



فن آوری های نوین در صنعت ساختمان

بتن هوادار اتوکلاو شده (بتن گازی)
Autoclaved Aerated Concrete (AAC)

Hasan Ghasemzadeh

<http://sahand.kntu.ac.ir/~ghasemzadeh/indexfa.html>

K.N. Toosi University of Technology

بتن سبک و انواع آن

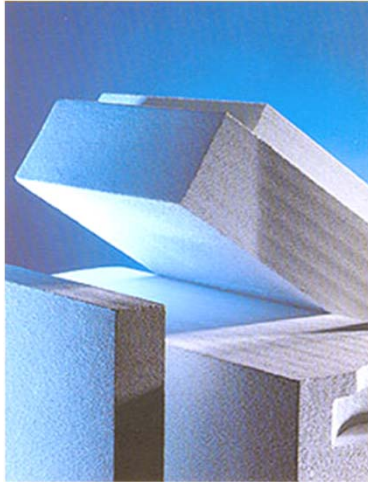
- بتن سبک بتنی است که وزن آن در مقیاس حجمی از بتن معمولی کمتر است (به طور معمول کمتر از 1750 Kg/m^3)
- استفاده از آن در ساخت و ساز موجب کاهش وزن بار مرده و بالا رفتن مقاومت حرارتی و صوتی سازه می گردد .
- **بتن دانه سبک**
 - دانه های سبک معدنی
 - دانه های سبک حاصل از ضایعات کوره صنایع
 - دانه های سبک مصنوعی
- **بتن بدون ریزدانه**
- **بتن همراه با مواد شیمیایی هوازا**
 - بتن کفی
 - بتن گازی



Advanced Technology in civil
engineering

2

ویژگی های بتن سبک گازی AAC



- بتن هوادار اتوکلاو شده (بتن گازی) که به اختصار AAC نامیده می شود، یک نوع خاص بتن سبک متخلخل است که عمدتاً از مواد با پایه سیلیس، سیمان و آهک ساخته می شود.
- سبکی آن به دلیل بافت متخلخل ناشی از واکنش شیمیایی پودر آلومینیوم با مواد اولیه بتن است.
- عمل آوری، تحت فشار و حرارت (عمدتاً ۱۲ آتمسفر و ۱۹۰ درجه سانتیگراد) و در اتوکلاو انجام می پذیرد.

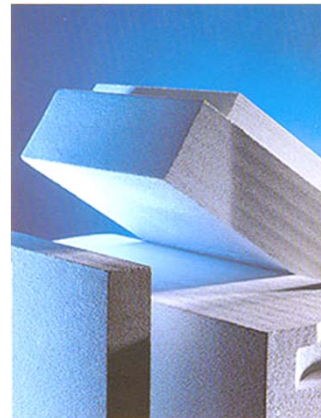
Advanced Technology in civil
engineerind

3

ویژگی های بتن سبک گازی AAC

این محصول شامل دو فرآیند اصلی ایجاد تخلخل در دوغاب (مخلوطی از سیمان، آهک و پودر سیلیس) و عمل آوری بتن حاصل توسط اتوکلاو است.

مواد چسباننده (عمدتاً سیمان و آهک) در فرآیند اتوکلاو با مصالح سیلیسی واکنش نشان داده و سیلیکات کلسیم هیدراته تولید می کند.

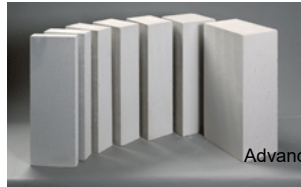


Advanced Technology in civil
engineerind

4

ویژگی های بتن سبک گازی AAC

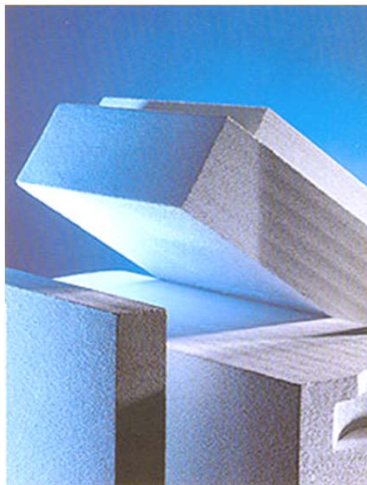
- ❖ ساختار متخلخل AAC (به علت واکنش آهک آزاد حاصل از ترکیبات سیمان و آهک و پودر آلومینیوم) دارای خواص حرارتی مناسب (عایق حرارتی) و هم چنین نسبت مقاومت به جرم حجمی زیادتری نسبت به دیگر انواع بتن است.
- ❖ محصول به دست آمده بعد از اتوکلاو نیاز به عمل آوری دیگری ندارد و قطعات تولید شده می توانند بعد از سرد شدن مورد استفاده قرار گیرند.
- ❖ بتن گازی در جرم حجمی و مقاومت های مختلف تولید می شود که بستگی به کاربرد مورد نظر دارد.
- ❖ لازم به ذکر است بتن سبک گازی به شیوه های مرسوم برای کاربردهای سازه ای مورد استفاده قرار نمی گیرد.



Advanced Technology in civil
engineering

5

نام های تجاری ثبت شده بتن گازی



- ❖ **Ytong**
- ❖ **Hebelex**
- ❖ **Siporex**
- ❖ **Durox**
- ❖ **H + H**
- ❖ **Unipol**

Advanced Technology in civil
engineering

6

عمده ترین کاربردهای بتن گازی با توجه به وزن کم و مقاومت مناسب غیرسازه ای

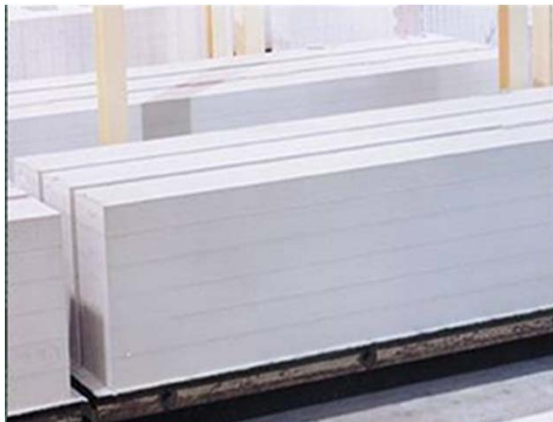
- (۱) بلوک های سبک ساختمانی برای ساخت دیوارهای جداکننده
- (۲) قطعات مسلح بتن گازی برای کاربردهایی مانند پانل های پرکننده سقف و دیوار غیر باربر



Advanced Technology in civil
engineering

7

مواد اولیه AAC



- ❖ سیلیس
- ❖ آهک
- ❖ سیمان
- ❖ آب
- ❖ پودر آلومینیوم

Advanced Technology in civil
engineering

8

سیلیس

- ❖ از نظر وزن، بزرگترین بخش تشکیل دهنده AAC، مواد سیلیس دار است.
- ❖ در اغلب موارد این مواد به صورت ماسه سنگ، کوارتزیت، خاکستر بادی و غیره اند.
- ❖ ماسه سیلیسی مورد مصرف باید دارای دست کم ۷۰ درصد SiO_2 باشد.
- ❖ مقدار مصرف سیلیس در هر متر مکعب AAC حدود ۳۳۰ کیلوگرم است.

سیمان

- ❖ برای تولید AAC عموماً از سیمان معمولی پرتلند استفاده می شود.
- ❖ استفاده از سایر سیمان ها نیز می تواند با بررسی شرایط تولید و مواد اولیه مد نظر باشد.
- ❖ عوامل مهم در انتخاب سیمان، زمان گیرش آن، مقدار قلیایی بودن محیط، درصد سولفات و میزان نرمی آن است.
- ❖ برای هر متر مکعب AAC تقریباً ۱۰۰ کیلوگرم سیمان مورد نیاز است.

آهک

- ❖ آهک به عنوان یکی از عوامل تشکیل پیوند، نقش موثری در کیفیت AAC دارد.
- ❖ از نظر ناخالصی تنها محدودیتی که دارد میزان MgO است که نباید مقدار این ماده در سنگ آهکی که آهک از آن به دست آمده، بیش از ۲ درصد باشد.
- ❖ مقدار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در متر مکعب است.

آلومینیوم

عامل اصلی تخلخل AAC پودر آلومینیوم است که مقدار مصرف آن ۴۰۰ گرم در هر متر مکعب می باشد.

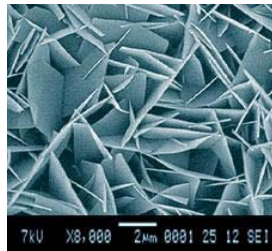
آب

- آب در تولید AAC چندین نقش دارد:
- ❖ برای انجام واکنش های هیدراتاسیون آهک و سیمان
 - ❖ تشکیل سیلیکات کلسیم در اتوکلاو
 - ❖ تشکیل دوغاب و سیال کردن مخلوط

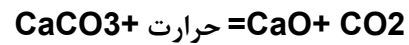
فعل و انفعالات شیمیایی در فرآیند تولید



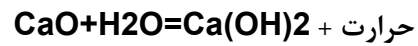
Cellular structure of Hebel AAC

Typical Hebel micro-structure:
platelets of tobermorite

- تبدیل سنگ آهک به آهک زنده :



- واکنش آهک زنده با آب و تشکیل آهک هیدراته :



- واکنش آهک هیدراته با پودر آلومینیوم :



- عامل تخلخل : 6H

- عامل مقاومت بتن: هیدرات شدن سیلیکات کلسیم



Advanced Technology in civil
engineering

13



Advanced Technology in civil
engineering

14



Wire Cutter machine slicing through soft AAC cake

Advanced Technology in civil
engineering

15



Advanced Technology in civil
engineering

16



Advanced Technology in civil engineering

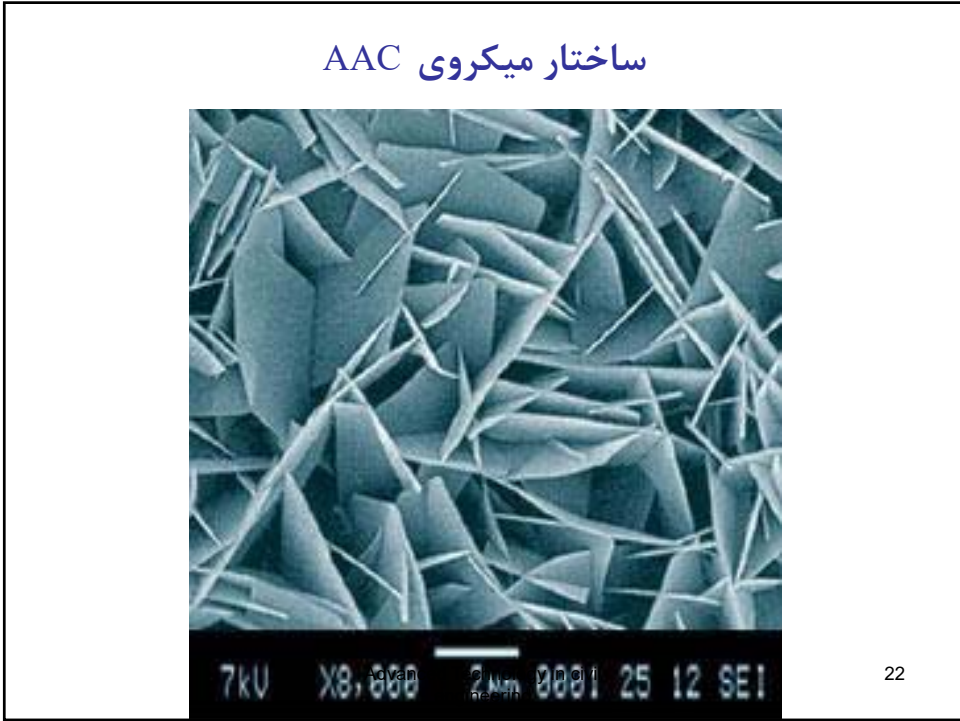
17



Autoclaves with counter-weighted doors shut
Advanced Technology in civil engineering

18







Advanced Technology in civil engineering

23

مشخصات فنی AAC

چگالی

چگالی AAC به طور معمول بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، اگرچه بیرون از این دامنه نیز امکان تولید AAC وجود دارد.

معمول ترین جرم حجمی AAC حدود ۵۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب است.

وزن

یک مترمکعب بلوک AAC حدود ۵۵۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم وزن دارد که حدود یک سوم متر مکعب آجر فشاری وزن دارد.



Advanced Technology in civil engineering

24

کارپذیری

برخلاف مصالح معمولی مثل آجر و سفال، AAC را می توان به راحتی سوراخ نمود، میخ زد، برید و یا شیار داد.

از ابزار معمولی نجاری نیز می توان برای برش استفاده نمود ولی اهره های مخصوص و ابزار تراش ویژه ای نیز برای این کار وجود دارد.



Advanced Technology in civil
engineerind

25



Advanced Technology in civil
engineerind

26



Advanced Technology in civil engineering

27



Advanced Technology in civil engineering

28

انبساط و انقباض حرارتی

ضریب انبساط حرارتی AAC حدود $6-10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ است که از بتن معمولی و فولاد کمتر است.

انقباض ناشی از خشک شدن

انقباض AAC از اشباع کامل تا خشک شدن برابر $0.4/0$ درصد است که این عدد برای چگالی 550 کیلوگرم بر مترمکعب و شرایط تولید معمولی می باشد.

جذب آب

- ❖ AAC با توجه به ساختار حفره ای خود می تواند تا 60 درصد وزنی آن جذب نماید که تا 40 درصد وزنی به صورت نفوذ و پس از آن به صورت موئینگی می باشد.
- ❖ مقدار جذب آب می تواند از عواملی مانند ساختار حفره ها، اندازه قطعه، هدایت حرارتی مواد، دما و فشار و ... تأثیر پذیرد.

Advanced Technology in civil
engineerind

29

مقاومت در برابر یخ زدگی

- ❖ برای هر ماده متخلخل خطر یخ زدگی وقتی وجود دارد که رطوبت موجود در آن ماده از یک مقدار بحرانی بالاتر رود و ماده در معرض سیکل های متوالی یخ زدن و آب شدن قرار گیرد.
- ❖ برای AAC مقدار بحرانی رطوبت حدود 40% حجمی است.
- ❖ در شرایط عادی در هیچ مرحله ای از تولید، عمل آوری و قرار گرفتن AAC در ساختمان، رطوبت آن به این عدد نمی رسد.
- ❖ بنابراین AAC مقاومت خوبی در برابر یخ زدگی دارد. به عبارت دیگر، حجم زیاد تخلخل و تعداد حفره های زیاد AAC، اجازه افزایش حجمی ناشی از انبساط آب در تبدیل به یخ را می دهد و در نتیجه خسارتی ایجاد نمی شود.

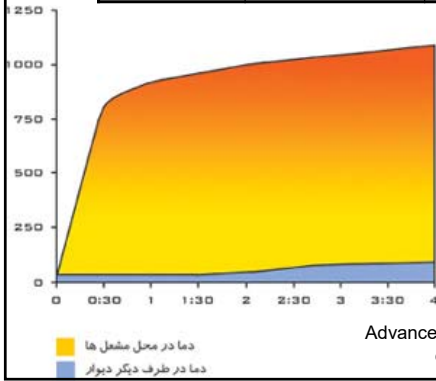
Advanced Technology in civil
engineerind

30

مقاومت در برابر آتش

- ❖ AAC غیر آتشگیر است. هدایت حرارتی کم و وجود رطوبت تعادلی، آن را برای محافظت دیگر سازه ها از اثرات آتش مناسب ساخته است.
- ❖ ضمن اینکه استفاده از این مصالح منجر به عدم انتشار شعله نیز می شود.

15 cm	10 cm	7.5 cm	کمترین ضخامت دیوار
5 hr	4 hr	3 hr	زمان مقاومت در آتش

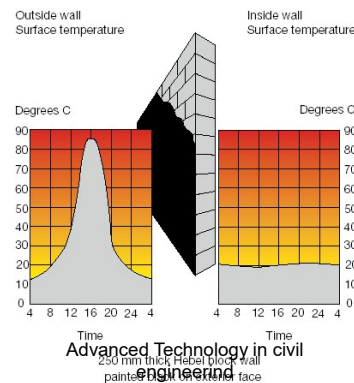


Advanced Technology in civil engineering

31

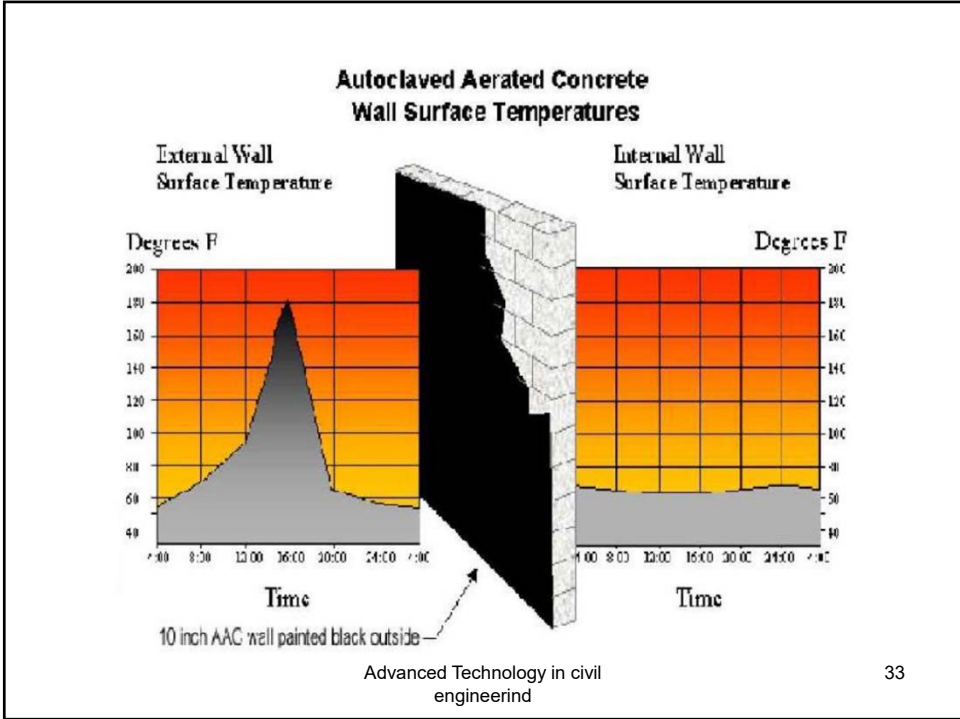
Autoclaved Aerated Concrete Wall Surface Temperatures

The effectiveness of Hebel block in controlling internal room temperatures was illustrated in tests by the Fraunhofer Institute for Architectural Physics in Germany. Surface temperatures were measured over a 24-hour period on a 250 mm thick Hebel wall. The exterior of the wall was painted black to raise its surface temperature, which varied through a range of 70 degrees Celsius. The inside wall temperature remained at a comfortable 20 degrees Celsius with only a 2 degree variation. Test results are shown in the graph below.



Advanced Technology in civil engineering

32



33



34



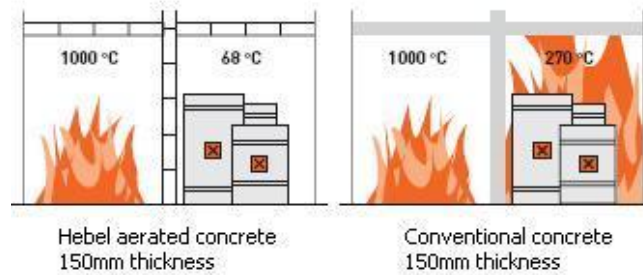


Advanced Technology in civil engineering

37

Heat transfer during a fire after approximately 6 hours

With the same thickness, walls made of Hebel AAC provide protection against fire & heat considerably longer than concrete walls. The thermal inertia of the Hebel wall ensures that the temperature is lower on the side facing away from the fire.



Advanced Technology in civil engineering

38

مقاومت مکانیکی

- ❖ با توجه به ساختار حفره ای و درصد تخلخل زیاد AAC (بیش از ۷۵ درصد) مقاومت مکانیکی آن به نسبت کم است.
- ❖ بدین علت از AAC نمی توان همانند بتن معمولی به عنوان یک ماده باربر استفاده نمود.
- ❖ با این حال مقاومت فشاری آن در حدی است که می توان در ساختمانهای کم طبقه به عنوان المان بارپذیر استفاده نمود.
- ❖ استفاده از آن در ساختمان های دارای اسکلت فلزی یا بتنی به عنوان دیوار غیرباربر هیچ گونه محدودیت و مشکلی ندارد.
- ❖ مقاومت فشاری AAC بستگی به وزن مخصوص، درصد رطوبت و ساختار حفره دارد و معمولاً بین ۳۰ تا ۳۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.
- ❖ مقاومت کششی AAC بین ۱۵ تا ۲۵ درصد مقاومت فشاری و مقاومت برشی آن بین ۲۵ تا ۳۳ درصد مقاومت فشاری آن است.

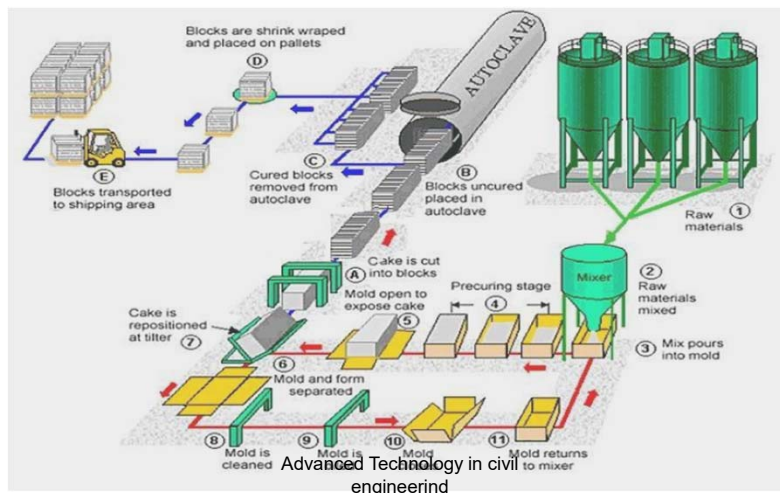
فرآیند تولید بتن سبک گازی

- ۱- آماده سازی مواد خام و تهیه دوغاب
- ۲- ریختن دوغاب در قالب و پیش عمل آوری بتن (۲-۳ ساعت)
- ۳- خارج کردن بتن پخته نشده از قالب و بریدن آن
- ۴- قرار دادن بتن های پخته نشده در اتوکلاو (۱۰ تا ۱۲ ساعت در دمای ۱۹۰ درجه سانتی گراد با بخار اشباع در فشار ۱۲ بار)
- ۵- خارج کردن بتن های پخته شده از فریم های پخت و بسته بندی
- ۶- کنترل کیفی



دو فرآیند اصلی

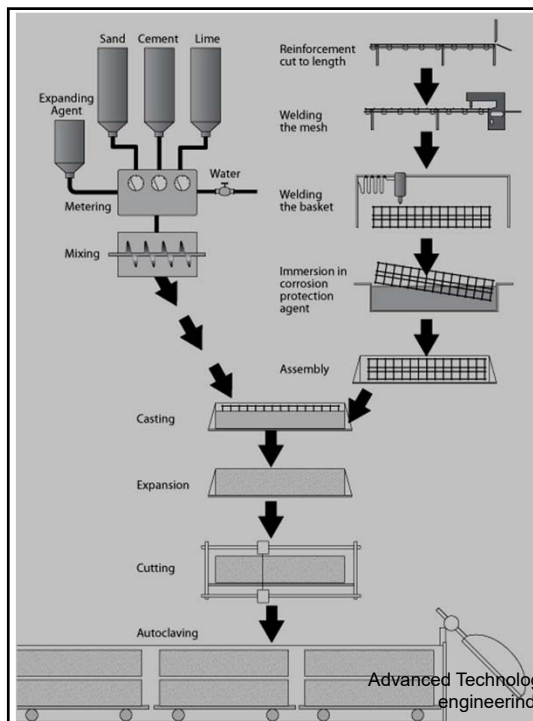
- ❖ ترکیب مواد اولیه شامل (سیلیس، سیمان، آهک، پودر آلومینیوم)
- ❖ عمل آوری بتن توسط فرآیند اتوکلاو



41

خط تولید پانل مسلح

تمام اقدامات صورت گرفته در این بخش عینا مانند فرآیند تولید بلوک است تنها قبل از ریختن دوغاب در قالبها، مشهای فولادی که قبلا بر اساس مشخصات محاسباتی تهیه شده در قالب تعبیه می شوند. برای تولید این محصول فقط برش طولی انجام می شود و برش عمودی در پروسه حذف می گردد.



42

مزایای اقتصادی

صرفه جویی در مصرف فولاد

با توجه به سبک بودن بتن AAC وزن بار مرده ساختمان ۳۰ الی ۴۰ درصد کاهش می یابد، به همین دلیل در مصرف فولاد نیز حدود ۳۰ الی ۴۰ درصد صرفه جویی می شود.

صرفه جویی در سیمان و سایر مصالح ساختمانی

با توجه به کاهش ۳۰ الی ۴۰ درصدی وزن بار مرده ساختمان، در مصرف سیمان و سایر مصالح ساختمانی صرفه جویی می شود.



Advanced Technology in civil
engineerind

43

کاهش خسارت در زمان زلزله

به علت سبک بودن ساختمان بر اثر نیروی زلزله خسارت کمتری متوجه آن می گردد.

افزایش سرعت و کاهش مدت احداث بنا و هزینه نیروی کار

استفاده از اندازه های بزرگ و سبک و نصب آسان قطعات باعث افزایش سرعت احداث بنا می شود. علاوه بر آن، برای نصب نیاز به کارگر ماهر نمی باشد. این دو عامل خود باعث کاهش هزینه نیروی کار می گردد.



Advanced Technology in civil
engineerind

44

مواد اولیه تهیه چسب مخصوص AAC

عمده مواد اولیه جهت تولید چسب مخصوص AAC عبارتند از:



- ماسه سیلیسی
- سیمان پرتلند خاکستری
- متیل سلولوز

Advanced Technology in civil
engineering

45

نحوه اجرای دیوار و سقف با AAC

- **ملات خشک (چسب AAC)** که برای اتصال و قرار گرفتن بلوکهای AAC روی یکدیگر استفاده می شود و بسته به ضخامت دیوار میزان مصرف آن ۳ تا ۸ کیلوگرم بر متر مربع سطح دیوار است.
- **پلاستر داخلی** برای مسطح کردن و پرداخت سطوح داخلی دیوارها و سقفها به کار میرود و میزان مصرف آن ۷ کیلوگرم بر متر مربع است.
- **چسب کاشی** که برای نصب کاشی روی دیوارها مورد استفاده قرار می گیرد و میزان مصرف آن در محل کاشی کاری ۴ کیلوگرم بر متر مربع است.



Advanced Technology in civil
engineering

46



Advanced Technology in civil engineering

47



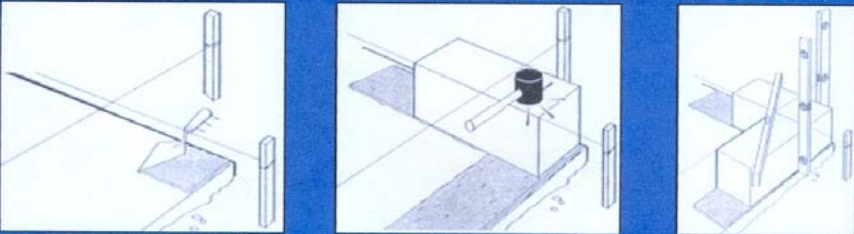
Advanced Technology in civil engineering

48

Taylor Trading
Specialized Autoclaved Concrete
Vertical AAC blocks supplier


AAC block preparation

1. Apply base mortar.
2. Set block in place.
3. Level block.



A full width of conventional cement is used for the leveling of the first row of blocks. AAC thin-set mortar is still used for the head joints of the first row.

Leveling the first row of material is critically important to the success and ease of an AAC project. Once achieved, the dimensional accuracy of the material and the consistency of the mortar bed allows for smooth, expedient construction without having to worry about leveling each individual block in the wall.



Advanced Technology in civil engineering

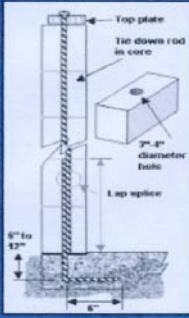

49

Taylor Trading
Specialized Autoclaved Concrete
Vertical AAC blocks supplier

vertical cores

Cores are placed within 24" of corners, each side of openings, each side of movement joints, and at wall intersections. These cores are specified within the lengths of walls in special situations as well (below grade, high winds, seismic zones, extra long or tall walls). AAC blocks can easily be drilled on site, or they can be ordered predrilled from the factory. Rebar is placed into these vertical cores and tied into the foundation. The cores are then filled with concrete.

The primary purpose of the vertical cores is to reinforce the structure. The second purpose is to provide a secure connection for the roof into the foundation. The third purpose is to prevent cracking around openings which are more vulnerable to movement.





Advanced Technology in civil engineering

50

Taylor Trading
Autoclaved Aerated Concrete
Porous AAC blocks

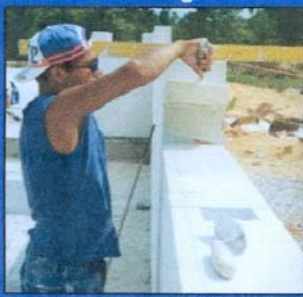


AAC block installation



Apply mortar to the end first (if applicable), then the top of the wall where the block is to go.

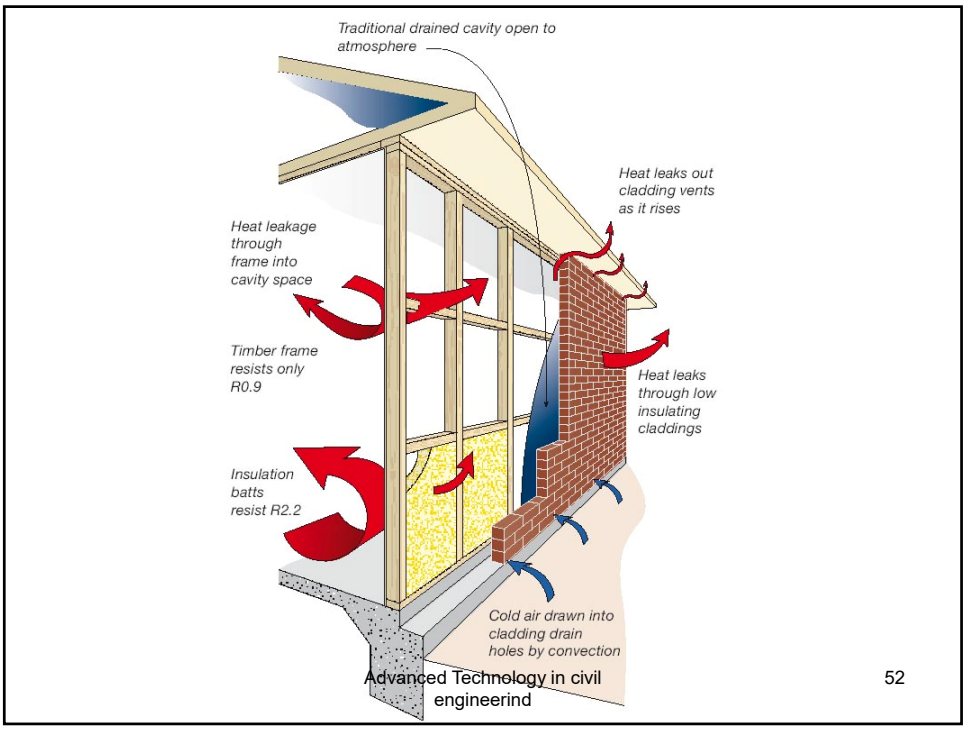
Place the block into the desired position.

Adjust the block and tamp the mortar set with a rubber mallet.

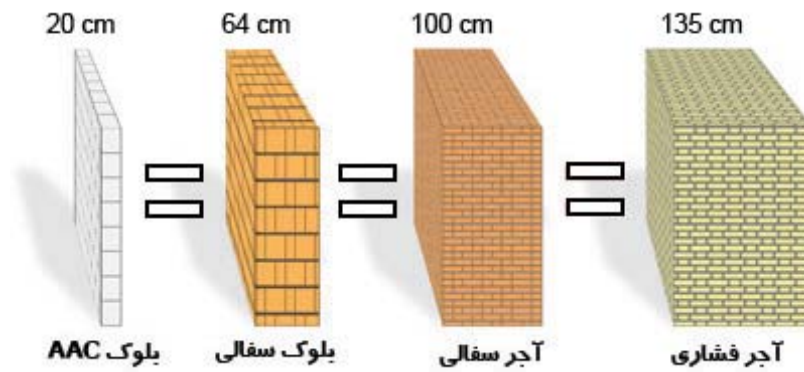
Advanced Technology in civil engineeringind

51



کاهش هزینه های سرمایه‌ش و گرمایش و صرفه جویی در مصرف انرژی

بتن AAC به علت پایین بودن وزن مخصوص اش یک عایق مؤثر در برابر گرما، سرما و صدا است که با توجه به عدم نیاز به عایق کاری اضافی ساختمان این امر سبب کاهش هزینه ساخت و جلوگیری از اتلاف سرمایه های ملی و شخصی می شود.



Advanced Technology in civil engineering

53

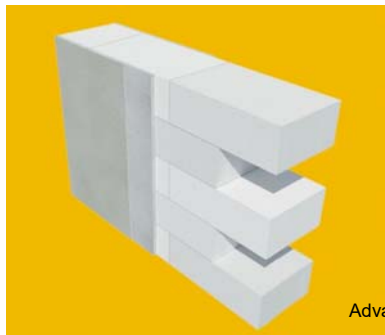
صرفه جویی در حمل و نقل

با توجه به پیش ساخته بودن قطعات صرفه جویی چشمگیری در تعداد دفعات حمل مصالح ساختمانی از کارخانه تولیدی تا کارگاه می شود که باعث کاهش هزینه حمل و نقل می گردد.



صرفه جویی در مصرف مصالح پوششی و ملات مصرفی

با توجه به سطح صاف تمام شده دیوار و سقف اجرایی با این محصول در مقایسه با مصالح سنتی مشابه و نیز استفاده از چسب مخصوص برای اجرای آن مصرف مصالح پوششی و ملات مصرفی به میزان قابل توجهی کاهش می یابد.



Advanced Technology in civil engineering

54

مزایای زیست محیطی

- ❖ استفاده از تمامی ضایعات AAC به عنوان پوک و عدم وجود هیچ گونه نخاله ساختمانی
- ❖ عدم استفاده از خاک رس در تولید AAC، با توجه به این که نوع خاک بستر مناسب کشاورزی است.
- ❖ کاهش آلودگی هوا به دلیل کم شدن مصرف سوخت برای سرمایش و گرمایش
- ❖ استفاده از ضایعات برخی صنایع به عنوان ماده اولیه برای تولید این محصول



سازگاری با محیط زیست بلوک AAC

بررسی‌های انجام شده نشان‌دهنده سازگاری کامل بلوک AAC با محیط زیست می‌باشد به گونه‌ای که برای طبیعت مضر نیست و هیچ گونه زباله یا مواد آلاینده تولید نمی‌کند.



دیوار با سیستم AAC	دیوار با آجر فشاری	ویژگی ها	نوع
۴۰	۱۰	سرعت اجرای دیوار بر حسب متر مربع در روز توسط یک اکیپ اجرایی	
۵۵	۱۵	سرعت اجرای پوشش دیوار بر حسب متر مربع در روز توسط یک اکیپ اجرایی	
۱۴۵	۴۲۰	مقایسه وزن دیوارها بر حسب کیلوگرم بر متر مربع	
۲۰	۱۳۰	مقایسه وزن ملات مصرفی در دیوار بر حسب کیلوگرم بر متر مربع	
۰,۱۷	۲,۷۷	ضریب هدایت حرارتی W/MK	
۴۲,۸	۳۵	قابلیت عایق صوتی db	
کم	زیاد	میزان آشنایی جامعه با محصول	
متوسط	زیاد	میزان آلاینده‌گی در مراحل تولید و اجرا	
متوسط	زیاد	پرت مصالح	

Advanced Technology in civil engineeringind 57

استاندارد عایق صوتی

میزان جذب صوت (dB)	طبقه بندی عایق صوتی	شرح
20-30	ضعیف	گفتگوی عادی از پشت دیوار به آسانی و به وضوح شنیده می شود.
30-35	نسبتاً خوب	گفتگوی بلند شنیده می شود. گفتگوی عادی قابل شنیدن است اما مفهوم نیست.
35-40	خوب	گفتگوی با صدای بلند شنیده می شود اما مفهوم نیست. گفتگوی معمولی شنیده نمی شود.
40-45	بسیار خوب	گفتگو با صدای بلند، صدای رادیو و تلویزیون با صدای متوسط، تنها بطور خفیف قابل شنیدن است.
۵۰ و بیشتر	عالی	صدای بلند و با کیفیت بالا خفیف و یا غیر قابل شنیدن است.

Advanced Technology in civil engineeringind 58

عایق صوت

20 cm	15 cm	10 cm	ضخامت
50 dB	44 dB	30 dB	میزان جذب صوت
عالی	بسیار خوب	مرز خوب و بسیار خوب	نوع عایق صوتی

Advanced Technology in civil
engineering

59

استاندارد



Advanced Technology in civil
engineering

60

تنوع در محصول



Advanced Technology in civil
engineering

61

بدون نیاز به گچ و خاک



Advanced Technology in civil
engineering

62



Advanced Technology in civil
engineering

63



Advanced Technology in civil
engineering

64



Advanced Technology in civil
engineerind

65

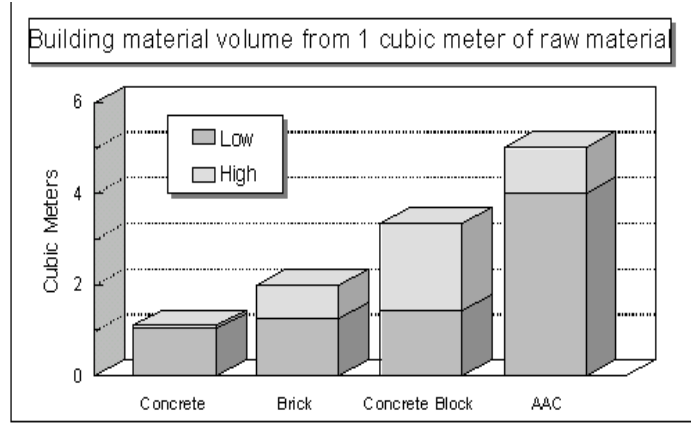
تاسیسات



Advanced Technology in civil
engineerind


66

پرت مصالح



Advanced Technology in civil engineering

67



Environmentally Sound

Since AAC consists of approximately 80% air the finished product is up to 5 times the volume of the raw materials used, making AAC even more resource efficient.

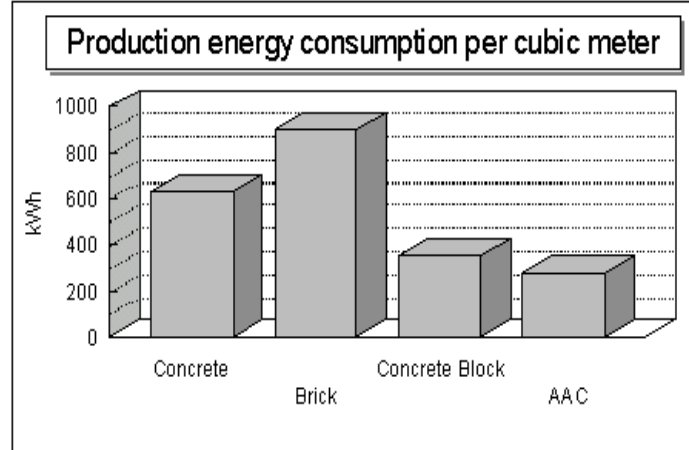
cubic meters **Building material volume from cubic meter of raw material**

Material	Volume (Cubic Meters)
concrete	1.0
brick	2.0
CMU	3.0
AAC	5.0

Advanced Technology in civil engineering

68

انرژی تولید



Advanced Technology in civil engineering

69

حمل و نقل



Advanced Technology in civil engineering

70

تنوع در معماری



Advanced Technology in civil engineering

71



Advanced Technology in civil engineering

72

الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برای بلوک‌های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

- ۱- بلوک‌های هوادار اتوکلاو شده یا بتن سبک گازی، قابلیت استفاده در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی را دارند. شایان ذکر است که محدودیت‌های کاربری این بتن‌ها، با توجه به رده مقاومتی آن‌ها تعیین می‌شود.
- ۲- بتن‌های گازی از نظر رده مقاومتی به سه دسته با مقاومت های ۵/۲، ۵/۵، ۵/۷ مگاپاسکال تقسیم می‌شوند. همچنین از نظر جرم حجمی خشک، این بتن می‌تواند دارای جرم حجمی اسمی ۴۰۰ تا ۸۰۰ Kg/m^3 باشد.
- ۳- بلوک‌های بتن گازی باید دارای ویژگی‌های استاندارد ملی ایران به شماره ۸۵۹۳ باشند.
- ۴- جهت جلوگیری از تغییر شکل‌های نسبی در دیوار و اندود و در نهایت، کاهش احتمال ترک خوردگی، باید جمع شدگی ناشی از تغییرات رطوبت به حداکثر ۰۲/۰ درصد محدود شود.
- ۵- ملات‌های به کار گرفته شده جهت اجرای دیوار با بلوک‌های بتن سبک گازی می‌بایستی دارای مشخصات فنی مطابق استانداردهای شماره ۱-۷۰۶ و ۲-۷۰۶ موسسه استانداردهای ملی باشد.
- ۶- تمهیدات لازم جهت عدم مشارکت دیوارهای حاصل از بلوک‌های بتن سبک گازی، در رفتار لرزه‌ای سازه ضروری است.
- ۷- تامین الزامات مربوط به نفوذ پذیری، دوام، سیکل‌های ذوب شدگی و یخ زدگی و تشعشعات ماورای بنفش جهت دیوارهای خارجی ضروری است.

Advanced Technology in civil
engineering

73

الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برای بلوک‌های دیواری ساخته شده با بتن سبک گازی AAC (دنباله)

- ۸- با توجه جذب آب نسبتاً زیاد این محصول، رعایت ضوابط به محافظت دیوارها از تماس مستقیم با آب و یا چرخه‌های تر و خشک شدن الزامی می‌باشد.
- ۹- رعایت استانداردهای مربوط به الزامات زیست محیطی و بهداشتی الزامی است.
- ۱۰- ضخامت حداقل دیوار و یا ضخامت عایق حرارتی تکمیلی باید به گونه‌ای باشد که الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای دیوار خارجی تامین نماید.
- ۱۱- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مسکن در خصوص حفاظت ساختمان‌های در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمان الزامی است.
- ۱۲- صدابندی هواپرد جداکننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و می‌بایستی مطابق مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تامین گردد.
- ۱۳- اخذ گواهی‌نامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.

Advanced Technology in civil
engineering

74

الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

برای پانل‌های دیواری مسلح ساخته شده با بتن سبک گازی AAC

- ۱- کاربرد این نوع پانل‌های ساخته شده با بتن سبک گازی در دیوارهای غیر باربر داخلی و خارجی مجاز می‌باشد.
- ۲- پانل‌های ساخته شده با بتن AAC باید دارای حداقل مقاومت 4Mpa و میانگین مقاومت 5Mpa باشد (رده AAC-4 طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۵۹۳).
- ۳- الزامات استاندارد ASTM C1452 یا EN 12602 باید در ساخت پانل‌های AAC رعایت شود.
- ۴- وزن مخصوص بتن سبک گازی در دامنه 350 تا 850 کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد.
- ۵- اتصال این پانل‌ها به یکدیگر و به عناصر سازه‌ای باید به گونه‌ای باشد که ضمن پایداری دیوارهای حاصل در برابر بارهای خارج از صفحه، در رفتار لرزه‌ای سازه مشارکت نداشته باشند.
- ۶- رعایت حداقل‌های طراحی، نحوه تسلیح و محاسبات طراحی این پانل‌ها باید بر اساس آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی مربوطه، از جمله ACI 318، ACI 523 انجام شود.
- ۷- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان و مسکن در خصوص حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره‌ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن ابعاد ساختمان، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی الزامی است.

الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

برای پانل‌های دیواری مسلح ساخته شده با بتن سبک گازی AAC (دنباله)

- ۸- صدابندی هوابرد جدا کننده‌های بین واحدهای مستقل و پوسته خارجی ساختمان و می‌بایستی مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تامین گردد.
- ۹- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای دیوار خارجی الزامی است. همچنین ضخامت پانل‌ها باید پاسخگوی الزامات مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران، از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد. در صورتی که این پانل‌ها در زمینه حرارت به روش تجویزی طراحی شوند، لازم است ضخامت آن‌ها در رده‌های ۱، ۲، ۳ به ابعاد ۴۸، ۴۶، ۲۶ افزایش یابد. در صورت استفاده از روش کارکردی و با ارائه مدارک و مستندات فنی، این اعداد می‌توانند تقلیل یابند.
- ۱۰- ضخامت پانل‌ها باید الزامات مندرج در مبحث ۱۸ مقررات ملی ایران را به منظور صدابندی جدارهای داخلی و خارجی تامین نماید. به این منظور لازم است برای جدارهای داخلی از پانل‌های با حداقل ضخامت ۱۰ سانتی متر دو طرف اندود و برای دیوارهای خارجی از پانل‌های با حداقل ضخامت ۲۰ سانتی متر دو طرف اندود و برای دیوارهای بین دو واحد مسکونی مستقل، از پانل‌های با حداقل ضخامت ۲۵ سانتی متر دو طرف اندود استفاده شود.
- ۱۱- بدیهی است ضخامت پانل، بر اساس حداقل ضخامتی که ضوابط مندرج در کلیه بندهای الزامات را برآورده سازد، تامین شود.

الزامات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برای پانل‌های دیواری مسلح ساخته شده با بتن سبک گازی AAC (دنباله)

- ۱۲- تامین الزامات مربوط به نفوذ پذیری، دوام، تر و خشک شدن متوالی، سیکل‌های ذوب شدگی و یخ زدگی و ... برای دیوارهای خارجی الزامی است.
- ۱۳- تامین تمهیدات لازم جهت اجرای اندودهای تر و خشک از حیث مقاومت و دوام الزامی است.
- ۱۴- ویژگی‌های فنی و مکانیکی چسب یا ملات به کار برده شده برای اتصال پانل‌ها به یکدیگر و به سازه، باید منطبق بر استاندارد ... و سازگار با بتن AAC باشد.
- ۱۵- رعایت تمهیدات لازم جهت محدود نمودن جمع شدگی و تغییر شکل‌های ناشی از انبساط و انقباض حرارتی، در حد مجاز مطابق آیین نامه‌های مربوطه، الزامی است.
- ۱۶- محافظت میلگردهای موجود در قطعات مسلح در برابر خوردگی باید تامین شود. در این راستا می‌توان از میلگردهای دارای پوشش محافظ استفاده کرد.
- ۱۷- رعایت استانداردهای مربوط به الزامات زیست محیطی و بهداشتی الزامی است.
- ۱۸- اخذ گواهینامه فنی برای محصول تولیدی، پس از راه اندازی خط تولید کارخانه از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن الزامی است.