مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال پنجم، شماره ۴۸، تیر ۱۴۰۲
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

بررسی سیستم ساختمانی ترانکو (TRONCO)

صدیقه قبادیان [۱]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام

چکیده

با توجه به زلزله خیزی ایران و قرارگیری روی کمربند زلزله ، مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله و جلوگیری از آسیب ساختمان ها سبب افزایش تقاضا در صنعت ساخت و سازبرای مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله می باشد. عدم توانایی پاسخ گویی به این تقاضا به دلیل ناکارآمدی روش های سنتی ساخت و ساز، ضرورت ایجاد تحول دراین روش ها را آشکار و بهره گیری از تکنولوژی های نوین را در صنعت ساخت و ساز ضروری ساخته است. برای پاسخ گویی به نیاز مقاوم سازی سازه حرکت به سمت تولید صنعتی ضروری به نظر می رسد و در این راستا لازم است سیستم ها و فناوری های مطرح روز دنیا نیز مورد بررسی دقیق قرار می گیرد. در این مقاله بحث پیرامون فناوری های نوین ساختمانی، به معرفی سیستم ساختمانی ترونکو به عنوان یکی از ۶۵ فناوری نوین مطرح شده در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی پرداخته و الزامات اجرایی این سیستم بررسی خواهد شد که از جمله آن ها می توان مقاومت این نوع سازه در برابر زلزله و بارهای جانبی به دلیل سبکی وزن و یکپارچگی سازه و امکان اجرای سیستم ساختمانی ترونکو در اقلیم های متفاوت و فصول مختلف سال، سهولت و سرعت ساخت، نیاز به دقت بالا در اجرا و امکان استفاده از این سیستم در مناطقی با خاک ضعیف و حتی بر روی بناهای ساخته شده به علت وزن کم آن اشاره نمود.

واژه‌های کلیدی: فناوری های نوین، صنعتی سازی ساختمان، تکنولوژی ساخت، سیستم ساختمانی ترونکو.

۱- مقدمه

می دانیم ایران روی یکی ازکمربندهای فعال زلزله خیز جهان قرار گرفته است و هر ازگاهی یک بار زلزله ای ویران کننده نقاطی از کشور را می لرزاند . (زلزله طبس ۵۷ ، بویین زهرا ۴۱ ، خراسان ۴۷ ، ورودبار منجیل.....)

همانطور که در قبل گفته شدکمربند آلپ ـ هیمالیا محل برخورد قاره های افریقا (گتدوانا) با اوراسیا است این کمربند یکی از مراکز زلزله خیز دنیا محسوب می شود که بیشتر زلزله های از نوع کم عمق بوده است.صفحه ایران از جانب دو صفحه اوراسیا و عربستان تحت فشار است . بنا به نظر متخصصان پوسته ای عربستان سالانه به میزان ۵ سانتیمتر به سمت فلات ایران حرکت می کند. در نتیجه فشار دوصفحه ازشمال و جنوب مقدار زیادی انرژی در پوسته ایران جمـــع می شود که به صورت زلزله های کوچک و بزرگ و متوسط هر ازچند گاهی آزاد می شود .

بیشتر مرگ و میرهای ناشی از زلزله ها به دلیل ریزش ساختمانها و سازه است .این تعداد بالای مرگ و میر به دلیل سبک ساختمانهامی باشد که از مقاومت بسیار کمی در برابر امواج زلزله برخوردار هستند.

هدف از نوشتن این مقاله این است که با توجه به اینکه در ایران برای جلوگیری از تلفات جانی در برابر زلزله باید ساختمان هایی ساخته شود که در بربر زلزله مقاومت بالایی داشته باشند که از جمله آن ها سیستم ساختمان سازی ترانکو می باشد که در این مقاله به معرفی این سیستم می پردازیم.

۲- زلزله در ایران

کشور ما در ردیف ۱۰ کشور اول حادثه‌خیز جهان است، ٪۷۰ سرزمین ایران در معرض خطر زلزله و ٪۵۰ در معرض خطر سیل قرار دارد. به گفته مدیر کل دفتر مطالعات و هماهنگی وزارت کشور (در سال ۱۳۸۰) ٪۸۶ جمعیت شهری کشور روی گسل‌های زلزله قرار دارند.

زلزله فاجعه ناگهانی غیرمترقبه‌ای است که اتفاق می‌افتد و هیچ‌کس نمی‌تواند ابعاد چنین حادثه‌ای را به‌طور دقیق و قطعی پیش‌بینی نماید. بدون شک این فاجعه اثرات مخرب و تکان‌دهنده‌ای برجای خواهد گذاشت که وحشت کامل آن برای افرادی که در محل حادثه یا اطراف آن زندگی می‌کنند کاملاً محسوس و مشهود است. اگرچه از لحاظ اقتصادی سیل بیشترین خسارت را بر جامعه ایران وارد کرده است، اما زلزله از نظر قطعات انسانی و جانی مهمترین حادثه غیرمترقبه در ایران است، زیرا که تخریب حاصل از آن کلی بوده و پس از تخریب کلی است که احساس از دست دادن همه چیز در اذهان آسیب‌دیدگان نقش خواهد بست. نمونه‌های زنده آن، زلزله‌های سال ۱۳۸۲ بم و ۱۳۸۳ روند در استان کرمان می‌باشد که علاوه بر خسارات

مالی، اثرات روانی و اجتماعی آن تا سالیان سال برای مردم این منطقه باقی می‌ماند. در کشور ما ایران هر ساله بلایای متعدد و گوناگونی اتفاق می‌افتد که بر اثر آن جان هزاران انسان که در توسعه اقتصادی، اجتماعی کشور سهم به‌سزائی دارند در معرض مخاطرات جدی قرار می‌گیرد. یکی از پیامدهای نامطلوب این حوادث و بلایا، شیوع نسبتاً بالای اختلالات روانی در بازماندگان است که در بررسی‌ها، حدود ۴۰-۵۰ درصد را گزارش نموده‌اند که این میزان به مراتب بیش از شیوع اختلالات روانی در افراد ساکن در مناطق آسیب‌دیده بوده است (نوربالا، ۱۳۸۰) تعجب و غافلگیری، اولین عامل مخرب در بسیاری از بحران‌ها است تجربه ثابت کرده که برای دست به‌کار شدن و پاسخ گفتن فقط یک روز وقت می‌باشد که این یک روز ساعاتی تعیین‌کننده است. اینکه آیا می‌توانیم کنترل اوضاع را در دست بگیریم یا خیر؟ یک مدیریت قوی بحران را می‌طلبد که پیرامون آن در مبحث حاضر بحث شده است.

قرار گرفتن ایران در یکی از مناطق زلزله‌خیز جهان و احتمال وقوع زلزله‌های مخرب در همه نقاط کشور، ضرورت تدوین برنامه‌های جامع برای مقابله با این پدیده طبیعی را قطعی ساخته است. این برنامه جامع باید هر چه زودتر با استفاده از کلیه امکانات، به‌کارگیری نتایج تحقیقات در امر ایمنی، مقاوم‌سازی ساختمان‌ها و رعایت تمامی قوانین و آئین‌نامه‌های ساختمانی، شاهد ایمنی ایران عزیزمان در برابر زلزله بوده و دیگر هرگز شاهد فاجعه‌ای ملی همچون زلزله مخرب شهرستان بم نباشیم. البته ناگفته نماند، متأسفانه توسعه کشور در زمینه ساخت و سازها با میزان خطرپذیری زلزله‌ای کشور مطابقت و سازگاری ندارد. بسیار ضروری است که مدیریت ساخت و ساز اصلاح و ارتقاء پیدا کند و یکی از عمده‌ترین مشکلات فراروی ما، نبود یک مدیریت ملی و مهندسی در شهرسازی و فرآیند ساخت و ساز است. لذا ارتقاء و بهبود آن از ضرورت برنامه‌های کاهش خطرپذیری است و امروز می‌توانیم بگوئیم ما در کشور مشکل دانش فنی برای اجراء برنامه‌هی مؤثر و علمی کاهش خطرپذیری نداریم...

به‌هنگام وقوع زلزله به‌علت ناپایداری فضاهای شهری در برابر زلزله و عدم آمادگی مردم، در مدت زمان کوتاهی آسیب‌های فیزیکی گوناگونی دیده می‌شود .آسیب‌های فیزیکی، سبب ایجاد آسیب‌های جانی، مالی و عملکردی و در نتیجه آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی و از کار افتادن سیستم شهری می‌شود.

رشد قابل ملاحظه جمعیت و مهاجرت آنها به شهرها از عوامل مهم در روند شهرسازی است و سبب تسریع در رشد کشور نیز می‌شود. جمعیت مهاجر که به شهرها می‌روند، بین آنها بر سر منابع کمیاب (مسکن و زمین) رقابت ایجاد می‌شود و کمبود آنها که یکی از نتایج بارز شهرسازی سریع است، منجر به بروز سوانح به‌هنگام بلایای طبیعی می‌شود.

۳- معرفی سسیستم

۳-۱ سیستم ساختمانی ترونکوTRONCO SYSTEM :

یکی از راه های توسعه ساخت و ساز در یک کشورتوجه جدی به اجرای صنعتی ساختمان ها می باشد.به کارگیری فنون نوین و امکانات پیشرفته باعث افزایش سرعت اجرای پروژه های ساختمانی به ویژه در پروژه های انبوه سازی مسکن می باشد.

واژه ترونکو ، در زبان اسپانیایی به معنای الوار است. طرح اصلی سیستم ترونکو بر گرفته است از همان ساختمان های چوبی سنتی و متداول در آمریکا و کانادا است . در این روش سنتی ، ساختمان با استفاده از الوار های چوبی با مقطع دایره ساخته می شود . تاکنون در کشور آمریکا بیش از دو میلیون واحد مسکونی با استفاده از این روش سنتی چوبی ساخته شده اند.

سیستم ترونکو با الهام از این روش ولی با مصالح فناوری جدید ، روش نوینی برای تولید ساختمان ابداع نموده است .در سیستم ترونکو عنصر اصلی را قطعات لوله از جنس فولاد گالوانیزه تشکیل می دهد . لوله های گالوانیزه مورد استفاده در این سیستم ، شبیه همان الوار های چوبی خانه های قدیمی ، با مقطع دایره هستند . با این تفاوت که این لوله ها تو خالی هستند و به دلیل وجود هوا در داخل لوله ها عایق های حرارتی مناسبی نیز به شمار می روند . البته قطر این لوله های گالولنیزه حدود ۲۰ سانتی متر و کمتر از قطر الوار های چوبی متداول است .این سیستم در واقع گامی در راستای تغییر و ایجاد امکانات ، قابلیت ها و شیوه های جدید در ترکیب با مصالح امروزی و الهام از ساختمان های قدیمی چوبی است .سیستم ترونکو به دلیل سهولت و سرعت ساخت یکی از راه حل های نوین و مناسب برای ساخت واحد های مسکونی با سرعت بالاست.

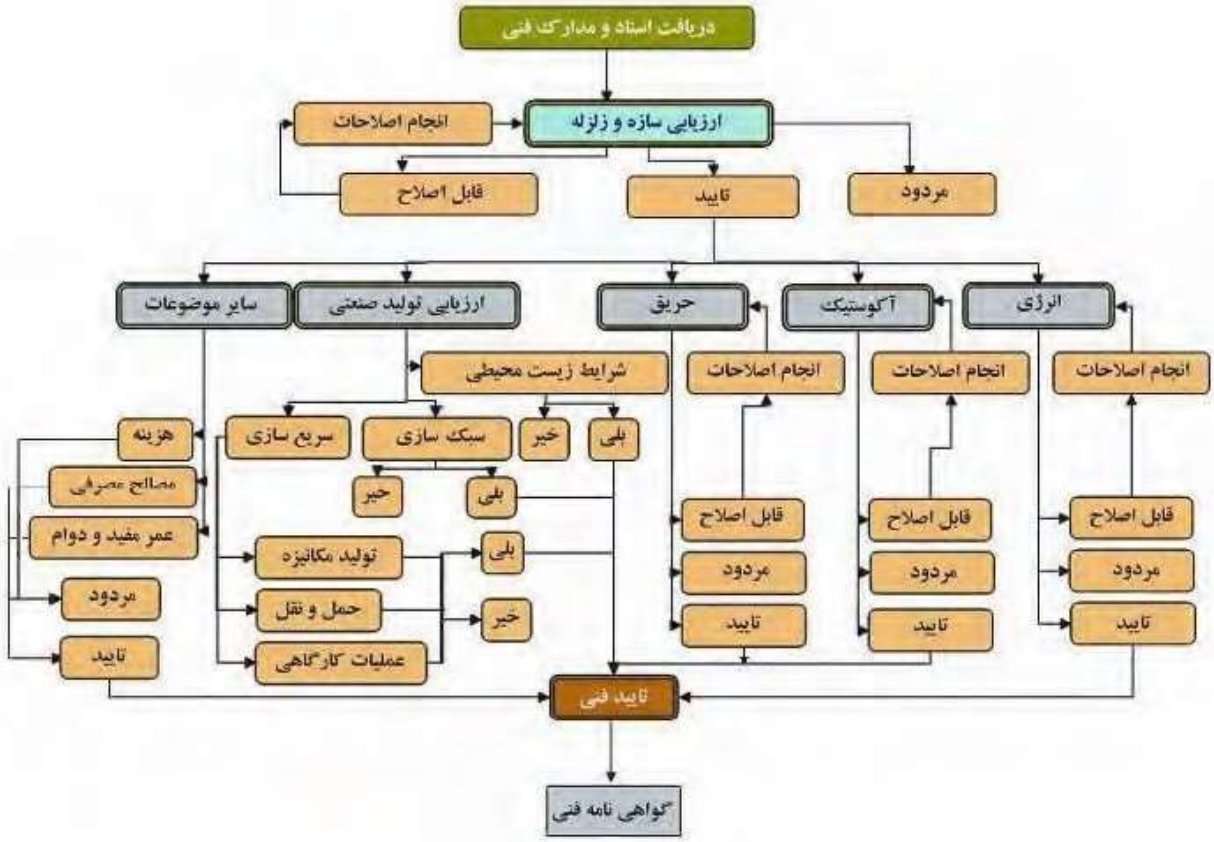
یکی از فعالیت هایی که در کلینیک تخصصی طراحی و اجرا ی سازه های نوین، در گروه مهندسی ایران معماری صورت می پذیرد، مطالعه وشناخت روش ها وتکنیک های مطرح در سطح بین اللمللی است .لذا یکی از رویکرد های اصلی این گروه تلفیق نظریه های علمی با روشهای عملی است.برای بسط موضوع در ادامه به تعاریف و مفاهیم نظری پرداخته می شود و در نهایت تکنیک های نوین اجرا معرفی می گردد.

سیستم ترونکو به اسپانیایی (TRONCO) :از جهات زیادی مانند قاب فلزی سبک (LSF) است ولی در ساخت با یکدیگر تفاوت دارند چراکه در این سیستمSTUDعناصر عمودی در سیستم LSF وجود ندارد و لوله‌های گالوانیزه با زاویه ۹۰ درجه توسط اتصالات معمولی یا اتصالات دوتایی به یکدیگر و در گوشه‌ها متصل می‌شوند و در وسط روی یکدیگر قرار می‌گیرند. اتصال این سازه به شالوده توسط جوش صورت می‌پذیرد، برای این منظور قبلاً صفحه‌هایی را بر روی پی در نظر گرفته که سازه

به آن جوش شود. لوله‌ها توسط اتصالات تسمه‌ای گالوانیزه و پیچ و مهره به یکدیگر متصل می‌شوند که قابلیت تحمل نیروهای جانبی را خواهند داشت، همچنین در این سیستم تیر و ستونی وجود ندارد و دیوارهای ساختمان نقش نگهدارنده را ایفا می‌کنند. سقف و دیوار به صورت یکپارچه عمل می‌کنند که این ویژگی بر خلاف سازه‌های رایج مشکلی در اتصالات مابین تیر و ستون به وجود نمی‌آورد، بنابراین در برابر نیروهایی مانند زلزله بسیار مناسب می‌باشد.

در راستای تولید صنعتی ساختمان باید مراجعی برای بررسی و تایید فناوری های نوین و تولید صنعتی ساختمان تعیین شود و کلیه تولیدکنندگان و واردکنندگان فناوری های نوین ساختمانی ملزم به اخذ گواهی و تاییدیه فنی از این مراجع شوند۷[]. در این راستا مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به عنوان مرجع تایید فناوری های نوین ساختمانی طرح های پیشنهادی واجد شرایط را مطابق شکل۱ پس از ارزیابی از نظر ایمنی در برابر زلزله، حریق، صدابندی، عایق بندی حرارتی و برودتی، دوام، انطباق با مقررات ملی ساختمان، مورد تایید قرار می دهد. تاکنون ۸۵فناوری نوین ساختمانی در این مرکز مورد بررسی و تایید قرار گرفته است[۸].

نظریه فنی مدرکی است که رعایت استانداردها و ضوابط مربوط به پایداری و پایایی ساختمان ها را در سیستم ها و فناوری های ساختمانی در شرایط مختلف اقلیمی و لرزه خیزی را گواهی می نماید[۵]. به بیان ساده، اعلام رسمی نتایج بررسی و ارزیابی کیفیت، دوام و سایر ویژگی های یک فراورده یا سیستم ساختمانی با استفاده از مقررات ساختمان، استانداردها و دستورالعمل های معتبر است که از سوی یک سازمان مسئول و مطابق قانون برای مدتی محدود ارائه می شود[۶]. گواهی نامه فنی نیز به محصول داده می شود؛ به عبارت دیگر نظریه فنی به ایده و گواهی نامه فنی به محصول داده می شود.



شکل ۱: روند نظریه و گواهی نامه فنی سیستم های نوین ساختمانی[۸]

۳-۲ عناصر اصلی تشکیل دهنده سیستم ترونکو:

۱- قطعات لوله ای از جنس فولاد گالوانیزه (اعضای باربر افقی) شبیه الوارهای چوبی خانه های قدیمی

مقطع دایره ای و توخالیقطر لوله ها ۲۰ سانتی متر است.

۲- اعضای عمودی فلزی سرد نورد شده با مقاطع مختلف لوله / قوطی L / شکل و(.....

۳- بادبندهای ضربدری

۴- سقف متشکل از لوله های فلزی (متالوگ) به همراه قطعات پوشش دهنده و یا سقف بتن آرمه

لوله های فلزی متالوگ (لوله های فلزی گالوانیزه با قطر حدود ۲۰۶ میلیمتر و ضخامت ۰٫۵۳ میلیمتر است)

این لوله ها نقش قالب را در سقف ایفا می کنند.

۳-۳ ویژگی های معماری

میزان انطباق این سیستم با معماری سنتی هر منطقه ، به طراحی و ذوق طراح بستگی دارد . از آنجا که این سیستم کاملاً جدید است ، هنوز برای طراحی دقیق و کامل اجزای آن محدودیت های زیادی وجود دارد ، اما در هر مورد با بررسی و تحقیق بیشتر می توان راه حل های مناسبی برای رفع این محدودیت ها پیدا کرد .شکل نهایی ساختمانی که با این سیستم ساخته می شود ، تفاوتی با بناهای سنتی و متداول ندارد . با استفاده از نماهای متنوع می توان ساختمان را مطابق نظر طراح و منطبق بر معماری سنتی و محلی به اتمام رساند.

نکته اساسی در طراحی پلان در این سیستم آن است که زوایا در پلان باید ۹۰ درجه باشند (هر چند قطعاتی برای ایجاد زوایای دیگر نیز موجود است) . حداکثر دهانه ها بدون ستون میانی۴ متر است . هر چند امکان ایجاد دهانه های طولانی با ستون میانی وجود دارد . بر اساس برخی آیین نامه ها حداکثر دهانه باربر ثقلی ۴ متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف)۳/۶ متربرای هر طبقه است . بر اساس برخی آیین نامه های داخلی ، حداکثر تعداد طبقات این سیستم برای ساختمان های آموزشی یک طبقه و برای ساختمان های با اهمیت متوسط دو طبقه اعلام شده است . در دیگر کشور های جهان ، حداکثر طبقاتی که با این سیستم اجرا شده است سه طبقه می باشد . امکان اجرای انواع نازک کاری و نما بر روی این سیستم وجود دارد.

۳-۴ الزامات اجرایی سیستم ساختمانی ترونکو

سیستم ترونکو از جهات زیادی مشابه سیستم قاب فولادی سبک نورد سرد است اما از نظر ساخت تفاوت بسیاری دارد. این سیستم به دلیل سهولت و سرعت ساخت یکی از راه حل های نوین و مناسب برای ساخت واحدهای مسکونی با سرعت بالا است. سرعت ساخت این سیستم بسیار زیاد است. کوتاه بودن زمان اجرا باعث کاهش هزینه بالاسری و هزینه نگهداری سیستم در حین اجرا می شود؛ از سوی دیگر هزینه اسکان کارگران و حق الزحمه آنان و سایر دست اندرکاران و نیز سایر هزینه آب و برق و اقلام مصرفی بسیار کم تر می شود[۷].

افراد دست اندرکار ساخت کافی است ۴ یا ۵ نفر باشند. یک نفر اپراتور دستگاه تولید کننده، یک متخصص کارهای فلزی و بقیه می توانند افراد بومی بدون هیچ تجربه ای در ساخت و ساز باشند. در یک پروژه در نهایت ۵۱ تا ۲۰ نفر مسئول خواهند بود که گروهی به تولید لوله ها و اتصالات می پردازند و گروهی به طور موازی و هم زمان مشغول نصب آن ها هستند[۷].در

این سیستم ورقه های گالوانیزه که حجم بسیار کمی دارند از کارخانه به کارگاه منتقل شده و در واقع تولید اصلی در محل پروژه انجام می شود. تجهیزات تولید لوله ها اندازه ای بزرگتر از یک میز تحریر ندارند و به راحتی با کامیون، قطار، کشتی یا هواپیما قابل حمل اند. این تجهیزات شامل دستگاه ژنراتور و دستگاه کمپرسور نیز می باشند که در یک محفظه جای گرفته اند در نتیجه با هر نوع امکانات زیربنایی در محل ساخت، این روش قابل اجرا است. وزن کم استفاده از این سیستم را در مناطقی با خاک ضعیف و حتی بر روی بناهای ساخته شده ممکن می سازد. تولید، اجرا و برپایی این سیستم می تواند در هر اقلیم و هر فصلی از سال انجام گیرد و مانند بعضی از سیستم های متداول همچون بتن نیازمند دمایی خاص برای اجرا نیست. تاکنون از این سیستم در آمریکای جنوبی، آفریقای جنوبی و سویس استفاده شده است؛ این تنوع اقلیمی نشان دهنده امکان بهره گرفتن از این روش در مناطق مختلف است[۷].

امکان اجرای انواع نازک کاری و نما بر روی این سیستم وجود دارد[۱۱]. ساختمان تمام شده با توجه به نوع نمای استفاده شده می تواند کاملا سنتی یا کاملا مدرن به نظر برسد. دقت در اجرای این سیستم از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا با خطایی در حدود یک تا دو میلی متر لوله فلزی در محل خود قرار نمی گیرد۷[]. نکته اساسی در طراحی پلان در این سیستم آن است که زوایا در پلان باید ۰۹ درجه باشند(هرچند قطعاتی برای ایجاد زوایای دیگر نیز موجود است). به کارگیری حداکثر دهانه باربر ثقلی ۴متر و حداکثر ارتفاع ناخالص (با احتساب ضخامت سقف) ۳,۶ متر برای هر طبقه در این سیستم مجاز است۸[]. استفاده از این سیستم برای ساختمان های با اهیمت متوسط تا ۲ طبقه و آموزشی تا ۱ طبقه بلامانع است[۸]. در دیگر کشورهای جهان حداکثر طبقاتی که با این سیستم اجرا شده است ۳ طبقه می باشد[۱۱]. رعایت محدودیت حداکثر بار زنده و مرده به ترتیب ۰۵۲ و ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع برای سقف ها الزامی است. لازم است تمهیدات لازم متناسب با شرایط مختلف اقلیمی و محیط های خورنده ایران صورت پذیرد[۸]. در دیوارهای داخلی و خارجی این ساختمان، لازم است تمهیدات کافی جهت تامین مباحث سوم، هجدهم و نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان حفاظت ساختمان ها در برابر حریق ،عایق بندی و تنظیم صدا و صرفه جویی در مصرف انرژی در نظر گرفته شود[۸]. رعایت ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه در طرح و محاسبه سقف ها الزامی است[۸].

۳-۵ اجزای سیستم

۳-۵-۱ صفحه اتصال ANCHORING PLATES

به منظور اتصال سیستم به پی ؛ در داخل پی صفحات فولادی با میلگردهای مهار شده درون بتن قرار داده می شود و اولین گروه لوله ها به این صفحات جوش داده می شوند.

۳-۵-۲ مهاربندی تسمه ای BRACING BELT

برای مقاومت در برابر نیروی جانبی تسمه هایی فولادی و از نوع گالوانیزه با اتصال پیچ صفحات سازه ای قائم را در دو جهت مهاربندی می کنند.

۳-۵-۳ سایر اجزای سیستم:

نگه دارنده های عمودیVERTICAL TENSOR

نگه دارنده های افقیHORIZONTAL TENSOR

تیرهای اصلیMAIN BEAM

نگه دارنده های لوله های گالوانیزهMETALOG RECEIVERS

۳-۶ مزایای سیستم ترونکو:

۱- سرعت ساخت و اجرای بالا

۲- ۳۰۰ متر مربع سقف و دیوار در یک روز کاری ۸ ساعته با ۱۰ نفر نیروی انسانی

۳- سهولت اجرای سازه

۴- آوردن مواد اولیه از کارخانه به محل تولید لوله ها بسیار آسان است زیرا حجم مواد اولیه بسیار کم و حمل آن ها آسان است.

۵- تجهیزات تولید لوله ها اندازه ای بزرگتر از یک میز تحریر ندارند

۶- هزینه نهایی تولید و اجرای کمتر نسبت به سیستم های سنتی

الف) کاهش هزینه حمل و نقل و جابه جایی با انتقال خط تولید به محل پروژه

ب)کاهش دورریز مصالح با استفاده از دستگاههای برش کامپیوتری

ج)کاهش هزینه بالاسری و هزینه نگهداری سیستم در حین اجرای کار به دلیل کاهش زمان اجرا

د) هزینه ابتدایی مصالح اولیه بالاست.

ه)هزینه اسکان کارگران و حق الزحمه و هزینه آب و برق مصرفی کمتر است.

ر)ایجاد محیط کار مناسب به جهت خشک بودن آن

۴- روش اجرا سیستم ترونکو :

۱- احداث سکوی بتنی با بتن سبک به ضخامت ۲۰- ۱۵ سانتی متربا بتن سبک و شبکه ای از میلگردهای شماره ۶ یا ۸ که به طور کامل از اطراف مهار شدند و همزمان با اجرای پی صفحات فولادی در لبه ها در بتن کار گذاشته می شوند. (معمولا این صفحات در محل تقاطع دیوارهای خارجی و نیز محل بازشوهای اصلی است)

۲- اولین سری از لوله ها در محل مورد نظر به صفحات فلزی جوش داده می شوند.

۳- همزمان با بالا رفتن دیوارها پروفیل های در و پنجره قرار داده می شوند

۴- در ارتفاع مشخص تیرهای اصلی و فرعی اجرا می شوند و سقف اجرا می شود.

نکته : در ساخت بنای دو طبقه ابتدا دیوارهای طبقه دوم و سپس سقف آن اجرا می شود.

۵- در دیوارهای خارجی پس از نصب یونولیت و رابیتس اجرای هر گونه نمای سنتی یا صنعتی امکان پذیر است.

۶- پاشیدن سیمان روی یونولیت

۷- استفاده از مصالح ضدآب خمیری روی یونولیت (مانند مرمریت)

۸- نمای سنگی یا آجری

۹- در ساختمان های تجاری و صنعتی بدون نازک کاری

نکته : ساده ترین و مناسب ترین راه برای پوشش نما استفاده از پانل های عایق پلی استایرن با چسب سیمان است که در یک طرف صاف و در سمت دیگر مواج هستند.

۵- بررسی سازه:

دیواره های ساختمان مانند سازه نگهدارنده و پوشش نما است.

وزن متوسط هر متر مربع سازه فولادی ۱۵-۱۶ کیلوگرم است.

سقف و دیوارها به صورت یکپارچه عمل می کنند (مقاومت در برابر زلزله و ممانعت از تمرکز تنش در اتصالات)

تیر و ستون در این سیستم وجود ندارد و همه اجزاء از یک عنصر اصلی تشکیل می شوند.

لوله های گالوانیزه (الوارهای سنتی) به صورت افقی روی هم قرار می گیرند و در گوشه ها به هم متصل می شوند

دهانه تیرهای اصلی حداکثر ۴ متر است که در جهت دیگر محدودیتی وجود ندارد.

با ایجاد یک تیر میانی طول دهانه افزایش می یابد.

برای مقاومت در برابر باد و زلزله از مهاربندهای تسمه ای و یا گاهی دیواره های بتنی استفاده می شود.

۶- پوشش نهایی

در این سیستم سازهای قابلیت اجرای کلیه پوشش‌ها اعم از داخلی و خارجی وجود دارد و به طور کلی در خارج ساختمان می‌توان پس از اجرای لوله‌ها، رابیتز یا یونولیت را اجرا کرد و سپس به روی آن می‌توان کلیه نماهای صنعتی و سنتی را به کارگرفت و در داخل بسته به نوع ساختمان می‌تواند پلی‌استایرن با نازک کاری رنگ، چوب، سیمان و غیره باشد.

۷- کاربردهای مناسب

برای بناهای مسکونی یک یا دو طبقه و همچنین ساخت مدارس ، درمانگاه ها ، مهد کودک ، خوابگاه ، ادارات و ساختمان های تجاری با محدودیت طبقات کاربرد دارد.

و محدودیت های آن شامل ، ضرورت استفاده از اتصالات ۹۰ درجه ، استفاده از زوایای ۳۰و ۶۰ درجه و دایره شکل در برخی از کشورها ، حدکثر تعداد طبقات ۲ الی ۳ طبقه ، نامناسب برای سالن اجتماعات و مساجد و فضاهای وسیع همچون سالن های ورزشی و انبارها می باشد.

۸- نمونه های اجرا شده در ایران

ساخت مدرسه ی ۵ کلاسه در ناجی آباد کاشان به طراحی پورفسور اشتاین استاد دانشگاه فدرال سوئیس با همکاری شرکت پتروجم سوئیس و یک شرکت ایرانی در ناجی آباد کاشان که ساخت آن ۲ سال به طول انجامید

نتیجه گیری

با توجه به مباحث ذکر شده در مقاله حال حاضر و بررسی ایران از نظر زلزله خیزی و خطرات ناشی از آن و آسیب هایی که از نظر سازه ای بر ساختمان ها وارد می شود و با معرفی سیستم ترانکو به عنوان یکی از فن آوری های نوین که با توجه به کارایی ها و سازه و مصالح بکار رفته در آن و روش های اجرا می تواند در برابر زلزله مقاومت لازم داشته باشد که در زیر به برخی از این موارد اشاره می کنم.

سیستم ترانکو دارای طراحی سازه ای کلیه اجزا و اتصالات سیستم بر اساس استاندارد AISI و طراحی لرزه ای براساس آیین نامه ۲۸۰۰ و با در نظر گرفتن ضریب رفتار ۵ بر ای سازه ، رعایت حداکثر بار مرده و زنده به ترتیب ۲۵۰ - ۴۰۰ کیلو گرم بر متر مربع برای سقف ها و با توجه به استفاده از سقف بتنی به منظور یکپارچگی بین سقف بتن مسلح و تیرهای فولادی سرد نورد شده ، بکارگیری برش گیر مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و رعایت ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان (طراحی ساختمان هاب بتن آرمه) و پیش بینی سیستم مهاربندی برای مقاومت در برابر بارهای جانبی و وزن متوسط هر متر مربع سازه فولادی ۱۵-۱۶ کیلوگرم ، سقف و دیوارها به صورت یکپارچه عمل کند (مقاومت در برابر زلزله و ممتنعت از تمرکز

تنش در اتصالات) و همچنین برای مقاومت در برابر زلزله و باد و بارهای جانبی از مهاربندهای تسمه ای و یا گاهی دیوارهای بتنی استفاده می شود که همه این عوامل که در سیستم ترانکو رعایت شده است برای مقاومت در برابر زلزله لازم و ضروری می باشد بنابراین با توجه به نوشته های بالا و جزییات سیستم ترانکو که در مقاله به آن اشاره شده می توان نتیجه گرفت که د رایران و در مناطق زلزله خیز می توان از سیستم نوین ترانکو استفاده کرد.

مراجع و منابع

[۱] نقشه راه، صنعتی سازی ساختمان و مسکن، شرکت مدیریت پروژه های ساختمانی ایران، ۹۸۳۱.

[۲] حسینعلی پور، م.، حقیقی، ح .راهبرد صنعتی سازی ساختمان در چشم انداز بیست ساله کشور، فصلنامه راهبرد، تهران ، ۱۳۸۹.

[۳] آصفی، م.، ایمانی، ا .چالش های فناوری های نوین در معماری و تعامل آن با ارزش های معماری اسلامی ایران، فصلنامه باغ نظر، تهران .۱۳۹۱ ،

[٤] تقی زاده ، ک. ارزیابی علل عدم استفاده از فناوری های نوین ساختمانیدر صنعت ساختمان، فصلنامه مدیریت شهری، تهران .۱۳۹۰ ،

[٥] مقررات ملی ساختمان ایران؛ مبحث یازدهم طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها، ویرایش دوم، معاونت مسکن و ساختمان، وزارت راه و شهرسازی ،۲۹۳۱.

[٦] قلعه نوی، م.، حسینی، ا.، امینی طوسی، ه.، حسین دخت، ح. ارزیابی فناوری های نوین ساختمانی از منظر معماری و انرژی، اولین کنفرانس ملی بنای ماندگار، مشهد .۱۳۹۱ ،

[۷] گلابچی، م.، مظاهریان، ح .فناوری های نوین ساختمانی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران .۱۳۸۹ ،

[۸] گامی در صنعتی سازی ساختمان، ویرایش پنجم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی .۱۳۸۸ ،

[۹] گامی در صنعتی سازی ساختمان، ویرایش اول، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۶۸۳۱.

[۱۰] www.bhrc.ir.

[۱۱] Cold-Formed Steel Structures, Standarrd Astralia, AS/NZS4600, Astralia, 2005.