سرشناسه: کرمی ـ محمد جعفر
عنوان ونام پدید آور: سبک سازی ساختمان
/مولف محمد جعفر کُرمی ; [تهیه و تنظیم]
واحد تحقیق و توسعه شرکت کُرمیت پارس
مشخصات نشر : ۱۵ ص : مصور ـ جدول
شابک:2 07 8239 964 978
فهرست نویسی : فیپا
موضوع : ساختمان سازی
شناسه افزوده : کرمیت پارس
رده بندی کنگره : ۲س۴ ک۶۶۳/ TA
رده بندی دیویی : ۶۲۴/۱۷۷
شماره کتابخانه ملی : ۱۰۳۶۶۸۶

شابک: ۹۷۸۹۶۴۸۲۳۹۰۷۲
ISBN: 9789648239072

سبک سازی ساختمان

واحد تحقیق و توسعه شرکت کرمیت پارس
چاپ دوم : بهار۱۳۹۸
تیراژ : ۲۰۰ نسخه
ناشر : انتشارات کرمیت پارس
قیمت : ۲۵۰۰۰ ریال
ویراستار:انتشارات کُرمیت پارس
چاپ : دیبا
مرکز پخش : خیابان ملاصدرا ، خیابان شیراز جنوبی ، خیابان سامان ، پلاک ۵۹
تلفن : ۲۴- ۸۸۰۵۷۵۲۲ – فاکس : ۸۸۰۴۰۴۰۵
www.kormitpars.ir & kormitpars@gmail.com

به نام خدا

سمینار " سبک سازی ساختمانها " به پیشنهاد شرکت کُرمیت پارس و همکاری همه جانبه سازمان مسکن و شهرسازی استان قم و شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی منطقه قم در سالن شیخ مفید دانشگاه قم برگزار گردید .بخشی ازاین کتاب خلاصه مقاله ارائه شده به آن سمینار است.

به اعتقاد ما زلزله رودبار سرآغاز بازنگری به ساختمان ، چه در بعد طراحی و چه در بعد اجرا و مصالح بود . ولی سمینارها و همایش ها به بازگو کردن مسائل و نه حل آن ها پرداختند و یا اینکه راه حل ها به فراموشی سپرده شد ، به طوریکه با کمال تاسف با گذشت زمان بسیار هیچ نتیجه عملی و مفیدی تا کنون ارائه نشده است .

اگرچه در اذهان عمومی مهندسین ، استفاده از مصالح مناسب جایگاه خود را یافته ، اما نتایج عملی ناچیز بوده است . امروزه با در نظر گرفتن روشهای گوناگون طراحی وبه کمک کامپیوتر می توان طرح های سازه ای مناسبی را ارائه کرد اما در بخش اجرا ، کنترل مواد اولیه ، استفاده از مصالح سبک ، بهبود تکنولوژی تولید مصالح سبک و بهبود روش های اجرائی تقریباً هیچ کاری صورت نگرفته است . نکته دیگر تغییر در تفکر و قوانین موجود در ساختمان سازی است که شهرداری ها و مهندسین معمار باید در بعد قوانین و هنر طراحی تغییرات عمده ای در جهت ایجاد

فضای مناسب طراحی سازه ، به وجود بیاورند . امید است درآینـده شـاهد انجـام ایـن نکات باشیم .

درنهایت باید توجه داشت که در مدتی کوتاه نمی توان فرهنگ اجرا را در ساختمان تغییر داد ، ولی می توان در زمان کوتاهی تصمیم به عدم استفاده از مصالح سنگین در ساختمان گرفت .رفتار زلزله با سازه و بالعکس ، هنوز پیچیدگی هـای خـود را دارد . اما قطعاً سبک سازی ساختمان می تواند تاثیر بسیار مثبتی در نتیجه به جا بگذارد .

در بخش دوم این جزوه ، روشهایی در مورد سبک سازی سازه ها ، پیشنهاد می گردد . این روش ها نتایج تجربیات انجام شده توسط افراد مختلف است و طبیعی است که نمی تواند قطعی و نهایی محسـوب شـود و اسـتفاده کننـدگان خـود بایـد بـا قضـاوت مهندس تصمیم گیری نمایند .

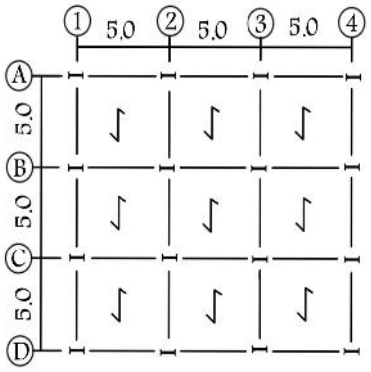
واحد تحقیق و توسعه شرکت کرمیت پارس

بخش اول :

هدف :

هدف از ارائه این بخش ، بررسی و مشاهده اثرات کاهش وزن و انتخاب سیستم سازه ای مناسب در کاهش مصرف فولاد ساختمان می باشد .

بدین منظور یک ساختمان نمونه جهت انجام برخی مقایسه ها انتخاب شده است. در انتخاب این ساختمان سعی شده که تا حد امکان از نظر ابعاد و مشخصات با تعداد بیشتری از ساختمانهای رایج در کشور مطابقت داشته باشد . شکل زیر پلان یک طبقه نمونه از ساختمان را نشان می دهد



(شکل ۱)

تعداد طبقات : ۵ طبقه

ارتفاع طبقات : ۳/۲ متر

سطح طبقات : ۲۲۵= ۱۵*۱۵ مترمربع

طول تیغه ها در هر طبقه : ۵۰ متر (۲۲/۵ درصد مساحت)

طول دیوارهای حاشیه : ۶۰ متر

درصد بازشوهای دیوار حاشیه : ۳۰ درصد

سازه مورد نظر در حالات متفاوتی مورد بررسی قرارگرفته. در بخشهای(الف) تا (د) به ترتیب اطلاعات ومفروضات اولیه در ارتباط با نوع سیستم سازه ای ، بارگذاری ، مقاطع مورد استفاده و روش آنالیز و طراحی شرح داده شده **است .**

الف) سیستم سازه ای

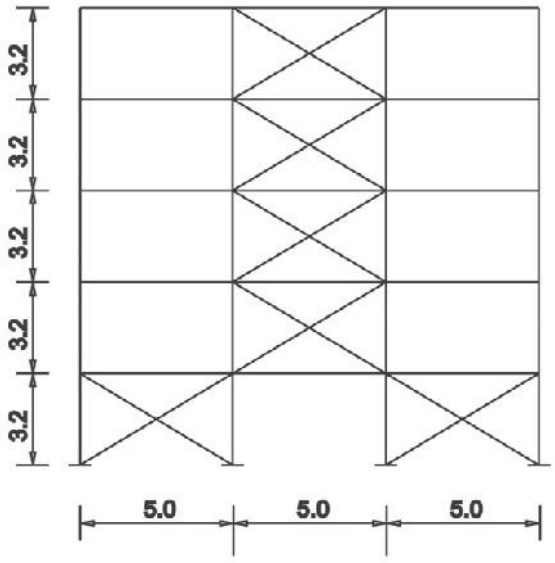
برای سازه مورد نظر سه سیستم سازه ای متفاوت در نظر گرفته شده :

۱- در هردو جهت قاب خمشی

۲- در هردو جهت قاب ساده + بادبندی

۳- در یک جهت قاب خمشی ، در یک جهت قاب ساده + بادبندی

در حالات ۲ و ۳ بادبندی در قابهای کناری انجام شده و نمای بادبندی مطابق شکل زیر می باشد . این فرم بادبندی به منظور حذف اثر کشش در فونداسیون انتخاب شده است .



(شکل ۲)

ب) بارگذاری

به منظور بررسی اثر کاهش وزن دیوارها جزئیات زیر برای دیوارها در نظر گرفته شده است .(برای محاسبه وزن دیوار به جزئیات شکل ۳ مراجعه شود.)

آجر فشاری($1800kg/m^3$)
- دیوارکناری $W= 490\ kg/m^2$
- تیغه بندی $W=300\ kg/m^2$

آجر مجوف($850kg/m^3$)
- دیوار کناری $W = 240\ kg/m^2$
- تیغه بندی $W = 145\ kg/m^2$

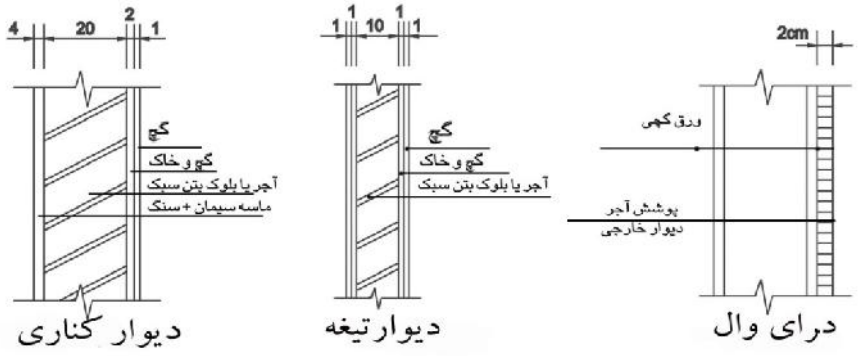
بلوک از بتن سبک ($500kg/m^3$)
- دیوار کناری $W = 190\ kg/m^2$
- تیغه بندی $W = 120\ kg/m^2$

درای وال
- دیوار کناری $W = 60\ kg/m^2$
- تیغه بندی $W = 25\ kg/m^2$

وزن سقف و کف سازی در دو حالت با $100\ kg/m^2$ تفاوت درنظر گرفته شده است .

حالت سنگین $W= 450\ kg/m^2$ حالت سبک $W= 350\ kg/m^2$

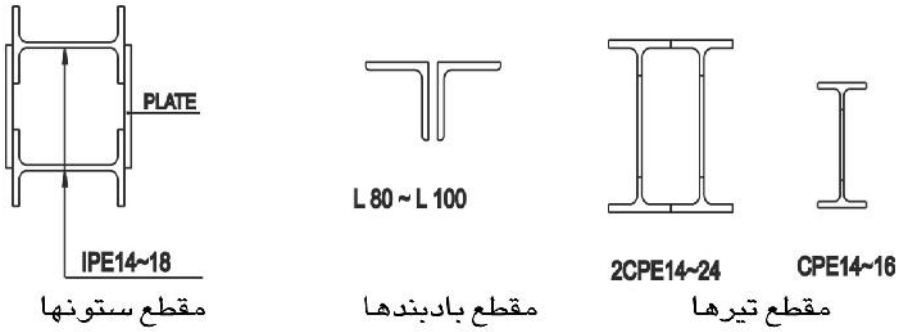
سربار زنده در همه حالات $200\ kg/m^2$ می باشد . وزن تیغه ها بصورت سربار مرده به وزن کف سازی اضافه شده و وزن دیوارهای کناری مستقیما"روی تیرهای کناری قرار گرفته است.



(شکل ۳)

ج) مقاطع مورد استفاده

شکل (۴) مقاطع استفاده شده در طراحی سازه ها را نشان می دهد . در یک حالت نیز محاسبات با فرض تنوع بیشتر پروفیلهای موجود در بازار انجام شده است .



(شکل ۴)

ردیف	مصالح مصرفی		سیستم سازه ای		تنوع	وزن
	کف	دیوار	جهت x	جهت y	پروفیل مصرفی	فولادسازه kg/m^2
1	سنگین	آجر فشاری	قاب	قاب	معمولی	54.1
2	سنگین	آجر فشاری	قاب	بادبندی	معمولی	42.8
3	سنگین	آجر فشاری	بادبندی	بادبندی	معمولی	35.9
4	سبک	آجر فشاری	قاب	قاب	معمولی	50.7
5	سبک	آجر فشاری	قاب	بادبندی	معمولی	40.9
6	سبک	آجر فشاری	بادبندی	بادبندی	معمولی	31.7
7	سنگین	آجرسفالی	قاب	قاب	معمولی	48.9
8	سنگین	آجر سفالی	قاب	بادبندی	معمولی	39.7
9	سنگین	آجر سفالی	بادبندی	بادبندی	معمولی	31.7
10	سبک	آجر سفالی	قاب	قاب	معمولی	46.3
11	سبک	آجر سفالی	قاب	بادبندی	معمولی	36.9
12	سبک	آجر سفالی	بادبندی	بادبندی	معمولی	30.8
13	سنگین	بلوک بتن سبک	بادبندی	بادبندی	معمولی	30.4
14	سنگین	درای وال	بادبندی	بادبندی	معمولی	27.5
15	سنگین	آجر سفالی	بادبندی	بادبندی	زیاد	30.7

(جدول ۱)

د) آنالیز و طراحی

آنالیز سازه ها توسط برنامه SAP90 و بصورت سه بعدی انجام شده و سپس طراحی اعضا براساس نتایج حاصل از آنالیز صورت گرفته است.به منظور یکسان بودن روند طراحی برای کلیه سازه ها آنالیز و طراحی با سه بار سعی وخطا انجام شده و سپس برای هر یک از سازه ها بر آورد مصالح مصرفی صورت گرفته است. جدول (۱)نتایج محاسبات را نشان می دهد.

نتیجه گیری

۱) تاثیر سیستم سازه ای (بادبندی – قاب خمشی)

در این قسمت اثر استفاده از سیستم سازه ای مناسب ، کاهش وزن سقف ها ، کاهش وزن دیوارها و استفاده از پروفیل های مناسب در طراحی ها بر کاهش وزن فولاد مصرفی سازه مورد بررسی قرارگرفته است.

همانطور که در جدول (۲) مشاهده می شود استفاده از بادبندی دریک جهت به میزان 20% و در دو جهت به میزان 35% از میزان فولاد مصرفی ، در مقایسه با سیستم قاب خمشی دو طرفه خواهد کاست و این کاهش تقریباً مستقل از وزن مصالح بکار رفته در ساختمان می باشد . در واقع بدون توجه به سبکی یا سنگینی مصالح بکار رفته ، استفاده از بادبند درصد یکسانی در کاهش مصرف فولاد خواهد داشت . بنابراین استفاده از بادبند را میتوان از دو بعد بررسی کرد

- بعد اقتصادی : منافع مناسبی به دلیل کاهش مصرف فولاد عاید خواهد شد.
- بعد فنی : در مورد ساختمان های نه چندان بلند طراحی سیستم بادبندی بسیار ساده تر و قابل درک تر از سیستم های قاب خمشی با اتصالات صلب می باشد ، همچنین اجرای آن راحت تر و قابل کنترل است.

با ذکر نکات فوق چون مهندسین سازه بعد از مهندسین معمار به طراحی سازه پرداخته ومهندسین معمارنیز براساس قوانین شهرداری و شهرسازی و ابعاد هنری به طراحی می پردازند هر کدام باید نقش خود را در راه مطمئن تر و ارزانتر ساختن سازه ایفا نمایند .

درصد کاهش وزن فولاد مصرفی در مقایسه با سیستم دو جهت قاب

ردیف	کف	دیوار	یک جهت بادبند	دو جهت بادبند
1-3	سنگین	آجر فشاری	20.9%	33.6%
4-6	سبک	آجر فشاری	19.3%	37.5%
7-9	سنگین	آجر سفالی	18.8%	35.2%
10-12	سبک	آجر سفالی	20.3%	33.5%
میانگین			20%	35%

(جدول ۲)

۲) تاثیر کاهش وزن سقف

جدول (۳) کاهش وزن فولاد مصرفی سازه ای ر ابه ازای کاهش وزن سقف نشان می هد. این مقدار در حدود 7% به ازای $100kg/m^2$کاهش وزن سقف می باشد. در محاسبه میانگین کاهش مصرف فولاد از مقدار مربوط به ردیف آخرجدول (۳)به دلیل دوری از بقیه نتایج استفاده نشده است . این عدد به دلیل محدودیت استفاده از حداقل 2IPE14 برای ستونها حاصل شده است .

۳) تاثیر کاهش وزن دیوارها برای بررسی اثر کاهش وزن دیوارها ، برآورد فولاد مصرفی سازه با فرض استفاده از چهار نوع دیوار با وزن مخصوص های متفاوت صورت پذیرفته است .(جدول ۴)

درصد کاهش وزن فولاد مصرفی به ازای $100kg/m^2$ کاهش وزن سقف

میانگین	درصد کاهش وزن فولاد مصرفی	سیستم سازه ای	دیوار
7%	6.3%	قاب + قاب	آجر فشاری
	4.4%	قاب + بادبندی	آجر فشاری
	11.7%	بادبندی + بادبندی	آجر فشاری
	5.3%	قاب + قاب	آجر سفالی
	7.1%	قاب + بادبندی	آجر سفالی
	2.8%	بادبندی + بادبندی	آجر سفالی

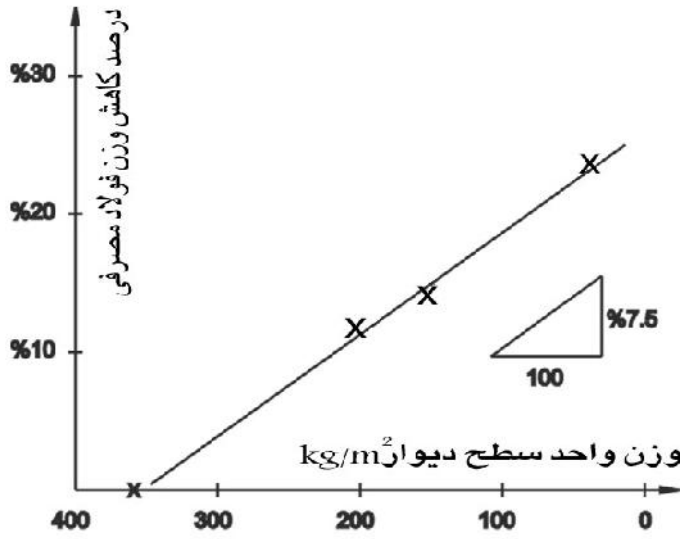
(جدول ۳)

درصد کاهش وزن فولاد مصرفی به ازای $100kg/m^2$ کاهش وزن دیوار

ردیف	نوع دیوار	میانگین وزن دیوار kg/m^2	فولاد مصرفی kg/m^2	کاهش وزن
3	آجر فشاری	385	35.9	-
9	آجر سفالی	188	31.7	11.7%
13	بلوک بتنی سبک	152	30.4	15.3%
14	درای وال	41	27.5	23.4%

(جدول ۴)

به منظور محاسبه تاثیر کاهش وزن دیوار به صورت مستقل از نوع دیوار، نتایج بدست آمده در نمودار شکل (۵) ترسیم شده و شیب بهترین خط گذرنده از آنها محاسبه شده است . براساس شیب این نمودار به ازای هر $100kg/m^2$ کاهش در وزن دیوارها در حدود 7.5% از میزان فولاد مصرفی کاسته خواهد شد .



(شکل۵)

جداول (۳) و (۴) نشان دهنده نتایج حاصل از توسعه فن آوری در صنعت ساختمان است، این فن آوری می تواند در موارد زیر باشد:

- تولید مصالح سبک ساختمانی (مانند مصالح سبک برای دیوارها) .
- استفاده از فن آوری درروش های اجرایی (مانند حذف کف سازی روی سقفها).

به عنوان مثال می توان با حذف سیستم های تاسیساتی و برق (به کمک مهندسین تاسیسات و برق) و با صاف و لیسه ای نمودن بتن روی سقف در هنگام بتن ریزی و یا ساعتی بعد از بتن ریزی و بعدها با چسباندن موزائیک یا سرامیک روی آن ملات زیر آن و پوکه ریزی روی سقف را حذف نمود.یک محاسبه ساده نشان می دهد که

از ایـن بابـت حـدود $150kg/m^2$ از وزن سـقف کاسـته خواهـد شـد . بـا احتسـاب $100kg$ کاهش در وزن مترمربع دیوارهای مورد استفاده مجموعـاً در حـدود 18% در وزن فولاد سازه ای صرفه جویی می شود . اگر علاوه بر موارد فوق اسکلت در دو جهت بادبندی شده باشد کاهش وزن به حدود 53% خواهد رسید . اگر وزن فولاد سازه ای به صورت معمولی $60kg$ به ازای هر مترمربع پیش بینی شود $31.8kg/m^2$ صرفه جویی در اسکلت سازه خواهیم داشت . ضمناً با توجه به هزینه مصالح مصـرفی در ساختمان ، به غیر از فولاد ، صرفه جویی ریالی مناسبی به ازاء کاهش هر $100kg$ مصالح مصرفی خواهدداشت.

۴) تاثیر تنوع پروفیل مصرفی

در بررسی های قبلی از پروفیلها و مقاطع ترکیبی رایـج در ایـران اسـتفاده شـده بـود . طراحی و برآورد یکی از ساختمانهای فـوق بـا فـرض تنـوع بیشـتر پروفیلهـا و مقـاطع ترکیبی انجام شده و نتایج آن در جدول (۵) دیده می شود .

درصد کاهش وزن فولاد مصرفی به ازای تنوع پروفیل فولادی

ردیف	سقف	دیوار	سیستم سازه ای	تنوع پروفیل	وزن فولاد مصرفی kg/m^2	کاهش وزن
9	سنگین	سفالی	بادبنددردوجهت	معمولی	31.7	-
15	سنگین	سفالی	بادبنددردوجهت	زیاد	30.7	3.2%

(جدول ۵)

خلاصه نتایج

درجدول (۶) خلاصه نتایج بدست آمده منعکس گردیده است.

بررسی ها نشان می دهد که برای ساختمان هائی که به صورت انبوه ساخته میشوند و قیمت تمام شده آن ها باید تا حد امکان پایین باشد ، استفاده از سیستم بادبندی در دو جهت و استفاده از مصالح سازه ای سبک می تواند علاوه بر افزایش ایمنی سازه تا حدود 20% صرفه جویی ریالی به دنبال داشته باشد .

درصد کاهش وزن فولاد مصرفی

بادبندی در یک جهت	20%
بادبندی در دو جهت	35%
کاهش وزن سقف به میزان $100kg/m^2$	7%
کاهش وزن دیوار به میزان $100kg/m^2$	7.5%
تنوع پروفیلهای مصرفی	3.5%

جدول (۶)

بخش دوم : روشهای سبک سازی در سفتکاری ساختمان

سقف ها :

طی سالها تلاشهای زیادی صورت گرفته تا بتوان وزن سقف را کاهش داد . نخستین قدم ، استفاده از سیستم تیرچه و بلوک بود . سپس استفاده از پلی استایرین و در نهایت انواع سقف های کامپوزیت ، که بنظر می رسد سبکترین سیستم سقف با برآورده نمودن حوائج آیینامه ای است . سقف کامپوزیت کُرمیت بسیارسبک و در عین حال سریع و ارزان می باشد.

تیغه ها و حائل ها :

استفاده از سفال بجای آجر فشاری و سپس استفاده از انواع سیستم های دیـوار چینـی سبک گامهای مهمی بوده که در راه سبک سازی برداشته شده .

استفاده از تیغه گچی با ابعاد معمول ۵۰ × ۶۶/۵ و با ضخامت های ۷ ، ۸ و ۱۰ سـانتی متر ، که هم اکنون در ایران تولید می شود ، علاوه بر وزن نسبتاً کم ، سرعت اجرای بالا ، عدم مصرف سیمان و در صورت اجرای صـحیح عـدم نیـاز بـه گـچ و خـاک و کشته کاری و قیمت مناسب ، در مقایسه با سیستم های دیگر مزایای این سیستم می باشد.متاسفانه بعلت اجرای نامناسب وعدم پیگیری شرکت های تولیدی این قطعـات ، جهت رفع معایب و تحقیق و بهبود بخشیدن و استمرار کار فرهنـگی ، عملاً میـرود تا نکات مثبت این سیستم پایمال ضـعف هـای کوچـک آن شـود ، اسـتفاده از انـواع مخلوط یونولیت و بتن ، یونولیت وگچ واستفاده از انواع پوکه ساختمانی در ترکیب با بتن یا گچ نیز می تواند جوابگوی مناسبی برای تیغه ها باشد کـه بایـد منتظـر تولیـد کنندگان بود تا با ابتکارات خود ، ساختمان را یاری کنند .

پرکننده روی سقف :

پوشش روی سقف ها نیز به عنوان پرکننده و یکی از وزن های مهـم مـرده سـاختمان است . این پر کننده ها به چند علت استفاده می شوند :

الف : پرکردن ضخامت جهت لوله گذاری

ب: پرکردن ضخامت جهت شیب بندی پشت بام

ج : پرکردن فاصله ای جهت عدم انتقال صوت و حرارت بین طبقـات روی هـم قـرار گرفته .

استفاده از مخلوط سیمان ، ماسه و پفک یونولیت ، میتواند دراین موارد کمک موثری نماید . جهت این مخلوط سازی معمولاً استفاده از مخلوط کن بهتر است و می توان با درصد های مختلف ، بسته به تفاوت و وزن مورد نیاز آن را در کارگاه تولید نمود . پفک یونولیت چه به صورت آسیابی دست دوم و یا تولید اولیه ازکلیه کا خانجات یونولیت تهیه می شود.

در صورت استفاده از این نوع مخلوط برای شیب بندی پشت بام ، حتماً روی آن باید با یک لایه ماسه سیمان نازک ، پوشانده شود . چراکه قیروانواع فرآورده های نفتی یونولیت را درخود حل می نماید. استفاده از انواع بتن سبک نیز مناسب است.