



با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات)  
و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران

نمایشگاه بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷

# سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران



انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



مجوز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

## بررسی رفتار مکانیکی بلوک های پیش ساخته سبک

میلاد امانیان<sup>۱</sup>، محمدرضا توکلی زاده<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

drt@um.ac.ir

### خلاصه

ساخت سریع سازه ها و فضاسازی راحت و سریع از مهمترین اهداف برای مهندسان است. بلوک های پیش ساخته سبک از مصالحی هستند که دارای وزن پایین و راحتی در نصب هستند. علت وزن پایین این بلوک ها طرح اختلاط خاص برای ساخت آنها است. در این بررسی مشخصات مکانیکی بلوک های سبک آبتوس، AAC، پانل گچی، بلوک سیمانی و 3D پانل مورد ارزیابی قرار گرفته است و وزن مخصوص، مقاومت صوتی، ضریب مقاومت، استحکام فشاری، مقاومت در برابر آتش، جمع شدگی خطی و جذب آب مقایسه شده است. طبق بررسی های انجام شده مشخص شده که وزن مخصوص، جذب صوت، انتقال حرارت، مقاومت در برابر آتش سوزی و میزان جذب آب بلوک AAC از سایر نمونه ها بهتر بوده و برای استفاده توصیه می شود.

کلمات کلیدی: رفتار مکانیکی، بلوک سیمانی، بتن سبک، مقاومت فشاری.

## Mechanical Behavior of Lightweight Prefabricated Blocks

Milad Amanian<sup>1</sup>, Mohammadreza Tavakolizadeh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.sc student, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>2</sup>Assistance Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

### ABSTRACT

Fast construction of structures and a quick and easy space is one of the most important issues for engineers. Prefabricated lightweight blocks have lightweight and easy to install. The reason for the low-weight of this block is a different design for them to build. In this study, the mechanical properties of APTOS, AAC, gypsum panel, cement block and 3D panels were evaluated and specific gravity, sound resistance, compressive strength, compressive strength, fire resistance, linear absorption and water absorption were compared. According to this study, obtained results show that the specific gravity, sound absorption, heat transfer, fire resistance and absorption of AAC block are better than other specimens and are recommended for use.

**Keywords:** mechanical behavior, cement block, lightweight concrete, compressive strength.



## ۱. مقدمه

امروزه استفاده از بلوک‌های پیش ساخته سبک گسترش یافته است. از این بلوک‌های پیش ساخته به منظور دیوارهای جداکننده فضا، سازه‌های موقت، پارکینگ و در برخی موارد دیوارهای باربر بیرونی استفاده می‌شود. در زمینه بررسی رفتارهای مکانیکی بلوک‌های پیش ساخته بررسی‌های اندکی انجام شده است [۱]. قدس در سال ۱۳۸۷ اثر الیاف فولادی را بر دوام بتن‌های سبک مورد بررسی قرار داد [۲]. او در کار خود اثر این الیاف را بر خواص مکانیکی بتن سبک تحت سیکل‌های تر و خشک مورد بررسی قرار داد. رنجبر و همکارانش دوام بتن‌های سبک حاوی دانه‌های منبسط شونده پلی استایرن را در محیط‌های حاوی کلراید مورد بررسی قرار دادند [۳]. این گروه، بتن‌های سبک حاوی میکروسیلیس را در محیط حاوی ۵ درصد کلراید سدیم تحت سیکل تر و خشک قرار دادند و رفتار این بتن‌ها را با بتن‌های معمولی مقایسه کردند. در بررسی دیگری، احمدی و سهرابی اثر پوزولان متاکائولن را بر خواص مکانیکی و دوام بتن‌های سبک در شرایط خورنده بررسی کردند [۴]. این گروه در تحقیق خود دوام بتن‌های سبک با چگالی ۱۵۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب را در منطقه خلیج فارس بررسی کردند. نتیجه کار حاکی از بالاتر بودن مقاومت فشاری و همچنین پایین تر بودن درصد تخلخل در بتن‌های حاوی متاکائولن نسبت به بتن‌های معمولی بود. در سال ۲۰۰۳، وال و فریمن نفوذ پذیری بتن‌های سبک در مقابل یون کلراید را با بتن‌های سبک مقایسه کردند [۵]. این گروه در کار خود عملکرد بتن‌های سبک با چهار طرح اختلاط را تحت آزمایش RCPT با بتن‌های معمولی مقایسه کردند. نتایج کار آن‌ها حاکی از پایین تر بودن نفوذ کلراید در بتن‌های سبک بود.

هاکو و خیایات دوام بتن‌های سبک را تحت شرایط محیطی مختلف با بتن‌های معمولی مقایسه کردند [۶]. به این منظور، تعدادی نمونه بتن سبک با مقاومت ۳۵ و ۵۰ مگاپاسکال و تعدادی بتن معمولی با مقاومت ۵۰ مگاپاسکال را تحت شرایط محیطی دریایی گرم برای مدت ۲ سال قرار دادند. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌داد که نفوذپذیری آب و عمق کربناسیون در بتن‌های سبک بیشتر از بتن‌های معمولی بود و این امر مستقل از شرایط عمل آوری بود. در سال ۲۰۰۰، طاهری و وان بروگل نفوذ کلراید را در تیرهای بتنی ساخته شده از بتن سبک بررسی کردند [۷]. این گروه اثر تنش‌های ثانویه در تار بالای تیر تحت اثر خوردگی را بررسی کردند. نتایج کار نشان می‌داد که رفتار بتن‌های سبک در مقایسه با بتن‌های معمولی تحت اثر بارهای سیکلی و حرارتی در محیط خورنده تفاوت زیادی ندارد و در بعضی موارد عملکرد بتن‌های سبک مناسب‌تر نیز بوده است.

بتن سبکدانه نوآوری جدیدی نبوده و از دوران باستان از بتن سبکدانه با سنگدانه‌های معدنی مانند پومیس و اسکوریا استفاده می‌شده است [۸]. کاربرد بتن سبکدانه پس از تولید سبکدانه‌های مصنوعی و فرآوری شده در اوایل قرن بیستم وارد مرحله جدیدی شد. در سال ۱۹۱۸، هایدی با استفاده از کوره دوار اقدام به منبسط کردن رس و شیل کرد و بدین ترتیب سبکدانه‌ای مصنوعی تولید کرد که از آن‌ها در ساخت بتن استفاده شد. لیکا یا سبکدانه‌ی صنعتی از پوسته سرامیکی سبک و هسته‌ی کندو شکل تشکیل شده که از حرارت دادن گل رس در دمای ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد در یک کوره‌ی چرخان، تولید می‌شود. گلوله‌ی مدور لیکا هنگام خروج از کوره‌ی گردان، در اندازه‌های حدود ۰/۱ تا ۳۲ میلی‌متر با چگالی بالک تقریبی ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب تولید می‌شوند. بنا بر مورد استفاده‌ی لیکا آن را در اندازه‌های مختلف می‌توان تولید کرد [۹]. بتن سبک به طور کلی به سه نوع بتن سبک سازه‌ای، بتن سبک غیر سازه‌ای و بتن سبک با مقاومت متوسط تقسیم می‌گردد. بتن سبک سازه‌ای به بتن‌هایی با مقاومت فشاری بیش از ۱۷ مگاپاسکال گفته می‌شود و در محدوده‌ی چگالی ۱۴۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب قرار دارد [۱۰].

در این راستا، شراهی و همکاران با ساخت طرح‌های اختلاط بتن سبک حاوی لیکا و مقاوم حاوی میکروسیلیس با وزن مخصوص ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و مقاومت فشاری بالاتر از ۷۰ مگاپاسکال به این نتیجه دست یافتند که با افزودن مقدار سیمان، مقاومت فشاری بتن سبکدانه افزایش می‌یابد و همچنین با بالاتر رفتن درصد میکروسیلیس مقاومت فشاری بیشتر می‌گردد [۱۱]. اشتری و میرحیمری به بررسی نکات مربوط به طرح اختلاط مناسب، ترکیب با سایر سبکدانه‌ها، نحوه‌ی ساخت و کاربرد



با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات)  
و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران

نشانیته بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷

## سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران



Ircivilconf 2018

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۹۷۱۸۰-۲۱۳۰۲

ISC

مجوز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

افزودنی‌های مجاز پرداختند و دریافتند که مقدار بهینه‌ی آب اشباع سبکدانه پرلیت ۰/۳ و وزن پرلیت بوده و مقدار کمتر آب موجب جذب آب هیدراسیون می‌گردد همچنین به ارائه طرح‌های اختلاط پرداختند [۱۲]. نژادی و واخشوری با بررسی بتن‌های سبک وزن به این نتیجه دست یافتند که محدوده‌ی وسیعی از مقاومت‌های بالا و پایین را می‌توان در بتن سبکدانه به دست آورد [۱۳]. در این بررسی ۵۳ درصد از طرح‌های اختلاط ارائه شده دارای مقاومت فشاری بالای ۳۲ مگاپاسکال و ۳۴ درصد دارای مقاومت فشاری بالای ۴۰ مگاپاسکال می‌باشند. از مزایای بتن سبکدانه نیز می‌توان به سبک بودن آن که موجب کاهش بار مرده سازه و کاهش خطرات ناشی از وقوع زلزله می‌گردد اشاره کرد. همچنین عایق بودن حرارتی به دلیل وجود تخلخل در درون سبکدانه‌ها و مقاومت در برابر سایش و مقاومت در برابر آتش از محاسن این نوع بتن می‌باشد. ملات این بتن نیز شرایط مناسب عمل‌آوری، به دلیل داشتن تخلخل داخلی را فراهم می‌آورد [۱۴].

### ۲. برنامه آزمایشگاهی

در این بررسی بلوک‌های سبک آپتوس، AAC، پانل گچی، بلوک سیمانی و 3D پانل تهیه شد و با انجام آزمایش وزن مخصوص، مقاومت صوتی، ضریب مقاومت، استحکام فشاری، مقاومت در برابر آتش، جمع شدگی خطی و جذب آب مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت تا بهترین گزینه به منظور استفاده در دسترس مهندسی قرار بگیرد. در شکل (۱) نمونه‌هایی از بلوک‌های مورد استفاده نشان داده شده است.



(ج)



(ب)



(الف)



(ه)



(د)

شکل ۱- نمونه ای از بلوک های استفاده شده (الف) سبک آپتوس (ب) AAC (ج) سیمانی (د) گچی و (ه) 3D پانل



## سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



مجاز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

بلوک سبک آبتوس مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۷۷۸۲ به بلوک‌هایی گفته می‌شود که چگالی آنها حداکثر ۱۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب باشد. بلوک سبک از سیمان، ماسه، آب و سبک دانه‌های طبیعی یا صنعتی ساخته می‌شود. سبک دانه‌های طبیعی به عنوان پوکه معدنی نظیر پوکه بستان آباد و پوکه قروه و سبک دانه‌های صنعتی به صورت رس منبسط شده (لیکا) و سبک دانه‌هایی که الزامات استاندارد ملی ایران را برآورده می‌سازند قابل استفاده می‌باشد.

این بلوک‌ها به دو دسته بلوک معدنی و صنعتی تقسیم می‌شوند. در بلوک‌های معدنی از مخلوط سبک دانه‌های طبیعی با سیمان و آب بدست می‌آید. برای حفظ سبکی این قطعات، مقدار ریزدانه طبیعی کاهش یافته و محصول نهایی با تخلخل بالا تولید می‌شود. جرم حجمی بلوک‌های سبک معدنی کمتر از ۱۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و مقاومت آنها حداقل ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌باشد. از جمله پوکه‌های معدنی بسیار مناسب برای تولید این بلوک‌ها، پوکه معدنی بستان آباد می‌باشد که دارای وزن مخصوص کم و مقاومت بالا در ترکیب با مواد سیمانی می‌باشد که در بلوک‌های معدنی تولیدی شرکت آبتوس نیز از این پوکه‌ها استفاده می‌شود. از طرف دیگر بلوک‌های صنعتی از مخلوط سبک دانه‌های صنعتی (لیکا) با سیمان و آب بدست می‌آید. جرم حجمی بلوک‌های سبک صنعتی کمتر از ۹۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و مقاومت آنها حداقل ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌باشد. همپنین ضخامت جداره بلوک‌های تو خالی برای بهره‌گیری بیشتر از ویژگی‌های عایق کاری آنها بیش از بلوک‌های سیمانی معمولی است (حدود ۳ سانتی متر). بلوک‌های سبک آبتوس در انواع مختلف جهت دیوارهای پیرامونی و تیغه داخلی تولید شده و دارای کاربردهای گسترده‌ای در ساخت انواع دیوارهای پوشش خارجی، جدا کننده و نما می‌باشند.

بلوک AAC پرین مطابق با استاندارد ۸۵۹۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تولید می‌شود و استاندارد ملی ایران ۸۵۹۲ برای تعیین جمع شدگی ناشی از خشک شدن بتن هوادار اتوکلاو شده، استاندارد ملی ایران ۸۵۹۶ برای تعیین مقاومت فشاری بتن هوادار اتوکلاو شده، استاندارد ملی ایران ۹۱۵۹ برای تعیین درصد رطوبت بتن هوادار اتوکلاو شده و استاندارد ملی ایران ۸۵۹۴ برای تعیین جرم حجمی خشک بتن هوادار اتوکلاو شده را رعایت می‌کند.

بلوک‌های سبک سیمانی از نظر مقاومت فشاری، جزء رده ۲ (مقاومت بلوک منفرد ۲۰ و مقاومت میانگین بلوک‌ها ۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) و از نظر وزن ظاهری جزء رده ۳ (۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) و مطابق با استاندارد ۷۷۸۲ می‌باشد. رواداری این بلوک‌های سیمانی برای طول و عرض  $\pm 3$  و برای ارتفاع  $\pm 4$  میلیمتر می‌باشد. بلوک سیمانی به قطعاتی گفته می‌شوند که معمولاً برای ساخت ساختمان‌ها یا دیوارها یا سقف‌ها کاربرد دارند. بلوک‌های سیمانی در اندازه‌ها و ابعاد و با مصالح متفاوتی بسته به نیاز ساخته می‌شوند البته در سال‌های اخیر آن‌ها را در اندازه‌های استاندارد با ضخامت‌های استاندارد می‌سازند.

3D پانل‌ها از دو سطح مشبک مفتولی با چشمه‌های مربعی به ابعاد ۵۰ میلیمتر می‌باشند که به وسیله مفتول‌های خرپایی به یکدیگر متصل شده‌اند. قطر مفتول‌های به کار رفته در این پانل از ۲ میلیمتر تا حداکثر ۳ میلیمتر قابل تغییر می‌باشد. بین این دو سطح مشبک فولادی (مفتولی) ماده عایقی از جنس پلی استایرن منبسط شده (Eps) کاندسوز نوع F وجود دارد که کاربرد این عایق در جلوگیری از تبادل حرارت و صدا عملکرد بسیار مطلوبی از خود نشان می‌دهد. ضخامت این عایق بنا به نیاز از ۴ سانتی متر تا ۱۲ سانتی متر قابل تغییر می‌باشد. دانسیته عایق پلی استایرن بر اساس نوع دیوار (باربر یا غیر باربر) از ۱۲ تا ۲۰ می‌باشد. این پانل از دو طرف بتن پاشی شده و قابلیت استفاده برای دیوار و سقف را دارا است. سیستم پانل پیش ساخته سبک سه بعدی (تری دی پانل) شامل دو صفحه شبکه جوش شده فولادی می‌باشد که یک هسته عایق (فوم پلی استایرن) در میان آن قرار گرفته و توسط تعدادی اعضای خرپایی به یکدیگر متصل شده‌اند که بعد از نصب، بتن از دو طرف روی آن پاشیده می‌شود.

در این بررسی وزن مخصوص، مقاومت صوتی، ضریب مقاومت، استحکام فشاری، مقاومت در برابر آتش، جمع شدگی خطی و جذب آب مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و به صورت زیر مورد بحث و بررسی قرار داده شد.



با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات)  
و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران

نمایشگاه بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷

## سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران



Ircivilconf 2018

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی isc اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰

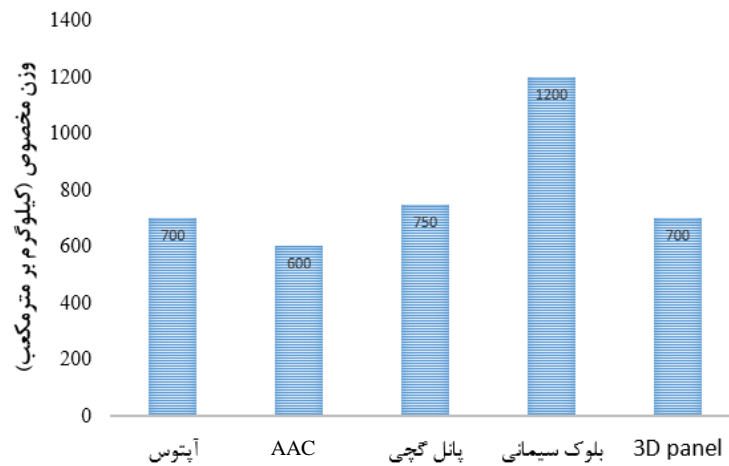


مجاز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

### ۳. بحث نتایج

#### ۱.۳. وزن مخصوص:

به منظور تعیین وزن مخصوص نمونه‌ها که یکی از مشخصه‌های مهم در استفاده از بلوک‌های سبک است از هر نوع بلوک سه نمونه مورد بررسی قرار داده شد و متوسط بدست آمده به عنوان وزن مخصوص نمونه در نظر گرفته شد. متوسط وزن مخصوص هر یک از نمونه‌ها در شکل (۲) ارائه شده است. مطابق این شکل بلوک های AAC شرکت پرین از پایین ترین وزن مخصوص برخوردار هستند که همین موضوع سبب افزایش کاربرد آن‌ها به خصوص در کاهش بار مرده می‌شود. از این رو این بلوک‌ها بهترین گزینه برای مهندسیین زمانی که می‌خواهند وزن سازه را به میزان قابل توجهی کاهش دهند، می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه وزن مخصوص نمونه‌ها

#### ۲.۳. مقاومت صوتی:

از مهمترین ویژگی‌هایی که برای استفاده از بلوک‌های سبک باید مد نظر قرار داده شود میزان امکان عبور صوت و صدا است. ویژگی‌های سطح بلوک و خواص دانه‌های استفاده شده در ساخت بلوک‌ها باعث جذب صوت می‌شود. که باید الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان برآورده سازد. در شکل (۳) مقایسه انجام شده برای تعیین میزان عبور صوت از بلوک‌های مختلف نشان داده شده است. طبق این شکل بلوک سبک آپتوس و AAC از بیشترین میزان جذب صوت برخوردار هستند که این گزینه می‌تواند ملاک عمل در ساخت دیوارهای جداکننده برای مهندسیین باشد.



با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات) و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران

نمایشگاه بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷



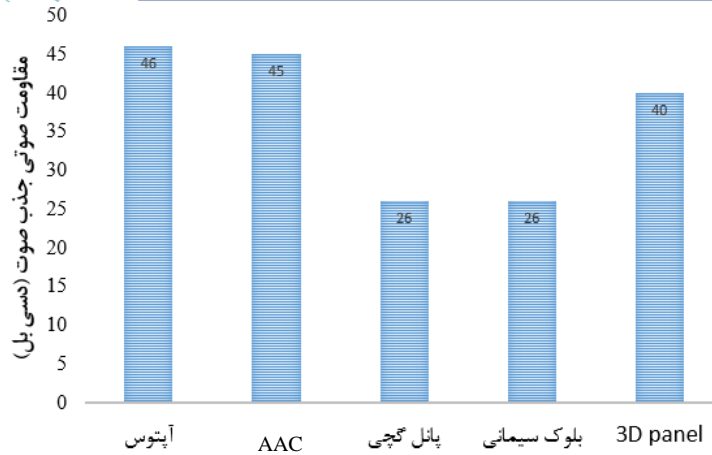
# سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



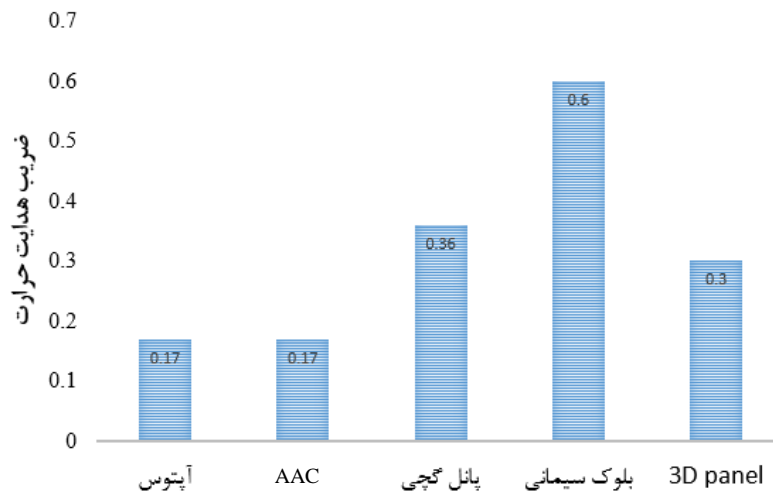
مجاز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱



شکل ۳- مقایسه میزان جذب صوت

### ۳.۳. ضریب هدایت حرارت:

ضریب هدایت حرارتی به خصوص در هنگام آتش سوزی عامل بسیار ضروری و با اهمیتی است. هر چه میزان ضریب انتقال حرارت یک بلوک پیش ساخته کمتر باشد سبب می شود تا هنگام آتش سوزی، حریق کمتر توسعه و انتقال پیدا کند. استفاده از بلوک سبک در عایق کاری دیوارهای پیرامونی باید مورد تایید سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور نیز قرارا بگیرد و بدون استفاده از هرگونه عایق دیگری، دیوار چیده شده به عنوان عایق همگن عمل نماید و همچنین الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را تامین می نماید. از این رو، هر چه میزان ضریب حرارت پایین تر باشد، بلوک پیش ساخته این ویژگی را بهتر ارضا می کند. طبق نتایج بدست آمده از این بررسی مطابق شکل (۴) بلوک سبک آبتوس و AAC دارای کمترین ضریب انتقال حرارت می باشند.



شکل ۴- مقایسه ضریب هدایت حرارت



# سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

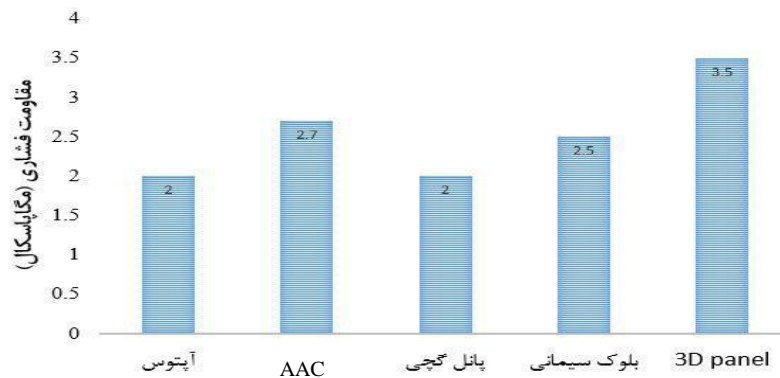
کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



مجوز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

## ۴.۳. مقاومت فشاری:

زمانی از بلوک پیش ساخته به عنوان دیوار جدا کننده به خصوص دیوار باربر می توان استفاده کرد که مقاومت فشاری آن به حد مناسب بالا باشد تا تحت بار طبقات فوقانی دچار خرابی نشود. در این بررسی با تست نمونه هایی از هر نوع بلوک پیش ساخته به کمک جک هیدرولیکی متوسط مقاومت فشاری بلوک ها در شکل (۵) ارائه شده است. طبق شکل (۵)، مقاومت فشاری 3D پانل ها از سایر بلوک های پیش ساخته بیشتر است که همین موضوع سبب افزایش کاربرد استفاده از این بلوک های سبک به منظور دیوارهای پیش ساخته و جداکننده ای که احتمال آویختن چیزی بر سطح آنهاست شده است.



شکل ۵- مقایسه مقاومت فشاری

## ۵.۳. مقاومت در برابر آتش:

یکی از مهمترین پارامترهایی که باید مد نظر قرار داده شود، مقاومت در برابر آتش می باشد. هنگام آتش سوزی، بلوک نباید سریعاً ذوب شده و یا به شدت مقاومت خود را از دست بدهد. از این رو مقاومت بلوک های پیش ساخته مختلف در دمای ۹۰۰ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار داده شد و مدت زمانی که بلوک می تواند بدون کاهش چشمگیر مقاومت و یا ذوب شدن مقاومت کند به عنوان مقاومت در برابر آتش سوزی مد نظر قرار داده شد. نتایج بدست آمده از این بررسی در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل ۶- مقاومت در برابر آتش سوزی (میزان زمان مقاومت در مقابل آتش)



با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات)  
و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران

نمایشگاه بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷

## سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران



Ircivilconf 2018

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

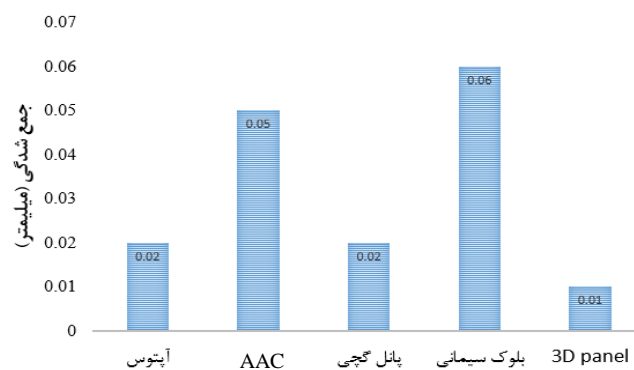
کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



مجوز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

### ۶.۳. جمع شدگی خطی:

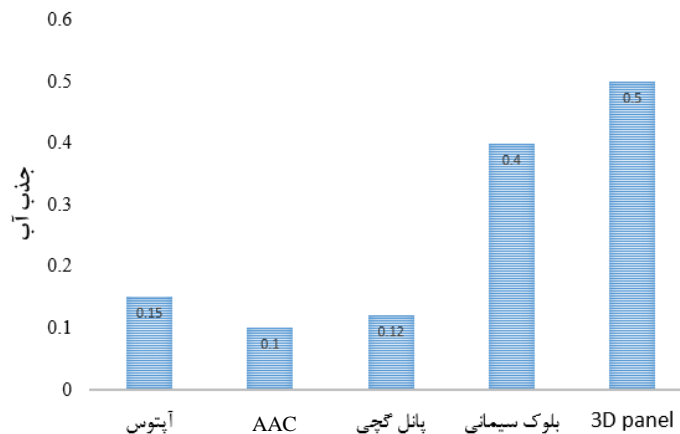
جمع شدگی خطی به منظور تعیین انقباض و تغییر شکل بلوک پیش ساخته به خصوص در شرایط دمایی پایین مورد بررسی قرار می-گیرد. در این بررسی با تغییرات دمایی به صورت خطی میزان تغییر شکل هر یک از نمونه‌ها محاسبه مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از این تغییر شکل تا دمای ۵۰- درجه سانتی گراد در شکل (۷) نشان داده شده است. طبق این شکل این بررسی 3D پانل‌ها از کمترین میزان جمع شدگی برخوردار هستند و از طرف دیگر بلوک های ACC و سیمانی بدلیل بالا بودن میزان جمع شدگی در مناطقی که اختلاف دما در شب و روز بالاست و یا دما به شدت پایین است مناسب نبوده و توصیه نمی‌گردد.



شکل ۷- مقایسه میزان جمع شدگی

### ۷.۳. جذب آب:

در هر نوع بتن و عضو بتن کاهش میزان عبور و جذب آب از پارامترهای مهم تلقی می‌شود. بلوک‌های پیش ساخته نیز از این موضوع مستثنی نبوده و هر چه میزان جذب آب آن‌ها پایین تر باشد به عنوان نکته‌ای مثبت در بکارگیری آنها تلقی می‌شود. درصد وزنی آب جذب شده نسبت به وزن نمونه خشک، طی زمان مشخص استغراق در زیر آب، را میزان جذب آب گویند. در این بررسی میزان جذب آب هر یک از نمونه‌های بلوک پیش ساخته مورد مقایسه قرار گرفته و متوسط مقدار آن‌ها در شکل (۸) نشان داده شده است. طبق شکل (۸) به ترتیب بلوک AAC و آبتوس از کمترین میزان جذب آب برخوردار هستند.



شکل ۸- مقایسه میزان جذب آب





با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات)  
و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران

نمایشگاه بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷

## سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران



Ircivilconf 2018

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی ISC اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



محوذ برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

### ۴. نتیجه گیری:

در این بررسی مشخصات مکانیکی بلوک های سبک آبتوس، AAC، پانل گچی، بلوک سیمانی و 3D پانل مورد ارزیابی قرار گرفته است و وزن مخصوص، مقاومت صوتی، ضریب مقاومت، استحکام فشاری، مقاومت در برابر آتش، جمع شدگی خطی و جذب آب مقایسه شده است. طبق بررسی های انجام شده می توان نتایج زیر را گرفت:

- ۱- بلوک های پیش ساخته با توجه به شناخت بدست آمده از بررسی نتایج می توانند در شرایط مختلف با اطمینان خاطر مورد استفاده مهندسی قرار بگیرند.
- ۲- بلوک ACC از لحاظ وزن مخصوص، جذب صوت، انتقال حرارت، مقاومت در برابر آتش سوزی و میزان جذب آب بهترین گزینه برای مهندسی محسوب می شود.
- ۳- افزون بر این، بلوک پیش ساخته آبتوس با توجه به مناسب بودن میزان جذب صوت و انتقال حرارت می تواند گزینه مطلوبی باشد.
- ۴- 3D پانل ها نیز برای زمانی که نیاز به مقاومت فشاری قابل قبولی نسبت به سایر بلوک ها باشد توصیه می شود در حالی که میزان جذب آن ها بالا بوده و همچنین کمترین میزان جمع شدگی را دارا می باشند و از مقاومت قابل قبولی در برابر آتش سوزی برخوردار هستند. همچنین با وجود اینکه بهترین گزینه از لحاظ جذب صوت نمی باشند ولی میزان جذب صوت آنها قابل قبول می باشد.

### ۵. مراجع:

- [۱] دلنواز، ع.، سید رزاقی، م.، حق پرست، س.ع.، (۱۳۸۸). "بررسی عوامل موثر بر دوام بتن سبک حاوی لیکا با استفاده از آزمایش های سریع". اولین کنفرانس ملی بتن، ۱۵ خرداد.
- [۲] قدس، ع.، (۱۳۸۷). "بررسی اثر الیاف فولادی بر دوام بتن سبک". چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، ۵ تا ۷ شهریور.
- [۳] رنجبر، م.م. و همکاران. (۱۳۸۸). "ارزیابی دوام بتن های سبک حاوی دانه های منبسط شونده پلی استایرن (EPS) در محیط مخرب نمکی". هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، ۲۱ تا ۲۳ اردیبهشت.
- [۴] احمدی، ع.، سهرابی، م.ر.، (۱۳۸۷). "بررسی اثر پوزولان متاکائولین MK بر روی خواص مکانیکی و دوام بتن سبک در شرایط محیطی مهاجم". چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۷ تا ۱۹ اردیبهشت.



با مشارکت دفتر سازمان ملل در ایران (هیئات)  
و انجمن انبوه سازان مسکن استان تهران



نمایشگاه بین المللی

دانشگاه تهران - آذر ۱۳۹۷

## سومین کنفرانس بین المللی یافته های نوین عمران، معماری و صنعت ساختمان ایران



Ircivilconf 2018

انجمن مهندسی راه و ساختمان ایران

کد نمایه سازی isc اختصاصی مقالات: ۲۱۳۰۲-۹۷۱۸۰



مجوز برگزاری از وزارت علوم: ۳۳۳۲۷۰۹۶۱

- [5] Jody R Wall, P.E., Freeman, C. (2003). "Rapid Chloride Permeability of Structural Lightweight Aggregate Concrete Compared with Normal Density Concrete Having Similar Proportions". Carolina Stalite Company Research Lab, May 26.
- [6] Haque, N., Al-Khaiat, H. (1999). "Strength and Durability of Lightweight Concrete in Hot Marine Exposure Conditions". Journal of Materials and Structures, Vol. 32, pp 533-554.
- [7] Van Breugel, A., Taheri, A. (2000). "Chloride Penetration in Lightweight Aggregate Concrete Beams Exposed to Alternating Moisture and Temperature". International Symposium on Structural Lightweight Aggregate Concrete, pp 856-865.
- [8] Satish, C., Berntsson, L. (2002). "Lightweight Aggregate Concrete, Science, Technology, and Applications". Noyes Publications/William Andrew Publishing, New York, U.S.A.
- [۹] شکرچی زاده، م. و همکاران. (۱۳۹۳). "راهنمای کاربردی بتن سبکدانه سازه ای". ویرایش اول، انتشارات علم و ادب.
- [10] Hammer, A., Van Breugel, A., Helland, S., Holand, L., Mijnsbergen, P.G., Maage, M., Lilja Sveinsdóttir, E., (2005). "Economic Design and Construction with Structural Lightweight Aggregate Concrete". Journal of Materials for Buildings and Structures, Vol. 6, pp 224-240.
- [۱۱] چزانی شراهی، ح.، داودی پور، ا.، قدیمی کهرودی، ح.، (۱۳۸۸). "ساخت بتن سبک با مقاومت بالا با استفاده از لیکا". فستیوال سراسری بتن، ۲۸ و ۲۹ مرداد.
- [۱۲] اشتری، پ.، میررحیمی، م.س.، (۱۳۸۹). "بررسی طرح اختلاط پیشنهادی بتن سبک سازه ای با سبکدانه پرلیت". کنفرانس بین المللی سبک سازی و زلزله، ۱ و ۲ اردیبهشت.
- [13] Vakhshouri, B., Nejadi, S. (2016). "Mix Design of Lightweight Selfcompacting Concrete". Case Studies in Construction Materials, Vol. 4, pp 1-14.
- [۱۴] موستوفی نژاد، د.، (۱۳۹۱). "تکنولوژی و طرح اختلاط بتن". ویرایش ششم، انتشارات ارکان دانش.