیوارها در این سیستم نسبت به روش مشابه سنتی درجا و پیش ساخته آن، کمتر است زیرا نیاز به قالب و عملیات قالب‌بندی کاهش یافته و نیز حمل و نقل پانل‌ها، خیلی کمتر از حالت‌های پیشین است. در ضمن امکان اجرای نما هم‌زمان با دیوار اصلی وجود دارد.
- از دیگر نقاط قوت این روش، کاهش نیاز به اجرای داربست برای اجرای نما است زیرا کارهای مربوط به نما، هنگام بتن‌ریزی و در سطح زمین انجام می‌شوند.

## ۳- نقاط ضعف سیستم تیلت آپ

- در زمینه طراحی، الزام وجود دیوارهای سازه‌ای باعث می‌شود آزادی عمل در طراحی ساختار اصلی معماری اندکی کمتر از سیستم‌هایی نظیر تیر ستون بتنی یا اسکلت فلزی (بادبنددار یا قاب خمشی) باشد. در نتیجه، میزان اختیار در تعیین ابعاد فضاها، در مقایسه با دیگر سیستم‌های نام برده کمتر است.
- با توجه به سنگین بودن قطعات بتنی مورد استفاده، وجود جرثقیل و دیگر امکانات سنگین نصب الزامی است.
- امکان تغییر ابعاد قطعات، پس از تولید وجود نخواهد داشت. در نتیجه، در صورت وجود اشتباه در ساخت قطعه (ابعاد، میلگردگذاری و ...) لازم است قطعه مجدداً ساخته شود.
- امکان دسترسی به مدارهای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی در دوره بهره‌برداری وجود ندارد. در صورت بروز مشکل، در اکثر موارد لازم خواهد بود مدار جایگزینی به صورت روکار اجرا شود.
- اجرای دیوار با این روش، به کارگاه بزرگ برای ساخت نیازمند است. توالی فعالیت‌ها، زمانی که کارگاه کوچک باشد با مشکلاتی روبه‌رو می‌شود. این امر زمانی تشدید می‌شود که لازم است پانل‌ها، یکی پس از دیگری ساخته و برپا شوند.

#### ۴- نتیجه گیری

این سیستم مانند دیگر سیستم‌های بتنی، در صورت اجرای مناسب لایه‌های بتنی، عملکرد مناسبی در برابر هوازدگی، محیط‌های خورنده، تابش شدید آفتاب و تکان‌های حرارتی خواهد داشت. در حالت اجرای خوابیده، تأمین این انتظارات راحت تر صورت خواهد پذیرفت. این سیستم می‌تواند با نمای بتنی نمایان یا انواع قطعات چسبیده به آن، با طرح‌های مختلف در نظر گرفته شود. این امر باعث می‌گردد هزینه‌های مربوط به نما به حداقل برسد. در عین حال، به دلیل پیش ساخته بودن نما، از کیفیت و تنوع بالاتری در مقایسه با دیگر نماهای اجرای درجا، برخوردار است. سیستم تیلت آپ بیشتر برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه در نظر گرفته شده است و حداکثر تعداد طبقات ساختمان، با توجه به محدودیت‌های اجرایی به چهار طبقه محدود می‌گردد. بدیهی است افزایش تعداد طبقات، مسائل اجرایی را با پیچیدگی‌هایی همراه می‌سازد و در این حالت دیگر توجیه قابل قبولی برای استفاده از این سیستم وجود نخواهد داشت.

#### منابع:

- ۱- سیستم تیلت آپ، دکتر علی معصومی- دکتر بهروز محمدکاری- مهندس حمیدرضا طباطبایی فر، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۷.
- ۲- Collins, J (2002). "Tilt-up dominates Australian construction". *London Concrete Society* 36 (3). Retrieved 2007-06-13.
- ۳- Davis, Malcolm (2005). "Tilt-up development in Australia". *Concrete engineering* .
- ۴- Nasvik, Joe. "Being creative with tilt-up". *Concrete Construction* (June 2002). Retrieved 2007-06-13.
- ۵- Glass, J. (August 2000). "Wall panel renaissance: the benefit of tilt-up concrete construction" *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings* 140 (140): 277.