

بررسی اثر کف سازی بر سختی سقف تیرچه بلوک (مطالعه ی حالت تکیه گاه گیرداری)

امیرحسین صالحی^۱، داوود قائدیان رونیزی^۲

۱- گروه عمران، واحد ابرکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ابرکوه، ایران

۲- گروه عمران، واحد اقلید، دانشگاه آزاد اسلامی، اقلید، ایران

Amir.hossein.salehi1985@Gmail.com

چکیده

مهمترین مسائلی که در قابلیت بهره برداری سازه مطرح می شود، ترک خوردگی و خیز (تغییر مکان) اعضای بتن آرمه است. به دلیل ضعف بتن در کشش، بدیهی است که در شرایط بهره برداری از سازه، ترکهایی در عضو بتن آرمه ایجاد خواهد شد. کنترل تغییر شکل سقفها یکی از مواردی است که در آیین نامه ها به شدت در آن تاکید شده است. اما برای محاسبه سختی سقفها تنها جزییات سازه ای مورد توجه آیین نامه ها بوده است. یکی از انواع متداول سقف های بتنی، سقف های تیرچه بلوک می باشد. کنترل تغییر شکلهای اعضای سازه ای از لحاظ خسارت و عناصر غیر سازه ای و ایجاد آرامش روانی در استفاده از ساختمان دارای اهمیت ویژه ای می باشد. به علت اینکه کف سازی های متداول به سمت سبک شدن پیش می روند بنابراین دارای سختی کمتری نیز می باشد. همچنین با توجه به زلزله خیز بودن ایران و قرار گرفتن آن بر روی کمربند زلزله نیاز است از مصالح سبکتر استفاده گردد. علاوه بر آن ممکن است در اثر لرزه های سقف به اعضای غیر سازه ای از جمله دیوار و حتی خود کف سازی خسارت وارد شود و یا همچنین در صورتی که مشخص شود، کف سازی های مرسوم سختی مناسبی به سقف می دهند می توان در ابعاد سقف ها تعدیل بوجود آورد که خود باعث کاهش مصرف مصالح می شود. در این پژوهش با انجام دو مدل آزمایشگاهی به بررسی تاثیر کف سازی بر روی سقف تیرچه پرداخته شد. بدین منظور ابتدا سقفی بدون کف سازی ساخته شد و سختی آن مورد بررسی قرار گرفت سپس بر روی سقف کف سازی اجرا گردید و عملکرد دو سقف با یکدیگر مقایسه شد. در این پژوهش به منظور عملکرد سقف های تیرچه بلوک، بر اساس حالت تکیه گاه گیرداری مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور بارگذاری از حوضچه ی آبی واقع بر روی سقف استفاده گردید. در این پژوهش مشخص شد که خیز سقف با کف سازی و بدون کف سازی با یکدیگر تقریباً یکسان می باشد. بنابراین نتیجه گرفته شد که وجود کف سازی در سختی سقف تیرچه بلوک ناچیز می باشد. در حالیکه سقف بدون کف سازی سبک تر از سقف با کف سازی می باشد که سبک بودن سقف تاثیر مثبتی در ساختمان دارد. در ضمن نتایج حاصل از داده های آزمایشگاهی با روابط مربوط در مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان مقایسه گردید.

کلمات کلیدی: سختی سقف، خیز الاستیک، کف سازی، تغییر شکل.

۱. مقدمه

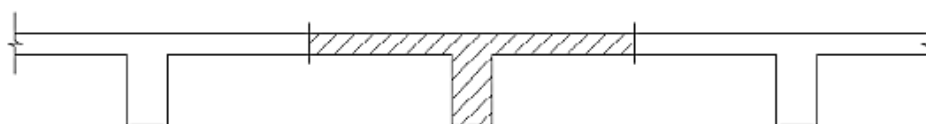
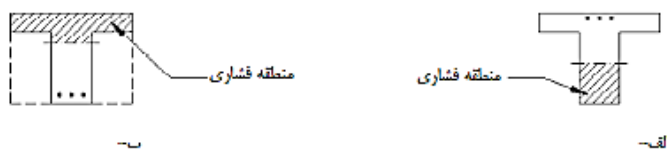
سقف ها علاوه بر تحمل بارهای ثقلی در ساختمان ها، براساس میزان صلبیت در هنگام زلزله وظیفه ی توزیع و انتقال نیروهای ایجادشده در دیافراگم ها را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. یکی از انواع متداول سقفهای بتنی، سقف های تیرچه و بلوک هستند. سقف های تیرچه بلوک، تلفیقی از دو روش پیش ساختگی و بتن ریزی در محل است که در آن قالب تحتانی به کلی حذف می شود در این سقف ها از نوع تیرچه بتنی، آرماتور کششی و برشی و نیز پوشش بتن آرماتورهای اصلی به صورت تیرچه های پیش ساخته در کارخانه تولید می شود و در کارگاه پس از قرار دادن تیرچه ها در فواصل معین و شمع بندی زیر تیرچه بلوکها را بین دو تیرچه مجاور قرار داده و سپس آرماتورهای افت و حرارتی و منفی و ادگا را جاگذاری نموده و بتن ریزی انجام می دهند. چگالی بتن معمولی در حدود ۲۲۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد. در نتیجه وزن مرده قطعات بتنی زیاد است و نسبت زیادی از بار وارده بر سازه را تشکیل می دهد. بکار بردن بتن با چگالی کمتر باعث کاهش بار مرده ساختمان و در نتیجه کوچکتر شدن ابعاد قطعات باربر می گردد. در فرآیند اجرای سقف، پیش از حصول مقاومت بتن ریخته شده تیرچه ها لنگر خمشی حاصل از بارهای قائم سقف را تحمل کرده و به تیرهای اصلی با تکیه گاه منتقل می کند. بتن فوقانی همانند یک دال نازک با دهانه ای برابر فاصله بین دو تیرچه خمشی موضعی را در محل بین دو تیرچه

تحمل می کند. پس از اجرای سقف و همچنین تاسیسات در ساختمان، کف سازی اعمال خواهد شد. با توجه به اینکه بخش عمده ای از وزن ساختمان را اعضای غیر سازه ای تشکیل می دهند، کاهش وزن این اجزا تاثیر بسزایی در کاهش وزن ساختمان ها دارد. استفاده از مواد و مصالح روز یک امر بدیهی است و استاندارد در صنعت ساختمان می باشد. با توجه به زلزله خیز بودن ایران و قرار گرفتن آن بر روی کمربند زلزله نیاز است از مصالح سبکتر استفاده شود. به نظر می رسد مصالح مختلف کف سازی و روش کف سازی بر روی سقف تاثیر قابل ملاحظه ای داشته باشد. بتن خود متراکم برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ در دانشگاه توکیو ژاپن مورد توجه قرار گرفت [1]. دلیل اصلی توجه به این نوع بتن، کاهش آلودگی صوتی، بتن ریزی درسازه هایی با آرماتوربندی متراکم و یا قالب های پیچیده، کاهش زمان اجرا و یا اجرا در محل هایی با عدم امکان تراکم خارجی می باشد. بتن خود متراکم سبک برای اولین بار توسط آقای مولر و همکاران در دانشگاه صنعتی کالرو آلمان در سال ۲۰۰۳ با عنوان بتن سبک خود متراکم معرفی گردیده [2]. احمدی و رازانی در پژوهش خود یک سیستم سقف سازی نوین پانلی از نوع ساندویچی پیش ساخته معرفی گردید. پانلهای این سقف متشکل از دو لایه بتن مقاوم رویه و یک لایه بتن سبک میانی و یک شبکه میلگرد با اتصالات برش گیر می باشد. آن ها روند طراحی سقف پیشنهادی را در قالب یک مثال عملی از یک سازه واقعی در نرم افزار SAP مدل سازی و طراحی کردند. بر اساس مقایسه اقتصادی و وزنی انجام شده با احتساب وزن بار مرده و زنده، مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، وزن سقف پیشنهادی حدود ۵۶ درصد کمتر از مقدار مشابه در سیستم تیرچه بلوک و دال بتنی مرسوم می باشد [3]. امیدی نسب و غیائی یگانه به بررسی اثرات کاهش وزن و انتخاب سازه ای مناسب برای افزایش دهانه ها، صرفه جویی در هزینه ها و دسترسی به طرح های انعطاف پذیر پرداختند. آن ها ابتدا سقفهای پیش تنیده را به عنوان یکی از روشهای نوین ساخت بررسی کردند و پس از آن با کلبیتی از سقف تیرچه بلوک به مقایسه این دو سیستم ساخت در ۴ معیار مختلف پرداختند. طبق نتایج بدست آمده اگرچه استفاده از سقفهای پیش تنیده در دهانه های بیش از ۷ متر توجیه اقتصادی دارد ولی به علت کاهش هزینه های مستقیم و غیرمستقیم در کنسول های بلندتر با دهانه تا ۱۲ متر و پروژه های تجاری با معماری خاص، که پارامترهای وزن، ارتفاع ساختمان و ایمنی بالاتر در برابر زلزله در آنها ضرورت دارد سقفهای پیش تنیده پس کشیده، نسبت به سقف تیرچه بلوک به مراتب دارای مزایای بیشتر و ارجح تر است [4]. قاضی جهانی و مکنون در مطالعه خود با استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر، سه نوع سقف تیرچه با بلوک سفالی، سیمانی و یونولیتی بررسی کردند. این سقف ها از دیدگاه های ملی و بهره بردار و با استفاده از شاخص های محیط زیست، اقتصاد و سبک سازی نمره دهی شد. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که استفاده از بلوک یونولیتی و سفالی در سقف های تیرچه بلوک به ترتیب در دیدگاه ملی و بهره بردار بهترین گزینه هستند [5].

در مورد سقفهای تیرچه بلوک و نحوه شکست هیچ گونه کار آزمایشگاهی انجام نشده است و به نظر می رسد از این دیدگاه پژوهش حاضر اولین مورد باشد. همچنین در رابطه با تاثیر کف سازی بر سقف ها تحقیقات خاصی انجام نگردیده است. در این پژوهش دو نوع سقف (بدون کف سازی و با کف سازی) با انجام آزمایش تحت شرایط یکسان مورد بررسی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که شرایط بارگذاری برای هر دو سقف یکسان می باشد.

۲. نحوه ی عملکرد سقف های تیرچه بلوک

از آنجا که موضوع بحث حاضر، سقف های تیرچه و بلوک و نحوه ی عملکرد آنها می باشد و از طرفی این سقف ها نوعی از دال های با پشت بند محسوب می شوند، به تشریح این نوع سقف و نحوه ی عملکرد آن پرداخته خواهد شد. دال با پشت بند را می توان مطابق شکل ۱ به صورت مجموعه ای متشکل از تیرهای موازی با مقطع T شکل در نظر گرفت که در هر تیر، آرماتورهای کششی در پایین جان تیر قرار دارند. در عمل برای تأمین یکپارچگی سقف و تحمل نیروهای کششی ناشی از افت بتن و تغییر دما، آرماتورهایی در دو جهت در دال فوقانی قرار داده می شود.



شکل ۱- دال با پشت بند الف) تحت لنگر منفی ب) تحت لنگر مثبت ج) مقطع دال

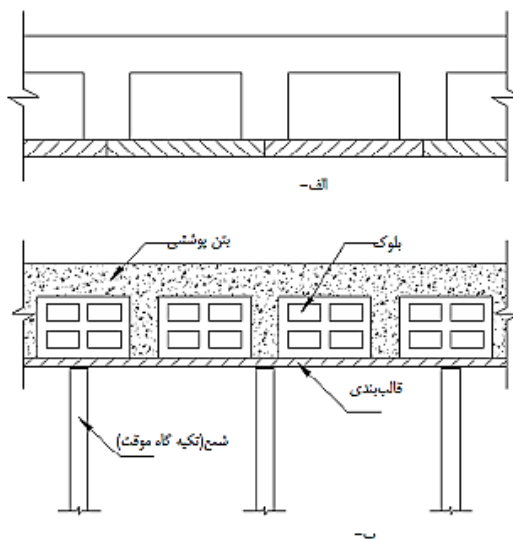
در صورتی که فاصله پشت بندها کم باشد، طرح و محاسبه این دال ها همانند طرح T شکل است و تنها لازم است تا مقاومت دال واقع در بین دو پشت بند مجاور در برابر بارهای وارده کنترل شود. در برخی موارد در اجرای سقف ها، از قالب های قابل جابجا کردن نیز استفاده می شود که در این نوع سقف ها، محل بلوک ها خالی می ماند. این سقف ها در گروه سقف های تیرچه و بلوک نیستند. بدیهی است که قالب بندی دال با پشت بند، نسبت به دال مسطح، هزینه و دقت بیشتری را می طلبد. علاوه بر آن جایگذاری درست آرماتورهای کششی در داخل قالب و رعایت پوشش حداقل بتن روی آرماتورها، نیاز به دقت بیشتری دارد.

در ساختمان های مسکونی و اداری، معمول است که سطح زیرین سقف، مسطح شده و سپس برای اندودکاری آماده شود. این کار مطابق شکل ۲ به دو روش زیر انجام می گیرد:

الف- سطح زیرین با نصب سقف کاذب پوشانده می شود (شکل ۲- الف).

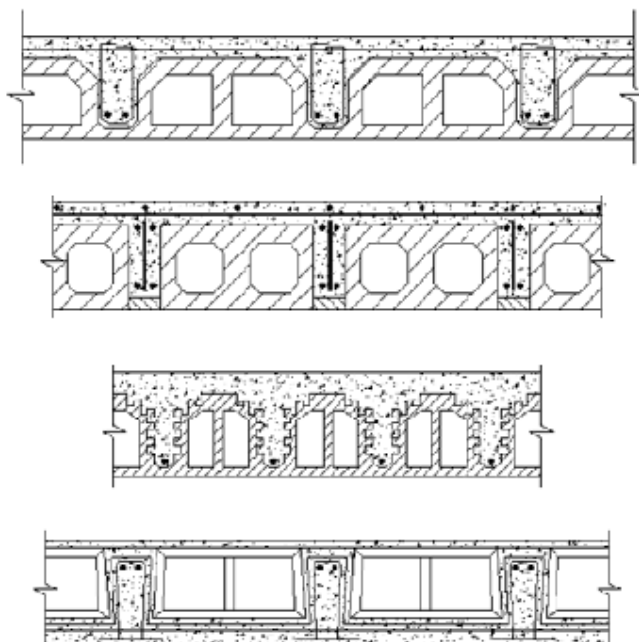
ب- فضای خالی بین پشت بندها، با مصالح سبک و در عین حال عایق حرارت مانند بلوکهای سفالی یا بتنی توخالی یا قطعات پلی استایرن و نظایر آنها پر می شود (شکل ۲- ب).

لازم به ذکر است که این مصالح، تنها نقش پرکننده در سقف را دارند و اگر به هر دلیلی از بین بروند و یا تخریب گردند، به لحاظ سازه ای خللی ایجاد نمی گردد و تنها به لحاظ معماری ممکن است نیاز به بازسازی آن باشد.



شکل ۲- هم سطح نمودن زیر دال با پشت بند الف) نصب سقف کاذب ب) استفاده از مصالح پرکننده

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود، بلوک های توخالی به صورت قالب قسمت عمده ای از سطح زیرین دال عمل می کنند و قالب سرتاسری زیرین، تنها برای سطح پایین جان تیرها و همچنین نگهداری خود بلوک ها لازم است. در صورت استفاده از بلوک به عنوان مصالح پرکننده سقف، همانطور که در شکل نشان داده شده است، این اعضا به عنوان قالب بخش وسیعی از سطح زیرین دال عمل می کند و قالب سرتاسری زیرین تنها برای سطح پایین جان تیرها و نیز نگهداری خود بلوک ها لازم است [6].



شکل ۳ - بکارگیری بلوک ها در دال با پشت بند

۳. مواد و روش ها

به منظور انجام این پژوهش ابتدا سقف بدون کف سازی ساخته شد و بارگذاری بر روی آن انجام گرفت. سپس بر روی سقف کف سازی اجرا گردید و تحت بارگذاری مشابه حالت قبل قرار گرفت. در ساخت مدل آزمایشگاهی مواردی شامل بتن مگر، فونداسیون، ستون و کف سازی حائز اهمیت می باشند. در این بخش به تفسیر اجرا و ابعاد ساخت این موارد در مدل آزمایشگاهی پرداخته خواهد شد:

بتن مگر

به منظور اجرای بتن مگر در ساخت مدل آزمایشگاهی نکات زیر رعایت گردید:

- ۱- قبل از اجرای بتن مگر حتماً بر روی سطح خاک گازیوئیل یا ماده‌ی مناسب دیگری ریخته شود تا از رویش گیاهان و از نفوذ آنها به فونداسیون جلوگیری شود و حشرات را از خاک دفع کند.
- ۲- خاک بستر مرطوب شود تا آب بتن جذب خاک نشود، زیرا با هدر رفتن مقداری از آب بتن، بتن کیفیت خود را از دست می‌دهد.
- ۳- اگر قرار باشد بتن مگر بر روی شفته آهک ایجاد شود باید سطح شفته آهک مرطوب شود تا آب بتن را جذب نکند زیرا با جذب شدن آب بتن، بتن پوک می‌شود. باید توجه داشت که شفته به مقاومت ۵/۱ کیلوگرم بر متر مربع رسیده باشد.
- ۴- پس از اجرای بتن مگر باید سطح آنرا ماله کشید تا به سطحی صاف و یکنواخت برسد تا بتوانیم فاصله‌ی آرماتورها را دقیقتر اندازه‌گیری کنیم و آرماتوربندی بهتری داشته باشیم. ابعاد بتن مگر ساخته شده در این آزمایش ۰.۱۵ * ۱۵ * ۱۰ می‌باشد، دلیل انتخاب این ابعاد نیز در جهت مساحت مورد نیاز سقف طراحی شده، در نظر گرفته شد. در شکل ۴ بتن مگر در آزمایش انجام شده نشان داده شده است.



شکل ۴- بتن مگر در آزمایش انجام شده

فونداسیون:

فونداسیون بخشی از سازه است که وظیفه ی انتقال نیرو از ستون ها به زمین و خاک اطرافش را بر عهده دارد بر اساس نوع ساختمان و میزان نیروهای وارده، بافت لایه ها و نوع خاک زمین و شرایط آب و هوایی منطقه، می توان تیپ و ابعاد شالوده را انتخاب و مشخص نمود. عمق، طول و عرض پی ها به وزن ساختمان، تعداد طبقات و نوع خاک محل بستگی دارد. ابعاد فونداسیون ساخته شده در مدل آزمایشگاهی $1 \times 1 \times 3$ می باشد. در شکل ۵ مرحله ی قالب بندی فونداسیون نشان داده شده است. در فونداسیون ساخته شده از میلگردهای طولی $\Phi 20$ و میلگرد عرضی $\Phi 16$ استفاده شد.



شکل ۵- فونداسون در مرحله قالب بندی

ستون:

ستون های یک ساختمان نقش انتقال دهنده، بارهای وارد شد به فونداسیون را به صورت نیروهای فشاری، کششی، برش یا لنگر خمشی به عهده دارند. در این میان ستون فلزی با فونداسیون بتنی با استفاده از صفحه ای فلزی ارتباط برقرار می کند. ستون ها در یک ساختمان بسته به فشار نیروی لنگری که تحمل می کند ساخته می شوند. در شرایط معمولی آهن ۱۴ را در کنار یکدیگر قرار داده و در فاصله های معین آن ها را به هم جوش می دهند. همچنین در حالتی که نیروی وارد شده بیشتر شود قدرت آهن مورد استفاده را بالاتر می برند. بدین منظور برای افزایش قدرت ستون در دو طرف ستون ها صفحه های فلزی را از انتها تا چند متر ستون جوش می دهند. در طراحی ستون های سقف ساخته شده، با انجام محاسبات، مقطع و ارتفاع این ستون ها به ترتیب در اندازه های 60×60 cm و 1 m اجرا شد. همچنین از میلگرد طولی $\Phi 25$ و خاموت $\Phi 10$ در ستون ها استفاده گردید. در شکل ۶ ستون استفاده شده در مدل آزمایشگاهی نشان داده شده است.



شکل ۶- ستون ساخته شده در پژوهش

کف سازی سقف

اولین مشخصه مهم کف سازی استحکام و پایداری آن است مقاومت در برابر نفوذ و عبور رطوبت از دیگر ویژگی های عمده ی کف سازی می باشد به علاوه کف سازی بایستی دارای دوام لازم باشد از خصوصیات دیگر کف سازی می توان از مقاومت در برابر اصوات و حرارت و همچنین استقامت در برابر آتش نام برد. همانگونه که قبلا نیز گفته شد چون انتخاب نوع کف سازی بستگی تام به محل و نوع عملکرد آن دارد بنابراین باتوجه به مورد، حالت های متفاوتی از کف سازی را برای طرح و ساخت در نظر می گیریم. به عبارت دیگر در محل هایی که مثلا رفت و آمد وسایل سنگین (تعمیرگاه ها) مورد طراحی باشد استحکام و پایداری کف سازی اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد، درحالیکه در کف سازی زیر زمین ها یا سرویس های بهداشتی نفوذ رطوبت عامل عمده نوع کف سازی می باشد. همچنین در کف سازی بام ها بهتر است تاثیر نفوذ سرما و صدا و همچنین سرما و گرما نیز علاوه بر نفوذ رطوبت مورد توجه باشد. در این آزمایش جهت به دست آوردن تاثیر کف سازی بر سختی سقف، کف سازی با ملات ماسه سیمان به ضخامت ۴ سانتی متر صورت پذیرفت (شکل ۷).



شکل ۷- کف سازی سقف مورد مطالعه

تغییر شکل سقف

دایال گیج یا کرنش سنج یک سنسور الکترونیکی است که برای اندازه گیری کرنش یا تغییرات نسبی طول یک جسم به کار گرفته می شود. تغییرات طول نسبی یک جسم برابر است با حاصل تقسیم طول فعلی جسم به طول اولیه آن می باشد. به عبارت دیگر اگر یک میله فلزی یک متری تحت کشش ۱ میلی متر افزایش طول دهد، کرنش این میله برابر 1 (mm/m) میلی متر بر متر خواهد بود. در این آزمایش به منظور مقایسه ی تغییر شکل سقف در دو حالت قبل و بعد از کف سازی از ۴ دایال گیج دیجیتالی استفاده شد. مکان نصب آنها به علت وجود لنگر ماکزیمم در وسط دهانه تعیین گردید. در شکل ۸ نوع دایال گیج مورد استفاده و محل قرارگیری آن آمده است.



شکل ۸- دایال گیج و محل قرارگیری آن ها در آزمایش

آزمایش های بتن و میلگرد

در سقف تیرچه بلوک ساخته شده، جهت انجام آزمایش بتن طبق آیین نامه، ۵ نمونه به صورت متوالی از بتن ریزی سقف اخذ گردید. همچنین به منظور آزمایش کشش میلگرد از هر نمره میلگرد یک نمونه اخذ شده است. در شکل ۹ این آزمایش ها نشان داده شده است.



شکل ۹- آزمایش بتن در سقف ساخته شده

۴. نتایج

در این پژوهش به منظور بررسی اثر کف سازی بر عملکرد سقف، یک سقف تیرچه بلوک ساخته شد. در ابتدا بر روی سقف ساخته شده هیچ گونه کف سازی انجام نگردید. سپس به کمک آب بر روی سقف بارگذاری انجام شد. نتایج خیزش توسط دایال گیج های تعبیه شده ثبت گردید. لازم به ذکر است که این تحقیق در حالت تکیه گاه گیرداری بررسی شده است. همچنین خیزش در حالت تکیه گاه گیرداری بر اساس رابطه ی (۱) طبق مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان محاسبه گردید [7]. در ادامه نسبت خیزش بر اساس مبحث ۹ به مقدار خیزش اندازه گیری شده توسط دایال گیج ها بدست آمد که با عنوان نرخ خیزش معرفی شده است (رابطه ی (۲)). سپس حوضچه ی آب تخلیه گردید و بر روی سقف کف سازی اجرا شد. در ادامه بار دیگر به منظور بارگذاری سقف تیرچه بلوک حوضچه آبگیری شد. سپس مقدار خیزش توسط دایال گیج ها قرائت گردید. لازم به ذکر است که محل دایال گیج ها در هر دو حالت در وسط سقف می باشد. همچنین شرایط بارگذاری و اجرای سقف در هر دو حالت قبل و بعد از کف سازی مشابه می باشد. در جدول ۱ نتایج خیزش حاصل از دایال گیج ها در سقف ساخته شده آمده است. همچنین خیز محاسبه شده طبق مبحث ۹ در حالت تکیه گاه گیرداری در جدول نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، مقدار خیزش اندازه گیری شده توسط دایال گیج ها و مقدار محاسبه شده طبق مبحث ۹

نسبت به یکدیگر همراهی خوبی دارند. همچنین نرخ خیزش در دو حالت قبل و بعد از کف سازی به ترتیب ۰/۶۹۴ و ۰/۶۶۹ می باشند. بنابراین با مقایسه ی نرخ خیزش در دو حالت می توان مشاهده کرد که کف سازی تاثیر ناچیزی در سختی و کاهش خیز سقف تیرچه بلوک دارد. علاوه بر آن، با مقایسه ی خیز محاسبه شده بر اساس مبحث ۹ نیز به نتایج مشابهی می توان رسید.

$$\Delta = \frac{1}{384} \omega \frac{L^4}{E_c I_{em}} \quad (1)$$

$$\text{Ratio} = \frac{\Delta}{\Delta_{EXP}} \quad (2)$$

در رابطه ی (1) ω مدت بار گسترده بر حسب نیرو بر واحد طول، L طول دهانه، E_c مدول الاتیسته و I_{em} ممان معادل است.

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه گیری های آزمایشگاهی و محاسبات عددی در حالت تکیه گاه گیرداری

مقدار نسبت خیزش بر اساس مبحث ۹ به مقدار اندازه گیری شده در آزمایش	مقدار خیزش محاسبه شده طبق مبحث ۹ Δ (mm)	مقدار خیزش اندازه گیری شده توسط دایال گنج ها Δ_{EXP} (mm)	مرحله بارگذاری
0.694	0.437	0.63	قبل از کف سازی
0.669	0.214	0.32	بعد از کف سازی

۵. نتیجه گیری

در این پژوهش با انجام آزمایش بر روی دو نوع سقف تیرچه، با کف سازی و بدون کف سازی، به بررسی تاثیر کف سازی بر سختی سقف تیرچه بلوک پرداخته شد. بارگذاری به صورت حوضچه آب ساخته شده بر روی سقف صورت گرفت. شرایط بارگذاری و نحوه ی اجرا در هر دو نوع سقف یکسان می باشد. در این پژوهش مشاهده شد که عملکرد هر دو نوع سقف از لحاظ سختی نسبت به یکدیگر تقریباً یکسان می باشند. همچنین مقدار خیز در وسط هر دو نوع سقف (با کف سازی و بدون کف سازی) تا حدودی مشابه می باشند. لازم به ذکر است که نتایج با حالت تکیه گاه گیرداری مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان مقایسه شد. با قیاس نتایج حاصل از دو نوع سقف تیرچه بلوک مشاهده شد که با وجود مرسوم بودن کف سازی در سقف تیرچه بلوک، کف سازی در سختی و کاهش خیزش در سقف تاثیر چندانی ندارد. درحالیکه اجرا کف سازی سبب اضافه وزن ساختمان می باشد که مطلوب نیست.

۶. مراجع

[1] Ozawa K, Maekawa K, Okamura H. 1996. "Self-Compacting high performance concrete", Collected Papers (University of Tokyo: Department of Civil Engineering). 34. Pp 135-149.

[2] E.Yasar, C.D. Atis, A. Kilic, H. Gulsen. 2003. "Strength Properties of lightweight concrete made with basaltic pumice and fly-ash" Materials Letters 57. Pp 2267-2270.

[3] احمدی، الله داد و رضا رازانی. ۱۳۹۳. "سقف سبک نوین پانلی از نوع ساندویچی پیش ساخته بتنی با هسته بتن سبک با تاکید بر مسائل طراحی و اجرایی". دومین کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری.

پنجمین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک، ابرکوه، ایران، خرداد ماه ۱۳۹۵

- [4] امیدی نسب، فریدون و رضا غیاث یگانه. ۱۳۹۳. "بررسی سقفهای پیش تنیده و مقایسه آن با سقفهای تیرچه بلوک در صنعت ساختمان". دومین همایش ملی معماری، عمران و محیط زیست شهری، همدان، دبیرخانه دائمی همایش، دانشکده شهید مفتاح.
- [5] اقبالی قاضی جهانی، امیر و رضا مکنون. ۱۳۸۷. "مقایسه و نمره دهی زیست محیطی، اقتصادی و سبکسازی سه سقف تیرچه با بلوک سفالی، سیمانی و یونولیتی از دیدگاههای ملی و بهره بردار". چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، سمنان، دانشگاه سمنان.
- [6] نشریه شماره ۵۴۳. ۱۳۹۰. "دستورالعمل طراحی و اجرای سقف های تیرچه و بلوک ، تیرچه های پیش ساخته خرابایی و تیرچه های فولادی با جان باز".
- [7] مبحث نهم مقررات ملی ساختمان. ۱۳۹۲. ویرایش چهارم.