

بسمه تعالی

طرح مطالعات امکان سنجی تولید پرلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

کارفرما: شرکت شرک های صنعتی استان زنجان

مشاور: شرکت فنی و مهندسی فن آوران نوین زنجان

تأبستان ۸۹

فهرست مطالب

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۶۰	فصل سوم) بررسی فنی و تکنولوژیکی	۲	مقدمه و خلاصه طرح
۶۰	تشریح تکنولوژی تولید	۷	فصل اول (معرفی و شناخت محصول
۷۰	معرفی ماشین آلات ، تجهیزات و ابزار آلات	۷	تاریخچه محصول
۷۷	برآورد مواد اولیه و منبع تهیه هر کدام از آنها	۹	تعریف محصول
۸۱	برآورد تاسیسات مورد نیاز	۱۲	دلایل انتخاب محصول (صنعت) مورد نظر
۸۲	طراحی کارخانه ، تخمین فضاهای مورد نیاز	۱۷	کاربردهای محصول
۸۳	برآورد لوازم و تجهیزات اداری	۲۱	مشخصات فنی محصول
۸۴	برآورد نیروی انسانی و ساختار سازمانی	۳۸	فصل دوم) مطالعه بازار
۸۷	فصل چهارم) مکان یابی طرح	۴۷	میزان عرضه (تولید داخلی ، واردات)
۹۱	فصل پنجم) برنامه زمانبندی اجرای پروژه	۵۴	بررسی میزان تقاضا(مصرف داخلی و صادرات)
۹۳	فصل ششم) تجزیه و تحلیل مالی طرح	۵۶	تحلیل توازن عرضه و تقاضا
۱۰۵	فصل هفتم) جمع بندی و نتیجه گیری	۵۹	تعیین ظرفیت کارخانه

در پایان طرح و جهت ارائه اطلاعات تکمیلی به سرمایه گذاران محترم، مطالب زیر تحت عنوان ضمائم ارائه شده است .

پیوست ۱ : روش اجرایی کار با بلوک های سبک

پیوست ۲: بتن سبک و اثر میکرو سیلیس ها در افزایش مقاومت آن

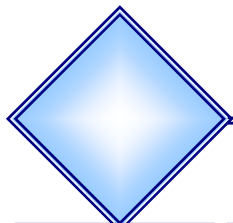
پیوست ۳: بتن سبک با ساختمان سلولی (فوم) CLC

پیوست ۴: آشنایی با مصارف پرلیت

پیوست ۵: مصرف پرلیت در زمین های کشاورزی

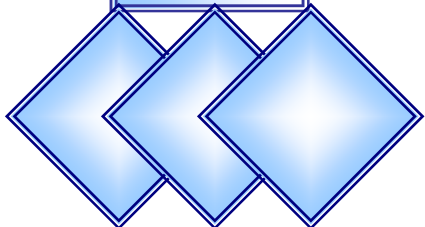
پیوست ۶: برتری های نانو سیلیس در مقایسه با دوده سیلیکا

پیوست ۷: استفاده از پرلیت به عنوان مصالح بومی در سبک سازی وزن بتن همراه با قابلیت افزایش مقاومت آن



طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

مقدمه و خلاصه طرح



مقدمه

به منظور توسعه سرمایه گذارهای جدید در گروه های زیر ساخت ، صنایع و خدمات که پیامد درک نیازها و تمایلات انسان در جامعه است ، سیستم مطالعات سرمایه گذاری می تواند برای تخصیص صحیح منابع به منظور تحقق چنین نیازهایی ضروری و ثمر بخش باشد. لذا در مراحل اولیه مطالعات سرمایه گذاری ، هرگاه آثار مثبتی از دور نمای روش طرح مشاهده گردد ، انگیزه های لازم برای سرمایه گذاری و برنامه ریزی اجرایی طرح ایجاد می گردد . مطالعات و تحلیلهای سرمایه گذاری نقش غیر قابل انکار در موفقیت یا شکست نهایی طرح دارد . اگر مبنای مطالعات سرمایه گذاری بر تحلیل ها و استدلال علمی و منطقی استوار نباشد ، بی شک طرح مورد بررسی نتایج اقتصادی ، فنی و مالی مطلوب نخواهد داشت .

از مراحل شناسایی ایده و امکانات سرمایه گذاری تا بهره برداری موفق و کارآمد ، گستره و طیف وسیعی از مطالعات در راستای سرمایه گذاری وجود دارد به طوریکه طرح مورد نظر بایستی از عهده آزمایشات مطالعات امکان سنجی اقتصادی ، فنی و مالی در شرایط نهادی ، اجتماعی ، سیاسی و فرهنگی برآید . لذا اولویتهای انواع مطالعات سرمایه گذاری از مرحله شناسایی ایده و امکانات تا مرحله بهره برداری به شرح زیر می باشد :

✓ مطالعات فرصت (OPPRTUNTY STUDY)

✓ مطالعات پیش مهندسی (PRE-FEASIBILITY STUDY)

✓ مطالعات امکان سنجی (FEASIBILITY STUDY)

✓ طرح تجاری (BUSINESS PLAN)

✓ فاز ساخت (CONSTRUCTION PHASE)

✓ فاز بهره برداری (PRODUCTION PHASE)

چنانچه عنوان شد بررسی امکان سنجی دقیق هر طرح از ابعاد اقتصادی (MARKET STUDY) ، فنی (TECHNICAL STUDY) و مالی (FINANCIAL STUDY) صورت می گیرد . چنین بررسی و مطالعه ای برای ایجاد یا توسعه هر واحد صنعتی ، خدماتی کشاورزی و معدنی مورد نیاز می باشد . به طوریکه بر این اساس دورنمای آتی طرح توسط مطالعات

امکان‌سنجی بررسی می‌گردد. معمولاً تامین‌کنندگان منابع مالی مانند بانکها و موسسات مالی و پولی، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، سهامداران و شرکا، بر اساس نتایج و شاخص‌های حاصل از این مطالعات، منابع مالی را به طرح‌های در دست اجرا تخصیص می‌دهند. به طوریکه پس از تأیید گزارشات امکان‌سنجی تهیه شده، قراردادهای مشارکت مدنی و غیره منعقد گردیده و سپس فاز ساخت پروژه شروع می‌گردد.

در گزارش حاضر و بر اساس طرح ارجاعی از سوی شرکت شهرک‌های صنعتی استان زنجان، مطالعات امکان‌سنجی طرح تولید پرلیت و انواع مصالح ساختمانی سبک مورد بررسی و تجزیه و تحلیل واقع می‌گردد.

قبل از پرداختن به موضوعیت اصلی طرح حاضر، عنایت ویژه سرمایه‌گذاران به نکات کلیدی زیر حائز اهمیت است. الف) اصولاً توجیه‌پذیری هر پروژه اجرایی، تابع زمان می‌باشد. بدین معنی که پروژه دارای توجیه در شرایط حاضر الزاماً در سال‌های آتی توجیه‌پذیر نخواهد بود و بایستی، مطالعات مربوطه مجدداً مورد بازنگری قرار گیرد چرا که شرایط اقتصادی، تکنولوژیکی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی حاکم در بستری از شرایط رقابتی قرار داشته و لذا عوامل موثر بر طرح‌ها تحت تأثیر و احیاناً تغییرات جدی قرار می‌گیرند.

ب) توجیه‌پذیری طرح‌ها، دارای یک مفهوم نسبی است به طوریکه این مفهوم در کنار پارامتر مهم دیگری تحت عنوان، توان و اهلیت مدیریتی سرمایه‌گذار به مفهوم عام کلمه کامل می‌گردد. در این راستا بایستی سرمایه‌گذاران محترم به عواملی همچون نحوه تامین منابع مالی در زمان مناسب، انتخاب مدیران و کارشناسان مجرب و کار آزموده در هسته مدیریتی و اجرایی پروژه و به ویژه پیش‌بینی مناسب بازارهای هدف و مکانیزم دستیابی به آن، توجه خاصی داشته باشند.

ج) علی‌القاعده ضرورت حرکت به سمت سبک‌سازی ساختمانها و ساخت و ساز صنعتی موجب شده است، در سالهای اخیر تولید و عرضه انواع مصالح ساختمانی سبک در کشورمان مطرح گردد که مصالح سبک برپایه پرلیت (موضوع اصلی طرح حاضر) یکی از زمینه‌های کاری و اتفاقاً در زمره مصالح نوپایی است که به لحاظ جذابیت برای تقاضا کنندگان در مقایسه با محصولات جایگزین، دارای مزیت‌های نسبی خاصی نمی‌باشد. و لذا اولاً سرمایه‌گذاران و علاقمندان که طرح حاضر را مطالعه می‌نمایند، بایستی در سایر زمینه‌های مشابه مانند تکنولوژی‌های نوین سبک‌سازی بتن و یا تولید مصالح برپایه لیکا نیز شناخت لازم را کسب نمایند و بر همین اساس و با توجه به اهمیت موضوع در طرح حاضر نیز برخی دیدگاه‌های کلیدی در این خصوص ارائه شده است و ثانیاً اینکه علیرغم سادگی فرایند تولید

مصالح ساختمانی سبک مانند بلوک سقفی یا دیواری، رفع برخی از معایب احتمالی مصالح ساختمانی بر پایه پرلیت مانند جذب بسیار سریع آب و موارد مشابه و در نهایت دستیابی به فرمولاسیون و روشهای اختلاط مناسب و دارای مزیت های نسبی در مقایسه با محصولات مشابه به لحاظ پایین بودن وزن، بالا بودن مقاومت و برخورداری از روش های اجرایی سهل و آسان، مستلزم طی یک فرایند نسبتا چالشی، طولانی و مبتنی بر سعی و خطا به ویژه در زمان تولید آزمایشی می باشد.

د) با توجه به برنامه های جاری دولت محترم مبنی بر هدایت سرمایه گذاری ها به سمت ساخت و ساز صنعتی جهت حل و فصل معضل مسکن در کشورمان، تولید هر نوع مصالح ساختمانی سبک همسو با استراتژی مذکور، می تواند دارای توجیه پذیری مناسبی به لحاظ اقتصادی باشد مشروط بر اینکه طراحی کارخانه، خط تولید، فرایندها و در نهایت محصولات بتواند ویژگی های مورد نظر را پاسخگو باشد.

ه) اصولا توسعه صنایع پایین دستی ماده معدنی پرلیت دارای توجیهات اقتصادی مناسبی می باشد. البته این حوزه که فعالیت در آن به سرمایه گذاران محترم توصیه می گردد ضرورتا بخش ساخت و تولید مصالح ساختمانی نبوده و چنانچه خواهیم دید، ایجاد فضاهای کسب و کارها در بالا دست و پایین دست پروسه استخراج پرلیت و فرآوری آن، زمینه های جذاب دیگری برای سرمایه گذاران به ویژه در مناطقی مانند استان زنجان با پتانسیل بالای معدنی معرفی می نماید.

و) طرح مورد مطالعه از یک سو در ارتباط با حوزه پایین دست صنایع معدنی بوده و از یک سو مرتبط با صنعت ساختمان می باشد، لذا در طرح حاضر تلاش گردیده است مطالب مرتبط به همراه سایر جاذبه های سرمایه گذاری در هر دو حوزه کاری ارائه گردد.

جدول خلاصه طرح

عنوان	شرح
نوع صنعت	صنایع معدنی و کانی غیر فلزی
نام محصولات	پرلیت منبسط و قطعات پیش ساخته پرلیتی (مانند بلوک سقفی و دیواری)
ظرفیت سالیانه	۵۰۰۰ تن
کاربردهای متداول محصول	پروژه های عمرانی و استفاده در ساخت و ساز انواع بناها و ساختمانها
نام مواد اولیه و محل تامین آن	پرلیت خام ۲۲۴۴ تن، پرلیت منبسط شده ۲۷۵۶ تن، سیمان ۹۳۵ تن، سیلیس ۶۲۵ تن، سایر پوزولان ها، الیاف و مواد بهبود دهنده کیفیت ۵۰۰ تن / کلیه مواد اولیه قابل تهیه از داخل
میزان نیاز سالانه به محصول	سطح کشور: ۷۵۰۰۰ تن / استان: ۱۰۰۰ تن
مدت زمان مورد نیاز برای فاز ساخت	۲ سال
محل پیشنهادی برای اجرای طرح	شهرک صنعتی شماره ۲ زنجان
مساحت زمین (متر مربع)	۳۵۰۰
مساحت زیربنای کارخانه (متر مربع)	فضای تولیدی: ۵۰۰
	فضای انبارها: ۲۵۰
	اداری، رفاهی و خدماتی: ۱۵۰
محل تامین ماشین آلات	قابل تهیه از داخل کشور
ارزش تقریبی ماشین آلات	۴۴۸۰ میلیون ریال
ارزش تقریبی تاسیسات زیربنایی و جانبی	۱۴۳۲ میلیون ریال
دیماندر برق (کیلووات)	۱۵۰ کیلووات
مصرف سالیانه حامل های انرژی	برق (کیلووات ساعت): ۵۵۷۵۰۰
	گاز (متر مکعب): ۱۳۷۵۰۰
	آب (متر مکعب): ۲۷۵۰۰

ارزی : ---	سرمایه ثابت
ریالی : ۱۰۹۴۶ میلیون ریال	
مجموع : ۱۰۹۴۶ میلیون ریال	
ارزی : ---	سرمایه در گردش
ریالی : ۳۲۶۹ میلیون ریال	
مجموع : ۳۲۶۹ میلیون ریال	
۳۳ نفر	تعداد پرسنل در فاز بهره برداری
بالای ۱۰۰ نفر	پیش بینی اشتغال زایی غیر مستقیم
۳ سال	دوره برگشت عادی سرمایه (سال)
۵/۵ سال	دوره برگشت دینامیک سرمایه (سال)
۳۸/۴۴٪	درصد فروش در نقطه سر به سر
با توجه به لزوم سبک سازی ساختمانها ، استفاده از قطعات پیش ساخته و مصالح سبک رو به افزایش است. البته پرلیت یکی از زمینه های کاری می باشد .	
با توجه به نقش محصول نهایی این طرح در بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان ها ، عملا طرح همسو با توسعه پایدار و بهبود وضعیت زیست محیطی است .	
ملاحظات زیست محیطی	

فصل اول: معرفی و شناخت محصول

معرفی و شناخت محصول

۱-۱- تشریح تاریخچه محصول

۱-۱-۱ تاریخچه پرلیت

لغت پرلیت از پرل فرانسوی به معنی مروارید گرفته شده است. مطالعه تاریخ حاکی از آن است که بشر قرن سوم، پرلیت، که سنگ سیلیسی آتشفشانی و با رنگ خاکستری روشن و یا سیاه شیشه ای بوده، را می شناخته است. در سال ۱۹۱۴، طی اتفاقاتی توسط دو محقق بطور مجزا، منحصر به فردترین خاصیت پرلیت کشف شد. یک دندانپزشک امریکایی حین کار کردن روی مینای دندان و یک زمین شناس بهنگام استفاده از ماسه های ساحلی برای خاموش کردن آتش سوزی سواحل جزیره نیلوس در یونان، متوجه انبساط این سنگ در اثر گرما گردیدند. به هر حال انجام آزمایشاتی بر روی پرلیتهای موجود در کانسارهای نزدیک آریزونا در امریکا در طی چندین سال، منجر به تولید پرلیت از سال ۱۹۴۶ برای مصارف صنعتی گردید. در کشور ایران تحقیقات جهت اکتشاف پرلیت در سال ۱۳۵۵ شمسی آغاز گردید. اولین ذخیره ای که توسط سازمان زمین شناسی کشف و مطالعه شد، پرلیت سفید خانه در ناحیه میانه آذربایجان بود.

اساسا پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی با ترکیب اسیدی تا حد واسط است که در محیط آب و یا مرطوب تشکیل می شود. پرلیت دارای بافت شیشه ای بوده و به سبب همراه داشتن آب، اشکال کروی در آن ایجاد شده است. میزان آب همراه با پرلیت در حدود ۲ تا ۵ درصد می باشد. بعضی از دانشمندان معتقدند این ماده از هیدراسیون به وجود آمده است و آب موجود در آن به صورت مولکولی و هیدروکسیل است. نسبت مقدار این دو نوع آب در پرلیت به میزان فراوانی اکسید کلسیم و منیزیم بستگی دارد. پرلیتها ناپایدارند و با گذشت زمان شروع به تبلور می کنند و سپس خاصیت اصلی خود را از دست می دهند. بیشتر پرلیتهای مرغوب به دوران سوم و چهارم زمین شناسی تعلق دارند.

۱-۱-۲ تاریخچه مصالح ساختمانی سبک

رومیان در احداث معبد پانتئون و ورزشگاه کلوزیوم از پومیس (نوعی مصالح سبک) استفاده کرده اند. بتن سبکدانه پس از تولید سبکدانه های مصنوعی و فرآوری شده در اوایل قرن بیستم وارد مرحله جدیدی شد. در سال ۱۹۱۸، S.J.Hayde، با استفاده از کوره اقدام به منبسط کردن رس و شیل کرد و بدین ترتیب سبکدانه ای مصنوعی تولید کرد که از آنها در

ساخت بتن استفاده شد. وی نام این سبکدانه‌ها را هایدیت نهاد. تولید تجاری روباره‌های منبسط شده نیز از سال ۱۹۲۸ آغاز گردید. سبکدانه‌های مصنوعی در هنگام جنگ جهانی اول به دلیل محدودیت دسترسی به ورق فولادی برای ساخت کشتی بکار رفت. کشتی **Atlantus** به وزن ۳۰۰۰ تن که با بتن سبک هایدیتی ساخته شد، در اواخر سال ۱۹۱۸ به آب افتاد. در سال ۱۹۱۹ کشتی **Selma** به وزن ۷۵۰۰ تن و طول ۱۳۲ م با همین نوع بتن ساخته و به آب انداخته شد. تا آخر جنگ جهانی اول و سپس تا سال ۱۹۲۲ کشتی‌ها و مخازن شناور متعددی ساخته شد که یکی از آنها **Peralta** تا سال‌های اخیر شناور بود. برنامه ساخت کشتی‌ها در اواسط جنگ جهانی دوم متوقف شد و دوباره به دلیل محدودیت تولید ورق فولادی مورد توجه قرار گرفت. تا پایان جنگ جهانی دوم ۲۴ کشتی اقیانوس پیمای و ۸۰ بارج دریایی ساخته شد که ساخت آن‌ها در دوران صلح، اقتصادی محسوب نمی‌شد. ظرفیت این کشتی‌ها ۳ تا ۱۴۰۰۰۰ تن بود. در سال‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی ساختمان‌ها و پل‌های زیادی با بتن سبک در دنیا ساخته شد. در این مدت بیش از ۱۵۰ پل و ساختمان در ایالات متحده و کانادا با این نوع بتن، مورد بهره‌برداری قرار گرفت. در سال ۱۹۴۸ اولین ساختمان با استفاده از شیل منبسط شده در پنسیلوانیای شرقی احداث گردید. در ادامه از سال ۱۹۵۰ ساخت بتن سبک گازی اتوکلاو شده در انگلستان متداول شد. اولین ساختمان بتن سبکدانه مسلح در این کشور که یک ساختمان سه طبقه بود در سال ۱۹۵۸ و در شهر برنت فورد احداث گردید.

ساختمان هتل پارک پلازا در سنت لوئیز، ساختمان ۱۴ طبقه اداره تلفن بل جنوب غربی در کانزاس سیتی در سال ۱۹۲۹ از جمله ساختمان‌های دهه ۲۰ و ۳۰ میلادی ساخته شده در امریکای شمالی با استفاده از بتن سبک هستند. ساختمان ۴۲ طبقه در شیکاگو، ترمینال **TWA** در فرودگاه نیویورک در سال ۱۹۶۰، فرودگاه **Dulles** در واشنگتن در سال ۱۹۶۲، کلیسایی در نروژ در سال ۱۹۶۵، پلی در وایسبادن آلمان در سال ۱۹۶۶ و پل آب بر در روتردام هلند در سال ۶۸ از جمله ساختمان‌هایی هستند که با بتن سبکدانه ساخته شده‌اند.

در هلند، انگلستان، ایتالیا و اسکاتلند نیز در دهه ۷۰ و ۸۰ پل‌هایی با دهانه‌های مختلف ساخته و با موفقیت بهره‌برداری شده‌اند. در سال‌های ۱۹۷۰ ساخت بتن سبکدانه پر مقاومت آغاز شد و در دهه ۸۰ به دلیل نیاز برخی شرکت‌های نفتی در امریکا و نروژ برای ساخت سازه‌ها و مخازن ساحلی و فراساحلی مانند سکوهای نفتی یک رشته تحقیقات وسیع

برای ساخت بتن سبکدانه پر مقاومت در این دو کشور با هدایت واحد آغاز شد که نتایج آن در اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ منتشر گشت.

در سالیان اخیر نیز استفاده بتن سبک در دال سقف ساختمانهای بلند مرتبه، عرشه پل ها و دیگر موارد مشابه و همچنین کاربردهای خاص مانند عرشه و پایه دکل های استخراج نفت کاربرد فراوانی یافته است.

۱-۲ تعریف محصول، کد آیسک و استانداردهای مربوطه

بر اساس متون علمی، پرلیت به یک شیشه ولکانیکی آلومینه سیلیکاته با ترکیب مشابه ریولیت یا آندزیت اطلاق می شود که مقدار دو تا پنج در صد آب در شبکه بلوری خود جای داده است و با یک سیستم شکافهای متحدالمرکز یا شعاعی معروف به بافت پرلیتی مشخص می شود. پرلیت اغلب به صورت سنگی شکننده و نامتراکم با رنگ روشن دیده می شود که به دلیل تراکم ناچیز، این توده ها در اثر ضربات چکش به راحتی خرد شده و به اجزا اسفروئیدال متحدالمرکز تبدیل می شود که همین اجزا با ترک های متحدالمرکز باعث اطلاق اسم بافت پرلیتی به سنگ گردیده اند. این بافت با انقباض و چروکیدگی به هنگام سرد شدن حاصل میشود که طی آن اشکال کروی پیازی شکل با قطری در حدود میلی متر تا سانتی متر در سنگ به وجود می آید.

علی القاعده صفت عمومی همه شیشه های ولکانیکی، داشتن مقدار قابل ملاحظه ای آب ترکیبی می باشد. مثلا اسیدین دارای ۱٪ و یا کمتر و پیچستون ممکن است تا ۱۰٪ آب داشته باشد و در حد واسط این دو مقدار، پرلیت و پامیس قرار می گیرند. قسمت اعظم آب موجود در پرلیت، به صورت مولکولی حل شده در شیشه می باشد و فقط قسمت کمی از آن به صورت هیدروکسیل است. البته مقدار فراوانی این دو نوع آب به میزان فراوانی اکسید کلسیم و منیزیم بستگی دارد. این آب می تواند منشا ماگمایی و یا بعد ماگمایی داشته باشد.

اکثر پرلیتها دارای ارزش تجاری زیادی هستند و مهمترین علت آن هم، قابلیت انبساط زیاد و ناگهانی (افزایش حجمی در حدود ۲۰ برابر) در مقابل حرارت می باشد. البته این خاصیت در سنگهای شیشه ای دیگری که ساخت و بافت پرلیتی نداشته بلکه محصول دگرسانی ریولیتها یا اسیدین ها هستند، وجود دارد. البته در طبیعت، پرلیت با ترکیب آندزیتی و داسیتی نیز یافت می شود ولی آنها فاقد ارزش تجارتهای هستند.

نوع آب موجود در شیشه‌های ولکانیکی، مقدار و شرایط رها شدن، غلظت شیشه و تغییرات آن در درجه حرارت‌های مختلف از عوامل مهمی هستند که در مقدار و شرایط انبساط موثر هستند و نیز تغییر در ترکیب شیمیایی، سبب تغییر در نقطه نرم شدن، اندازه حبابها و ضخامت دیواره بین حفرات و تخلخل می‌شود لذا جهت تولید پرلیت منبسط شده که محصول مورد نظر طرح می‌باشد، عملاً از شیشه‌های ولکانیکی، بایستی آزمایشات و آنالیزهای دقیقی بعمل آید.

آب موجود در پرلیتها یکی از عواملی است که خروج آن در اثر حرارت معینی موجب انبساط سریع سنگ می‌شود. وقتی دانه‌های پرلیت خرد شده، به طور ناگهانی تا درجه حرارت نزدیک به نقطه ذوب (دمای ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس) گرم می‌شوند آب تبدیل به بخار آب شده و اجزای نرم متخلخلی از آن باقی می‌ماند که همان پومیس مصنوعی است. در درجه حرارت‌های بین ۸۰۰-۱۲۰۰ درجه سلسیوس فشارهای ناشی از تبخیر آب افزایش یافته چون در این حالت، سنگ شیشه، نرم شده و حالت خمیری پیدا کرده، خروج ناگهانی بخار آب و گازهای فرار باعث ایجاد تخلخل ریز در سنگ شده و توده شیشه‌ای به ماده سبک سفید رنگی تبدیل می‌شود.

بر اساس بررسی به عمل آمده، کدهای آیسیک مرتبط با پرلیت عبارتند از:

کدهای آیسیک مرتبط با پرلیت

ردیف	نام محصول	کد ISIC
۱	پرلیت	۱۴۲۹۱۴۱۴
۲	قطعات پیش ساخته پرلیت	۲۶۹۵۱۱۲۵
۳	دانه میکا از پرلیت	۲۶۹۹۱۴۳۱
۴	پرلیت منبسط شده	۲۶۹۹۱۴۳۲
۵	پرلیت دانه بندی شده	۲۶۹۹۱۴۵۵
۶	بلوک سقفی سبک	۲۵۲۰۱۳۳۲
۷	بلوک دیواری سبک	۲۵۲۰۱۳۳۵

استانداردهای مرتبط با پرلیت

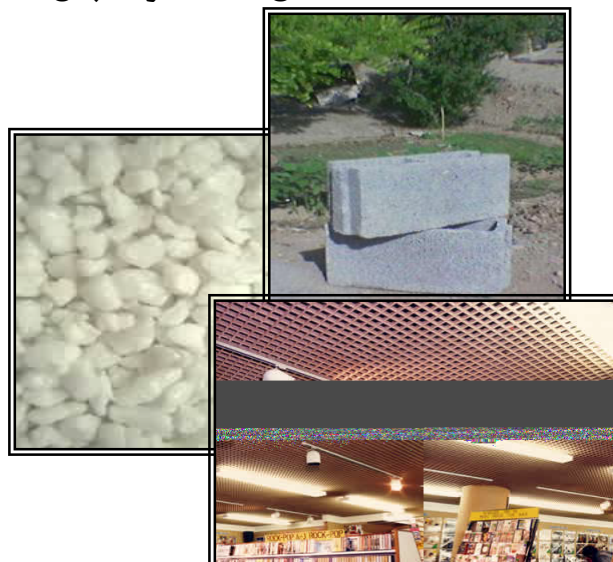
پرلیت مورد استفاده در مصارف و کاربردهای مختلف دارای مشخصات ویژه و خاصی می باشند که جهت تعیین و کنترل این مشخصات بایستی از تست های استاندارد استفاده شود که اغلب تست های ASTM ، متداول است به عنوان نمونه مشخصات پرلیت مورد استفاده مخلوط گچ و سیمان در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول دانه بندی پرلیت و وزن مخصوص آن جهت مصرف در مخلوط گچ و سیمان بر اساس ASTM

درصد مانده بر روی الک				مشخصات الک	
مخلوط با سیمان (درصد حجمی)		مخلوط با گچ (درصد حجمی)			
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	بر حسب میکرون	شماره الک
-	-	-	-	۴۷۶۰	۴
۱۵	-	۵	-	۲۳۸۰	۸
۶۰	۱۵	۶۰	۵	۱۱۹۰	۱۶
۸۰	۴۰	۹۵	۴۵	۵۹۰	۳۰
۹۵	۷۵	۹۸	۷۵	۲۹۷	۵۰
۱۰۰	۹۰	۱۰۰	۸۸	۱۴۹	۱۰۰
۱۲	۷/۵	۱۵	۷/۵	وزن مخصوص (lb/ft3)	

لازم به ذکر است استاندارد ملی ایران به شماره ایران ۸۳۲۰ در سال ۱۳۸۴ نیز با عنوان مصالح ساختمانی ، فرآورده های عایق کاری حرارتی ساخته شده در کارخانه از پرلیت منبسط ، ویژگی ها ، تدوین شده است.

تصاویری از پرلیت منبسط (سفید رنگ) ، عایق سقف و بلوک پیش ساخت پرلیتی



۳-۱ دلایل انتخاب محصول مورد نظر

بر اساس آمارهای رسمی کشور ایران با دارا بودن بیش از ۲۴ میلیارد تن ذخایر معدنی دوازدهمین کشور بزرگ معدنی جهان است که بر اساس عملیات اکتشافی انجام شده، حدود ۶۰ نوع ماده معدنی مختلف در سطح کشور به ثبت رسیده است، همچنین حدود ۱۵ نوع ماده معدنی دیگر نیز در حال اکتشاف می‌باشند. مطالعات انجام شده حاکی از آن است که حدود ۶ میلیارد تن از معادن موجود، مربوط به ذخایر فلزی و مابقی ذخایر از نوع فلزی مشتمل بر ذغال سنگ، مصالح ساختمانی و کانی‌های صنعتی هستند. بر همین اساس در حال حاضر بیش از ۲۰۰۰ معدن فعال در کشور وجود دارد که استخراج مواد معدنی معادل ۱۰۰ میلیون تن از این معادن بصورت سالیانه، ارزش افزوده قابل توجهی را به دنبال دارد. از سوی دیگر کشور ایران ۱۰ درصد کل ذخایر شناخته شده نفت، ۱۴ درصد از منابع گاز و ۳۵ درصد از ذخایر مس جهان را در اختیار دارد و این در حالی است که در زمینه فلزات مهمی مانند سرب و روی، به ترتیب حدود ۵ و ۲ درصد از کل منابع شناخته شده جهان در ایران قرار دارند. از سوی دیگر بر اساس آمارهای رسمی، سهم صنعت و معدن در تولید ناخالص داخلی در ایران حدود ۱۷٪ می‌باشد که از این میزان تنها ۰/۶ درصد آن به بخش معدن اختصاص داشته و در طی سالهای اخیر این سهم به حدود ۱/۱ درصد افزایش یافته است. افق‌های برنامه ریزی کلان اقتصادی دولت مبنی بر افزایش چهار برابری سهم بخش معدن در تولید ناخالص ملی، بیانگر توجه جدی مسولان کشور و سیاستهای اقتصادی در زمینه بالفعل کردن پتانسیل‌های معدنی موجود می‌باشد.

با استناد به دلایل اقتصادی فوق و با عنایت به وجود برخی مزیت‌های نسبی در منطقه به لحاظ وجود معادن پرلیت و همچنین با رویکرد تمرکز بر توسعه صنایع پائین دستی پرلیت در زمینه ساخت قطعات پیش ساخته ساختمانی از جنس پرلیت، فعالیت جدیدی در این زمینه به سرمایه‌گذاران محترم توصیه می‌گردد.

از سویی دیگر همگام با پیشرفت تکنولوژی و همچنین وضع استانداردهای جدید جهانی در صنعت ساختمان و با نگرش جدی تر به فاکتورهای زیست محیطی، مصرف انرژی، سهولت تولید و اجرا، ایمنی، صرفه اقتصادی و عوامل رفاهی، امروزه استفاده از مصالح سنتی کم‌کم در حال منسوخ شدن بوده و بهترین انتخاب برای جایگزینی، استفاده از انواع مصالح ساختمانی سبک مانند بتن سبک به ویژه بتن‌های سبک هوادار (فوم بتن سبک و بتن گازی) و همچنین بتن

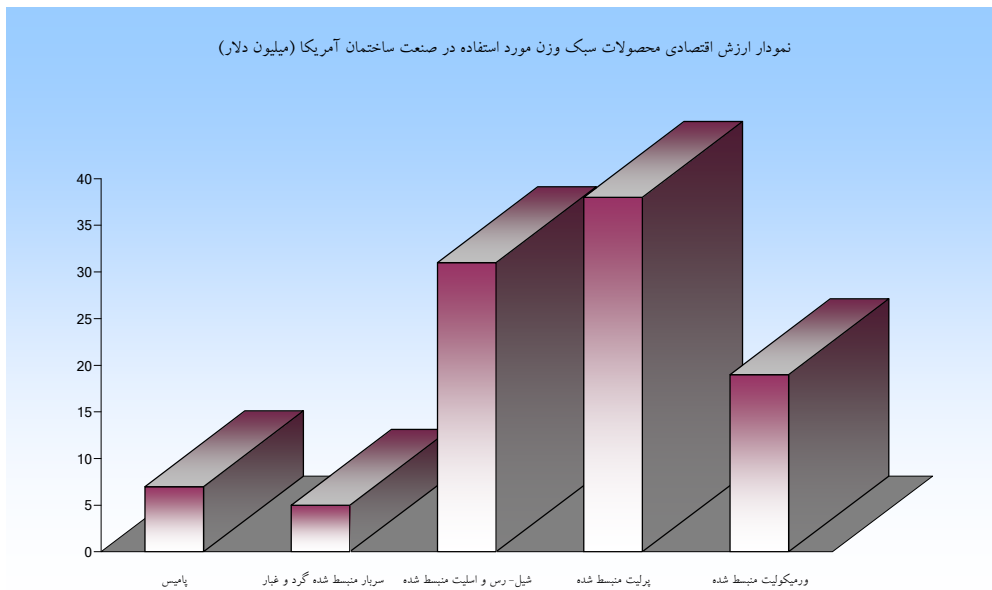
دانه سبک می‌باشد که خوشبختانه با همت مهندسان و معماران بخش ساختمان و پشتیبانی دست اندرکاران دولتی و مراجع علمی، استفاده از آنها در کشورمان در حال فراگیر شدن است.

وزن مخصوص فضایی بتن سبک بستگی به روش ساخت، مقدار و انواع اجزای متشکله آن دارد. تمام بتن‌های سبک، وزن مخصوص کم خود را مدیون وجود هوا در ساختمان داخلی‌شان هستند. بتن سبک، با وزن مخصوص ۶۰۰ تا ۱۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب را برای سیستم‌های عایق بندی و همچنین به عنوان پرکننده و همچنین برای تحمل بارها می‌توان مورد استفاده قرار داد.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، در دهه‌های اخیر ارزش تقریبی و مجموع وزنی مصالح سبک وزن در صنعت ساختمان آمریکا به ترتیب معادل ۱۳ میلیون تن و ۲۹۰ میلیون دلار بوده است. در این بین، ترکیب سبک وزن مصالح ساختمانی مورد مصرف در آمریکا به شرح زیر است:

ترکیب استفاده از مصالح سبک در ایالات متحده آمریکا

نوع ماده	میزان درصد وزنی از مصرف کل	میزان درصد از ارزش اقتصادی کل
پامیس	۳۳	۷
سربار منبسط شده گرد و غبار کارخانه‌ها	۱۸	۵
شیل - رس و اسلیت منبسط شده	۴۳	۳۱
پرلیت منبسط شده	۴	۳۸
ورمیکولیت منبسط شده	۲	۱۹



بر اساس نمودار فوق، پرتیت منبسط با دارا بودن ۴٪ وزنی مجموع مصالح مورد استفاده، ارزش اقتصادی برابر با ۳۸٪ مجموع ارزش مذکور (۱۱۰/۲۰۰/۰۰۰ دلار) داشته است. چرا امریکایی‌ها این پول‌ها را می‌پردازند؟
جواب ساده است! برای حفظ جان از خطر زلزله!

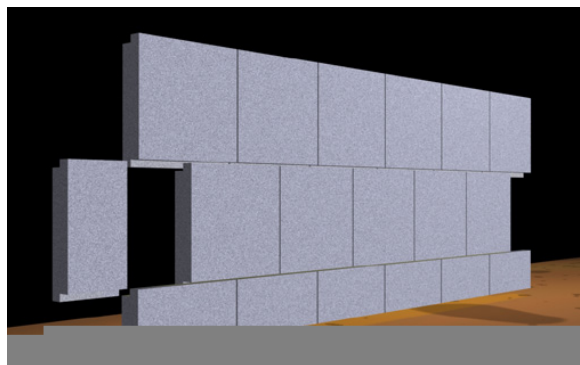
با توجه به قرار گرفتن ایران در کمربند جهانی زلزله و آسیب‌های فراوان جانی و مالی حاصل از نیروی عظیم این بلای طبیعی، سبک‌سازی در صنعت ساختمان در کنار فاکتور مقاومت سازی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. ضمناً با توجه به اتمام دوران انرژی ارزان و لزوم صرفه‌جویی در مصرف انرژی هنگام تولید مصالح ساختمانی و همچنین در دوره بهره‌برداری از ساختمان به لحاظ لزوم جلوگیری از هدر رفت انرژی گرمایی و سرمایی داخل بناها، سبک‌سازی ساختمان‌ها یکی از فاکتورهای مهم اقتصادی بشمار می‌آید که سالیانه باعث صرفه‌جویی مبالغه‌آمیزی می‌گردد. علاوه بر آن، عوامل رفاهی مثل کاهش نفوذ صداهای ناهنجار به داخل ساختمان و همچنین عوامل زیست‌محیطی به لحاظ عدم تخریب منابع طبیعی مثل خاک نیز به تازگی مورد توجه جدی متخصصین صنعتی قرار گرفته است. همچنین کاهش هزینه‌های ساخت و سهولت در جابجایی و اجرا نیز از امتیازات ویژه در ساخت و ساز بشمار می‌آیند.

با توجه به فاکتورهای مورد بحث بالا و بسیاری دیگر از فاکتورهای مشابه و اینکه امروزه اکثر ساختمان‌ها دارای اسکلت فلزی یا بتنی می‌باشند، لزوم کنار گذاشتن استفاده از مصالح سنتی سنگین وزن جهت دیوارهای جداکننده در ساخت و سازها و استفاده منطقی و جدی از قطعات سبک، به امری اجتناب‌ناپذیر در این صنعت تبدیل شده که کلیه

دست اندرکاران بخش خصوصی و دولتی چاره ای جز پیروی از آن ندارند . لذا امید است با توجه به خصوصیات ویژه قطعات سبک و رواج عمومی فرهنگ استفاده از آنها ، هرچه بیشتر باعث اعتلای این صنعت در آینده به لحاظ حفظ سرمایه و جان مردم باشیم.

در صنعت ساختمان دنیا ، ساخت بتن های سبک با استفاده از دانه های سبک طبیعی و صنعتی مانند پرلیت ، پوکه های آتشفشانی ، ورمیکولیت ، لیکا ، پلی استایرن با فرمول بندی های مختلف ، سالهاست که در صنایع وابسته به ساختمان رواج داشته است .

بتن های سبک حاصل از اختلاط هر یک از این دانه های سبک با ملات های سیمانی ، با توجه به وزن حجمی و مقاومت و کیفیت دانه ها ، دارای خواص ویژه ای است که در صورت استفاده از ترکیب همزمان بعضی از آنها در ملات های سیمانی و در کنار استفاده از رزین های شیمیایی خاص و پوزولان ها ، بتن سبک حاصل دارای خواص برتر به لحاظ مسائل فنی و قیمت تمام شده خواهد بود ، همچنین هزینه پایین تجهیزات تولید و سهولت اجرا از ویژگیهای برتر این مصالح بشمار می رود . ملات حاصل از این ترکیبات با آب و سیمان ، براحتی توسط دستگاه های ساده بلوک زن و یا ماشین آلات تمام اتوماتیک به بلوک های سبک دیواری و سقفی با وزن مخصوص تقریبی ۸۰۰ کیلوگرم در متر مکعب (شناور روی آب) تبدیل میشود و ضمناً از این ملات جهت تولید انواع پانل با ابعاد دلخواه در قالب های معمولی و همچنین پوشش احجام حتی کروی نیز میتوان استفاده نمود جهت تولید قطعات سبک باربر مسلح و سقف های کامپوزیت می توان با تغییر جزئی در فرمول به همراه مشبک های فلزی و آرماتورهای حایل به این منظور دست یافت



ضرورت صنعتی سازی ساختمان

یکی از بخش‌های مهم که مستقیماً نقش اساسی در زندگی مردم دارد مسئله مسکن و کمبود آن در مقایسه با انتظارات و نیازهای مردم است. این نکته‌ای است که تمام مسئولان و مردم بر آن وقوف کامل داشته و از آن آگاه هستند. از طرفی نرخ بالای رشد جمعیت در دهه اول انقلاب و فقدان برنامه‌های مناسب برای تامین مسکن دهک‌های کم درآمد جامعه منجر به عدم توان پاسخگویی به تقاضای مورد نیاز گردیده است. برای حل این مشکل راه‌های مختلفی پیشنهاد می‌گردد لیکن از آنجایی که این راه‌ها مبتنی بر نگاه سنتی به مقوله مسکن است و هیچ تجدیدنظر جدی در نوع نگاه حاصل نشده، طبعاً جوابگوی حل مشکلات این عرصه نبوده است. از اینرو مهمترین مسأله‌ای که بایستی در خصوص رفع مشکل مسکن به آن پرداخت، مسئله تغییر نگاه نسبت به موضوع و حل آن از منظری دیگر است. نگاه به صنعتی سازی ساختمان و مسکن به عنوان یک ضرورت ملی همان تغییری است که باید ابتدا در تفکرات برنامه‌ریزی به وجود بیاوریم تا با اتکال به آن به شیوه‌های جدید مبتنی بر فن‌آوری‌های نوین روی آوریم. در صورت حرکت به سمت صنعتی سازی ساختمان نه تنها توانایی پاسخگویی به تقاضای فعلی جامعه وجود خواهد داشت، بلکه در سرعت ساخت، کیفیت و قیمت تمام شده ساختمان نیز تاثیرات مثبت جدی خواهد گذاشت. صنعتی سازی ساختمان از جمله عوامل مهم در افزایش تولید و برقرارکننده تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار می‌باشد. حمایت از این صنعت جهت نیل به اهداف زیر ضروری است

✓ افزایش جمعیت و تقاضای روزافزون مسکن در کشور بویژه در نسل جوان

✓ لزوم برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای مسکن در کشور

✓ کیفیت پائین شیوه‌های سنتی سازی ساختمان

✓ کاهش منابع انرژی و نیاز به صرفه‌جویی مصرف انرژی در ساختمان در راستای اصلاح الگوی مصرف

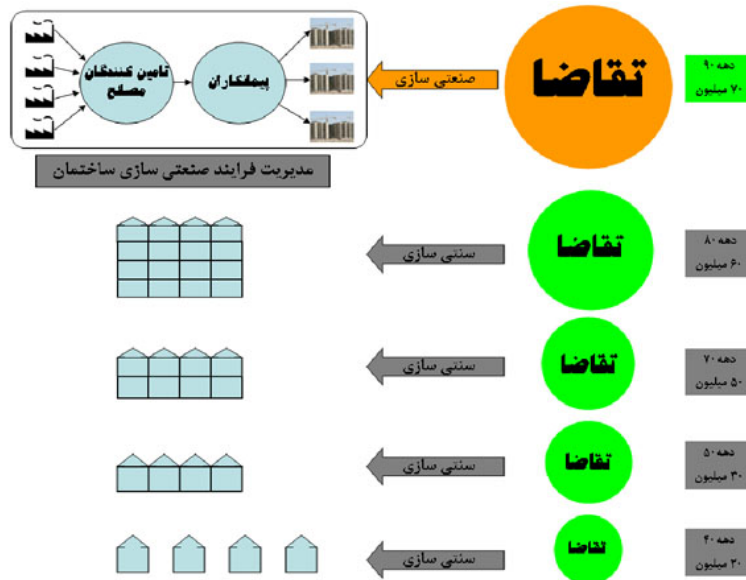
✓ بالا بودن قیمت تمام شده مسکن و عدم امکان خرید توسط اقشار ضعیف و متوسط

✓ افزایش سرعت احداث ساختمان

✓ افزایش بهره‌وری و جایگزین کردن نیروی کار تحصیل کرده

✓ استفاده بهینه از منابع و مصالح کشور

۷ زلزله خیزی کشور و استحکام خانه های صنعتی



۱-۴ کاربردهای محصول

همانطور که عنوان شد پرلیت منبسط که به اختصار پرلیت گفته میشود، عایق دانه ای سبک است که معمولاً از سنگ طبیعی آتشفشانی منبسط شده در اثر حرارت ساخته میشود تا تشکیل ساختار سلولی دهد. جهت آماده سازی پرلیت و پس از استخراج پرلیت خام، سنگ استحصالی را نخست خرد کرده سپس دانه بندی می نمایند. آنگاه پرلیت دانه بندی شده را ابتدا به بخش پیش گرم و از آنجا به داخل کوره هدایت میگردد. دمای داخل کوره بین ۱۱۰۰ تا ۱۷۰۰ درجه سانتیگراد است و بر پایه ترکیب شیمیائی و میزان آب موجود در پرلیت تنظیم میشود. پرلیت در داخل کوره منبسط شده و به کمک جریان هوا به طرف بالا رسانده می شود و مواد زاید به طرف پائین کوره سقوط میکنند.

کاربردهای پرلیت در صنایع مختلف

توضیحات	زمینه های کاربردی
مخلوط پرلیت، آزیست و یک ماده چسباننده نظیر گچ به صورت عایق حرارتی بسیار خوبی به مصرف می رسد که از آن به منظور عایق بندی مخازن و لوله ها تا دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد استفاده می شود.	عایق حرارتی
در مخازن حمل و نقل و نگهداری اکسیژن مایع، نیتروژن، آرگون، گاز طبیعی و سایر گازها به صورت مایع. محدوده به کارگیری پرلیت تا دمای ۲۷۰ درجه زیر صفر می باشد.	عایق کاری در دماهای پائین
پرلیت در صنایع فولاد و ریخته گری از قبل سرباره ها، مواد ذوب شده که سریعاً از پاتیل سرریز می نماید و یا در قالب های گداخته و یا ساخت قطعات و آجرهای نسوز به کار می رود. پرلیت تا دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد مقاوم است و در صنایع نسوز در تهیه بلوک ها و آجرهای نسوز مورد استفاده دارد.	عایق کاری دماهای بالا
اضافه کردن پرلیت به خاک مزایای مهمی دارد، از جمله میزان جذب و نگهداری آب آن زیاد است و از تبخیر آب، جلوگیری شود و آب به مدت طولانی در خاک باقی بماند. موارد استفاده عبارتند از: رشد و تکثیر گیاهان، اصلاح خاک و چمن، رشد و پرورش بذر، هیدروپونیک (کشت در آب)	مصارف باغبانی
برای تهیه عناصر سیلیس، آلکانی و آلومینیوم مورد نیاز برای سرامیکها می توان ترکیب همگن و یکسان پرلیت خام را جایگزین کوارتز و فلدسپارت در تهیه چینی نمود. در تهیه لعابهای رنگی از پرلیت می توان استفاده نمود. در کاشی کف و سرویسهای بهداشتی، پرلیت به میزان ۱۲ تا ۳۵ درصد جایگزین فلدسپارت می شود.	سرامیک
برای تهیه سیمان پوزولان، بتون و انواع مصالح ساختمانی (آجر، تیرچه بلوک و) بکار می رود. پرلیت را میتوان به نسبت های مختلف با سیمان مخلوط کرد و از آن قطعه های سبک وزن سیمانی تهیه کرد.	صنعت ساختمان
ماده اولیه مناسب برای تهیه انواع زئولیتها با استفاده از محلولهای گرمایی	زئولیتها
پرلیت با داشتن سختی ۵ الی ۶ به عنوان ماده ساینده استفاده می شود.	ساینده ها
در پالایش انواع مواد غذایی، صنایع شیمیایی، رنگ سازی، تصفیه آب و فاضلاب، تولید شکر و شیرین کننده ها و تهیه مشروبات الکلی و غیره الکلی و فرایندهای تولید چربی، روغن نباتی و حیوانی و پالایش روغن های صنعتی	کمک صافی ها

توضیحات	زمینه های کاربردی
پرلیت خام اگر به صورت لایه روی مواد مذاب قرار گیرد مانع اکسید شدن ماده مذاب ، کاهش لغت دما و جمع آوری سرباره می شود.	متالورژی
پرلیت به عنوان گل در حفاری (بخصوص در صنعت نفت استفاده میشود	صنعت نفت
پرلیت در تولید سیمان های نسوز ، بلوک ها و آجرها برای عایق کاری دیگ های بخار ، کوره های همگن سازی ، کوره های آهن گری ، کوره های عملیات حرارتی و ذوب مورد استفاده قرار می گیرد.	صنعت ریخته گری و نسوزها
یک از کاربردهای آن در تهیه مواد منفجره امولیسونی است. پرلیت منبسطی که در این مورد به کار می رود دارای چگالی ۰/۲۳ تا ۰/۴۵ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد.	تولید مواد منفجره
از پودر پرلیت در تهیه آنتی بیوتیک استفاده می گردد	دارو سازی
سرامیک های الکتریکی و فیبر شیشه ای پرلیت ها مناسب تشخیص داده شده اند. در تهیه لعاب های رنگی از پرلیت میتوان استفاده نمود.	موارد متفرقه



از پرلیت با دانه بندی های درشت در انواع کشت های گلخانه ای بدون خاک (هیدروپونیک) استفاده می شود بدلیل خاصیت جذب و نگهداری آب بسیار بالا، از این ماده در این نوع صنعت استقبال بسیار زیادی شده است و امروزه در تولید انواع محصولات از جمله توت فرنگی، قارچ، خیار، گوجه فرنگی استفاده می کنند.

مصارف فیلتر پرلیت

نوع مصرف	شرح
فرآیند غذایی	آب سیب، شربت ذرت، آب میوه، شکر، ژلاتین، گیاهی، اسیدسیتریک، روغن‌های گیاهی، آب گیاهان، شیر، قند، آشامیدنی‌های سبک
شیمیایی	مواد شیمیایی غیر آلی، صمغ‌ها، مواد شیمیایی آلی، اسید سولفوریک، پلی‌مرها، پلی‌اتیلن، چسب‌ها، دی‌اکسید تیتانیوم، کود، مواد دفعی
صنعتی	تصفیه آب، اکتشاف روغن، تصفیه آب استخر، روغن‌های صنعتی، بازیافت حلال‌ها

در ایران مصرف محصولات خام و منبسط شده پرلیت در صنایع ساختمان با حدود ۴۰ درصد مصرف مقام اول را داراست رتبه‌های بعدی مربوط به صنایع تهیه آب میوه، قند سازی و روغن نباتی به ترتیب به میزان ۲۳، ۲۱/۶، ۱۰/۸ درصد می‌باشد.

به طور کلی پرلیت در بخش‌های ساختمانی بعنوان آگرگات (قلوه سنگ) در تولید بتن، در تهیه ملات، پلاستر، بعنوان عایق نامتراکم در بین دیوارهای بنایی و آجری، بعنوان بخشی از صفحات و پانل‌های آماده و بعنوان پرکننده و بافت دهنده در رنگها به کار می‌رود. در صنعت ساختمان پرلیت را می‌توان به نسبت‌های مختلف با سیمان مخلوط کرد و از آن قطعه‌های سبک وزن تهیه کرد. ملات پرلیت از ملات سیمان سبکتر، هدایت گرمایی آن کم و همچنین جذب صدای آن بیشتر است. علاوه بر آن، صفحات پرلیتی را به کمک پرلیت و یک ماده چسباننده نظیر گچ می‌توان تهیه نمود. این صفحات وزن کم دارند و به عنوان عایق‌های خوب حرارتی و صوتی بکار می‌روند. صفحات جذب صدا، از مخلوط پرلیت و آزبست پرس شده تهیه می‌گردند.

۴-۱ مشخصات فنی محصول

تهیه پرلیت شامل سه مرحله تا رسیدن به مصرف نهایی می باشد: استخراج سنگ خام ، آماده کردن جهت کوره ، انجام عمل پف دادن در کوره و تهیه محصول نهایی . در این میان ، استخراج پرلیت در گیر روشهای نسبتا ساده استخراج می باشد. بدین ترتیب که خاکهای باطله توسط بولدوزر برداشته می شود و اگر این قسمت سخت شده باشد، حفاری و سپس منفجر میشود. بعد از این مرحله، سنگ را مستقیما وارد سنگ شکن اولیه در محل معدن می کنند و سپس سنگ خرده شده، توسط کامیون یا نوار نقاله به آسیاب منتقل می شود .

آمادگی پرلیت جهت ورود به کوره یک عمل تخصصی بسیار حساس بوده و مهمترین عامل مورد نیاز عبارت از اندازه و استاندارد کردن نمونه ها ، دانه ها و ذرات به وسیله خرد کردن و آرد کردن می باشد. سری اندازه های ذرات مورد نیاز نیز بسته به ترکیب پرلیت از جمله مقدار آب آن دارد و در طراحی کوره، خوراک کوره به طور ایده آل از ذرات در اندازه $0/01 - 0/01$ اینچ ($0/25 - 0/25$ سانتی متر) تشکیل میشود، البته جدا کردن ذرات کوچکتر از $0/01$ اینچ بسیار مهم می باشد. این ذرات فوق العاده ریز بوده و فضای خالی بین دانه های درشت را پر می کنند. چون پرلیت نسبتا ترد و شکننده می باشد و به وسیله ترکهای میکروسکوپی بیشتر شکننده می شود، باید بلافاصله بعد از رسیدن به اندازه مورد نظر از آسیاب خارج شود که از خرد شدن بیش از حد آن جلوگیری شود. همچنین نمونه برداری، تجزیه و الک کردن به طور مرتب برای اطمینان و کنترل محصولات جهت ارسال به کارخانه انبساط پرلیت باید صورت گیرد .

پرلیت خرد شده و غربال شده را می توان در اندازه های $8/12$ ، $12/16$ ، $16/30$ ، $30/50$ ، $50/100$ و زیر مش 50 تولید کرد همچنین از اختلاط آنها، انواع دیگری نیز قابل تولید است . شرایط چندگانه ای که قابلیت پرلیت برای انبساط فراهم می آورد عبارتند از ترکیب ، درصد آب ، مواد شناور ساز در شیشه ، درجه حرارت نرم شدن ، درجه حرارت پخته شدن در زمان اقامت ذرات در شعله . همچنین نوع منبسط شده در دو نوع ریز (100 - مش) و درشت (20 - مش) قابل ارائه است . در جدول زیر به چگالی مورد نیاز جهت مصارف مختلف اشاره شده است .

خواص فیزیکی پرلیت

معیار	کمیت یا ویژگی	معیار	کمیت یا ویژگی
رنگ	خاکستری تیره تا قهوه ای، سبز و سیاه	نقطه ذوب	C1350 - 1280
رطوبت آزاد	۰/۵	گرمای ویژه	Btu/lb F 2/0
PH	۶/۵ - ۸/۰	مساحت سطح ویژه	m/g 5/3
ضریب انکسار	۱/۵	آهن محلول	Ppm 3/8
جرم مخصوص پرلیت raw	۲/۲ - ۲/۴	نفوذپذیری	Darci 4 - 3
دانسیته توده (پرلیت expand)	Kg m 400 - 32	جذب آب رئال	Gr100ml600
نقطه نرمی expand	C1100 - 870	-----	-----
حالاتیت	در بازهای غلیظ داغ: محلول، در محلول یک نرمال سود: نسبتا محلول (۱۰٪) در اسیدهای معدنی یک نرمال: کمی محلول (۳۰٪) در آب یا اسیدهای ضعیف: بسیار کم محلول (۱٪)		

چگالی مورد نیاز پرلیت جهت کاربردهای پرلیت

کاربرد	چگالی (کیلوگرم بر متر مکعب)
کاشی های آکوستیک	۵۶
عایق دمای پائین	۳۲ - ۶۴
عایق پشت بام	۶۴
عایق پر کننده حفرات	۹۶
باغبانی	۹۶ - ۱۲۸
پر کننده فیلتر	۱۱۲ - ۱۹۲
گچ ساختمانی و بتن	۱۲۰ - ۱۳۶

جدول مقایسه ای پارامترهای ملات پلاستر با مواد مختلف

نوع ملات	قابلیت انتقال حرارت (W/mc)	دانسیته (kg/m)
ملات پلاستر سیمان، آهک، شن و ماسه	۰/۴۶۷	۱۴۴۰
ملات پلاستر گچ، شن و ماسه	۰/۶۴۹	۱۴۱۰
ملات پلاستر گچ	۰/۴۶۱	۱۲۸۰
ملات پلاستر گچ - پرلیت با روکش نشاسته ای	۰/۲۰۵	۷۱۰
ملات پلاستر گچ - پرلیت با روکش قهوه ای رنگ	۰/۱۶۲	۶۲۷

مزایای کلی مصالح سبک پرلیتی

پارامتر	شرح
وزن کم	وزن مخصوص پرلیت ۱۰۰ کیلو گرم در متر مکعب است که در صورت استفاده در مصالح ساختمانی باعث کاهش وزن ساختمان شده و هزینه‌های ساخت و ساز کاهش می‌یابد.
کاهش ریسک	از آنجایی که نیروی زلزله وارد بر سازه رابطه مستقیم با وزن سازه دارد با استفاده از مصالح سبک پرلیتی نیروی مؤثر زلزله کاهش یافته و به دلیل وزن سبک آوار تلفات جانی نیز به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد.
عایق حرارتی و صوتی	مصالح سبک پرلیتی به دلیل ساختار سلولی خاص خود قابلیت عایقی تا ۲۰ برابر بتون معمولی را دارند. ۱ سانتی متر اندود پرلیتی از نظر انتقال حرارت با ضخامت ۱۰-۸ سانتی متر دیوار آجری و ضخامت ۱۸ سانتی متر دیوار بتنی و ضخامت ۲۰ سانتی متر دیوار سنگی برابری می‌کند همچنین مصالح پرلیتی تا ۸ برابر مصالح بتنی دارای خواص جذب صدا می‌باشد.
صرفه جویی اقتصادی	با توجه به سبکی و راحتی نصب بلوکهای پرلیتی سرعت اجرا تا ۳ برابر افزایش می‌یابد وزن سبک قطعه جا به جایی آن را تسهیل می‌بخشد، ساختمان سازی را تسریع میکند و از قیمت اجرا، حمل و نیز تعداد کارگر و مصالح مصرفی می‌کاهد. همچنین با توجه به عایق بودن بلوک پرلیتی در برابر سرما و گرما موجب کاهش قابل ملاحظه مصرف انرژی خواهد شد.
ضد اشتعال	بتن پرلیتی، نسوز است و تا ۴ ساعت در برابر تستهای آتش انجام شده دوام می‌آورد. بنابراین برای سقف و کف ضد حریق ایده آل می‌باشد همچنین برای دیواره‌های نازک بتنی پانل‌های پیش ساخته و سازه‌های بلوکی عایق و مقاوم در برابر اشتعال مناسب می‌باشد. آتش در بلوک بتنی ۲۰ سانتی متر از ۲ به ۴ ساعت تاخیر انداخت.
ابزار پذیری و میخ خوری	بتن پرلیتی به دلیل ساختار متخلخل دارای قابلیت‌های ابزارپذیری، و نگهداری میخ وارد شده می‌باشد.
ریزش کم	بلوک‌های پرلیتی نسبت به بلوک‌های سفالی ریزش کمتری دارد.
شات کریت	ملات پرلیتی قابلیت پاشش به انواع سطوح را دارا می‌باشد.
نازک کاری	برای سطح بتن پرلیتی میتوان از انواع پوشش‌ها مانند رنگ، گچ، رولکس، کاغذ دیواری و استفاده کرد.
فساد ناپذیری	پرلیت در مقابل ترکیبات اسیدی و قلیایی مقاوم بوده و PH نزدیک ۶/۵ دارد
شیب بندی کف و بام	پرلیت به دلیل وزن کم و ثبات ساختاری جزو بهترین مصالح ساختمانی برای پوشش کف و بام است. با استفاده از پرلیت میتوان پشت بام ساختمان را شیب بندی کرد و از انتقال گرما از طریق بام جلوگیری کرد.
مقاومت	بلوک‌های پرلیتی دارای مقاومت ۸۴ کیلوگرم در سانتی متر مربع بوده و نیز پایین بودن مدول کشسان این بلوک‌ها باعث افزایش پیروید نوسانی ساختمان و کاهش نیروی زلزله وارد بر ساختمان می‌گردد.

جدول قابلیت انتقال حرارت و تحمل نیروی متراکم و چگالی در ملات های پرلیتی

چگالی بتن تر (kg/m)	قدرت تراکم (kpa)	قابلیت هدایت گرمایی (w/mk)	چگالی ملات خشک
۸۰۸±۳۲	۲۴۱۳-۳۴۴۷	۰/۱۱-۰/۱۳	۵۷۶
۷۲۸±۳۲	۱۵۸۵-۲۳۴۴	۰/۰۹-۰/۱۰	۴۸۸
۶۴۸±۳۲	۹۶۵-۱۳۷۸	۰/۰۸-۰/۰۹	۴۳۲
۵۸۴±۳۲	۵۵۲-۸۶۱	۰/۰۷-۰/۰۸	۳۵۲

تواتر (هر تتر)	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
ضریب جذب	۰/۰۸	۰/۳۶	۰/۷۷	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۸۳

محدوده خواص آجر و بلوک های ساختمانی

ویژگی	آجر رسی پخته	آجر ماسه آهکی	آجر بتین متراکم	بلوک بتنی مجوف	بلوک بتنی سبک	بلوک های خاکی تثبیت شده
مقاومت فشاری در حالت مرطوب (N/m2)	۶۰-۱۰	۵۵-۱۰	۷۰-۵۰	۶-۲	۲۰-۲	۴۰-۱
درصد رطوبت	۰/۰۲-۰	۰/۰۳۵-۰/۰۱	۰/۰۲-۰/۰۵	۰/۱-۰/۰۵	۰/۰۸-۰/۰۴	۰/۲-۰/۰۲
چگالی (g/cm3)	۲/۴-۱/۴	۲/۱-۱/۶	۲/۲-۱/۷	۰/۹-۰/۴	۱/۶-۰/۶	۱/۲-۱/۵
قابلیت هدایت حرارتی (W/cm2)	۱/۳-۰/۷	۱/۶-۱/۱	۱/۷-۱	۰/۲-۰/۱	۰/۷-۰/۱۵	۰/۷-۰/۵
دوام در شرایط حاد طبیعی	عالی - بسیار خوب	خوب - متوسط	خوب - ضعیف	خوب - متوسط	خوب - ضعیف	خوب - بسیار ضعیف

مزایای استفاده از دیوارهای پرلیتی

آیتم	شرح
دیوار پیش ساخته	۵/۱ دیوارهای بتونی و ۳/۱ دیوارهای سفالی - که این موارد باعث کاهش استفاده از میلگرد، سیمان و آهن در ساختمان می گردد، وزن ساختمان را در حدود ۳۵ تا ۴۰٪ کاهش می دهد.
بلوک ها	بلوک های پرلیت مشمول سیمان پورتلند و پرلیت منبسط شده (یا تغلیظ یافته) می باشد، و از لحاظ ظاهر و ابعاد مشابه بلوک های معمولی هستند. وزن آنها تقریباً نصف وزن بلوک های محکم معمولی است. خاصیت جذب فوق العاده خوب صدا را دارد. غیر سمی، فساد، موریانه زدگی و خوردگی بوده و اشتعال پذیری آنها بسیار اندک می باشد. حمل و نقل بسیار آسان، و نصب آنها سریعتر از بلوک های معمولی است.
ملات گچ و پرلیت	از پرلیت منبسط و گچ، ملات سبکی ساخته می شود که جاذب صوتی مناسب و عایق حرارتی خوبی است. اندود پرلیت و گچ از نفوذ آتش به اسکلت فولادی و بتن فولادی ساختمانها جلوگیری نموده و خطر گسترش آتش را کاهش می دهد)
ملات گچ-آهک و پرلیت	برای مناطق خشک که رطوبت نسبی هوا از ۰/۶۰ تجاوز نمیکند جهت پیشگیری از هدر رفت انرژی میتوان از قطعات پیش ساخته گچ-پرلیت و همچنین از ملات ان استفاده کرد. اما در مناطق شرجی یعنی مناطقی که میزان رطوبت هوا از ۰/۶۰ بالا است میتوان با افزودن ۳ پیماننه خمیر آهک به یک پیماننه گچ (وزن آهک باید دو برابر وزن گچ باشد) ملاتی ساخت و با مخلوط کردن پرلیت (به میزان ۳ تا ۵ برابر وزن ملات) انرا در ساخت قطعات پیش ساخته و یا به عنوان پلاستر و یا ملات مورد استفاده قرار داد. پس از مدتی که از مصرف آن گذشت، آهک با گرفتن گاز کربن از هوا به سنگ آهک تبدیل می شود که جسمی سخت بوده و در برابر آب و بخار پایدار است

قطعات پیش ساخته پرلیتی در ابعاد ۶۰*۲۰*۲۰ و ۶۰*۱۰*۲۰ و ۶۰*۱۵*۲۰ سانتی متر مکعب مورد نظر می باشد. این بلوک ها نسبت به بلوک های سنتی بسیار سبک می باشند به عنوان نمونه بلوک با ابعاد متداول ۶۰*۲۰*۲۰ سانتی متر مکعب دارای وزن ۸ کیلوگرم می باشد که با احتساب حجم این قطعه برابر ۰/۰۲۴ متر مکعب، وزن مخصوص پرلیت مذکور معادل ۳۳۳/۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب خواهد بود.

مشخصات انواع بلوک

وزن (کیلوگرم)	ابعاد بلوک	نوع بلوک	وزن (کیلوگرم)	ابعاد بلوک	نوع بلوک
۳	۴۰×۲۰×۱۵	دیواری	۳	۴۰×۲۰×۱۰	دیواری
۵	۴۰×۲۰×۲۰	سقفی	۲/۵	۴۰×۲۰×۱۰	دیواری
۶	۴۰×۲۰×۲۵	سقفی	۲	۴۰×۲۰×۱۰	دیواری
۷	۶۰×۲۰×۲۰	سقفی	۴/۵	۴۰×۲۰×۱۵	دیواری
۸	۶۰×۲۰×۲۵	سقفی	۳/۵	۴۰×۲۰×۱۵	دیواری



آشنایی با سبک سازی ساختمانها

اصولا سبک کردن اجزای باربر ساختمان و سبک کردن سازه ساختمان دو راهکار کلیدی در سبک سازی ساختمانها می باشد. بخش عمده ای از مباحث مربوط به سبک سازی و تکنیکهای رایج در مورد دستیابی به وزن مناسب ساختمانی را در بر میگیرد که شامل شناخت مصالح سبک رایج در صنعت ساختمان و تکنولوژی استفاده از آنها و معیار های ارزیابی میزان کارایی این مصالح بعنوان مصالح سبک و میزان تاثیر به کار گیری مصالح نو در کاهش وزن ساختمان هزینه و زمان مورد نیاز اجرای یک ساختمان می باشد.

مصالح سبک به مصالحی اطلاق میشود که وزن مخصوص آنها از نمونه های مشابه کمتر بوده و استفاده از آنها به کاهش وزن کلی ساختمان بیانجامد. مصالح سبک در یک تقسیم بندی کلی به سه دسته تقسیم میشوند: مصالح سبک سازه و مصالح سبک غیر سازه ای و سیستم ها.

مصالح سبک سازه ای به آن دسته از مصالح گفته میشود که در موارد سازه ای در بنا به کار برده میشوند که انواع آن عبارتند از بتونی، طبیعی و صنعتی .

بتن سبک

یکی از مصالح مهم و کار آمد در صنعت ساختمان مدرن است و دارای کاربرد های متنوعی می باشد. قاب های ساختمانی چند منطقه و دیوار های جدا کننده، سقف های پوشاننده، صفحات انعطاف پذیر پل ها، عناصر پیش تنیده و پس تنیده و بقیه اجزا از جمله این مواد هستند . بتن سبک ماده ای است با ترکیبات جدید و فوق العاده سبک و مقاوم . مواد تشکیل دهنده بتن سبک عبارت است از ورموکولیت، پرلیت، سنگ بازالت ، سیمان تپ دو.

در این بتن همانند بتن های عادی ، از ماسه استفاده نمی شود. عدم وجود ماسه باعث سبک و همگن شدن ساختار بتن گردیده و باعث می شود که مواد تشکیل دهنده که تقریباً از یک خانواده باشند و بهتر همدیگر را جذب کنند . ساختمان این بتن متخلخل بوده و این مسئله پارامتر بسیار موثری است. چون تخلخل موجود در بتن باعث مقاوم شدن در برابر زلزله و عایق شدن در برابر صدا ، گرما و سرما می گردد. علاوه بر آن ترکیبات این بتن به گونه ای عمل می کند که حالت ضد رطوبت به خود گرفته و به مانند بتن معمولی که جذب آب دارد عمل نکرده و آب را از خود دفع می کند . این بتن تحت فشار مستقیم پرس ساخته می شود . بدلیل شکل گیری بتن در فشار، ساختار آن دارای یکپارچگی قابل قبولی است .

بتن سبک در قالب های طراحی شده توسط متخصصین، بصورت یکپارچه ریخته می شود . بدلیل یکپارچگی در نوع ساختمان بتن، قطعه تولیدی از استحکام بالایی برخوردار بوده و مقاومت بالایی نیز در برابر زلزله از خود نشان خواهد داد برای تقویت این بتن از یک یا چند لایه شبکه فلزی در داخل بتن استفاده شده که این حالت همانند مسلح کردن بتن معمولی بوسیله میل گرد می باشد. هزینه تولید این نوع بتن از دیگر مواد ساختمانی به نسبت ویژگی آن پایینتر است. زمان بسیار کمتری جهت تولید دیوار های بتنی سبک یا قطعات دیگر لازم است. هدرفت مواد اولیه جهت تولید بتن سبک بسیار کمتر از بتن معمولی است. چون تمام مراحل تولید در محل مشخصی صورت گرفته و جهت تولید پروسه ای خاص و تحت کنترل طراحی گردیده است . بدلیل طراحی کلیه مراحل تولید و وجود نظارت بر تمامی این مراحل ماده تولیدی دارای استاندارد خاصی تعریف شده است به عبارت دیگر ، این قطعات مهندسی ساز می باشد همچنین با توجه به

خرید مصالح بطور عمده برای کارخانه ، هزینه کمتری برای سازنده در بر خواهد داشت و در نهایت خانه پیش ساخته با قیمت پائین تری عرضه می گردد. قطعات تولیدی در کارخانه از آزمایشات کنترل کیفیت گذر کرده و در صورت تائید به بازار مصرف عرضه می گردد. بتن سبک مسطح بوده که می توان با یک ماستیک کاری ساده بر روی آن رنگ آمیزی کرد. پرلیت با وزن کمتر (تقریباً نصف) نسبت به خاک اره سیمان برای تهیه سیمان پوزولان و بتن بکار می رود. سنگ های سبک وزن ۱-۰/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب نظیر پامیس، پرلیت شیل و اسلیت منبسط شده در بخشهای خاص ساختمان به منظور کاهش وزن-عایق حرارتی و صوتی استفاده میشود.

بیشترین مورد استفاده از پرلیت بعنوان بتن عایق سقف ساختمانهای مختلف از قبیل بیمارستان ها، ساختمان های اداری، فروشگاهها، انبارها و ساختمان های تولیدی است. بتن پرلیتی خاصیت عایق دما (سرما و گرما) و مقاومت در برابر آتش را یکجا در خود دارد. کاربرد پرلیت در بتن پاشی (شات کریت) از پرلیت می توان بعنوان اگرگات (قلوه سنگ) به همراه سیمان و آب، بتن پرلیتی تهیه نمود و از آن به روش شات کریت برای پوشش دادن سطوح شیب دار، قائم و سطوح انحنادار استفاده نمود.

یکی از مهمترین خواص پرلیت، هدایت حرارتی بسیار کم آن است که در کارهای ساختمانی و بخصوص مهندسی سردخانه ها موارد استفاده فراوانی بوجود آورده است. ضریب هدایت حرارتی پرلیت منبسط شده بسته به وزن مخصوص آن متفاوت و عموماً پایین است عایق کاری با این ماده در حرارتهای پایین تر از ۹۵۰ درجه سانتیگراد معمول است. هدایت حرارتی آن بین ۰/۲۸-۰/۸ متغیر بوده و غیر قابل اشتعال بودن از مزیت های دیگر پرلیت است.

علاوه بر آن پرلیت به صورت نامتراکم و یا تراکم شده بین ورقه های شیروانی قرار میگیرد. محصولات مذکور را می توان جهت ایجاد حداقل گرد و خاک به کار گرفت. پس از نصب سقف شیب دار با استفاده از این مواد ، درصد فرونشینی آن حداقل بوده و غیر قابل شکستن و تخریب است ،لذا یکپارچگی عایق بندی حفظ می شود و از آنجاییکه این محصول غیر قابل اشتعال است و از مقاومت کافی در مقابل آتش سوزی نیز برخوردار می باشد بدین ترتیب استفاده از عایق پرلیتی در نزدیکی سیم های برق و اتصالات ، موجب ایجاد ایمنی کافی نیز می گردد.

انواع روکش ها بغیر از روکش پرلیتی در حرارت های بالا طبله نموده و شکاف بر می دارند و از این شکاف ها آتش به درون روکش و سپس به اعضای باربر ساختمان سرایت می کند لذا از پرلیت در ساخت انواع اندودها یا پلاسترها

استفاده می‌شود. روکش پرلیتی دارای ضریب انبساط پایین تری بوده و بنابراین کمتر پبله می‌کند و همچنین مقدار آب ترکیبی باقی مانده در پرلیت منبسط بر اثر حرارت به تدریج آزاد میشود و تا زمانی که این آب تمام نشده است درجه حرارتش در حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد باقی می‌ماند. بسته به ضخامت روکش‌ها می‌توان عبور و سرایت آتش را از ۱ تا ۴ ساعت به تاخیر انداخت.

قطعات پیش ساخته پرلیتی به شکل آجر و یا بلوک در ابعاد مختلف تولید می‌گردد. آجرهای تولیدی می‌توانند با ابعاد ۲۰*۲۰*۶۰، ۲۰*۱۵*۶۰، ۲۰*۱۰*۶۰ تولید شوند. این آجر در طرح‌های عمرانی و به ویژه در ساختمان سازی مصرف می‌گردد. همانگونه که می‌دانیم در احداث ساختمان‌ها انواع مصالح مشابه می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که از آن جمله می‌توان به آجر معمولی، آجر تیغه‌ای، بلوک‌های سیمانی، دیوارهای پیش ساخته بتنی و گچی و آجر ماسه‌آهکی اشاره نمود اما آنچه که باعث ویژگی منحصر به فرد بلوک‌های پرلیتی می‌گردد مقاومت بالای آن در انتقال حرارت، سبکی محصول نسبت به حجم آن، سهولت دسترسی و قیمت مناسب آن است که سبب می‌گردد که استفاده از آن روند صعودی داشته باشد.

یکی از متداولترین مصالح ساختمانی مورد استفاده در صنعت ساختمان ایران در نیم قرن گذشته، انواع بلوک و پانل‌های سیمانی و همچنین آجر و بلوک سفالی می‌باشد که به لحاظ وزن و روش تولید سنتی از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده است. همگام با پیشرفت تکنولوژی و همچنین وضع استانداردهای جدید جهانی در این صنعت و با نگرش جدی‌تر به فاکتورهای زیست محیطی، مصرف انرژی، سهولت تولید و اجرا، ایمنی، صرفه اقتصادی و عامل رفاهی، امروزه استفاده از اینگونه مصالح سنتی کم‌کم در حال منسوخ شدن بوده و بهترین گزینه جایگزین، استفاده از انواع بتن سبک مانند بتن‌های سبک‌هوادار (فوم بتن سبک و بتن گازی) و همچنین بتن دانه سبک می‌باشد که خوشبختانه با همت مهندسان و معماران بخش ساختمان و پشتیبانی دست‌اندرکاران دولتی و مراجع علمی، استفاده از آنها در کشورمان در حال فراگیر شدن است.

ساخت بتن‌های سبک با استفاده از دانه‌های سبک طبیعی و صنعتی مانند پرلیت، پوکه‌های آتشفشانی، ورمیکولیت، لیکا، پلی‌استایرن و غیره با فرمول بندی‌های مختلف، سالهاست که در صنعت ساختمان رواج داشته است. بتن‌های سبک حاصل از اختلاط هر یک از این دانه‌های سبک با ملات‌های سیمانی، با توجه به وزن حجمی و مقاومت و

کیفیت دانه ها ، دارای خواص ویژه ای است که در صورت استفاده از ترکیب همزمان بعضی از آنها در ملاتهای سیمانی و در کنار استفاده از رزین های شیمیایی خاص و پوزولان ها، بتن سبک حاصل دارای خواص برتر به لحاظ مسائل فنی و قیمت خواهد بود، همچنین هزینه پائین تجهیزات تولید و سهولت اجرا از ویژگیهای برتر آن بشمار می رود. ملات حاصل از این ترکیب با آب و سیمان، براحتی توسط دستگاه هایساده بلوک زن تخم کن و ثابت یا ماشین آلات تمام اتوماتیک به بلوکهای سبک دیواری و سقفی با وزن مخصوص ۶۰۰ الی ۸۰۰ کیلوگرم در متر مکعب (شناور روی آب) تبدیل می شود و ضمناً از این ملات جهت تولید انواع پانل با ابعاد دلخواه در قالبهای معمولی و همچنین پوشش احجام حتی کرووی نیز میتوان استفاده نمود . جهت تولید قطعات سبک باربر مسلح و سقف های کامپوزیت می توان با تغییر جزئی در فرمول به همراه مشبک های فلزی و آرماتورهای حایل به این منظور دست یافت .

بتن سبک نیمه سازه ای

بتن های سبک موجود در این طبقه عمدتاً از نوع بتن های سبکدانه و بتن های با ساختار باز می باشند. به عبارت دیگر برای کاهش چگالی بتن از سبکدانه های طبیعی یا مصنوعی استفاده شده است. سبکدانه های مورد استفاده در بتنهای سبک نیمه سازه ای معمولاً از یکی از روشهای آهکی شدن (تکلیس)، کلینکر محصولات منبسط شده ای نظیر روباره های منبسط شده، خاکستر بادی، شیل و اسلیت یا سنگدانه های به دست آمده از مصالح طبیعی مانند پوکه سنگ های آذرین متخلخل تولید می شوند و وزن مخصوص بتن ساخته شده با سنگدانه های فوق بین ۸۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است. مقاومت فشاری این نوع بتن از ۷ تا ۱۷ مگاپاسکال تغییر می کند. کاربرد مواد افزودنی نظیر تسریع کننده ها و روان کننده ها می تواند در تغییر مقاومت بتن های ساخته شده با سنگدانه های تولید شده از روش های مذکور موثر باشد. کاربرد این بتن ها معمولاً در بلوکهای مجوف بتنی، کف سازیها و موارد مشابه است .

بتن سبک سازه ای

بتن های سبک سازه ای بتن هایی هستند که علی رغم دارا بودن چگالی کمتر از ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب، مقاومت فشاری بیش از ۱۷ مگاپاسکال دارند. ساخت این بتن ها صرفاً با استفاده از سنگدانه های سبک و مقاوم امکان پذیر است .

تمام بتنهای سبک سازه ای از خانواده بتن های سبکدانه می باشند که در آن برای کاهش وزن مخصوص بتن از سنگدانه های سبک استفاده شده است. به این دلیل بعضاً از عبارت بتن سبکدانه و بتن سبک سازه ای برای بیان یک مفهوم استفاده می شود. سنگدانه هایی که این شرایط را عموماً برآورد می کنند و طبق استاندارد ASTM-C ۳۳۰ برای ساخت بتن سبک سازه ای مورد استفاده قرار می گیرند، عمدتاً عبارتند از:

✓ شیل، رس و اسلیت منبسط شده در کوره ی دوار

✓ سنگدانه هایی که از فرآیند های کلوخه ای شدن به دست می آیند

✓ روباره های منبسط شده

✓ پوکه های معدنی

✓ پوکه های صنعتی

✓ خاکستر بادی پودر شده

تأمین مقاومت فشاری معادل ۲۰ مگاپاسکال و بیشتر با بعضی از این سنگدانه ها امکان پذیر است. شرایط سایر سنگدانه ها نیز طوری است که قادر به حصول حداقل مقاومت فشاری مقرر شده برای بتن سبک سازه ای می باشند. همانطور که پیش از این ذکر شد، مقاومت بتن سبک تابعی از وزن مخصوص آن است. باید توجه داشت که وزن مخصوص بتن عمدتاً متأثر از وزن مخصوص سنگدانه های مصرفی است، به گونه ای که استفاده از مصالح سبکتر موجب کاهش وزن مخصوص بتن می شود. ولی استفاده از مصالح سنگین تر از سبکدانه ها، لزوماً باعث افزایش مقاومت بتن ساخته شده نخواهد شد. بیشترین مقاومت بتن سبکدانه معمولاً وقتی حاصل می شود که از سبکدانه های ساخته شده از شیل، رس و اسلیت منبسط شده در فرآیند کوره دوار برای سبک سازی چگالی بتن استفاده گردد.

مشخصات عمومی بتن سبک

مصالح سبک وزنی که از آنها به عنوان سنگدانه در ساخت بتن استفاده می شود، محدوده وسیعی دارند و با به کار بردن مصالح و روش های مناسب، وزن مخصوص بتن می تواند از ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تغییر نماید و مقاومت متناظر آنها در حدود ۳ مگاپاسکال و در بعضی موارد بیش از ۶۰ مگاپاسکال می باشد. با مقادیر زیاد سیمان و کاهش نسبت آب به سیمان می توان مقاومت های بیشتری را نیز نتیجه گرفت.

ریز ساختار بتن سبک

بتن سبکدانه نیز مانند بتن معمولی چند فازی است. در مرحله اختلاط، ریختن و تراکم می توان آن را دو فازی شامل فاز خمیری (خمیر سیمان) و فاز صلب (سنگدانه) دانست. در هنگام سخت شدن بتن، مصالح ظاهراً همگن می شوند به هر حال این ویژگی بتن به سطح دیدگاه ما بستگی دارد. سطح دیدگاه شامل سطوح کلان نگر، میانه و ریز نگر می باشد.

از دید کلان نگر که خواص مهندسی بتن تعیین می شود، بتن مصالح همگن تلقی می گردد. این خواص شامل ویژگی های فیزیکی، مکانیکی و تابع زمان می باشد. از دید میانه، در مقیاس میلی متر تا سانتی متر، بتن دارای دو یا سه فاز می باشد. از دید ریز نگر، فرآیند های هیدراسین و شکل گیری ریز ساختار توضیح داده می شود که در آن ویژگی های ناحیه لایه مرزی سنگدانه و خمیر سیمان تشریح می گردد.

خواص لایه مرزی (انتقالی یا تماس) به خصوصیات سطح سنگدانه و ساختار منافذ و رطوبت اولیه سنگدانه ها بستگی دارد. با توجه به ساختار منافذ سنگدانه، حتی برخی فرآورده های واکنش آب و سیمان مانند هیدروکسید کلسیم می تواند به داخل منافذ سنگدانه نفوذ کند. این پدیده بیشتر در منافذ بزرگتر و سنگدانه هایی با جذب آب بیشتر اتفاق می افتد.

ساده ترین روش ممکن برای مدل کردن بتن سخت شده، در نظر گرفتن مصالح به صورت مرکب دو فازی مانند فاز خمیری (ماتریس) و فاز ذرات (سنگدانه) می باشد.

معمولاً بتن ساده شامل سبکدانه و سنگدانه معمولی است که از نظر خواص متفاوتند. در این حالت مدل دو فازی را می توان اصلاح نمود و ماسه معمولی را در فاز خمیر سیمان منظور کرد یعنی یک فاز ملات و یک فاز سبکدانه بدست می آید. به طور کلی سنگدانه معمولی مقاومت فشاری، مقاومت کششی و مدول الاستیسیته بیشتری را نسبت به خمیر سیمان دارا است. این امر بر توزیع تنش اثر می گذارد و محل ترک های اولیه را مشخص میکند و بنابراین توسعه گسیختگی و شکست بتن را تعیین مینماید. در حله اول، سنگدانه معمولی به خاطر داشتن مدول الاستیسیته بالاتر تنش را جذب می کند. اختلاف در صلبیت، موجب تنش کشش عرضی در لایه مرزی خمیر سیمان و سنگدانه می گردد. اختلاف موجود در ضریب پواسون می تواند تنش کششی عرضی را افزایش دهد و حتی تیز گوشگی سنگدانه ها تمرکز تنش کششی موضعی را باعث می شود.

مقاومت فشاری و پایایی

حداقل مقاومت ۲۸ روزه بتن سازه ای در آئین نامه های مختلف از ۱۵ تا ۵/۱۷ مگاپاسکال تغییر می کند. برای نمونه آئین نامه بتن ایران، آبا، این حد را ۱۶ مگاپاسکال، آئین نامه بتن آمریکا، ACI، ۱۷ مگاپاسکال و آئین نامه بتن انگلیس GP، ۱۱۰، این حد را ۱۵ مگاپاسکال تعیین می کنند.

البته حداقل مقاومت مجاز بتن برای اعضای پیش تنیده متفاوت است. برای مثال آئین نامه انگلیس، حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه مجاز اعضای پس تنیده را ۳۰ مگاپاسکال اعلام می کند. این حد برای اعضای پیش تنیده، پیش ساخته ۴۰ مگاپاسکال است. این حداقل مقاومت ها گزینه های مجاز طراح را در انتخاب نوع سنگدانه محدود می کند. برای استفاده از بتن سبک در این موارد باید بررسی های اقتصادی بیشتری صورت گیرد. برای تأمین پایایی بتن با سنگدانه معمولی در شرایط محیطی نامساعد در اکثر آئین نامه ها حداکثر نسبت آب به سیمان محدود شده است. این در حالی است که برای بتن سبکدانه تأمین حداقل مقاومت فشاری توصیه شده است. بر اساس آئین نامه -ACI- ۹۲-۳۱۸ چنانچه بتن سبکدانه در معرض یخبندان و یا در تماس با نمک های یخ زدا قرار گیرد و یا چنانچه پایایی بتن در محیط جزر و مد پاششی دریا مورد نظر باشد مقاومت فشاری حداقل بین ۳۱ تا ۳۴ مگاپاسکال توصیه شده است. همچنین برای مقاومت بتن سبکدانه در شرایط بسیار سخت حملات سولفات حداقل مقاومت فشاری از ۵/۲۹ مگاپاسکال نباید کمتر باشد.



۱-۵ تشریح فرایند تولید محصولات

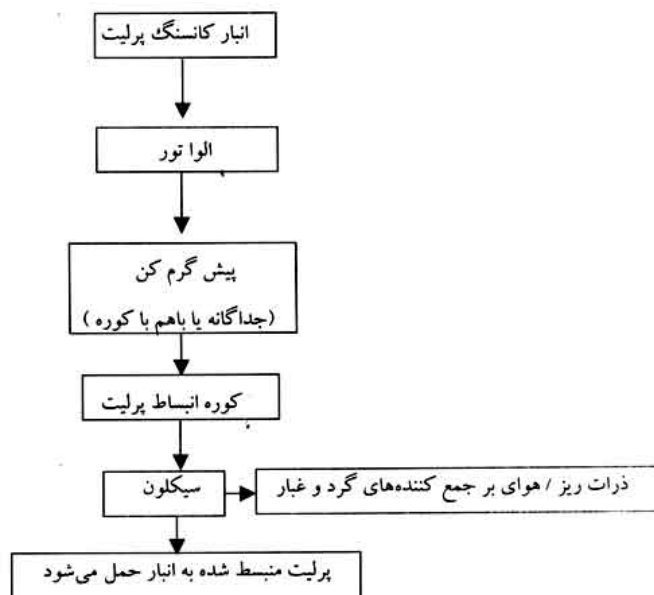
اصولاً این کارخانه مشتمل بر دو بخش مستقل به نام واحد انبساط پرلیت و واحد تولید بلوک های ساختمانی سبک بر پایه پرلیت می باشد. بر اساس الزامات و توجیحات اقتصادی، این کارخانه فاقد سیستم خردایش بوده و ورودی به واحد انبساط، عملاً پرلیت خام دانه بندی می باشد. واحد انبساط پرلیت وظیفه دارد حدود نیمی از پرلیت منبسط مورد نیاز کارخانه را تامین نماید.

اصولاً به منظور ایجاد ارزش افزوده پرلیت و قابل مصرف کردن آن در صنایع مختلف از جمله صنعت ساختمان، پرلیت دانه بندی شده خام را حرارت می دهند. از آنجا که حجم بالای پرلیت منبسط شده موجب بالا رفتن هزینه حمل و نقل آن می گردد، لذا کارخانه های انبساط را در نزدیکی مراکز مصرف احداث می کنند. جهت انبساط پرلیت خام آن را در محدوده ۷۶۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد حرارت می دهند تا یک آگرگات نسبتاً سفید و فوق العاده سبک که ممکن است ذرات پرلیت بالای ۱۰ میلی متر داشته باشد، به دست آید. در طول فرآیند آب طبیعی موجود در پرلیت به بخار تبدیل شده و باعث خروج حباب های گاز موجود در سنگ می گردد. فرآیند انبساط برای اولین بار در سال ۱۹۴۰ در لاس وگاس در ایالات متحده آمریکا انجام شد.

در صنعت انبساط پرلیت از انواع مختلف کوره ها استفاده می شود که شامل کوره های افقی با پیش گرم کن و یا بدون پیش گرم کن، انواع مختلف کوره های گردان و کوره های ثابت عمودی می باشند. پیش گرم کن ممکن است جدا از کوره اصلی باشد و یا اینکه با همدیگر به طور یکجا قرار گیرند. روش انبساط، طول کوره انبساط، حرارت انتخاب شده و مدت زمان انبساط از جمله عواملی هستند که در کیفیت پرلیت منبسط شده مؤثر هستند.

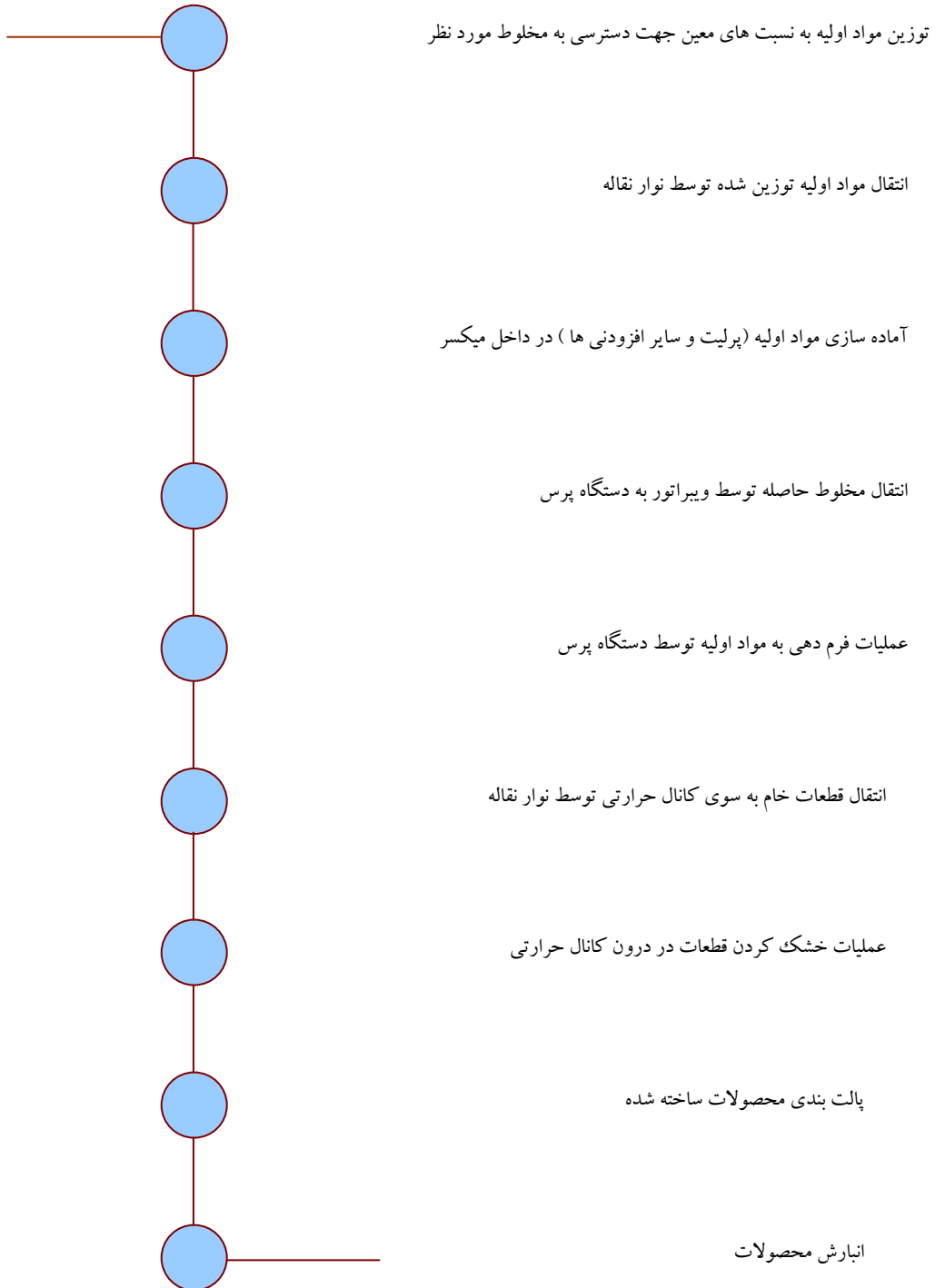
در پروسه انبساط، پرلیت پس از حرارت دهی اولیه به مقدار ثابت وارد کوره اصلی می گردد و حرارتی بین ۷۶۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد را تحمل می نماید. در اثر این حرارت پرلیت منبسط شده و دانه ها به شیشه های کروی تبدیل می شوند که پوک بوده و به رنگ سفید تا خاکستری سفید می باشند. پس از این مرحله، پرلیت بایستی بلافاصله سرد شده و داخل یک سری سیکلون های تقسیم کننده گردد و سپس ذرات کوچک و گرد و غبار جمع آوری شود. این گرد و غبارها تقریباً ۵ درصد وزن محصول نهایی هستند. در نهایت ذرات پرلیت منبسط شده دانه بندی و بسته بندی می

گردند . از کوره های دوار معمولاً برای پرلیت های دیر منبسط شونده استفاده می کنند که بازده خوبی دارند ولی در عوض هزینه قطعات متحرک آن زیاد بوده و در نتیجه باعث افزایش تمایل استفاده از کوره های عمودی می شود . در شکل زیر فلوشیت تیپیک یک کارخانه انبساط نشان داده شده است .



بخش دوم این کارخانه مشتمل بر واحد قالب گیری و تولید بلوک های سبک و مصالح ساختمانی مشابه می باشد . در این بخش مواد اولیه مشتمل بر پرلیت منبسط (خروجی از واحد انبساط و یا خریداری شده از سایر منابع) ، سیمان ، سیلیس ، انواع پوزولان ها و مواد افزودنی جهت بهبود شاخصهای کیفی محصول ، با نسبت های معین و طبق فرمولاسیون مناسب در داخل دستگاه میکسر ، کاملاً مخلوط می شود . مخلوط حاصله از طریق ویراتور به دستگاه پرس و قالب گیری منتقل می گردد و در آن جا عمل قالب گیری و شکل گیری اولیه مصالح ساختمانی مورد نظر صورت می گیرد . پس از آن قطعات پرس شده از طریق نوار نقاله های مخصوص به کانال حرارتی منتقل می شوند و در آن جا پس از کسب حرارت لازم و از دست دادن رطوبت ، خشک می گردد . در مرحله نهایی ، بلوک سبک آماده بسته بندی و حمل به بازار مصرف می باشد . در صفحه بعد ، نمودار فرایند عملیات (OPC) جهت تولید قطعات پیش ساخته پرلیتی ارائه می گردد .

نمودار فرایند عملیات (OPC) جهت تولید قطعات پیش ساخته پرلیتی



طرح مطالعات امکان سنجی پربیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

فصل دوم: مطالعه بازار

مطالعه بازار

همانطور که می‌دانیم سالانه بیش از یک میلیون واحد مسکونی در سطح کشور نیاز است که تحقق این مهم به روش سنتی امکان‌پذیر نیست. سند استراتژی صنعتی سازی ساختمان، برنامه رشد و پیشرفت این حوزه را تا دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ تبیین می‌کند و موجب می‌شود تا کلیه تلاش‌ها در مسیر رسیدن به اهداف این سند متمرکز شود. سند استراتژی صنعتی سازی ساختمان، برنامه رشد و پیشرفت این حوزه را تا دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ تبیین می‌کند و موجب می‌شود تا کلیه تلاش‌ها در مسیر رسیدن به اهداف این سند متمرکز شود.

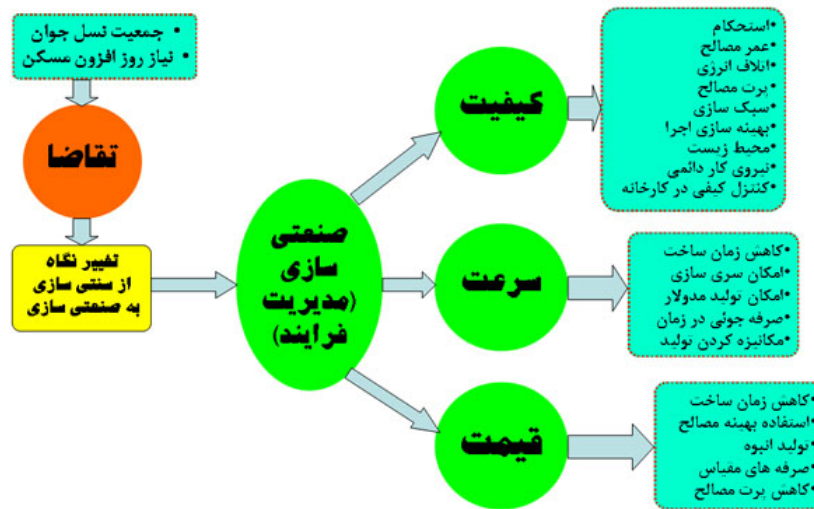
سیستمها و فرایند صنعتی سازی ساختمان ناظر بر کلیه فعالیت‌های مرتبط با طراحی، فناوری‌ها، روشهای ساخت و ساز و تولید کارخانه‌ای قطعات و اجزای ساختمانی است که با رعایت موازین علمی به طور انبوه و بر اساس استانداردهای مدولار و زنجیره‌ای و رعایت الزامات فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی و موازین توسعه پایدار انجام می‌گیرد.

هدف از صنعتی سازی ساختمان بالا بردن سرعت تولید و افزایش سهم تولیدات کارخانه‌ای و کاهش سهم اجراء و تغییر آن به نصب و مونتاژی باشد که از نتایج و آثار آن میتوان به سبک سازی، مقاوم سازی، صرفه جویی در مصالح، کاهش مصرف انرژی در دوران ساخت و بهره‌برداری، کاهش دوره ساخت و در نتیجه کاهش هزینه ساخت و ساز و بهره‌برداری از ساختمان اشاره کرد. لازم به ذکر است ساخت و ساز و تولید مسکن در کشور ما به روش سنتی صورت می‌گیرد و سهم صنعتی سازی در این بخش هم اکنون ۲ درصد است. دولت هدف گذاری کرده که سهم صنعتی سازی مسکن را به ۲۰ درصد ارتقا دهد.

نیاز گسترده و روز افزون جامعه به ساختمان و مسکن و ضرورت استفاده از روش‌ها و مصالح جدید به منظور افزایش سرعت ساخت، سبک سازی، افزایش عمر مفید و نیز مقاوم نمودن ساختمان در برابر زلزله را بیش از پیش مطرح کرده است. حل مشکلاتی نظیر زمان طولانی اجرا، عمر مفید کم و یا هزینه زیاد اجرای ساختمان‌ها نیازمند ارائه راهکارهایی به منظور استفاده عملی از روش‌های نوین و مصالح ساختمانی جدید جهت کاهش وزن و کاهش زمان ساخت، دوام بیشتر و نهایتاً کاهش هزینه اجراست. سبک سازی یکی از مباحث نوین در علم ساختمان است که روز به روز در حال

گسترش و پیشرفت می‌باشد. این فن‌آوری عبارتست از کاهش وزن تمام شده ساختمان با استفاده از تکنیک‌های نوین ساخت مصالح جدید و بهینه‌سازی روش‌های اجرا کاهش وزن ساختمان علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه‌های زمان و انرژی زیان‌های ناشی از حوادث طبیعی مانند زلزله را کاهش داده و صدمات ناشی از وزن زیاد ساختمان را به حداقل می‌رساند

ابعاد و اهداف صنعتی سازی مسکن



آبازرهای تمام شده انواع دیوار

آجر ۱۰	هیگس ۱۰	سفال ۱۰	لیکا ۱۰	هیگس ۱۵	لیکا ۱۵	آجر ۲۰	هیگس ۲۰	سفال ۲۰	لیکا ۲۰	پومال ۱۴	دو جداره سفالی ۲۰	نوع دیوار
توبر	توبر	توقالی	دو سوراخه	توبر	سه سوراخه	توبر	توبر	توقالی	سه سوراخه	تیپ ۳	با هانت دورق های استایرن	نوع بلوک
۵/۵×۱۱×۲۱	۶×۲۵×۱۰	۲۵×۱۰×۲۰	۴۰×۱۰×۲۰	۶×۲۵×۱۵	۵×۱۵×۲۰	۵/۵×۱۱×۲۱	۶×۲۵×۲۰	۲۵×۱۰×۲۰	۴۹×۱۹×۲۰	۱۰۰×۳۰۰	۲۵-۱۰۰-۲۰	سایز بلوک (سانتی متر)
۸۰	۱۱۸۰۰	۲۱۰۰	۵۸۰۰	۱۶۲۰۰	۸۳۰۰	۸۰۰	۱۹۵۰۰	۲۱۰۰	۹۸۰۰	۴۷۹۵۲۰	۲۱۰۰	بهای واحد (ریال)
۶۳/۵	۶/۲	۱۸	۱۱/۲۵	۶/۲	۹	۱۲/۲	۶/۲	۳۳/۳۳	۹	۰/۳۳	۳۶	تعداد بلوک مصرفی در یک متر مربع دیوار
۵۰۸۰۰	۷۳۱۶۰	۳۷۸۰۰	۶۵۲۵۰	۱۰۰۴۴۰	۷۴۷۰۰	۹۶۹۶۰	۱۲۰۹۰۰	۶۹۹۹۳	۸۸۲۰۰	۱۵۹۸۴۰	۳/۵	وزن قطعه (کیلو گرم)
۱۳۹/۷	۵۵/۸	۶۳	۹۳	۸۳/۷	۸/۸۰	۲۶۶/۶	۱۱۱/۶	۱۱۶/۷	۹۹	۱۹	۱۲۶	بهای یک متر مربع مصالح بلوک (ریال)
۲۵۴۰	۲۱۹۴	۱۸۹۰	۱۹۵۷	۳۰۱۳	۲۲۴۱	۴۸۴۸	۳۶۲۷	۳۴۹۹	۱۶۶۶	۴۷۹۴	۳۷۸۰	وزن یک متر مربع مصالح (کیلو گرم)
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	۱۵۰۰۰	بهای پرت در یک متر مربع (ریال)
۵۳۳۴۰	۷۵۳۵۴	۳۹۶۹۰	۶۷۲۰۷	۱۰۳۳۵۳	۷۶۹۴۱	۱۰۱۸۰۸	۱۲۴۵۲۷	۷۴۴۹۲	۹۰۸۴۶	۱۶۴۶۳۸	۷۹۳۸۰	پای استایرن مصرفی [نسوز] (ریال)
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	قیمت کل یک متر مربع مصالح (ریال)
۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	بهای هر کیلو گرم ماسه (ریال)
۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	بهای هر کیلو گرم سیمان (ریال)
۳۰/۷	۸/۵	۱۰	۱۰	۱۲/۸	۱۵/۷	۶۱/۳	۱۷	۳۸/۳	۱۹	۶۰	۲۰	بهای هر لیتر ملات (ریال)
۱۲۸۹۴	۳۵۷۰	۴۲۰۰	۴۲۰۰	۵۳۱۶	۶۵۹۴	۲۵۷۴۶	۷۱۴۰	۱۶۰۸۶	۱۹۸۰	۲۹۴۰۰	۸۴۰۰	مقدار ملات در یک متر مربع دیوار (لیتر)
۶۴/۴	۱۷/۸	۲۱	۲۱	۲۶/۸	۳۲/۹۷	۱۲۸/۷	۳۵/۷	۸۰/۴۳	۳۹/۹	۱۱۶	۴۲	بهای ملات در یک متر مربع دیوار (کیلو گرم)
۴۳۰۰۰	۴۳۰۰۰	۴۳۰۰۰	۳۱۰۰۰	۴۳۰۰۰	۳۱۰۰۰	۴۳۰۰۰	۴۳۰۰۰	۴۳۰۰۰	۳۱۰۰۰	۳۱۰۰۰	۴۳۰۰۰	وزن ملات در یک متر مربع دیوار (کیلو گرم)
۴۶/۵	۴۶/۵	۴۶/۵	۱۵/۵	۴۶/۵	۱۵/۵	۴۶/۵	۴۶/۵	۴۶/۵	۱۵/۵	۱۵/۵	۴۶/۵	بهای یک متر مربع اندود کاری (ریال)
۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰	---	۳۵۰۰۰۰	وزن یک متر مربع اندود کاری (ریال)
۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	---	۱۵۰۰۰۰۰	اجرت روزانه بنا (ریال)
۲۰	۳۷	۳۳	۴۰	۲۸	۳۰	۱۵	۳۰	۲۰	۲۶	۶۰	۱۰	اجرت روزانه کارگر (ریال)
۲۵۰۰۰۰	۱۳۵۱۳	۱۵۱۵۲	۱۲۵۰۰	۱۷۸۵۷	۱۶۶۶۶	۳۳۳۳۳	۱۶۶۶۶	۲۵۰۰۰	۱۹۱۳۰	۲۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	متر از کار انجام شده در روز (متر مربع)
۱۳۴۳۳۴	۱۳۵۳۳۷	۱۰۲۰۴۲	۱۱۴۹۰۷	۱۶۹۸۶	۱۳۱۲۰۱	۲۰۳۸۸۷	۱۹۱۳۳۳	۱۵۷۵۷۸	۱۴۹۰۵۶	۲۷۰۰۴۳	۱۹۵۷۸۰	دستمزد یک متر مربع دیوار چینی (ریال)
۲۵۰/۶	۱۲۰/۱	۱۳۰/۵	۹۹/۵	۱۵۷	۱۳۱/۲۴	۴۴/۸	۱۹۳/۸	۲۴۶/۶	۱۵۴/۴	۱۶۰/۵	۲۱۴/۵	قیمت تمام شده یک متر مربع دیوار (ریال)
---	۱/۴	۲/۲	۱/۱۳	۱/۰۸	۰/۸۶	---	۰/۸۷	۱/۵۵	۰/۴۵	۰/۶۲	۰/۵۲	وزن کل یک متر مربع دیوار (کیلو گرم)
												ضریب انتقال حرارتی کل

۱-۲ بررسی قیمت و وضعیت تولید جهانی و داخلی محصول

افزایش نسبی قیمت پرلیت را می‌توان به علت تقاضای رو به گسترش بازار مصرف و محدودیت منابع و ذخائر پرلیت و انحصار تولیدکنندگان این ماده معدنی دانست. قیمت گذاری پرلیت معمولاً موضوعی است که بین تولیدکننده و مصرف‌کننده نهائی مورد مذاکره قرار می‌گیرد. قیمت تحت تاثیر کیفیت و کمیت پرلیت خام تهیه شده و هزینه حمل و توزیع از مبدا به مقصد قرار خواهد گرفت. قیمت پرلیت منبسط شده برای مصرف‌کننده نهائی با کیفیت، نوع پرلیت، موارد مصرف، میزان سفارش، هزینه حمل و نقل، رقابت بین تولیدکنندگان و همچنین مواد جایگزین خیلی سبک نظیر ورمیکولیت، لیکا و پلی استایرن تغییر می‌کند. میانگین قیمت پرلیت منبسط شده بیش از ۶ برابر مواد منبسط نشده می‌باشد. این مسئله نشان دهنده مصرف بالای انرژی جهت فرایند انبساط و هزینه حمل و نقل پرلیت منبسط شده به کارخانه انبساط می‌باشد. بنابراین پرلیت منبسط شده به دلیل وزن مخصوص پائین حساسیت زیادی به کرایه حمل دارد. قیمت پرلیت خام و منبسط در کشورهای مختلف متفاوت است. از دلایل آن می‌توان به اختلاف در شرایط اقتصادی کشورها و متفاوت بودن هزینه استخراج و تجهیزات مورد استفاده و هزینه‌های مورد مصرف اشاره کرد. به عنوان نمونه قیمت پرلیت در کشورهای آمریکا، انگلستان و ترکیه در جدول زیر ارائه شده است.

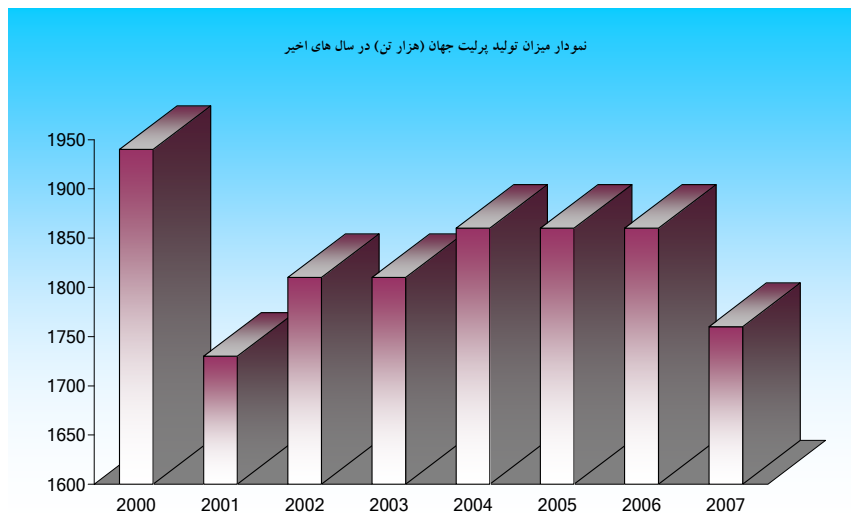
نمونه قیمت پرلیت در برخی از کشورها بر حسب دلار بر تن محصول

عنوان	امریکا	انگلستان	ترکیه
پرلیت خام	۳۰/۹۰	۵۵-۶۰	۳۰/۳۴
پرلیت منبسط شده	۱۸۵/۵۹	۱۷۰/۲۴	۱۸۵/۹۹

با توجه به اینکه کشور ایالات متحده جزء بزرگترین تولیدکنندگان پرلیت در جهان به شمار می‌آید، اطلاعات تجارت این ماده در کشور آمریکا از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ در جدول ذیل ارائه شده است.

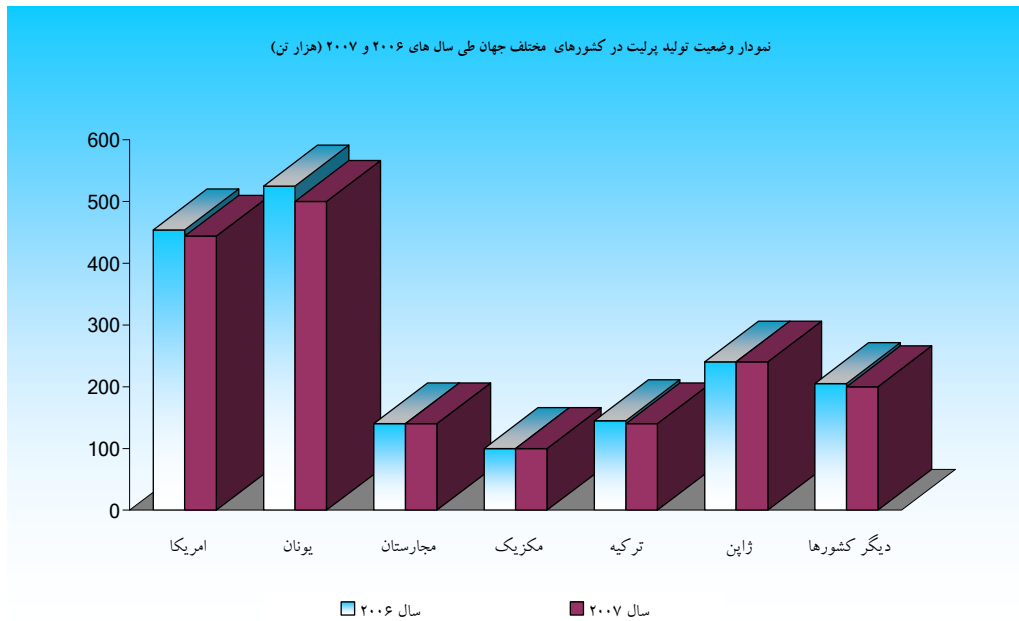
وضعیت تجارت پرلیت در آمریکا

سال	تولید	واردات	صادرات	مصرف ظاهری	دلار بر تن	تولید جهانی
۲۰۰۰	۶۷۲۰۰۰	۱۸۰۰۰۰	۴۳۰۰۰	۸۰۹۰۰۰	۳۳/۸	۱۹۴۰۰۰۰
۲۰۰۱	۵۵۸۰۰۰	۱۷۵۰۰۰	۴۳۰۰۰	۷۲۰۰۰	۳۶/۳	۱۷۳۰۰۰۰
۲۰۰۲	۵۲۱۰۰۰	۲۲۴۰۰۰	۴۲۰۰۰	۷۰۳۰۰۰	۳۶/۵	۱۸۱۰۰۰۰
۲۰۰۳	۴۹۳۰۰۰	۲۴۵۰۰۰	۳۷۰۰۰	۷۰۱۰۰۰	۳۸/۲	۱۸۱۰۰۰۰
۲۰۰۴	۵۰۸۰۰۰	۲۳۸۰۰۰	۳۷۰۰۰	۷۰۹۰۰۰	۴۱/۸۷	۱۸۶۰۰۰۰
۲۰۰۵	۵۰۸۰۰۰	۱۹۶۰۰۰	۳۲۰۰۰	۶۷۲۰۰۰	۴۰/۶۸	۱۸۶۰۰۰۰
۲۰۰۶	۴۵۴۰۰۰	۲۴۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	۶۶۹۰۰۰	۴۲/۹	۱۸۱۰۰۰۰
۲۰۰۷	۴۴۴۰۰۰	۲۲۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۶۳۴۰۰۰	۵۱/۶۱	۱۷۶۰۰۰۰



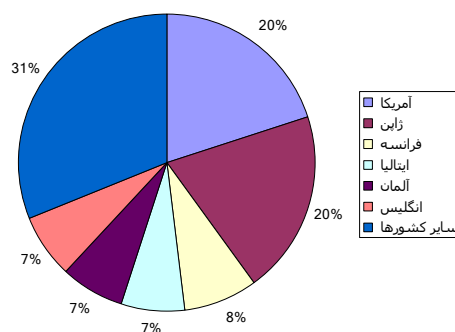
جدول میزان تولید پرلیت منبسط در جهان بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۷ بر حسب هزار تن

نام کشور	امریکا	یونان	مجارستان	مکزیک	ترکیه	ژاپن	دیگر کشورها	جمع کل
سال ۲۰۰۶	۴۵۴	۵۲۵	۱۴۰	۱۰۰	۱۴۵	۲۴۰	۲۰۵	۱۸۱۰
سال ۲۰۰۷	۴۴۴	۵۰۰	۱۴۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۴۰	۲۰۰	۱۷۶۰



بیشتر شرکت‌های بزرگ و فعال در زمینه پرلیت در کشورهای یونان، ترکیه و آمریکا واقع هستند. این شرکت‌ها در خارج از کشور نیز دارای شرکت‌های تابعه می‌باشند و لی‌نکته قابل توجه این است که برخی از کشورهای نظیر آلمان و کانادا که دارای ذخایر بزرگ پرلیت نمی‌باشند، دارای شرکت‌های معظمی هستند که به انبساط و تولید محصولات پرلیتی می‌پردازند و عمدتاً پرلیت خام وارداتی را مورد فرآوری و انبساط قرار می‌دهند.

کشورهای اصلی واردکننده پرلیت و سهم آنها در بازار جهانی آن در شکل زیر نمایش داده شده است. مهمترین واردکننده جهانی پرلیت کشورهای آمریکا و ژاپن بوده و سپس کشورهای فرانسه، آلمان، ایتالیا و انگلیس با سهم نسبتاً مشابه از بازار جهانی قرار می‌گیرند. دیگر کشورها جمعاً در حدود ۳۱ درصد از واردات جهانی را به خود اختصاص می‌دهند.



از مواد جایگزین پرلیت میتوان به ورمیکولیت ، دیگر مخلوط شونده های سبک ، پشم معدنی ، کف های پلاستیکی و پنبه نسوز در صنایع ساختمان ، دیاتومیت ، ماسه سلیسی ، زئولیت و فیبرهای گیاهی در استفاده به عنوان صافی اشاره کرد. مخلوط گچ و ماسه می تواند جایگزین مخلوط گچ و پرلیت شود. بتن ساخته شده با پرلیت به اندازه بتن ساخته شده از پومیس با مواد دیگر محکم نیست اما این مخلوط تا فشار ۲۰۰۰ پوند بر فوت مربع مقاومت داشته باشد. به هر حال خواصی نظیر وزن مخصوص کم ، خاصیت عایق و مقاومت در برابر آتش ، بتن های پرلیتی را وسیله مناسبی جهت ساخت تیغه در ساختمان هایی با سازه های فلزی و همچنین پوشش سقف ساخته است. از دیگر اختلافات پرلیت و پومیس می توان به موارد زیر اشاره کرد.

۷ پومیس سنگین تر از پرلیت منبسط شده می باشد

۷ از آنجایی که پرلیت در شرایط کنترل شده ای در کوره منبسط می شود لذا در مقایسه با پومیس دارای خصوصیات کاملتری می باشد.

۷ به علت آنکه پرلیت منبسط شده دارای حجم زیادی می باشد ، لذا پرلیت به صورت خام حمل شده و در محل مصرف منبسط می گردد در حالی که پومیس (دارای حجم زیاد با وزن کم) بایستی به همان صورت اولیه حمل شود

۷ پرلیت پس از استخراج و خردایش ، بایستی در یک کوره منبسط شود در حالی که پومیس مستقیماً پس از استخراج و دانه بندی بدون پخته شدن مصرف می گردد.

به هر حال همواره رقابت بین پرلیت و پومیس در صنایع ساختمانی وجود داشته و در این میان عواملی نظیر وضعیت جغرافیایی ، مرغوبیت کالا ، قیمت تاثیر گذار خواهند بود. در دنیای تجارت رقبای اصلی پرلیت، ورمیکولیت و دیاتومیت می باشند که هر دوی آنها برای تهیه پلاستر، مرغوب کردن خاک های کشاورزی و به عنوان پر کننده مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از ورمیکولیت به عنوان پر کننده از ارزش اقتصادی و بهره دهی کمتر برخوردار است ولی در مرغوب کردن خاک های کشاورزی ورمیکولیت با رنگ تیره را نسبت به رنگ سفید پرلیت ترجیح می دهند زیرا ذرات سفید پرلیت در زمینه تیره خاک جلوه زیبایی ندارد. دیاتومیت نیز برای تهیه صافی کاربرد های دارد ولی چون پرلیت دارای وزن کمتری می باشد در مقایسه با دیاتومیت دارای مزیت نسبی است.

جدول مقایسه خواص ملات های حاوی پرلیت با سایر مواد

چگالی (kg/m ³)	قابلیت انتقال حرارت (وات بر متر درجه سانتی گراد)	نوع ملات
۱۴۴۰	۰/۴۷۶	ملات پلاستر سیمان و آهک و شن و ماسه
۱۴۱۰	۰/۶۴۹	ملات پلاستر گچ و شن و ماسه
۱۲۸۰	۰/۴۶۱	ملات پلاسترهای گچ
۴۴۸	۰/۱۰۸	ملات پلاستر گچ - ورمیکولیت
۴۸۰	۰/۱۳	ملات پلاستر ورمیکولیت
۷۱۰	۰/۲۰۵	ملات پلاستر گچ - پرلیت با روکش نشاسته ای رنگ
۶۲۷	۰/۱۶۲	ملات پلاستر گچ - پرلیت با روکش قهوه ای رنگ

لازم به ذکر است در داخل کشور نیز قیمت گذاری پرلیت خام یا منبسط معمولاً موضوعی است که بین تولید کننده و خریدار مورد مذاکره قرار می گیرد. قیمت تحت تاثیر کمیت، کیفیت پرلیت و هزینه حمل و توزیع از مبدا قرار داشته و برای پرلیت منبسط شده تحت تاثیر موارد مصرف، میزان سفارش، کرایه حمل، مسائل رقابتی و مواد جایگزین مانند ورمیکولیت، لیکا، پلی استایرن قرار دارد. در مجموع می توان گفت، قیمت پرلیت منبسط شده حدود شش برابر نوع منبسط نشده است. این مساله نشانگر مصرف بالای انرژی جهت فرایند انبساط و هزینه بالای حمل و نقل پرلیت منبسط نشده به کارخانه انبساط می باشد.

قیمت (هزار ریال بر هر تن)	نوع ماده
۵۰	پرلیت خام کلوخه های
۱۰۵	پرلیت دانه بندی شده خام
۸۰۰	پرلیت منبسط شده درجه یک
۵۰۰	پرلیت منبسط شده درجه دو
۴۰۰	پرلیت منبسط شده مخلوط ریز
۸۰۰	پرلیت منبسط شده مخلوط درشت

از تولید کنندگان معتبر و فعالان صنعت پرلیت در داخل کشور می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

نام شرکت	حوزه فعالیت	تماس
تعاونی، صنعتی و تولیدی سیمین لنجان	تولید پرلیت منبسط دانه، پرلیت منبسط غبار و بلوک سبک (پرلیتی) و قطعات پیش ساخته سبک پرلیتی	اصفهان، زرین شهر، شهرک صنعتی مدیسه، (سه راه گاز) پلاک ۲۳ ۲۲۳۴۳۹۷-۰۳۳۴ همراه: ۰۹۱۳۳۳۶۶۸۱۳
شرکت تیام تجارت	محصولات شرکت تیام تجارت عبارتند از پرلیت که در دو نوع خام و منبسط فرآوری شده	تهران، انتهای شرقی بزرگراه همت، خیابان ریحانی، کوی صباح غربی پلاک ۱۱، واحد ۱۹ تلفن: ۲۲۵۰۸۲۵۹ فاکس: ۲۲۵۳۷۴۴۱ همراه: ۰۹۱۲۶۳۹۲۲۳۷
کارخانه انبساط پرلیت صوفیان	مصرف کننده پرلیت خام	تبریز
فرآورده های نسوز اصفهان	مصرف کننده پرلیت خام	اصفهان

۲-۲ بررسی میزان عرضه (تولید داخلی و واردات)

۲-۲-۱ تولید داخلی

الف) واحدهای فعال (دارای پروانه بهره برداری)

لیست واحدهای فعال (دارای پروانه بهره برداری) در زمینه تولید پرلیت به تفکیک استانی

ردیف	نام محصول	نام استان	نام واحد	ظرفیت (تن)
۱	قطعات پیش ساخته پرلیت	آذربایجان غربی	گوهر کاوش ارومیه	۲۰۰۰
۲	قطعات پیش ساخته پرلیت	خوزستان	قطعات پیش ساخته سخت بتن جنوب	۱۰۰۰
۳	قطعات پیش ساخته پرلیت	خوزستان	محمد مهدی اخوی نژاد دزفولی	۱۰۰
۴	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	رضا قنبرزاده و مهدی قنبرزاده اشکنبری	۱۲۰۰
۵	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	گسترش پرلیت آذربایجان	۵۰۰۰
۶	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	معدنی خاک و سنگ پرلیت	۲۷۰۰
۷	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	منطقه ای معادن آذربایجان	۲۰۰۰
۸	پرلیت منبسط شده	آذربایجان غربی	آذرکانی مهاباد	۱۵۰۰
۹	پرلیت منبسط شده	آذربایجان غربی	زمرد پوش	۱۵۰۰
۱۰	پرلیت منبسط شده	آذربایجان غربی	ژرف یاب مهاباد	۳۰۰۰
۱۱	پرلیت منبسط شده	آذربایجان غربی	گوهر کاوش ارومیه	۲۰۰۰
۱۲	پرلیت منبسط شده	اصفهان	اکبری - بهرام	۲۶۴
۱۳	پرلیت منبسط شده	اصفهان	صنعتی بازرگانی توسعه صادرات سپاهان صدرا	۱۵۰۰
۱۴	پرلیت منبسط شده	تهران	بازرگانی راه صنعت (محمد حسین طالعی فرد)	۷۵۰
۱۵	پرلیت منبسط شده	خراسان رضوی	خاکهای صنعتی زاوین	۲۰۴۰
۱۶	پرلیت منبسط شده	خوزستان	تولیدی نسوز ققنوس آبادان	۳۰۰
۱۷	پرلیت منبسط شده	سمنان	معین صنعت در بند	۲۵۰
۱۸	پرلیت دانه بندی شده	آذربایجان غربی	آذرکانی مهاباد	۳۵۰۰۰
۱۹	پرلیت دانه بندی شده	آذربایجان غربی	زمرد پوش	۱۰۰۰
۲۰	پرلیت دانه بندی شده	آذربایجان غربی	گوهر کاوش ارومیه	۳۰۰۰
۲۱	پرلیت دانه بندی شده	اصفهان	تعاونی صنعتی پرلیت سیمین لنجان	۸۰۰
۲۲	پرلیت دانه بندی شده	اصفهان	رضایی - محمدرضا	۶۳
۲۳	پرلیت دانه بندی شده	کرمان	پیشگامان پرلیت جنوب شرق	۲۰۰۰
۲۴	پرلیت دانه بندی شده	لرستان	صادراتی برلیان پرلیت	۲۰۸۰
۷۱۰۴۷	جمع کل			

با حذف آمار مربوط به پرلیت دانه بندی شده از اطلاعات فوق ، وضعیت واحدهای فعال در زمینه پرلیت منبسط شده و قطعات پیش ساخته پرلیتی وضعیت مندرج در جدول زیر قابل جمع بندی است .

مجموع ظرفیت واحدهای فعال (دارای پروانه بهره برداری) در زمینه تولید پرلیت

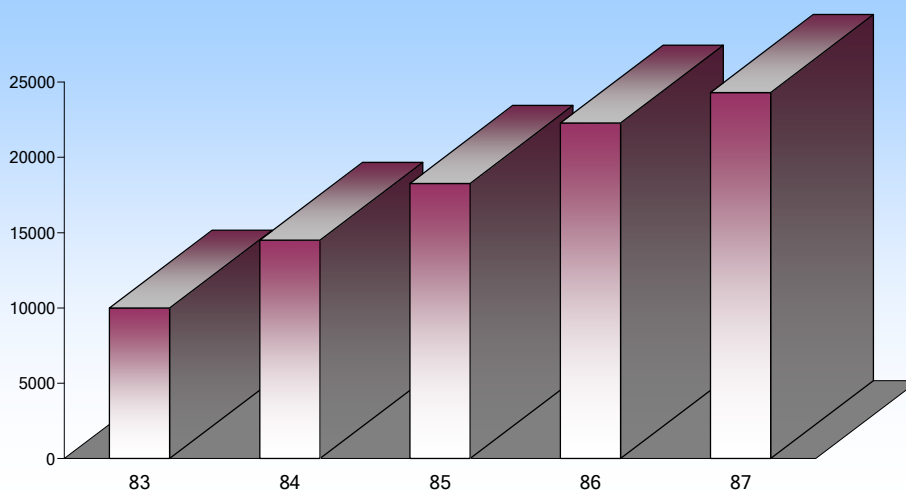
نام محصول	تعداد واحد	ظرفیت	درصد به کل
قطعات پیش ساخته پرلیت	۳	۳۱۰۰	۱۱
پرلیت منبسط شده	۱۴	۲۴۰۰۴	۸۹
جمع کل		۲۷۱۰۴	۱۰۰

میزان تولید و عرضه محصولات پرلیتی (پرلیت منبسط شده و قطعات پیش ساخته پرلیتی)

(با فرض عملکرد در ۹۰٪ ظرفیت اسمی)

سال	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷
جمع	۹۹۹۴	۱۴۴۹۴	۱۸۲۷۴	۲۲۲۷۹	۲۴۳۰۴

نمودار میزان تولید پرلیت منبسط و قطعات پرلیتی (بر حسب تن) طی سالهای گذشته



ب) طرح‌های در دست اجرا

لیست واحدهای در دست اجرا (دارای جواز تأسیس) با پیشرفت فیزیکی (۱-۲۴٪) در زمینه تولید پرلیت

ردیف	نام محصول	نام استان	نام واحد	ظرفیت (تن)
۱	قطعات پیش ساخته پرلیت	زنجان	حامد اسماعیلی	۱۰۰۰۰۰
۲	قطعات پیش ساخته پرلیت	لرستان	مرتضی هاشمی	۱۶۰۰۰
۳	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	تولیدی پرلیت ارس	۲۵۰۰
۴	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	مسعود کاظمی و سید محمد حسین قاضی طباطبائی	۷۵۰۰۰
۵	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	مهندسی آذرکانه	۱۵۰۰
۶	پرلیت منبسط شده	اصفهان	امینی اسفیدواجانی - علی	۸۰۰
۷	پرلیت منبسط شده	زنجان	تعاونی چند منظوره وارث سبز درفک	۵۰۰۰
۸	پرلیت دانه بندی شده	آذربایجان شرقی	ایرج و سیامک و بابک مهندسی خسروشاهی	۲۵۰۰۰
۹	پرلیت دانه بندی شده	زنجان	تعاونی چند منظوره وارث سبز درفک	۵۰۰۰
جمع کل				۲۳۰۸۰۰

مجموع ظرفیت واحدهای در دست اجرا با پیشرفت فیزیکی (۱-۲۴٪) در زمینه تولید پرلیت

نام محصول	تعداد واحد	ظرفیت	درصد به کل
قطعات پیش ساخته پرلیت	۲	۱۱۶۰۰۰	۵۹
پرلیت منبسط شده	۵	۷۹۰۰۰	۴۱
جمع کل		۱۹۵۰۰۰	۱۰۰

لیست واحدهای در دست اجرا (دارای جواز تأسیس) با پیشرفت فیزیکی (۲۵-۴۹٪) در زمینه تولید پرلیت

ردیف	نام محصول	نام استان	نام واحد	ظرفیت (تن)
۱	قطعات پیش ساخته پرلیت	خراسان رضوی	توسعه و تجارت و سرمایه گذاری نیشابور	۲۰۰۰
۲	قطعات پیش ساخته پرلیت	مازندران	مراد ابوئی	۲۹۱۵
۳	دانه میکا از پرلیت	همدان	آوین سنگ	۷۰۰۰
۴	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	حسن علیزاده مقتدر	۱۲۰۰
۵	پرلیت منبسط شده	آذربایجان شرقی	صنعتی و معدنی آذر پرلیت هشتروند	۱۵۰۰
۶	پرلیت منبسط شده	خراسان رضوی	یتن سبک طوس	۱۵۰۰۰
۷	پرلیت منبسط شده	خراسان رضوی	پرلیت سینای شرق	۴۵۰۰
۸	پرلیت منبسط شده	زنجان	عمران مومان چابهار	۵۰۰۰
۹	پرلیت دانه بندی شده	آذربایجان شرقی	صنعتی و معدنی آذر پرلیت هشتروند	۱۰۰۰
۱۰	پرلیت دانه بندی شده	اصفهان	هنرمند - احمد	۱۰۰۰۰
۱۱	پرلیت دانه بندی شده	خراسان رضوی	پرلیت سینای شرق	۴۵۰۰
۱۲	پرلیت دانه بندی شده	قزوین	لیمان	۴۵۰۰
جمع کل				۵۹۱۱۵

مجموع ظرفیت واحدهای در دست اجرا با پیشرفت فیزیکی (۲۵-۴۹٪) در زمینه تولید پرلیت

نام محصول	تعداد واحد	ظرفیت	درصد به کل
قطعات پیش ساخته پرلیت	۲	۴۹۱۵	۱۴
پرلیت منبسط شده	۵	۲۷۲۰۰	۸۶
جمع کل		۳۱۳۹۵	۱۰۰

لیست واحدهای در دست اجرا (دارای جواز تأسیس) با پیشرفت فیزیکی (۵۰-۷۴٪) در زمینه تولید پریلت

ردیف	نام محصول	نام استان	نام واحد	ظرفیت (تن)
۱	قطعات پیش ساخته پریلت	آذربایجان غربی	طلای سفید اذربایجان	۱۲۰۰۰
۲	قطعات پیش ساخته پریلت	اردبیل	تیر بتن صنعت	۵۵۰۰
۳	قطعات پیش ساخته پریلت	خوزستان	خدمات گسترش فکر آوران	۱۷۰۰۰
۴	پریلت منبسط شده	آذربایجان شرقی	انبساط و تولید قطعات پریلتی	۱۰۰۰۰
۵	پریلت منبسط شده	اردبیل	تیر بتن صنعت	۱۱۰۰
۶	پریلت منبسط شده	خوزستان	خدمات گستر فکر آوران	۱۵۰۰
۷	پریلت دانه بندی شده	زنجان	عمرام مومان چابهار	۱۰۰۰۰
جمع کل				۵۷۱۰۰

مجموع ظرفیت واحدهای در دست اجرا با پیشرفت فیزیکی (۵۰-۷۴) در زمینه تولید پریلت

نام محصول	تعداد واحد	ظرفیت	درصد به کل
قطعات پیش ساخته پریلت	۳	۳۴۵۰۰	۷۳
پریلت منبسط شده	۳	۱۲۶۰۰	۲۷
جمع کل		۴۷۱۰۰	۱۰۰

لیست واحدهای در دست اجرا (دارای جواز تأسیس) با پیشرفت فیزیکی (۲۵-۹۹) در زمینه تولید پریلت

ردیف	نام محصول	نام استان	نام واحد	ظرفیت (تن)
۱	پریلت دانه بندی شده	قزوین	تولیدی و صنعتی فرآوری خاک چینی اشکان قزوین	۱۵۰۰۰
جمع کل				۱۵۰۰۰

لیست واحدهای در دست اجرا (دارای جواز تأسیس) با پیشرفت فیزیکی صفر در زمینه تولید پرلیت

ردیف	نام محصول	تعداد واحد	ظرفیت کل	درصد به کل
۱	پرلیت	۲	۶۲۰۰	۰/۲۵
۲	قطعات پیش ساخته پرلیت	۵۵	۱۹۸۳۴۶۰	۸۱/۳۵
۳	دانه میکا از پرلیت	۱	۱۰۰۰۰	۰/۴۱
۴	پرلیت منبسط شده	۳۶	۱۶۰۳۰۰	۶/۵۷
۵	پرلیت دانه بندی شده	۲۰	۲۷۸۰۰۰	۱۱/۴
	جمع کل	۱۱۴	۲۴۳۷۹۶۰	۱۰۰

اطلاعات مربوط به واحدهای در دست اجرا

پیشرفت فیزیکی	ظرفیت طرح (تن)
۱-۲۴ درصد	۱۹۵۰۰۰
۲۵-۴۹ درصد	۳۱۳۹۵
۵۰-۷۴ درصد	۴۷۱۰۰
۷۵-۹۹ درصد	۰

۲-۲-۲ واردات

در دادو ستدهای بین المللی جهت کد بندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه بندی استفاده می گردد که عبارت است از طبقه بندی بر اساس بروکسل و طبقه بندی مرکز استاندارد و تجارت بین المللی. بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه بندی بروکسل جهت طبقه بندی کالاها استفاده می شود که در خصوص پرلیت به شرح زیر می باشد .

شماره تعرفه گمرکی	نوع کالا	حقوق ورودی	SUQ
۲۵۳۰۱۰۱۰	پرلیت	۱۵	Kg

جدول واردات پرلیت به کشور

سال	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸
وزن (کیلوگرم)	۲۴۰۰۰	۲۵۸۹۸۴	۲۴۶۶۳۰	---	۱۶۲۲۶
ارزش دلاری	۲۴۰۳	۷۹۸۸۸	۱۰۲۶۱۹	---	۹۳۹۱

علی القاعده با توجه به هزینه بالای حمل و نقل پرلیت ، واردات این محصول به صورت منبسط و یا به صورت مصالح ساختمانی مقرون به صرفه نبوده و موضوعیت ندارد. عمدتاً پرلیت وارداتی به شکل محصولات ساخته شده مورد مصرف در کمک صافی ها می باشد . البته به نظر می رسد در سال ۸۶ و ۸۵ پرلیت خام نیز وارد کشور شده است .

میزان و مبدا واردات پرلیت از سال ۸۴ تا ۸۸

سال	کشور	وزن (کیلوگرم)	ارزش دلاری
۸۴	امارات متحده عربی	۲۴۰۰۰	۲۴۰۳
۸۵	آلمان	۱۴۵۸۰	۵۰۱۵۸/۴
	امارات متحده عربی	۲۰۰۰۰۰	۱۹۰۹۱/۷
	ایتالیا	۲۴۰۴	۵۱۷۱/۷۸
	ترکیه	۴۲۰۰۰	۵۴۶۶/۰۹
۸۶	امارات متحده عربی	۱۴۶۹۱۰	۱۴۰۲۰/۷۵
	انگلستان	۹۰۰۰	۲۷۲۶۰/۷
	ایتالیا	۹۰۷۲۰	۶۱۳۳۷/۸
۸۷	---	---	---
۸۸	ترکیه	۱۵۰۲۶	۹۲۰۱/۹۴
	چین	۱۲۰۰	۱۸۹/۱۱

۳-۲ بررسی میزان تقاضا (مصرف داخلی و صادرات)

۱-۳-۲ مصرف داخلی

با توجه آمارهای تولید داخلی و با لحاظ نمودن ویژگی های منحصر به فرد پرلیت در برخی از مصارف به ویژه کاربرد آن در تولید مصالح ساختمانی سبک ، میزان مصرف این محصول در سالهای اخیر روند صعودی داشته است و پیش بینی می گردد این روند در سالهای شتاب بیشتری داشته باشد .

سال	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷
میزان مصرف (تن)	۹۹۹۴	۱۴۵۱۸	۱۸۵۳۳	۲۲۵۲۵	۲۴۳۲۰

۲-۳-۲ صادرات

جدول میزان صادرات انواع پرلیت در سالهای اخیر

سال	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸
وزن (کیلوگرم)	۷۱۸۶۰	۳۲۸۹۶۱	۱۰۵۲۴۵۰	۱۲۱۰۳۸۱	۱۷۷۰۷۶
ارزش دلاری	۶۸۱۴	۵۹۲۰۰	۱۸۹۴۴۹	۲۱۷۲۳۷	۳۱۶۴۳

میزان و مقصد صادرات پرلیت از سال ۸۴ تا ۸۸

سال	کشور مقصد	وزن (کیلوگرم)	ارزش دلاری
سال ۸۴	آذربایجان	۲۰۰۵۰	۲۶۱۹
	ارمنستان	۱۰۴۸۰	۱۸۴۹/۶
	پاکستان	۲۱۰۰۰	۱۸۰۶
	کویت	۱۹۱۳۰	۴۳۹/۶۶
	هلند	۱۲۰۰	۱۰۰
سال ۸۵	آذربایجان	۲۱۷۸۰۶	۳۹۱۹۹/۸۳
	ارمنستان	۶۲۵۰	۱۱۲۵
	امارات متحده عربی	۴۰۴۵	۷۲۰
	قطر	۲۱۹۰	۳۹۴
	کویت	۹۱۵۷۰	۱۶۴۸۳
سال ۸۶	گرجستان	۷۱۰۰	۱۲۷۸
	آذربایجان	۹۲۰۰۰	۱۶۵۵۸/۰۱
	ارمنستان	۹۸۴۰	۱۷۸۱/۴
	قطر	۱۰۰۰	۱۸۰

سال	کشور مقصد	وزن (کیلوگرم)	ارزش دلاری
سال ۸۷	کویت	۹۴۹۶۱۰	۱۷۰۹۳۰
	آذربایجان	۸۴۳۹۰	۱۵۰۱۰
	ارمنستان	۲۰۶۶۰	۳۷۱۸/۸
	ترکمنستان	۲۸۲۰	۵۰۸
	عراق	۳۳۲۷	۵۹۸
	فرانسه	۱۰۲۳۰	۱۸۴۱
	کویت	۱۰۸۴۳۶۳	۱۹۵۴۶۱
سال ۸۸	گرجستان	۴۵۹۱	۱۰۰
	آذربایجان	۷۰۲۱۷	۱۲۳۹۹
	ارمنستان	۱۷۱۰۰	۳۰۷۸
	امارات متحده عربی	۲۳۱۱۶	۴۱۶۰
	رومانی	۴۱۴۰۰	۷۴۶۲
	عراق	۵۴۰۳	۹۷۳
	هند	۱۹۸۴۰	۳۵۷۱

۲-۴ تحلیل توازن عرضه و تقاضا و پیش بینی آن در سالهای آتی

با توجه به رشد روز افزون مصرف پرلیت در صنایع مختلف انتظار می رود که در آینده ای نزدیک تقاضای پرلیت در کشور افزایش یابد این در حالی است که کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای صاحب ذخیره پرلیت در دنیا می تواند به بازارهای مختلف صادراتی نیز نیم نگاهی داشته باشد. صادرات پرلیت به خاورمیانه و سایر کشورها می تواند به رشد و تقاضای این محصول در سال های آینده کمک نماید.

در این میان بدون تردید فعالیت های مرتبط با صنعت ساختمان در هر کشور از بخش های پیشرو اقتصاد است که به عنوان موتور رشد و توسعه عمل می نماید و تغییرات آن نه تنها نشاندهنده وضعیت عمومی اقتصاد بلکه نمایانگر

تحولات اجتماعی و فرهنگی نیز می‌باشد. این بخش از طریق ایجاد اشتغال مستقیم و غیر مستقیم سهم بالایی از تولید ناخالص داخلی هر کشور را از نظر تاثیر بر مخارج مصرفی و سرمایه‌گذاری به خود اختصاص می‌دهد. از این رو تقریباً در تمامی کشورها، تحت شرایط بحران اقتصادی و جدی شدن معضل بیکاری، از این بخش به عنوان مولد اشتغال و موتور رشد کمک می‌گیرند. چنانچه قبلاً عنوان گردید، استراتژی صنعت ساختمان حرکت به سمت ساخت و ساز صنعتی و سبک‌سازی ساختمان‌ها است. در این بخش و صرفاً به عنوان نمونه آمار مربوط به تولید انواع بلوک سبک (دیواری و سقفی) ارائه شده است.

وضعیت واحدهای دارای پروانه بهره‌برداری در زمینه تولید بلوک سقفی سبک به تفکیک استان

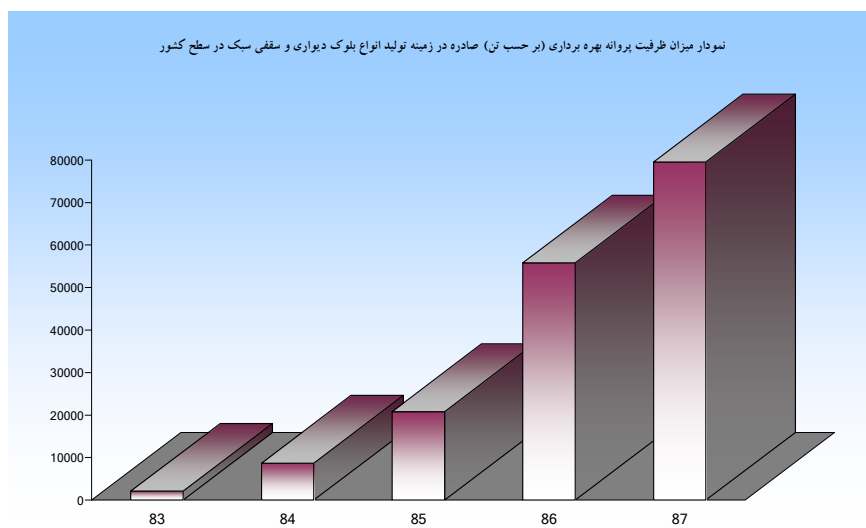
نام استان	تعداد واحد	ظرفیت	واحد
تهران، فارس و کرمان	۴	۲۰۴۱	تن
اصفهان، خراسان رضوی، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کهرگیلویه و بویراحد، گیلان، لرستان و مازندران	۳۰	۸۵۸۷۰۷۰	عدد
فارس	۱	۵۵۰۰۰	متر

وضعیت واحدهای دارای پروانه بهره‌برداری در زمینه تولید بلوک دیواری سبک به تفکیک استان

نام استان	تعداد واحد فعال	ظرفیت	واحد
اصفهان، چهارمحال و بختیاری، خراسان رضوی، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، مازندران و مرکزی	۲۲	۶۷۸۰۲۸۷	عدد
مازندران	۱	۴۶۰	هزار عدد

بررسی ظرفیت پروانه بهره برداری صادره برای تولید انواع بلوک سقفی و دیواری سبک در ۵ سال اخیر

سال	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷
ظرفیت پروانه بهره برداری بر حسب تن	۲۰۹۵	۸۶۸۳	۲۰۸۱۳	۵۵۸۱۵	۷۹۵۷۷



آمار صعودی مربوط به تولید انواع بلوک های سبک (سقفی و دیواری) به عنوان یک نمونه از خانواده مصالح سبک ،
مؤید افزایش میزان تمایل پیمانکاران و مجریان پروژه های ساختمانی به استفاده این دسته از مصالح می باشد .

۲-۵ تعیین ظرفیت کارخانه

بر اساس مطالب مذکور عملاً به لحاظ تقاضا در بازارهای مصرف داخلی، محدودیتی برای تولید و عرضه انواع مصالح سبک وجود ندارد. بدیهی است این امر مشروط به امکان تولید مصالح بر پایه استانداردها و همچنین با قیمت تمام شده مناسب خواهد بود. لذا مبتنی بر همین استدلال عملاً، توجیه‌پذیری طرح به لحاظ اقتصادی تعیین‌کننده ظرفیت خواهد بود.

برآورد میزان ظرفیت سالیانه

عنوان	میزان ظرفیت
ظرفیت خط اول انبساط پرلیت	۳۰۰ کیلوگرم در ساعت
ظرفیت خط دوم انبساط پرلیت	۳۰۰ کیلوگرم در ساعت
ظرفیت روزانه خطوط تولید در دوشیفت کاری معادل ۱۶ ساعت در شبانه روز (راندمان ۸۵٪)	۸۱۶۰ کیلوگرم
ظرفیت سالیانه با احتساب ۳۰۰ روز کاری	۲۲۲۴ تن
تامین بخشی از نیاز خط تولید به صورت پرلیت منبسط (سالیانه)	۲۷۵۶ تن
مجموع ظرفیت سالیانه	۵۰۰۰ تن

طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

فصل سوم: بررسی فنی و تکنولوژیکی

بررسی فنی و تکنولوژیکی

۳-۱ معرفی تکنولوژی های مختلف ، تحلیل آنها و انتخاب تکنولوژی مورد نظر

اصولا تهیه پرلیت به عنوان یکی از مواد معدنی ارزشمند تا رسیدن به مصرف نهایی ، شامل مراحل زیر می باشد.

✓ استخراج سنگ خام به طریق روباز با انجام آتشیاری و یا بدون آن

✓ انجام عمل خردایش بر روی سنگ استخراج شده

✓ دانه بندی سنگ خرد شده در اندازه های مورد نیاز در چهار نوع شامل زیر ۱ میلی متر ، ۱ تا ۱/۵ میلی متر ، ۱/۵ تا ۲/۵

میلی متر ، ۲/۵ تا ۳/۵ میلی متر

✓ بسته بندی پرلیت خام دانه بندی شده و عرضه به بازار

✓ پخت پرلیت دانه بندی شده در کوره (انبساط پرلیت)

✓ دانه بندی پرلیت پخته شده برای مصارف مختلف

استخراج پرلیت در گیر روشهای نسبتا ساده می باشد. بدین ترتیب که خاکهای باطله توسط بولدوزر برداشته می شود و

اگر این قسمت سخت شده باشد، حفاری و سپس منفجر میشود. بعد از این مرحله، سنگ را مستقیما وارد سنگ شکن

اولیه در محل معدن می کنند و سپس سنگ خرد شده، توسط کامیون یا نوار نقاله به آسیاب منتقل می شود .



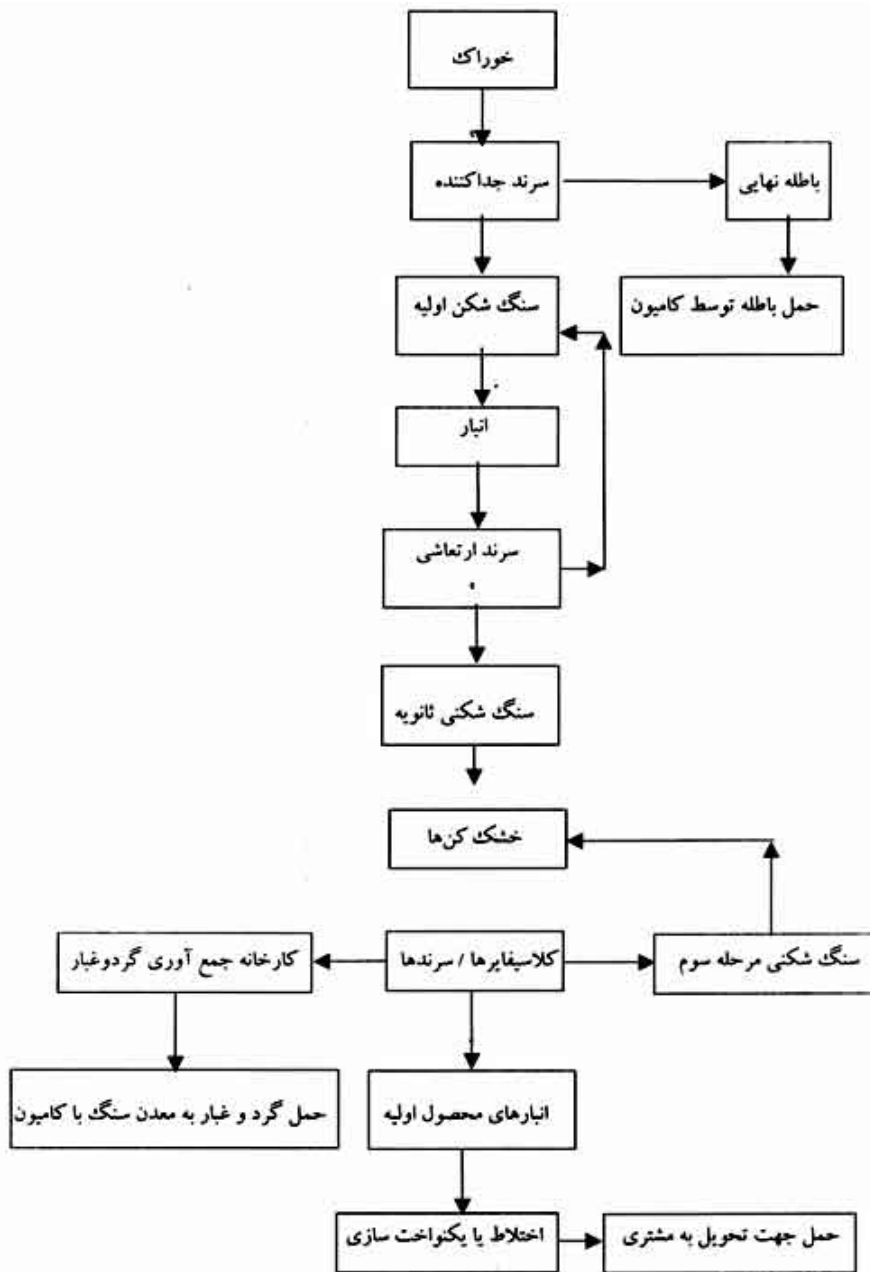
برداشت خاک از معدن و انتقال آن

آسیای اولیه و ثانویه با آسیاهای مخروطی، میله‌ای، ضربه‌ای و غربال‌های لرزان یا بادی در این مرحله وجود دارند. نزدیک به محل مصرف، پرلیت در کوره‌های قائم منبسط شده و در سیکلون تقسیم‌بندی می‌شود. پرلیت را می‌توان به صورت خام تا مسافت‌های زیادی حمل کرد.

اصولاً پرلیت مانند کانه‌های فلزی نیاز به فرآیندهای متنوع خردایش ندارد و قسمت اصلی فرآوری آن، خردایش تا ابعاد مورد نظر و دانه بندی آن و در نهایت پخت کانه جهت انبساط آن می‌باشد. بنابراین مرحله خردایش به طور تپیک شامل سنگ شکنی مراحل اول و دوم و سوم بوده و سپس مراحل خشک کردن، طبقه بندی و سیستم‌های جذب گرد و غبار می‌باشد. سنگ شکنی مرحله اول توسط سنگ شکن فکی و یا ژیراتور انجام می‌گیرد. مرحله دوم سنگ شکنی توسط سنگ شکنی فکی و یا مخروطی صورت گرفته و سپس محصول حاصل قبل از ورود به مرحله سوم سنگ شکنی و طبقه بندی تا رطوبت کمتر از یک درصد خشک می‌شود. سنگ شکنی مرحله سوم با استفاده از آسیاهای ضربه‌ای، میله‌ای و یا چکشی و یا توسط سنگ شکن‌های غلتکی و ژیرودیسک انجام می‌شود. از سرندهای ارتعاشی و کلاسیفایرهای هوایی جهت دستیابی به دانه بندی مورد نظر که معمولاً بین $0/8$ تا 3 میلی‌متر می‌باشد استفاده می‌شود. در صورتی که پرلیت خام مورد نیاز باشد، پرلیت دانه بندی شده به کارخانه‌های انبساط فرستاده می‌شود.

قسمتی از پرلیت در مرحله فرآوری به صورت خیلی دانه ریز تولید می‌گردد و به وسیله جدا کننده‌های هوایی در مرحله طبقه بندی از خط فرآوری جدا می‌گردد که در صورت وجود تقاضا برای آنها، جمع آوری و بسته بندی شده و به فروش رسانده می‌شوند، و در غیر این صورت به عنوان باطله در محلی انباشته می‌شوند ولی تا آنجا که امکان داشته باشد بایستی عمل خردایش طوری انجام گیرد که حداقل مقدار ذرات ریز تولید گردد. در شکل صفحه بعد فلو شیت تپیک یک کارخانه فرآوری پرلیت را نشان داده شده است.

نمودار فرایند عملیات استخراج و خردایش پرلیت



چنانچه قبلا نیز ذکر شد حسب الزامات اقتصادی و جهت کاهش میزان سرمایه گذاری پروژه ، کارخانه مورد نظر در طرح حاضر فاقد خط آماده سازی و خردایش فوق الذکر بوده و عملا پرلیت دانه بندی شده به عنوان ماده اولیه اصلی از معادن محلی قابل تامین خواهد بود .

لازم به ذکر است آمادگی پرلیت جهت ورود به کوره ، فرآوری و تبدیل آن به پرلیت منبسط یک عمل تخصصی بسیار حساس بوده و مهمترین عامل مورد نیاز عبارت است از اندازه و استاندارد کردن نمونه ها و دانه ها و ذرات به وسیله خرد کردن و آرد کردن است. سری اندازه های ذرات مورد نیاز نیز بسته به ترکیب پرلیت از جمله مقدار آب آن دارد و در طراحی کوره، خوراک کوره به طور ایده آل از ذرات در اندازه ۰,۰۱-۰,۰۱۰ اینچ (۰,۲۵-۰,۲۵) سانتی متر تشکیل میشود، البته جدا کردن ذرات کوچکتر از ۰,۰۱ اینچ بسیار مهم می باشد این ذرات، فوق العاده ریز بوده و فضای خالی بین دانه های درشت را پر می کنند. چون پرلیت نسبتا ترد و شکننده می باشد و به وسیله ترکهای میکروسکوپی بیشتر شکننده می شود، باید بلافاصله بعد از رسیدن به اندازه مورد نظر از آسیاب خارج شود که از خرد شدن بیش از حد آن جلوگیری شود. همچنین نمونه برداری، تجزیه و الک کردن به طور مرتب برای اطمینان و کنترل محصولات جهت ارسال به کارخانه انبساط پرلیت باید صورت گیرد .

در تولید آجرهای عایق صوتی (آجر پرلیتی) از پرلیت منبسط شده ، پشم سنگ ، پرکننده هایی نظیر رس ها ، نشاسته و یا سدیم سیلیکات استفاده می گردد. در حالتی که نشاسته مورد استفاده قرار گیرد مواد با همدیگر ترکیب شده و دوغابی را تشکیل می دهند و سپس این دوغاب آبرگیری شده و توسط فرایند خاصی مانند **Fourdiner** متراکم می شود. در صورتی که سیلیکات رایج باشد مواد در یک زمین مستحکم مخلوط شده و سپس به صورت هیدرولیکی در یک قالب فشرده می شوند و بعد از بیرون آمدن از قالب آجرهای بدست آمده پخته می شوند. آجرها و کاشی های عایق صدای تولید شده از این نوع جهت کنترل انعکاس صدا در محیط های بسته نظیر سازمان ها ، مراکز آموزشی ، مراکز درمانی و بیمارستانی ، سالن های سینما و تئاتر و سایر اماکن حساس به صدا مورد استفاده قرار می گیرد. کارایی عایق صوتی این مواد بستگی به ساختار آنها یعنی ضخامت آجر و وجود حباب های هوا در داخل آنها دارد. در این موارد ضریب کاهش صدا یا **NRC** مهم می باشد به عنوان نمونه اگر این ضریب معادل ۰/۸۵ باشد ۸۵ درصد صدا جذب شده و در بعضی از

فرکانس ها انرژی صوتی تبدیل به انرژی حرارتی شده و حذف میگردد. کاشی های عایق صدا اغلب سبک وزن ، با دوام و مقاوم در برابر حریق هستند. پرلیت مصرفی در کاشی های عایق صدا با مخلوطی از بنتونیت و کائولن و در حقیقت با پوشش سرامیک متصل و پخته می شوند.

در طرح حاضر تولید مصالح سبک ساختمانی بر پایه پرلیت موضوع اصلی است . یکی از مصالح ساختمانی پرمصرف ، آجر می باشد . در این قسمت از طرح ، روش تولید آجر پرلیتی مورد مطالعه قرار می گیرد

مراحل اصلی تولید آجر

نام فرایند	شرح
تهیه گل	در این مرحله خاک را ضمن آب زدن و جداسازی سنگ یا مواد خارجی از آن بر اساس میزان سختی و خشکی آن با آسیاهای مختلف خورد نموده و به دانه بندی در حدود ۱ تا ۱/۵ میلیمتر می رسانند. پس از مخلوط کردن کامل آن با آب آنرا انبار نموده آماده برای قالب گیری و فرم دهی می سازند.
فرم دادن	گل مهیا شده وارد پرس مخصوص می شود و بعد از آنکه هوای داخل به طور کامل تخلیه شد، توسط مکانیزم ساده ای فشرده می شود و در حین عبور از محل خروجی ماشین، شکل قالب را که رد آن محل نسب شده است، به خود می گیرد و به صورت نواری با ابعاد تعیین شده خارج می شود. مقدار آب در گل آجر فشاری بیش از ۵۰ درصد و در تولید صنعتی کمتر از نصف این مقدار است. بلافاصله بعد از قالب، دستگاه برش اتوماتیک وجود دارد که توسط یک سیستم فولادی، این خمیر را دائماً به اندازه های معینی می برد. خمیر گل مقدار آبی را که برای شکل پذیرفتن و فرم گرفتن لازم داشته در خشک کن و کوره از دست می دهد که این موارد موجب تغییراتی در ابعاد خشت می شود .
خشک کردن	خشکی که به کوره می رود باید خشک شده باشد و مقاومت آن به حد مورد نیاز رسیده باشد. خشت تر دارای ۲۵٪ وزنی آب است . اگر خشت تر را به کوره بفرستیم ، کوره دچار شوک حرارتی شده که موجب خرابی و ریزش آن می گردد. ضمن اینکه در گرمای کوره آب موجود در خشت تر بخار شده و گاز کوره را نمناک می کند و گرد خاکستری که در گاز نمناک است بر روی خشت نشسته، بر آن می چسبد و آجر را بد نما می کند. خشت باید از همه سو خشک شود تا تاب بردارد و ترک بخورد . خشت در هوای آزاد پس از سه تا پانزده روز خشک می شود که البته در جاهای مرطوب این زمان طولانی تر است . لذا برای آنکه خشت یکنواخت خشک شود، آنرا در خشک کن های مختلف خشک می کنند
پخت	در حرارت پخت ملکول های خاک در اثر تغییرات شیمیایی به هم نزدیکتر شده و در نتیجه جسم سختی خود را بدست می آورد . در مرحله پخت خشت خشک شده تحت اثر حرارت های بسیار زیاد قرار می گیرد و درجه حرارت لازم، تابع نوع خاک است و این شرایط مدت زمان پخت (از ۱۵ تا ۱۲۰ ساعت) را تعیین می کند. درجه حرارت پخت بین ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد می باشد. در حرارت های ۲۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی گراد خاک آب ملکولی خود را از دست داده و سفت می شود و در همین حرارت مواد آلی نیز تجزیه شده و بعد اکسید کربن موجود نیز متصاعد می گردد. با ازدیاد حرارت و در هم شکستن ساختمان ملکولی و نزدیک شدن مولکولها به هم و سخت شدن از درجه نفوذ پذیری جسم کم شده و وزن جسم نیز تقلیل پیدا می کند و با حرارت بیشتر نزدیک به ذوب شدن می رسد. در این مرحله محصول کلینکر نامیده می شود. در کلینکر مولکول های خاک نزدیکترین فاصله را به هم داشته و سختترین جرم را به دست می آورند.

برای خشک کردن خشت تر می توان از روش های زیر استفاده نمود :

خشک کردن در هوای آزاد (**Open air drying**) : مدت زمان خشک شدن بستگی به شرایط جوی دارد .

خشک کردن به وسیله خشک کن های اتاقکی (**Chamber dryer**) مجموعه ای از اتاقک هایی هستند که پس از قرار دادن خشت تر در طبقات تعبیه شده در هر اتاقک هوای گرم را از پایین به اتاقک دمیده و هوای مرطوب را از بالا تخلیه می کنند. در این خشک کنها درجه رطوبت و دمای محیط قابل کنترل است و به این خاطر حداکثر سرعت در ایجاد محصول را دارند. درجه حرارت بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد و زمان خشک شدن بین ۳۵ تا ۴۰ ساعت می باشد .

خشک کردن به وسیله خشک کن های تونلی (**Tunnel dryer**) چنانچه از نامشان پیدا است به شکل تونل بوده و دیواره ها قسمتهای مختلف خشک کن را از هم جدا نمی کند . هوای گرم ایجاد شده توسط مولدهای مربوطه بوسیله بادبزن های الکتریکی در سرتاسر تونل در جریان است . خشت های تر را روی واگن چیده و به داخل تونل می فرستند . زمان خشک کردن در خشک کن های تونلی بستگی به نوع آجر دارد ولی معمولاً بین یک تا دو روز است . انتخاب نوع خشک کن باید براساس میزان و نوع تولیدات و همچنین نوع کوره صورت گیرد . کوره این قسمت از اهمیت زیادی برخوردار است و شامل انواع زیر است :

کوره تنوره ای : کوره تنوره ای کوره ای است کوتاه و گشاد که خشت را در آن می چینند و سپس آن را روشن کرده و شعله و هوای داغ و دود از لابلای خشت های چیده شده در کوره بالا می رود و خشت ها پخته می شوند . در این کوره آتش و خشت هر دو ثابت هستند و گرمای زیادی به هدر می رود زیرا پس از آنکه خشت پخته شد سر کوره را باز می کنند و می گذارند تا آجر درون کوره سرد شود . جنس آجر نیز یکدست نیست .

کوره حلقوی معروف به کوره هوفمن : کوره حلقوی یا هوفمن عبارت است از دالانی حلقوی که آجرها را در آن چیده و از سقف کوره به وسیله دستگاه های اسپری کننده سوخت، موسوم به سوخت پاش حرارت لازم را به آجر می دهند . محل سوخت پاش قابل تغییر است و در این حالت آجر را ثابت و آتش را متحرک گویند . درهای کوره را خمیر و یا قمیره گویند . اندازه هر کوره هوفمن با تعداد این درها بیان می شود . مثل کوره ۳۲ قمیره که دارای ۳۲ درب است . همیشه در یک کوره هوفمن قسمتی از کوره در حال اخذ خشت های خام قسمتی در منطقه پیش آتش، قسمتی در یک منطقه آتش و قسمتی برای سرد شده است . ابعاد این کوره ها متفاوت بوده ، معمولاً ارتفاع مفید ۳/۵ متر می باشد .

کوره زیگ زاگ (Zig zag kiln) : کوره زیگ زاگ از نظر سیستم کار شبیه به کوره حلقوی است و تنها اختلاف در شکل ظاهری آنها است .

کوره تونلی (Tunnel kiln) : کوره تونلی آخرین مرحله تکامل یافته کوره است . کوره به شکل تونل بوده و آجرها بر روی واگن‌های نسوز چیده شده و بر روی ریل وارد این تونل می‌گردند . تمام مراحل پیش‌آتش، آتش و سردشدن در طول این کوره به ترتیب انجام می‌گیرد . معمولاً منطقه آتش در این کوره ها ۶۰٪ طول کوره و مناطق پیش‌گرم کن و خنک کردن هر کدام ۲۰٪ طول کوره هستند . دما در منطقه پیش‌آتش تا حدود ۳۵۰ درجه و در مرحله آتش بین ۸۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه می‌رسد .

تمام مراحل فرآیند و توزیع دما توسط ترموکوپل و سیستم‌های کنترل قابل تنظیم است و این مزیت بزرگ کوره‌های تونلی نسبت به سایر کوره‌ها در صنایع سفال است . قابلیت تنظیم اتمسفر درون کوره از نظر احیاء کنندگی، خنثی بودن و یا اکسید کنندگی سیستم پخت نیز مزیت دیگر است . سیستم آتش درون کوره تونلی دو نوع است : آتش از پهلو و آتش از سقف . انتخاب سیستم آتش در ارتباط مستقیم با نوع سوخت، مواد پخت شده، شکل و طرح محصول است . اما به طور کلی سیستم آتش دهی سقفی دارای مزیت بیشتری است . با این روش در مصرف سوخت کوره صرفه جویی گردیده و سرعت حرکت مواد را می‌توان افزایش داد و زمان سیکل پخت را کم نمود . برای بهره‌برداری بهتر از کوره تونلی، چیدن صحیح خشت قبل از ورود به کوره بر روی واگن‌ها به نحوی که بین خشت‌ها فواصل منظم و یکسان وجود داشته باشد حائز اهمیت است .

بادبزن‌های پر قدرتی بر روی کوره پیش‌بینی می‌شود که با به گردش در آوردن هوای گرم کوره، فاصله دمائی از سقف تا کف را به ۵۰ درجه کاهش می‌دهد و از لایه لایه شدن گازها درون فضای کوره جلوگیری می‌کند . در برخی از کوره‌ها برای آنکه بتوانند هم سیکل خنک کردن را منطبق با منحنی حرارتی در نظر بگیرند و هم سرعت سردسازی و در نتیجه سرعت حرکت واگن‌ها را افزایش دهند طول کوره کاهش داده و از فن‌های پر قدرتی با فشار ۱۵۰۰ اتمسفر و ظرفیت هوا سازی بالغ بر ۶۰۰۰ متر مکعب در ساعت استفاده می‌کنند . همچنین دستگاه تهویه ای با قدرتی تقریبی ۱۸۰ اتمسفر برای آن پیش‌بینی می‌شود .

یکی از اجزاء قابل توجه کوره تونلی دستگاه بازیافت حرارت است. این دستگاه قادر بین ۳۰ تا ۳۵ درصد گرمای مورد نیاز خشک کن ها را تأمین کند. نکته قابل تعمق درباره دستگاههای بازیافت حرارت منطقه ای است که حرارت لازم جهت بازیافت و تغذیه به خشک کن از آنجا بهره برداری می شود. بهترین وضعیت آن است که گرمای مذکور از منطقه سرد سازی کوره اخذ گردد زیرا در غیر این صورت ورود گازهای سوخته شده منطقه آتش کوره به دستگاه بازیافت حرارت مشکلاتی از قبیل کاهش کارائی دستگاه مزبور و کانال های انتقال گرما را بوجود می آورد. برای جلوگیری از رخنه های گازهای نامناسب به منطقه سرد سازی، در ابتدای این قسمت یک دستگاه مکنده گاز قرار می گیرد، قدرت این مکنده در حدود ۷۵۰۰ اتمسفر است و در پشت آن یک سیستم هواساز که هوا را با فشار به داخل کوره می دمد و از این طریق دیوار هوایی بین گازهای مزبور منطقه سردسازی و دهانه لوله های مکنده هوای گرم ایجاد خواهد شد. از ملحقات دیگر کوره های تونلی، فن های تزریق کننده هوا است که با قدرت بالغ بر ۱۶۰۰۰ اتمسفر هوای مناسب و مورد نیاز کوره را تأمین می کند. کف واگن ها را از مواد نسوز کف پوش پر می کنند. وجود فواصل بین نسوزها، نظر به تأمین فضای لازم جهت انبساط و انقباض آن ها در ورود و خروج واگن به کوره باعث طولانی تر شدن آن ها خواهد شد.

با توجه به مسائل ذکر شده ساختمان یک کوره تونلی به قرار زیر است

✓ جداره داخلی کوره: این قسمت از بلوک های نسوز تشکیل گردیده است. مهمترین مطلب رعایت فواصل لازم بین نسوزها برای انبساط و انقباض حرارتی است که در غیر این صورت انبساط های حرارتی موجب بروز خسارات کلی بر نسوزها و سقف کوره و در نهایت ریزش آن خواهد شد.

✓ ایزولاسیون کوره و دیواره خارجی: عایق بندی کامل کوره هزینه قابل توجهی در بر دارد ولی این امر در صرفه جویی سوخت مصرفی اهمیت دارد. پشت لایه داخلی کوره را با وسایل عایق کننده مثل انواع پشم شیشه های نسوز و یا فیبرهای سرامیکی نسوز، سیمان نسوز حاوی اکسید آلومینیوم کاملاً عایق بندی می کنند و آنگاه بدنه کوره را با فلز و مصالح ساختمانی دیگر می پوشانند. در بین لایه های دیواره کوره جریانی از هوای سرد برقرار است.

✓ سقف کوره: سقف کوره های تونلی چهار صورت هستند:

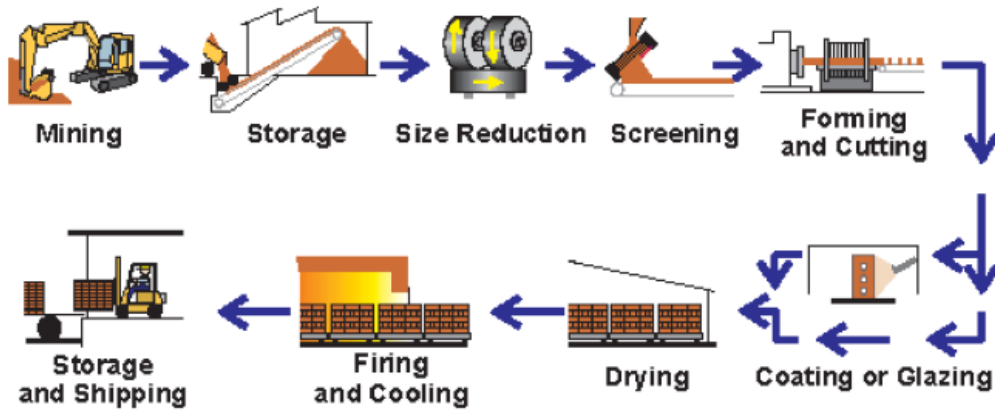
سیستم سربیک فرانسه : در این نوع سیستم سقف کوره به طور کامل پیش ساخته و در کارخانه نصب می شود . فاقد سقف دوم بوده و سیستم گردش هوای خنک در ساختمان آن پشی بینی نگردیده است . این سقف از آرماتور و بتن بسوز ساخته شده که به علت عدم تحمل آرماتور اغلب خرابی های جزئی سقف به سرعت گسترش می یابد .

سیستم افو : دارای پایه های آهنی در زیر سقف با رعایت فواصل انبساطی لازم است . کئو کسیون حرارتی این کوره چندان جالب نیست و بازیابی حرارت آن از منطقه سرد سازی کوره صورت نمی گیرد و به همین جهت از بازدهی مفید لازم برخوردار نیست . کل حرارت بازیابی شده این سیستم از منطقه فاقد روکش طبیعی است لذا سقف و نسوزهای کوره در معرض خطر بیشتری قرار دارند .

سیستم سابو: سقف ها و ساختمان کوره سابو نیز کما بیش شبیه سیستم افو است .

سیستم سقف معلق : از نظر امکان بازی سقف در اثر تنش های انبساطی بسیار در خور توجه است . در این سیستم سقف معلق بر روی پایه های نسوز کوره قرار نداشته و سقف به وضعیت خاصی در بالای جداره معلق است و جداره خارجی کوره بار سقف را تحمل می کنند ، سقف کاملاً برای انبساط حرارتی آزاد است و مشکلات نگهداری کمتر دارد .

به طور کلی نسبت قرار گیری آجر و آتش در کوره های مختلف به این ترتیب است که یا آتش و آجر هردو ثابت هستند (نظیر کوره های تنوره ای) یا آجر ثابت و آتش متحرک (نظیر کوره های حلقوی و زیگ زانگ) و یا اینکه آجر متحرک و آتش ثابت است (مثل کوره تونلی). یکی از عوامل سرعت بیشتر تولید محصولات سفالی با استفاده از کوره تونلی ، متحرک بودن آجر در مقایسه با کوره های هوفمن و غیره است .



الگوی جریان مواد در فرایند تولید انواع آجر



فرایند شکل دادن به گل

نمونه ای از کوره تونلی

۲-۳ معرفی ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز

اصولا در طرح ریزی برای احداث یا بازسازی و نوسازی یک واحد صنعتی و تولیدی مراحل مربوط به انتخاب و استقرار ماشین آلات و تجهیزات خط تولید به تبعیت از روش و تکنولوژی انتخابی از مهمترین مراحل اجرایی می باشد . چرا که ظرفیت تولید و کیفیت محصولات نهایی و همچنین هزینه جانبی تولید و در نتیجه قیمت تمام شده کالا ، مستقیما تابع کیفیت ، راندمان ، تکنولوژی ، نحوه چیدمان و درجه اتوماسیون ماشین آلات و تجهیزات خط تولید می باشد . در این بخش به معرفی ماشین آلات طرح در بخش های پایین دست و بالا دست پرلیت می پردازیم .

ماشین آلات واحد انبساط پرلیت

خط تولید پرلیت منبسط گرید بندی شده

تعداد	ماشین آلات و تجهیزات	تعداد	ماشین آلات و تجهیزات
۱ مجموعه	ساخت سرند یک طبقه ۴ متر داخل سیلو	۱	کوره عمودی استیل و تنوره کوره با فلائچ پایه استیل نسوز
۱ مجموعه	ساخت سرند دو طبقه ۳ متری بیرون سیلو	۲	مشعل گازوئیل سوز اروپائی
۱ مجموعه	ساخت تابلو مادر سیستم ورودی دستگاه	۲	ساخت دستگاه هوپر باریز (نگهدارنده موقت مواد)
۱ مجموعه	ساخت تابلو اپراتوری کنترل سیستم	۲	دستگاه باریز تغذیه کوره با الکتروموتور گیربکس دار
۱ مجموعه	ساخت الواتور انتقال مواد به هوپر	۱	ساخت حفاظ کوره به ارتفاع ۴ متر
۱ مجموعه	ساخت کوره افقی پیش گرمکن	۱	ساخت دستگاه دمنده هوای مورد نیاز مشعل با کوره الکتروموتور ۱۵ اسب بخار ۱۴۰۰ دور
۱ مجموعه	شاسی و اسکلت فلزی نگهدارنده	۱ مجموعه	ساخت لوله های انتقال مواد از کوره به سیکلون ها و سیلو ها
۲ مجموعه	الواتور مواد خام	۱	ساخت سرد کن مواد منبسط شده در مسیر کوره به سیکلون ها
۲ دستگاه	مشعل گازوئیل سوز	۳	ساخت دستگاه های سیکلون جدایش مواد ضد سایش
۲ دستگاه	الکتروموتور گیربکس دار	۱ مجموعه	ساخت سازه پای فلزی کل سیستم با سکوهای مربوطه
		۱	ساخت دستگاه مکنده با الکتروموتور ۲۰ اسب بخار ۱۴۰۰ دور

ماشین آلات واحد تولید مصالح ساختمانی

ماشین آلات خط تولید قطعات پیش ساخته پرلیت

تعداد	ماشین آلات و تجهیزات
۳	پرس اتوماتیک در ابعاد ۶۰*۲۰*۲۰، ۶۰*۱۵*۲۰ و ۶۰*۱۰*۲۰
۱	میکسر مواد اولیه
۳ مجموعه	ویبراتور ثابت
۲ مجموعه	نوار نقاله جهت انتقال به میکسر
۳ مجموعه	نوار نقاله جهت تخله مواد ساخته شده به داخل کوره جهت خشک شدن

دستگاه بلوک زن هیدرولیک سیلودار

نوع محصول تولیدی	بلوک دیواری و سقفی به اشکال مختلف
مشخصات ابعادی دستگاه	۲/۲۵*۲/۱۵*۲ متر با وزن ۲۰۰۰ کیلوگرم
تجهیزات الکتروموتور	پنج دستگاه الکتروموتور جهت سیستم های ویبره، هیدرولیک و حرکت دستگاه
وضعیت اتوماسیون	کلیه مراحل تولیدی از پر کردن قالب تا حرکت دستگاه بصورت نیمه اتوماتیک و با کنترل اپراتور می باشد. حسب سفارش، این مراحل به صورت تمام اتوماتیک قابل طراحی است.
سیستم محرک	سیستم هیدرولیک جهت حرکت، قالب، سببه قالب، پرکن قالب، و دور زدن دستگاه
ظرفیت تولید	در یک شیفت کاری ۸ ساعته با قالب ۲۰*۲۰*۴۰ بین ۴۰۰۰ تا ۴۵۰۰ قطعه



مخلوط کن

عنوان	شرح
مشخصات ابعادی دستگاه	۱/۴*۱/۵*۱/۵ متر با وزن ۱۱۰۰ کیلوگرم
زمان اختلاط	جهت مخلوط کردن مصالح در هر مرحله ۳ دقیقه
تجهیزات اختلاط	دارای سه پره فولادی ضد سایش جهت مخلوط کردن مواد

چنانچه قبلا عنوان شد ورودی این کارخانه پرلیت دانه بند شده بوده و پلنت مورد نظر در بخش آغازین فاقد سیستم خردایش می باشد. در این بخش صرفا جهت آشنایی نام تجهیزات مربوطه ارائه شده است: سنگ شکن فکی، آسیای چکشی، سرنده یک طبقه، سیکلون، دستگاه گردگیر، سیستم های انتقال مواد، فیلتر دیسکی.

ماشین آلات یک کارخانه آجرپر لیتی

در این بخش و جهت ارائه اطلاعات تکمیلی ، ماشین آلات یک واحد تولید آجر با ظرفیت ۶۰ میلیون قالب آجر ارائه شده است .

بخش آماده سازی مواد و فرم دهی

نام دستگاه	شرح
سیلوی تغذیه کننده	جهت تغذیه مداوم خط تولید، جدا کردن مقدار معینی از خاک و قرار دادن آن در ابتدای خط و جلوگیری از هر گونه توقف در عرضه مواد به خط تولید، مراقبت در عرضه مواد به ماشین آلات بعدی از نظر یکنواختی و قابلیت تنظیم این عرضه، آب زنی به خاک به وسیله نازل های اسپری کننده آب و کنترل آب اضافه شونده، همچنین وقتی دارای خاک های مختلفی هستیم با استفاده از دو دستگاه سیلو امکان آن وجود خواهد داشت که به یک نسبت دلخواه و ثابت خاک ها را با هم مخلوط و روانه خط تولید کنیم .
نوار نقاله با ملزومات	جهت انتقال مواد از سیلوی تغذیه کننده به نوار لاستیکی منتقل کننده مواد به دستگاه خرد کن فلزی بودن نوار مذکور به خاطر جلوگیری از چسبیدن گل به نوار و همچنین شیبدار کردن مسیر این تغذیه به خاطر صرفه جویی در فضای ساختمان و مقاومت و عمر زیاد این دستگاه ها از نظر استهلاک و مصرف کم برق می باشد .
نوار نقاله لاستیکی	انتقال مواد از نوار نقاله فلزی به دستگاه خرد کن استفاده می شود .
دستگاه فلز یاب	جهت جدا نمودن هر گونه قطعات فلزی موجود در خاک محل استقرار آن بر روی نوار لاستیکی است .
دستگاه خرد کن	جهت خرد کردن مواد تر و یا خشک با سختی زیاد به کار گرفته می شود . این ماشین شامل دو غلتک با دو قطر مختلف است که اولی دارای سطح ناهموار (غلتک تماس) و دومی دارای سطح صاف (غلتک تغذیه) می باشد. ناهمواری غلتک اول مربوط به شمش های فولادی است که روی آن تعبیه شده است و نسبت به درجه دانه بندی دلخواه تعداد آن کم و زیاد می باشد . گردش خلاف جهت هم این دو غلتک که به وسیله دو الکترو موتور مجزا انجام می گیرد، خاک هایی را که به وسیله تسمه نقاله لاستیکی بین شکاف آن ها ریخته می شود خرد کرده و در ضمن چنانچه خاک محتوی سنگ باشد آن را جدا کرده و در محفظه خاصی جمع آوری می کند.
غلتک (دستگاه والس)	جهت پودر نمودن خاک های نسبتاً سخت اعم از تر یا خشک با دانه بندی دلخواه، وجود این دستگاه جهت بالا بردن کیفیت محصول الزامی است . ظرفیت انتقالی غلتک دستگاه والس برای بار با رطوبت ۲۵ - ۲۰ در صد و دانه بندی یک میلیمتر، حدود ۲۳ متر مکعب در ساعت است و قدرت موتور آن بر طبق ظرفیت انتقالی فوق حدود ۱۳۰ - ۷۰ کیلو وات می باشد . دستگاه سنگ زن : جهت سنگ زدن سطح غلتک های والس به عرض ۸۰۰ میلیمتر که در اثر تماس دائم با مواد سخت بعد از مدتی خراشیده شده آنرا ناصاف می کند ، که این از راندمان دستگاه می کاهد .

نام دستگاه	شرح
مخلوط کن دو محوره	جهت مخلوط کردن و یکسان آب دادن و هموژنیزاسیون مواد و ایجاد حالت پلاستیسیته در آنها می باشد .
نوار نقاله فلزی	جهت انتقال مواد از مخلوط به سیلوی میانه ، استفاده می شود .
سیلوی میانی	جهت انتقال مواد از سیلوی میانی به دستگاه مخلوط کن پرس استفاده می شود.
نوار نقاله لاستیکی	جهت نگهداری گل آماده شده برای تغذیه دستگاه مخلوط کن پرس، استفاده می شود .
دستگاه مخلوط کن پرس	جهت مخلوط نمودن و فشردن گل تا حدی که خلل و فرجی باقی نماند و باز پس گرفتن آب مرحله آماده سازی انجام گیرد . این دستگاه مشتمل بر مخلوط کن دو محوره با پمپ تخلیه هوا و دستگاه اکسترودر یا پرس می باشد .
نوار نقاله استیکی	جهت برگشت ضایعات از پشت دستگاه برش به نوار نقاله لاستیکی بعدی، استفاده می شود .
نوار نقاله لاستیکی	جهت برگشت ضایعات حد واسط بین نوار نقاله لاستیکی حامل مواد به مخلوط کن پرس، استفاده می شود .
تابلوی کنترل	جهت کنترل کلیه دستگاه های آماده سازی و فرم دهی، استفاده می شود .

تجهیزات برش، جابجائی، خشک کن و کوره

نظر به اینکه قسمت آماده سازی و فرم دهی باشش روز کار در هفته و جمعاً ۳۰۰ روز کاری در سال در دو شیفت ۸ ساعته یعنی ۱۶ ساعت کار در روز و ۱۵ ساعت کار مؤثر در طرح ریزی شده است. لذا کلیه تجهیزات برش، جابجایی، خشک کن ها و کوره . سایر قسمت های بارگیری و تخلیه با در نظر گرفتن قدرت قسمت خشت زنی و فرم دهی یعنی

۶۰ میلیون قالب در سال برنامه ریزی شده اند .

استاندارد خشت تر به ابعاد ۵۹*۱۱۴*۲۳۹ میلیمتر به وزن ۲/۵ کیلو گرم

استاندارد خشت خشک ۵۶*۱۰۷*۲۲۴ میلیمتر به وزن ۲ کیلو گرم

استاندارد آجر پخته شده ۵۵*۱۰۵*۲۲۰ میلیمتر به وزن ۱/۸ کیلو گرم

مشخصات فوق با فرض درصد انقباض در اثر خشک شدن: ۶٪، درصد انقباض در اثر پخته شدن: ۲٪، مجموع: ۸٪ می‌باشد.

تجهیزات برش اتوماتیک و جابجایی

یک دستگاه فوق اتوماتیک با نقاله افقی و قسمت تنظیم و برش تکی و گروهی و نقاله حمل شمش از پشت اکسترودر

آسانسور بالا برنده جهت تغذیه انبار نگهداری خشت‌های تر به قدرت ۳/۶ کیلو وات

انبار نگهداری خشت‌های خشک (Gathering frame)

خشت‌ها پس از خشک شدن در خشک‌کن بوسیله دستگاه فینگر کار به این انبار انتقال می‌یابد. ظرفیت این انبار ۸

ردیف پالت در هر طبقه بوده و قدرت آن برابر ۳/۹ کیلو وات و شبیه به انبار نگهداری خشت‌های تر می‌باشد.

آسانسور پایین برنده (Descender)

در کنار انبار نگهداری خشت‌های خشک قرار دارد و وظیفه آن باز پس گرفتن خشت‌های خشک از انبار و ارائه آنها

به نوار نقاله بعدی می‌باشد. ظرفیت این دستگاه در هر طبقه دو پالت بوده که بر روی هم تشکیل یک ردیف خشت به

تعداد ۴۸ قالب را می‌دهند. قدرت موتور دستگاه ۳/۶ کیلو وات است.

تجهیزات اتوماتیک تخلیه خشت: نقاله زنجیری افقی با قسمت تنظیم کننده، با فاصله مرکز تا مرکز ۲۴۴۰

میلیمتر، نقاله رولری به طول ۲۰ متر جهت حمل خشت‌ها به ایستگاه چیدن، نوار نقاله به طول ۱۰ متر با موتور و

ملحقات جهت برگشت دادن پالت‌ها، نوار نقاله جهت جابجایی پالت‌های خالی به ابتدای خط فول اتوماتیک

انبار پالت‌ها (Pallet storage machine) جهت تغذیه خط به وسیله پالت شامل قسمت ارائه پالت به خط، نقاله جمع

آوری، نقاله پایین و بالا، آسانسور جمع‌آوری با ظرفیت ۱۲۰۰ پالت، نقاله انتهایی پالت شامل قسمت‌های الکتریکی

جهت تابلوی کنترل.

یک دستگاه فینگر کار با نیروی حرکتی الکتریکی جهت برداشت خشت های تر روی پالت از انبار خشت های تر و انتقال آن ها به اتاق های خشک کن .

دستگاه ترانسفر کار جهت انتقال دستگاه فینگر کار در مسیر ریلی جلوی اتاقک های خشک کن و ریل انتقال نیرو جهت انتقال نیرو به دستگاه ترانسفر کار.

تجهیزات خشک کن اتاقکی شامل سیستم مکش و بازدهی هوا ، وسایل کنترل کننده و تنظیم کننده ، ، وسایل اندازه گیری و نظارت ، نظارت مرکزی ، سیستم حرارتی .

پالت ها : از فولاد گالوانیزه ساخته شده و وسیله حمل و جابجایی خشت ها از ابتدای خط فول اتوماتیک تا انبار خشت های خشک می باشد .

لازم به ذکر است ارزش تقریبی خط تولید آجر با فرض امکان تبدیل پرلیت خام (سنگ معدن) به محصول نهایی آجر حدود ۸۰۰۰ میلیون ریال می باشد .



۳-۳ ابزارهای جانبی تولید (تجهیزات آزمایشگاهی و ابزارآلات و تجهیزات کارگاهی)

در این طرح تامین برخی از لوازم آزمایشگاهی اولیه مورد نیاز بوده و در زمینه تست های پیشرفته از خدمات آزمایشگاهی بهره گیری خواهد شد . همچنین برای تجهیز کارگاه ، تهیه لوازم ساده مانند ابزار آلات برشکاری ، جوشکاری و انواع ابزارهای دستی جوابگو خواهد بود .

۳-۴ برآورد مواد اولیه و قطعات مورد نیاز و منبع تهیه هر کدام از آنها

با توجه به شیشه زدائی شیشه های قدیمی تر از ترشیری، ذخایر پرلیت به چند کمربند خاص محدود می شوند که عبارتند از کمربندهای ریولیتی مربوط به ترشیری و کواترنر که از ایسلند شروع و به طرف جنوب ایرلند و اسکاتلند مایل شده و از طریق ماسیوسانتال فرانسه به تعدادی از جزایر (Aegan) ، از طریق Main Land, Sardina ایتالیا و به طرف جنوب مراکش، الجزایر و جنوب آفریقا هدایت می شود. کمربند شکافته شده پاسیفیک به آلاسکا متمایل می شود که از طریق غرب کانادا به طرف پایین در مسیر غرب ایالات متحده به مکزیکو رسیده و در قسمتهایی از آن در شیلی و آرژانتین پدیدار می شود . ایالات متحده آمریکا، دارای بزرگترین ذخیره پرلیت شناخته در جهان بوده و ۱۲ شرکت تجاری پرلیت در ۶ ایالت آمریکا وجود دارد. دو کشور غنی از ذخایر پرلیت و مهمترین تولید کننده آن در آمریکای جنوبی، آرژانتین و شیلی می باشد . در اروپا، یونان بزرگترین تولید کننده پرلیت و ترکیه بعد از آن قرار دارد. ذخایر پرلیت در غرب، مرکز و شرق ترکیه واقع اند. هم چنین کشورهای ایتالیا، بلغارستان و مجارستان و روسیه، چک و اسلواکی و یوگسلاوی ذخایر غنی از پرلیت دارند. ذخایر غنی از پرلیت در آفریقا در جنوب این قاره قرار دارند در ایران نیز ذخایر غنی پرلیت را در آذربایجان ، میانه و زنجان وجود دارد . از معادن فعال منطقه می توان به معادن شیرین بلاغ (وسعت رخنمون ۲۱۲,۵۰۰ متر مربع در ۱۲,۵ کیلومتری غرب میانه)، عجمی (۲۵ کیلومتری غرب میانه با وسعت رخنمون ۳۰۰,۰۰۰ متر مربع) ، اشلق چای (با وسعت ۲۴۰,۰۰۰ متر مربع در ۶ کیلومتری غرب میانه) و معدن ایک (در ۳۰ کیلومتری غرب میانه با وسعت ۱۴۸,۰۰۰ متر مربع) را نام برد .

متاسفانه علیرغم وجود پتانسیل های معدنی در زمینه پرلیت به دلیل عدم توسعه یافتگی فعالیتها کلیه زیر بخشها از مرحله استخراج تا فرآوری و مصرف نهایی ، حجم پرلیت استخراجی در مقایسه با برخی از کشورهای صاحب سبک در

صنعت پرلیت بسیار اندک است به عنوان نمونه یکی از معادن معروف پرلیت دنیا به نام معدن ال گراند در نیومکزیک با ظرفیتی برابر ۲۰۰ هزار تن در سال، دارای تولیدی برابر ۲۰ برابر تولید فعلی ایران است.

بر اساس استعلام صورت گرفته از سازمان صنایع و معادن استان زنجان معادن پرلیت واقع در استان به شرح زیر می باشد

وضعیت معادن پرلیت در استان زنجان

نام معدن	میزان ذخیره (هزار تن)	میزان استخراج اسمی (هزار تن)	وضعیت
پرلیت آق کند	۱۵۰	۱۰	غیر فعال
پرلیت قزلار گنبدی	۵۰۰	۸	فعال

با توجه به آمار مذکور عملاً پتانسیل مناسبی به لحاظ وجود مواد معدنی پرلیتی در استان زنجان وجود دارد و همین امر برای سرمایه گذاری احتمالی در زمینه استقرار خط تولید پرلیت منبسط و یا قطعات پیش ساخته پرلیتی به لحاظ هزینه پائین حمل و نقل مواد خام از معدن به کارخانه، یک مزیت نسبی به شمار می آید. لازم به ذکر است، در سال های اخیر، بهره برداران معدن قزلار گنبدی نسبت به استقرار یک واحد صنعتی با نام پرلیت زنجان (تحت سرمایه گذاری عمران مومان چابهار) در جاده زنجان - تبریز اقدام نموده است.

مواد اولیه مورد استفاده در تولید مصالح سبک

بهینه سازی نسبتهای اختلاط برای بتنهای با کارایی بالا که شامل اجزای اصلی متعددی بوده و اغلب مربوط به چندین قید کارایی است می تواند یک کار مشکل و وقت گیر باشد. طراحی تجربی آمار و روشهای تحلیلی به منظور بهینه سازی طرح اختلاط محصولاتی مانند بتن که خواص نهایی آنها بستگی به مقدار نسبی اجزای آنها دارد تاکنون تدوین شده است ولی این روش در صنعت بتن چندان مورد توجه قرار نگرفته است.

سالهاست که تحقیقات گسترده ای برای ارزیابی و بررسی مزیت های کیفی استفاده از فیبر در بتن در کارهای عمومی مهندسی عمران در جریان است. فیبرهای افزودنی مختلفی در ترکیب با بتن برای کاربردهای خاص طراحی و برای بهبود خواص مکانیکی آن آزمایشهای زیادی صورت گرفته است. محققان در مواد جدید به دنبال افزایش شکل پذیری، دستیابی به مقاومت فشاری بیشتر و یا افزایش مقادیر سختی ناهمسانگرد (anisotropic) هستند. مواردی که

بیشتر در طراحی سازه ها در مناطق لرزه خیز کاربرد دارد. تحقیقات صورت گرفته بطور کلی به ارزیابی اثرات فبرهای ساخته شده از فولاد، شیشه، کربن و یا کنف روی رفتار بتن می پردازد. انتخاب مواد مختلف برای این صورت گرفته است تا خواص بتن الزامات ویژه طراحی را تامین کند. تعدادی از این الزامات شامل مقاومت قلیایی، مقاومت در برابر خوردگی، عدم حساسیت مغناطیسی و افزایش شکل پذیری اتصال تیر به ستون برای اتلاف انرژی در هنگام فعالیت گسلها و وقوع زلزله می باشد .

الیاف ریز تهیه شده از فولاد، شیشه، کربن و یا کنف چنان با بتن مخلوط می شوند که تشکیل ماتریسی از بتن میگردند که در آن الیاف سنگ دانه ها را در بتن در برگرفته اند. افزودن فبرها به بتن آنها همگن تر و ایزوتروپیک تر می گرداند و سبب بهبود مقاومت کششی و به ویژه شکل پذیری آن می شود. اگرچه خواص فبرهای ساخته شده از شیشه، کربن و ... در برخی موارد متفاوت از خواصی است که ما از فولاد سراغ داریم اما آنچه کاملاً مشهود است اینست که تنها فولاد است که می تواند ناحیه ای از رفتار پلاستیک را فراهم کند. بیشترین کاربرد الیاف فولادی در احداث تونلها و کفهایی است که تحت بارهای سنگین صنعتی قرار دارند. افزودن فبرهای فولادی سبب افزایش مقاومت کششی در بتنهای معمولی و یا بتنهای با مقاومت بالا می گردد. همچنین اثرات مثبتی بر روی کنترل تشکیل ترکها و تغییرشکلهای درازمدت عضو دارد. در مورد فبرهای شیشه می توان گفت که ظرفیت بسیار خوبی در برابر حملات شیمیایی در محیطهای قلیایی را دارد بنابراین الیاف شیشه بویژه در مواردی که مقاومت بالا در برابر خاصیت قلیایی مورد نیاز است قابل استفاده می باشد. از دیگر مزیت های آن مقاومت در برابر خراش است. فبرهای کنف که از قدیمی ترین الیاف محسوب می شوند و در صنایع دیگری مانند نساجی نیز کاربرد دارند به دلایل زیادی استفاده از آنها در سازه های بتنی با شکست همراه بوده است. زیرا از جهت خواص مکانیکی نسبت به سایر مواد فاصله زیادی دارد. مقاومت کششی و مدول یانگ در آن بستگی به فصل برداشت محصول و فرایند برداشت محصول دارد. همچنین بدلیل وجود اسید سیلیسیک در آن مقاومت خوبی در برابر مواد قلیایی ندارد و سبب انبساط قلیایی و ایجاد ترک در بتن می گردد. فبرهای کربن معمولاً از مواد زائد حاصل از تولیدات کربنی مختلف بدست می آید و همچنین بصورت فتیله تولید و فروخته می شود. باید گفت که کربن مقاومت در برابر خوردگی و جریان مغناطیسی بهتری نسبت به فولاد از خود نشان می دهد. بطوریکه علاوه بر فبرهای فولادی فبرهای کربنی آینده بهتری نسبت به سایر فبرها در کاربردهای مهندسی عمران دارند. اما باید

دقت داشت که تولید بتن مسلح با فیبر با ارزش تر از اینست که ما فقط فیبر به بتن معمولی اضافه کنیم. زیرا در این صورت شاهد بهبود ساختار دانه‌ای برای تامین کارایی و خواص مکانیکی مخلوط خواهیم بود.

در این بخش و جهت ارائه یک مدل اولیه از آنالیز مواد اولیه مورد استفاده در تولید بلوک‌های سبک پرلیتی و با احتساب ظرفیت تولید سالیانه معادل ۵۰۰۰ تن، میزان مصرف مواد اولیه بر پایه پرلیت در طی جدول زیر ارائه شده است.

مجددا یادآوری می‌نماید دستیابی به فرمولاسیون و ترکیب مناسب جهت اختلاط مواد یکی از عوامل کلیدی در تولید محصولات با کیفیت و کسب توفیق در فروش این دسته از مصالح ساختمانی می‌باشد.

برآورد میزان مصرف سالیانه مواد اولیه

نام ماده	میزان مصرف سالیانه	واحد	محل تامین
پرلیت خام (انبساط در درون کارخانه)	۲۲۲۴	تن	داخلی
پرلیت منبسط شده از سایر کارخانجات	۲۷۵۶	تن	داخلی
سیمان	۹۳۵	تن	داخلی
سیلیس	۶۲۵	تن	داخلی
سایر پوزولان‌ها، الیاف، مواد بهبود دهنده کیفیت	۵۰۰	تن	داخلی

۵-۳ بر آورد تاسیسات مورد نیاز

تاسیسات زیربنایی

مشخصات مصرف		مشخصات انشعاب		تاسیسات
میزان مصرف سالیانه	واحد	میزان	واحد	
۶۳۰۰۰۰	کیلووات ساعت	۱۵۰	کیلووات	انرژی الکتریکی
۳۰۰۰۰	مترمکعب	۱	اینچ	آب
۱۳۷۵۰۰	مترمکعب	۶۵	مترمکعب بر ساعت	سوخت (گاز)

تاسیسات جانبی و تکمیلی

شرح	تاسیسات
دیگ بخار با ظرفیت ۴ تن در ساعت	شبکه بخار
دو دستگاه کمپرسور هوای فشرده	شبکه هوای فشرده
سیستم گرمایش مرکزی با آب گرم به همراه یونیت های گرمایشی	گرمایش
کولرهای آبی برای ساختمان های اداری و رفاهی	سرمایش
فن های مکنده برای سالن های تولید و انبارها	تجهیزات تهویه صنعتی
با توجه به حساسیت پایین محصول و مواد اولیه (مواد معدنی) تعبیه کپسول متناسب کافی است .	ایمنی
دو دستگاه لیفتراک دو گانه سوز و تجهیزات دستی برای جابجایی کالاها	وسائط نقلیه داخلی
ابزارهای متداول کارگاهی (انواع لوازم جوشکاری ، دریل ، پرس ، ابزارهای دستی)	ابزار آلات کارگاهی

۳-۶ طراحی کارخانه ، تخمین فضاهای مورد نیاز و ارائه الگوی جریان مواد

در هر واحد صنعتی اختصاص فضای مناسب و کافی جهت استقرار ماشین آلات ، جابجایی مواد اولیه و محصولات و سهولت در امر تردد کارکنان امری ضروری است . در این بخش مساحت مورد نیاز جهت سالن تولید ، انبار ساختمانهای غیرتولیدی و در نهایت زمین و محوطه سازی برآورد می گردد . برای محاسبه مساحت سالن تولید ابتدا مساحت خالص دستگاه ها از کاتالوگ های مربوطه استخراج می شود . سپس با توجه به خصوصیات کاری هر دستگاه فضای مورد نیاز جهت جابجایی مواد اولیه و محصول خروجی ، مانور اپراتور به همراه عملیات سرویس و نگهداری برآورد شده به مساحت خالص دستگاه افزوده می گردد . سپس با در نظر گرفتن تعداد دستگاه ها ، جمع کل مساحت هر کدام از ماشین آلات محاسبه می شود . برای کارهای غیر ماشینی نیز مساحت میز کار و محوطه مورد نیاز به همین صورت محاسبه میگردد . حاصل جمع فوق بعلاوه مساحت مورد نیاز جهت لحاظ نمودن مساحت راهروها ، گسترش و توسعه احتمالی ظرفیت تولید به واسطه افزایش ماشین آلات و تجهیزات ، مساحت مورد نیاز سالن تولید را ارائه خواهد کرد . علاوه بر فضاهای صنعتی و تولیدی ، ساختمان های اداری ، رفاهی و نگهبانی به منظور اداره امور روز مره کارخانه و متناسب با حجم فعالیتهای اداری و تعداد پرسنل غیر اداری واحد طراحی می گردد . در نهایت مساحت کل زمین و محوطه کارخانه در حدود ۳ تا ۵ برابر مساحت ساختمان های آن می باشد . به طوریکه ۲۰ درصد مساحت زمین به خیابان کشی و پارکینگ و همچنین ۲۵ درصد آن به فضای سبز اختصاص خواهد یافت . مساحت حصار کشی نیز با محاسبه طول حصار کشی و ارتفاع دیوار بدست می آید . حصار کشی محوطه به ارتفاع ۲/۵ متر می باشد که یک متر پایین آن از جنس آجر و سیمان و بالای آن نرده آهنی می باشد . از بابت روشنایی محوطه نیز به ازای هر هشتاد متر مربع ، یک چراغ پایه بلند در نظر گرفته می شود .

با لحاظ نمودن موارد فوق الذکر و بر اساس مشخصات خطوط تولید مورد نظر در کارخانه مصالح سبک پرلیتی ، مشخصات سایت پلان کارخانه به شرح زیر خواهد بود .

مشخصات سایت پلان کارخانه

شرح	مساحت (متر مربع)	شرح	مساحت (متر مربع)
زمین	۳۵۰۰	سالن تولید	۵۰۰
خیابان کشی و پارکینگ	۷۰۰	انبار مواد اولیه و محصول	۲۵۰
فضای سبز	۷۰۰	تاسیسات ، تعمیرگاه و آزمایشگاه	در درون فضای تولید
حصار کشی	۶۰۰	ساختمان اداری و خدماتی	۱۲۰
تعداد چراغ های محوطه (پایه)	۴۴	نگهبانی و سرایداری	۳۰

۷-۳ برآورد لوازم و تجهیزات اداری

در این بخش و با لحاظ نمودن تعداد کارکنان ، حجم امور اداری و بازرگانی واحد ، لوازم اداری و ستادی به شرح زیر پیش بینی شده است .

لوازم و تجهیزات	شرح
تلفن و سیستم های ارتباطی	حداقل سه خط تلفن ، سیستم تلفن مرکزی ، گوشی های تلفن ، سیستم پیجینگ ، خطوط همراه برای مدیران
تجهیزات رایانه ای	دستگاه کامپیوتر به همراه پرینتر ، سیستم شبکه داخلی و امکان دسترسی به اینترنت ، سیستم های نرم افزاری برای امور اداری و مالی
انواع میز و صندلی اداری	برای واحد های مدیریت ، اداری مالی ، کارگرینی و دفاتر کاری کارشناسان
سیستم بایگانی اداری	جهت ایجاد امکان بایگانی متمرکز
لوازم غذاخوری	تجهیز رستوران برای پخت غذا ، میز و صندلی به همراه سایر ملزومات
سیستم حمل و نقل	یک خودرو سواری برای تردد مدیران و یک دستگاه نیسان برای امور تدارکاتی
تجهیز میهمان سرا	امکانات اسکان برای میهمانان

۳-۸ برآورد نیروی انسانی و ساختار سازمانی

کارایی هر سازمان تا حدود زیادی به شیوه اعمال مدیریت و کاربرد صحیح و موثر منابع انسانی بستگی دارد، تعیین تعداد مشاغل، پست های سازمانی و تنظیم شرح وظایف هر شغل در طبقات مختلف سازمان متناسب با نوع و ویژگیهای تخصصی فعالیت مورد نظر از اصول اساسی تشکیلات یک واحد می باشد. در این بخش از مطالعه امکان سنجی و با در نظر گرفتن مشخصات تکنولوژیکی خط انبساط پرلیت و تولید مصالح ساختمانی سبک و همچنین لحاظ نمودن ظرفیت و سایر ملاحظات اقتصادی، چارت سازمانی مورد نظر به شرح زیر تعریف میگردد.

مدیر کارخانه

مدیر کارخانه مسئولیت مستقیم نظارت و سازماندهی کل عملیات اجرایی کارخانه از جمله فعالیتهای تولیدی، انبارش، تدارکات، اداری و بازرگانی را به عهده دارد. این مسئولیت باید ترجیحا توسط فرد دارای تحصیلات مدیریتی با سابقه مدیریت در صنایع کانی غیر فلزی و یا صنایع معدنی صورت گیرد. زیر مجموعه های عبارتند از: واحد تولید، کنترل کیفیت، امور اداری و مالی و واحد بازرگانی.

واحد بهره برداری

در این واحد عملیات اجرایی کارخانه از مرحله تحویل مواد اولیه مشتمل بر پرلیت خام دانه بندی شده و یا در برخی موارد پرلیت منبسط شده، سیمان و سایر افزودنی ها تا مرحله پخت و آماده سازی پرلیت خام و تبدیل آن به فرم منبسط، اختلاط مواد اولیه بر حسب فرمولاسیون استاندارد و در نهایت تبدیل آن به بلوک ساختمانی و یا سایر مصالح سبک مورد نظر صورت می گیرد. جهت هماهنگی امور، شخصی به عنوان مدیر تولید ترجیحا مهندس عمران در نظر گرفته شده است. مدیر تولید به کمک ۸ نفر کارگر ماهر، ۱۲ نفر کارگر ساده مسئولیت بهره برداری از ماشین آلات و همچنین یک نفر تکنسین تعمیرات نیز عملیات سرویس و نگهداری خطوط تولید را برعهده خواهند داشت

واحد کنترل کیفیت

در این واحد امور مربوط به کنترل ویژگیهای مواد اولیه اصلی شامل انواع پرلیت دانه بندی شده، سیمان و سایر مواد افزودنی و همچنین کنترل مداوم برانطباق فرایندهای تولید (انبساط، اختلاط و تبدیل مواد به مصالح) و محصولات نهایی

با استانداردهای مربوطه به کمک تجهیزات آزمایشگاهی صورت خواهد گرفت . فعالیت های این واحد توسط فردی با تخصص مهندس معدن و یا عمران انجام خواهد گرفت .

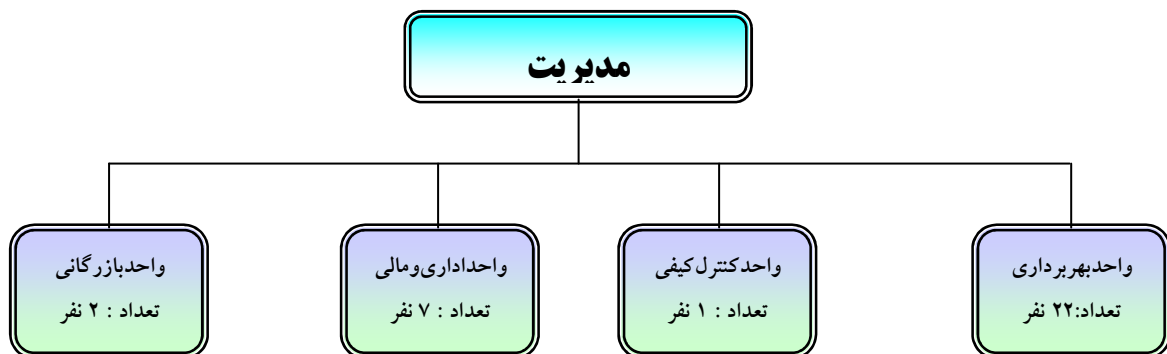
حوزه اداری و مالی

در این حوزه انجام کلیه امور اداری و پرسنلی ، حسابداری ، مالی و فعالیتهای پشتیبانی مورد نظر میباشد مسئولیت این بخش به عهده فردی با تحصیلات مرتبط با مدیریت امور اداری یا مالی می باشد . سایر پرسنل این حوزه عبارتند از :
۶ نفر کارمند یا کارگر ساده جهت انجام امور پشتیبانی شامل نگهبانی ، راننده و امور خدماتی .

حوزه بازرگانی

در این حوزه انجام کلیه امور مربوط به تامین به موقع مواد اولیه اصلی و جانبی همچنین تهیه قطعات مورد نیاز جهت انجام سرویس ، نگهداری و تعمیرات ماشین آلات صورت خواهد گرفت ، علاوه بر آن کلیه فعالیت های بازاریابی داخلی و خارجی و برنامه ریزی میزان و تنوع تولید متناسب با تقاضای بازار و بالاخره فروش محصولات تولیدی توسط این بخش انجام خواهد گرفت . مسئولیت این واحد به عهده شخصی با تحصیلات مدیریت بازرگانی می باشد و یک نفر کارشناس بازرگانی وی را در تحقق اهداف یاری خواهد نمود. لازم به ذکر است در صورت نیاز ، بخشی از پرسنل اداری ، مالی یا بازرگانی در دفتر مرکزی مستقر خواهند گردید .

در این بخش و جهت روشن تر شدن موضوع ، ترکیب و وضعیت منابع انسانی این واحد صنعتی و تولیدی در چارت و جداول ذیل خلاصه شده است .



تعداد و وضعیت پرسنل تولیدی

تعداد	تحصیلات	پست سازمانی
۱	کارشناس	مدیر تولید
۸	فوق دیپلم و پایین‌تر	کارگر ماهر
۱۲	دیپلم و پایین‌تر	کارگر ساده
۱	فوق دیپلم	تکنسین تعمیرات

تعداد و وضعیت پرسنل غیر تولیدی

تعداد	تحصیلات	پست سازمانی
۱	حداقل کارشناسی	مدیریت کارخانه
۱	کارشناس	کارشناس مسئول کنترل کیفی
۱	کارشناس	مدیر اداری و مالی
۶	دیپلم و پایین‌تر	پرسنل خدماتی و پشتیبانی
۱	حداقل کارشناس	مدیر بازرگانی
۱	کارشناس	کارمند واحد بازرگانی

فصل چهارم: مکان یابی طرح

مکان‌یابی طرح

مکان‌یابی یکی از مباحث مهم مطالعات امکان‌سنجی است که توجه به آن سبب کاهش هزینه‌ها و موفقیت واحدهای صنعتی می‌شود. مکان‌یابی مراکز (مکان‌یابی ساختمانها و مراکز) را انتخاب مکان برای یک یا چند مرکز، با در نظر گرفتن سایر مراکز و محدودیت‌های موجود می‌دانند، به گونه‌ای که هدف ویژه‌ای بهینه شود. این هدف می‌تواند هزینه حمل و نقل، ارائه خدمات عادلانه به مشتریان، در دست گرفتن بزرگترین بازار و غیره باشد. انجام مطالعات مکان‌یابی نیازمند تخصص‌هایی از جمله: تحقیق در عملیات، روشهای تصمیم‌گیری، جغرافیا (زمین‌شناسی و آب و هوا)، اقتصاد مهندسی، علوم کامپیوتر، ریاضی، بازاریابی، طراحی شهر می‌باشد.

بر همین اساس تعیین محل کارخانه یکی از کلیدی‌ترین گامهای تأسیس کارخانه است چرا که نتایج این تصمیم در درازمدت ظاهر شده و اثرات بسزایی از بعد اقتصادی، محیط زیست، مسایل اجتماعی دارد. یکی از جنبه‌های تاثیرهای درون سازمانی، تاثیر مستقیم آن در سوددهی کارخانه خواهد بود و از بعد برون سازمانی، ساخت کارخانه‌های بزرگ در یک منطقه می‌تواند شرایط مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیط زیست را تحت تاثیر خود قرار دهد. تعیین محل کارخانه از نظر اقتصادی نقش مهمی در میزان سرمایه‌گذاری اولیه به هنگام تأسیس کارخانه دارد. همچنین هنگام بهره‌برداری طرح، این تصمیم‌گیری، تاثیر کلیدی در قیمت تمام شده کالا یا خدمت دارد.

احداث یک یا چند واحد صنعتی در مکانهای بهینه و در بهترین وضعیت ممکن، نه تنها گردش مواد و خدمات به مشتریان را بهبود می‌بخشد، بلکه کارخانه را در یک وضعیت مطلوب قرار می‌دهد. تصمیمهای مرتبط با انتخاب و فراگیری ویژگیهای مکان‌یابی یک مرکز، می‌تواند اثر بزرگی بر توانایی کسب و حفظ مزیت رقابتی باشد.

در بررسی مشاغل زود بازده مشخص شده است که بیش از پنجاه درصد آنها در سال اول و حدود سی درصد آنها پس از دو سال ورشکسته می‌شوند و به شغل دیگری رو می‌آورند. با اینکه در آغاز راه‌اندازی این مشاغل، تمام جوانب ارایه خدمات بررسی می‌شود ولی بی‌توجهی به مساله مهم مکان سبب می‌شود تا واحد تولیدی به سوددهی موردنظر نرسد و از رسیدن به هدف خود باز ماند.

انجام مطالعات مکان یابی درست و مناسب، علاوه بر تاثیر اقتصادی بر عملکرد واحد صنعتی، اثرات اجتماعی، محیط زیستی، فرهنگی و اقتصادی در منطقه محل احداث خود خواهد داشت. در ضمن ویژگیهای منطقه ای نیز به عنوان عوامل کلیدی موثر در تعیین محل در مسایل مکان یابی محسوب می شوند.

مسایل مکان یابی، هدفهای مختلفی را در بر دارند. هدفها در شناسایی و اولویت بندی معیارهای تصمیم گیری در یک مساله مکان یابی و زیر معیارهای آنها، اهمیت و نقش مهمی دارند. در یک تقسیم بندی، هدفهای مسایل مکان یابی با رویکرد برنامه ریزی ریاضی و بر حسب انواع تابع هدف، به سه دسته تقسیم شده اند.

انواع اهداف مسایل مکان یابی

شرح	نوع اهداف
این هدفها اشاره به نزدیکی هر چه بیشتر محل استقرار کارخانه به مشتریان و کمتر کردن مسافت دارند که شامل قدیمی ترین مسایل مکان یابی می شوند.	اهداف کششی (Pull)
این هدفها مسایل مکان یابی مراکز نامطلوب را در بر می گیرند و از اوایل دهه ۱۹۷۰ بوجود آمدند. هدف در این مسایل، حداکثر کردن فاصله مراکز جدید از مراکز موجود است. مدل هایی که برای این نوع هدفها ارائه شدند بعدها به مدل های مکان یابی مضر (Noxious Location Models) معروف شدند. مثال برای این هدفها، یافتن مکان مناسب برای دفن زباله است که در آن، یکی از هدفها بیشینه کردن فاصله این مکان از مناطق مسکونی است.	اهداف فشاری (Push)
هدفهایی هستند که تلاش در متعادل ساختن مسافت بین مراکز و مشتریان دارند. این هدفها پیوسته ترین نوع هدفها هستند و هدف اصلی آنها دستیابی به برابری است. این هدفها بیشتر در تصمیم گیری های عمومی کاربرد دارند؛ جایی که هدف برقراری عدالت بین افراد است. مانند متعادل کردن حجم کاری مراکز پلیس که سبب متعادل شدن ارائه خدمات به متقاضیان می شود.	اهداف متعادل (Balancing)

اشتباه در تعیین محل کارخانه، ضررهای جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت و گاهی منجر به تغییر محل کارخانه با صرف هزینه های زیاد شده، یا به رکود و تعطیلی کامل کارخانه می انجامد. عموماً اشتباه در تعیین محل، هنگامی پیش می آید که تعریف درستی از آنچه از ما خواسته می شود در دست نباشد. ولی اشتباههای دیگری نیز وجود دارد که حتی مدیران زیرک نیز دچار آن می شوند. برخی از این نوع اشتباهات برای توجه بیشتر مدیران، محققان و افراد کلیدی و تصمیم گیری در مسایل مکان یابی به این شرح بیان می شود.

- ✓ فقدان بازرسی و شرح دقیق عوامل و نیازمندی ها.
- ✓ چشم پوشی از بعضی شرایط مورد نیاز و بررسی ناقص نیازمندی های طرح.
- ✓ علایق شخصی یا تعصبات مسئولان در پذیرش حقایق و دلایل منطقی و علمی.
- ✓ مقاومت مدیران اجرایی در انتقال به محل جدید.
- ✓ توجه بیش از اندازه به نواحی شلوغ و صنعتی و در نتیجه نادیده گرفتن ناحیه هایی که به تازگی صنعتی شده و یا در شرف صنعتی شدن قرار دارند.
- ✓ توجه بیش از اندازه به هزینه های زمین و در نتیجه انتخاب زمینهای ارزان یا رایگان.
- ✓ بی توجهی به هزینه حمل و نقل و عدم برآورد درست آن.
- ✓ قضاوت در مورد نیروی انسانی بالقوه بر مبنای نرخ دستمزد و بدون توجه به کارایی، مهارت، سابقه و تاریخچه کارگری و سایر عوامل مؤثر در انتخاب نیروی انسانی.
- ✓ انتخاب جامعه ای با سطح فرهنگ و تحصیلات پایین به گونه ای که جذب نیروی متخصص بسیار مشکل باشد.
- ✓ پافشاری در منافع آنی و کوتاه مدت و بی توجهی به آینده.
- ✓ کافی نبودن اطلاعات و یا نادرست بودن آنها در مورد بازار، شیوه های حمل و نقل، مواد خام و سایر عوامل که در برآورد هزینه ها تأثیر دارند.
- ✓ عوامل محیطی از جمله فشارهای سیاسی.
- ✓ خطا در به کارگیری روشها و تکنیک های تصمیم گیری مکان یابی.
- ✓ عدم اولویت بندی (وزن دهی) مناسب به معیارهای تصمیم گیری.
- ✓ نبود اطلاعات دقیق و کافی در زمینه معیارهای مورد نظر.
- ✓ بی توجهی به استراتژیک بودن و اثرات بلندمدت تصمیم های مکان یابی.
- ✓ بی توجهی به تغییر و تحولات آینده (تهدیدها، فرصتها، رشد تقاضا، به هم خوردن توازن مناطق و ...)
- ✓ در نظر نگرفتن تغییرات سازمانی لازمه مکان یابی.

بر اساس آنچه قبلاً عنوان گردید در طرح حاضر با عنوان طرح امکان‌سنجی پریلیت منبسط و ساخت مصالح ساختمانی سبک، مواد اولیه اصلی مشتمل بر انواع پریلیت دانه بندی شده می‌باشد. علی‌القاعده این ماده معدنی بایستی خروجی یک معدن پریلیت با یک مرحله فرآوری مبتنی بر انجام عملیات خردایش و دانه بندی باشد. آمارهای رسمی حاکی از آن است که دو معدن به نام پریلیت آق‌کند با ذخیره قطعی ۱۵۰ هزار تن و معدن قزلار گنبدی با ذخیره ۵۰۰ هزار تن در داخل استان زنجان دارای پروانه بهره‌داری می‌باشند. در حال حاضر معدن آق‌کند به صورت غیر فعال بوده در حالی که معدن قزلار گنبدی با ظرفیت استخراج اسمی معادل ۸۰۰۰ تن در سال فعال و در حال بهره‌برداری است. مضافاً اینکه، عملیات اجرایی واحدی تحت عنوان کارخانه پریلیت زنجان در زمینه خردایش و دانه بندی پریلیت واقع در جاده زنجان - تبریز با سرمایه‌گذاری صورت گرفته توسط بهره‌برداران معدن قزلار گنبدی رو به اتمام می‌باشد.

بر اساس یک مدل منطقی در طرح حاضر احداث یک کارخانه پریلیت منبسط و تولید مصالح ساختمانی سبک بر پایه آن با پیشنهاد تامین مواد اولیه مشتمل بر پریلیت دانه بندی شده از طریق کارخانه پریلیت زنجان (طرح روبه اتمام واقع در زنجان) دارای توجیه مناسبی است البته ذکر این نکته ضروری است که این پیش فرض به معنی ایجاد وابستگی مابین واحدهای مذکور نمی‌باشد و طبعاً حتی در صورت هر گونه عدم امکان همکاری مابین واحد جدید الاحداث مد نظر در طرح با کارخانه پریلیت زنجان، پریلیت دانه بندی شده از منابع مختلف دیگری قابل تامین خواهد بود.

با در نظر گرفتن جمع جهات فوق شهرستان زنجان به عنوان اولین انتخاب جهت سرمایه‌گذاری در این بخش از صنعت مطرح می‌باشد. لازم به توضیح است که سرمایه‌گذاری جهت احداث این واحد صنعتی در سایر مناطق استان نیز متصور بوده با این تفاوت که به لحاظ بعد مسافت نسبی از کارخانه پیشنهادی جهت تامین پریلیت دانه بندی شده، به لحاظ بالا رفتن هزینه‌های حمل و نقل مواد اولیه، قیمت تمام شده محصول به صورت نسبی بالاتر خواهد بود.

با توجه به پیش فرض‌های مذکور، زون‌کانی‌های غیر فلزی شهرک صنعتی شماره دو شهرستان زنجان، می‌تواند بهترین گزینه جهت احداث کارخانه مورد نظر باشد.

فصل پنجم : برنامه زمانبندی اجرایی پروژه

برنامه زمان بندی اجرای پروژه

یکی از ارکان مهم اجرای پروژه ها که ضامن موفقیت آن می باشد پیروی از یک برنامه زمان بندی مدون است که احداث واحدهای صنعتی نیز از این قاعده کلی مستثنی نیستند. زمان بندی فعالیتها ضمن سازمان دهی و قاعده مند کردن آنها، باعث اعمال مدیریت بهتر و تخصیص به موقع منابع می گردد. بنابراین ضرورت دارد مجری با در نظر گرفتن ویژگیهای خاص طرح با دید جامعی حجم هر کدام از فعالیت ها از مرحله تحقیقات اولیه و انتخاب مشاور تا مرحله بهره برداری تجاری واحد صنعتی را برآورد نماید و سپس زمان مناسب برای هر فعالیت را پیش بینی کند. علاوه بر آن با شناخت روابط پیش نیازی فعالیت ها، زمان شروع و خاتمه را طوری برنامه ریزی کند که بتواند در مدت زمان تعیین شده پروژه را به اتمام برساند، چرا که تاخیر در اجرای پروژه در برخی موارد باعث ایجاد خساراتی خواهد شد که جبران آن بسیار دشوار است. بررسی و تحلیل موضوع فوق بحث بسیار گسترده ای است که از نقطه نظر های مختلفی می توان آن را مطرح نمود. در این قسمت سعی بر این است برنامه زمان بندی اجرای پروژه استقرار خط تولید پرلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک (با این پیش فرض که کارخانه مورد نظر دارای خط خردایش نبوده و پرلیت دانه بندی شده به عنوان مواد اولیه ورودی به کارخانه از واحدهای صنعتی دیگر خریداری می گردد) بر اساس فازبندی متداول طرحهای صنعتی و متناسب با ویژگی های اقتصادی و تکنولوژیکی این طرح مورد بررسی قرار گیرد.

فاز اول

فاز اول طرح عموماً در بردارنده فعالیت هایی از قبیل انجام مطالعات و مشاوره تخصصی، اخذ مجوزهای دولتی تا مرحله انتخاب و خرید و آماده سازی محل، تکنولوژی و فرایند عملیات، تعیین جانمایی موقت، مهندس مشاور، تهیه و تدوین پیش نویس قراردادهای مربوطه می باشد. این فاز از طرح مورد نظر در محدوده زمانی سه ماهه قابل انجام است.

فاز دوم

این فاز از فعالیت های تخصصی تری برخوردار بوده و مواردی همچون تامین خدمات مهندسی و طراحی فرایند، تهیه مشخصات عمومی ماشین آلات، جانمایی تجهیزات اصلی، شناسایی و انتخاب سازندگان تجهیزات و فروشندگان تکنولوژی، طرح تفصیلی کارخانه، اقدامات مقدماتی جهت تامین و تدارک ماشین آلات و تجهیزات اصلی و جانبی و در نهایت طراحی سایت پلان ساختمان را در بر می گیرد. این فاز از طرح در محدوده زمانی سه ماهه قابل انجام است.

فاز سوم

در این فاز عمدتاً مراحل اجرایی، محور کار بوده که در این رابطه می توان از فعالیتهایی مانند تدارک لوازم و مصالح، انتخاب پیمانکاران ساختمانی، نظارت بر حسن اجرای عملیات عمرانی، خرید ماشین آلات و تجهیزات اصلی و فرعی به همراه تعیین دستور العمل های نصب و راه اندازی آزمایشی و دیگر موارد مشابه نام برد. با توجه به ماهیت و مشخصات طرح حاضر این فاز از طرح در زمان تقریبی هشت ماهه قابل انجام است.

فاز چهارم

در این فاز ساخت و انتقال کلیه ماشین آلات و تجهیزات خط تولید همچنین آموزش بهره برداری و نگهداری و تعمیرات، طراحی و تدوین سیستم برای امور عملیاتی کارخانه و به طور کلی روشهای مدیریت و در نهایت تهیه و تدوین دستور العمل امور اجرایی تولید و توزیع صورت خواهد پذیرفت ارکان اصلی اجرایی و مسئول برای انجام وظایف فوق عمدتاً مشاور و فروشنده تکنولوژی و تجهیزات اصلی خواهند بود. با توجه به مذاکرات انجام شده با شرکتهای طرف قرارداد پیش بینی می گردد در صورت تامین موقع منابع مالی این فاز در سیکل پنج صورت پذیرد.

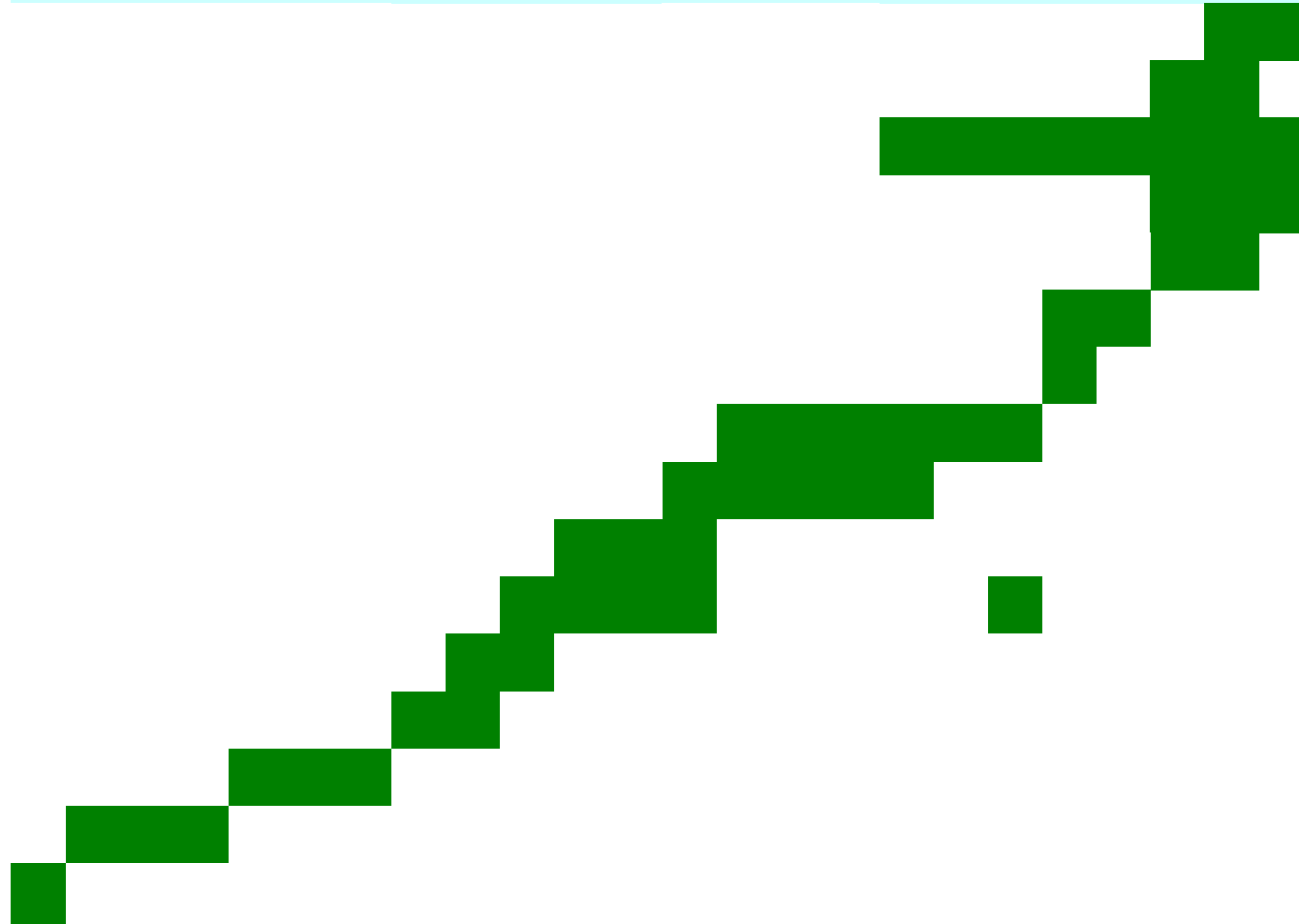
فاز پنجم

این فاز شامل نصب ماشین آلات و تجهیزات، اجرای تاسیسات زیربنایی و جانبی مورد نیاز، تامین مواد اولیه تکمیل ساختار تشکیلات پرسنلی و بالاخره راه اندازی و بهره برداری آزمایشی از خطوط تولید و نهایتاً تولید آزمایشی محصولات نهایی مشتمل بر مصالح ساختمانی بر پایه پرلیت منبسط، خواهد بود. ارکان اصلی اجرایی در این فاز پیمانکار نصب، مدیریت بهره برداری، فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و مهندسی مشاور می باشد. بر مبنای ویژگیهای اقتصادی و تکنولوژیکی این طرح پیش بینی می گردد فاز پنجم طرح حدود دوازده ماه به طول بینجامد. با توجه به موارد مذکور و همچنین لحاظ نمودن مدت زمان مورد نیاز جهت تامین منابع مالی از طریق تسهیلات بانکی (با زمان تقریبی شش ماه) و همچنین انجام تولید آزمایشی در دوره زمانی سه ماهه، حداکثر مدت زمان دوره اجرای این پروژه (فاز ساخت) معادل دو سال تعریف می شود. بدیهی است زمان ذکر شده مشروط بر اعمال مدیریت صحیح در طول اجرای پروژه و همچنین تامین به موقع منابع مالی می باشد. در پایان این فصل و جهت روشن تر شدن موضوع، برنامه زمان بندی اجرای طرح (منطبق با مفاهیم فوق) ارائه شده است.

جدول پیش بینی برنامه زمان بندی پروژه احداث کارخانه تولید پرلیت منبسط و انواع قطعات پیش ساخته پرلیتی

سال دوم

۱۲ ۱۱ ۱۰ ۹ ۸ ۷ ۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱ ۱۲ ۱۱ ۱۰ ۹ ۸ ۷ ۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱



انجام مطالعات و مشاوره تخصصی

کسب مجوز های لازم

اقدام برای تامین مالی طرح

تامین خدمات مهندسی

خرید زمین و آماده سازی

انتخاب مجری طرح - پیمانکاران

تجهیز کارگاه

عملیات ساختمانی و محوطه سازی

سفارش، خرید و حمل ماشین آلات

نصب و راه اندازی ماشین آلات

تامین تاسیسات زیربنایی و جانبی

استخدام و آموزش کارکنان

بهره برداری آزمایشی

تاخیرهای پیش بینی نشده

تولید آزمایشی

تولید تجاری

طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

فصل ششم: تجزیه و تحلیل مالی طرح

تجزیه و تحلیل مالی طرح

در فصول گذشته فعالیت صنعتی مورد نظر جهت احداث کارخانه تولید پرلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک به لحاظ توجیه پذیری فنی و اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. در این فصل به منظور تعیین میزان سوددهی و شاخصهای مالی، لازم است بررسی جامعی مشتمل بر برآورد هزینه‌ها شامل هزینه‌های سرمایه‌ای، هزینه مواد اولیه، تعمیرات و نگهداری، بالاسری کارخانه، استهلاک و سایر هزینه‌های جاری صورت گیرد. در این فصل مقصود اصلی بیان کلیات مالی این طرح بوده و جداول به گونه‌ای طراحی شده است که گویای توجیه پذیری مالی طرح باشد.

لازم به ذکر است جهت تسهیل در پیش‌بینی میزان درآمد، شرایط فروش و هزینه‌های مربوطه، محاسبات بر اساس معیارهای عرف در صنعت پرلیت و فعالیتهای پایین دست صورت گرفته و از تخصیص و تفکیک ظرفیت کارخانه به انواع و تیپ‌های مختلف محصولات خودداری شده است. بدیهی است این پیش‌فرض صرفاً مدلی از موضوع بوده و عملاً عرضه پرلیت در اشکال و سایزهای مختلف، متناسب با سفارشات و تقاضای بازارهای هدف و همچنین منابع و شرایط تامین مواد اولیه دستخوش تغییر خواهد شد، ولی در عین حال این مدل دورنمای مالی طرح را به خوبی نشان میدهد. ضمناً حسب توجیه اقتصادی این پروژه، محاسبات مالی نیز برای احداث کارخانه تولید پرلیت منبسط و تبدیل آن به بلوک‌های ساختمانی طراحی شده است (البته بخشی از پرلیت منبسط به عنوان مواد اولیه از سایر کارخانجات تامین خواهد شد). لازم به ذکر است این کارخانه فاقد خط خرید و دانه بندی پرلیت بوده و مواد اولیه ورودی به خط انبساط مشتمل بر پرلیت دانه بندی شده از واحدهای صنعتی دیگر (به عنوان نمونه از کارخانه پرلیت زنجان واقع در نزدیکی محل اجرای طرح) تامین خواهد شد.

در این محاسبات براساس برآورد‌های فنی به عمل آمده در فصول گذشته، با ارائه معیارهای محاسبه هریک از موارد مربوط به برآورد سرمایه‌گذاری سرمایه ثابت و درگرددش در طی جداول ۱ تا ۱۲، میزان درآمد و فروش، هزینه‌های بهره‌برداری، تفکیک هزینه‌های ثابت و متغیر تولید و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر و سایر شاخص‌های مالی در جداول ۱۳ تا ۲۲ و در نهایت پیش‌بینی وضعیت طرح در سالهای مختلف بهره‌برداری طی جداول ۲۳ تا ۲۸ برآورد شده است. قبل از ارائه جداول مالی فوق‌الذکر توضیحات ذیل مبنای محاسبات را روشن می‌سازد.

برآورد هزینه زمین، ساختمان و محوطه سازی (جدول ۱)

در محاسبات مالی و جهت برآورد هزینه خرید زمین، هزینه ها بر اساس شرایط و قیمت عرف خرید زمین در شهرک های صنعتی زنجان وارد شده است. همچنین هزینه های مربوط به مجموعه عملیات عمرانی شامل آماده سازی زمین، خاکبرداری، خاکریزی، تسطیح، حصارکشی، اجرای آسفالت، فضای سبز و روشنایی محوطه و احداث زیربنای مشتمل بر سالنهای تولید، انبارهای مواد اولیه و محصول، ساختمان اداری رفاهی براساس قیمت روز پیش بینی شده است.

هزینه تامین تکنولوژی و استقرار ماشین آلات و تجهیزات خط تولید (جدول شماره ۲)

همانطور که قبلا عنوان شد خوشبختانه امکان طراحی و ساخت ماشین آلات خط تولید پرلیت منبسط (مبتنی بر کوره و ادوات جانبی) و تولید مصالح ساختمانی سبک (مبتنی بر قالب گیری و پخت بلوک های ساختمانی) در داخل کشور فراهم می باشد و لذا ماشین آلات و تجهیزات خط تولید پس از اخذ پیشنهادات از سازندگان مختلف داخلی انتخاب شده اند. برخی از سازندگان داخلی در این زمینه عبارتند از:

نام سازنده	مشخصات تماس	زمینه فعالیت
آقای دکتر یوسف زندی	۰۹۱۴۱۱۵۶۶۸۷	طراحی خطوط تولید پرلیت و تولید بتن فکو سبک
شرکت تعاونی تولیدی صنعتی پرلیت سیمین لنجان به نمایندگی آقای محسن لاله رخی (اصفهان، زرین شهر)	۰۹۱۳۳۳۶۱۵۴۹ ۰۳۳۴۲۲۳۴۳۹۷	ساخت خط پرلیت منبسط
گروه صنعتی کارخانجات انبساط پرلیت ایران (آقای مصداقی فر)	۰۹۱۴۱۱۵۱۶۵۴ ۰۴۱۱ - ۶۳۷۳۱۳۸ ۰۴۱۱ - ۶۳۷۳۲۲۵۴	طراحی و ساخت خط تولید پرلیت منبسط
شرکت گسترش پرلیت آذربایجان	۰۴۳۲-۴۱۲۶۷۷۹ ۰۴۳۲-۴۱۲۶۷۸۰	نصب و راه اندازی خط انبساط پرلیت
کارخانجات ماشین سازی طلایی نوین و بتن ماشین سپاهان	۰۳۱۱-۳۳۶۵۹۰۸ ۰۳۱۱-۳۳۶۰۸۴۵	سازنده ماشین آلات ساختمانی و صنعتی

لازم به ذکر است میانگینی از قیمت های مندرج در پیش فاکتورهای اخذ شده ، اساس محاسبه ارزش ماشین آلات قرار گرفته است . علاوه بر آن هزینه های جانبی از بابت انتقال و نصب و راه اندازی تجهیزات در محل کارخانه منظور شده است . لازم به ذکر است هزینه تامین ماشین آلات و تجهیزات جانبی از جمله ابزار آلات کارگاهی و وسایل آزمایشگاهی نیز بر اساس پیش فاکتورهای داخلی و یا استعلامات تلفنی لحاظ گردیده است .

تاسیسات زیربنایی و جانبی (جدول شماره ۳)

از مهمترین تاسیسات زیر بنایی هر واحد صنعتی و تولیدی ، تاسیسات مربوط به تامین انرژی الکتریکی و آب مصرفی می باشد . در محاسبات هزینه مورد نیاز جهت برقراری انشعاب برق بر اساس قراردادهای مشابه فیما بین مجری طرح های صنعتی و شرکت توزیع برق منطقه ای و همچنین با احتساب عملیات اجرایی جهت تکمیل برق رسانی داخلی از جمله تجهیز ترانس و پست برق ، کابل کشی زمینی و هوایی ، مونتاژ تابلوهای اصلی و تکمیل شبکه توزیع داخلی برای دیماند معادل ۱۵۰ کیلووات پیش بینی شده است . ازسوی دیگر جهت برآورد هزینه تاسیسات آبرسانی هزینه های مربوط به اخذ حق انشعاب آب و همچنین اجرای سیستم توزیع آب مصرفی ، بهداشتی و صنعتی با انشعاب ۱ اینچ اختصاص یافته است . همچنین بر اساس استعلامات صورت گرفته از سازندگان داخلی ، سرمایه گذاری مورد نیاز جهت تاسیسات جانبی مانند سیستمهای تولید و توزیع بخار و هوای فشرده ، مجموعه های باسکول ، تاسیسات گرمایشی و سرمایشی ، هزینه تامین سیستم های ارتباطی و موارد مشابه ، در جدول مربوطه برآورد گردیده است .

وسایل حمل و نقل داخل کارخانه (جدول شماره ۴)

ابزار آلات کارگاهی (جدول شماره ۵)

اثاثیه و لوازم اداری (جدول شماره ۶)

برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای (ثابت) (جدول شماره ۷)

سرمایه ثابت یا دارایی سرمایه‌ای آن گروه از دارایی متعلق به واحد صنعتی است که ماهیتی نسبتاً ثابت یا دائمی دارند و به منظور استفاده در جریان عملیات جاری شرکت حفظ و نگهداری می‌شوند. از اجزا تشکیل دهنده سرمایه ثابت میتوان زمین، ساختمان، محوطه‌سازی، وسائل نقلیه، اثاثیه و لوازم اداری، دستگاهها، ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید، ابزارآلات کارگاهی و آزمایشگاهی، تاسیسات زیربنایی و جانبی و هزینه قبل از بهره‌برداری را نام برد. گرچه هیچ معیاری برای تعیین حداقل طول عمر لازم جهت شمول یک دارایی در طبقه سرمایه ثابت وجود ندارد، اما این قبیل دارایی‌ها باید بیش از یک سال دوام داشته باشد، زیرا هزینه پرداخت شده برای ارقام مصرفی جزء هزینه‌های سالانه تولید محسوب میگردند.

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری (جدول شماره ۸)

هزینه قبل از بهره‌برداری شامل اقدامات مربوط به مطالعات مقدماتی، عقد قرارداد با مشاور و تهیه طرح اجرایی، اخذ مجوز از ارگان‌های دولتی، آموزش مقدماتی، تامین مواد اولیه و انرژی جهت راه‌اندازی و بهره‌برداری آزمایشی، هزینه اخذ تسهیلات و هزینه جاری دوره اجرای طرح می‌باشد که متناسب با طرح حاضر لحاظ شده است.

برآورد سرمایه ثابت (جدول ۹): مجموع هزینه مورد نیاز برای تامین ارقام سرمایه‌ای و هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

سرمایه در گردش (جدول شماره ۱۰)

در این قسمت سرمایه در گردش از جمله مقدار و هزینه مواد اولیه مصرفی، تامین انواع انرژی و خدمات نیروی انسانی بر اساس الگوهای استاندارد نظر است. لازم به ذکر است در صنعت مورد نظر به دلیل لزوم تامین بخش قابل توجهی از مواد اولیه از طریق واردات طبعاً حجم نسبتاً بالایی از مواد اولیه بایستی در هر دوره کاری خریداری گردد تا امکان توقف خط تولید به دلیل فقدان مواد اولیه در زمان مقتضی به حداقل ممکن کاهش یابد و به همین دلیل بالا بودن حجم سرمایه در گردش مورد نیاز یکی از ویژگی‌های خاص این واحد صنعتی است.

برآورد سرمایه‌گذاری کل (جدول شماره ۱۱) مجموع سرمایه‌گذاری ثابت و سرمایه در گردش.

نحوه تامین منابع مالی (آورده نقدی سهامداران و تسهیلات بانکی) و برآورد هزینه تسهیلات بانکی

(جدول شماره ۱۲/الف، ۱۲/ب)

برنامه سالیانه تولید و برآورد میزان فروش (درآمد ناخالص) سالیانه (جدول شماره ۱۳)

پس از تبیین و ارائه هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز طرح در قالب سرمایه‌گذاری ثابت و در گردش جهت ایجاد کسب و کار مورد نظر، در این بخش درآمد سالیانه بر حسب ظرفیت طرح و قیمت فروش محصولات برآورد شده است.

هزینه تامین مواد اولیه (جدول شماره ۱۴)

بر اساس برآورد صورت گرفته در فصل پیشین در زمینه مواد اولیه اصلی و کمکی مورد و لحاظ نمودن ضایعات متعارف در خط تولید و با احتساب قیمت‌های به روز مواد اولیه، هزینه سالیانه تامین مواد اولیه محاسبه شده است.

برآورد هزینه منابع انسانی مورد نیاز (جدول شماره ۱۵)

برآورد کمی نیروی انسانی مورد نیاز ورده های تشکیلاتی آن جهت طرح مورد نظر ، در بخش های پیشین انجام گردید که براین اساس و معیارهای متداول قوانین کار هزینه های پرسنلی محاسبه شده است . در این محاسبات جهت برآورد نسبتا دقیق از مزایای سالیانه مانند پاداش ، عیدی ، اضافه کاری احتمالی ، حق بیمه سهم کارفرما ، علاوه بر مجموع حقوق سالیانه دریافتی ، مبلغی معادل ۹۰٪ حقوق سالیانه برای پرسنل تولیدی و ۷۰٪ حقوق سالیانه برای پرسنل غیر تولیدی ، لحاظ شده است .

برآورد هزینه های عملیاتی (جدول شماره ۱۶) مشتمل بر هزینه های غیر پرسنلی دفتر مرکزی ، هزینه های جاری آزمایشگاه ، هزینه های فروش و هزینه های حمل و نقل .

برآورد هزینه استهلاک سالیانه (جدول شماره ۱۷)

بدیهی است با گذشت زمان سرمایه‌های ثابت (به استثنا زمین) قابلیت بهره‌دهی خود را از دست می‌دهند و بدین لحاظ در طی عمر مفیدشان برای بهای تمام شده این قبیل دارایی‌ها، باید به طور منظم و به تدریج به حساب هزینه گذاشته شود، این کاهش بهای تمام شده استهلاک و ارزش قابل بازیافت دارایی مستهلک شده در تاریخ خروج از خدمت، ارزش اسقاطی خوانده می‌شود. مازاد بهای تمام شده نسبت به ارزش اسقاط دارایی ثابت، نشان دهنده مبلغی است که باید طی دوره عمر مفید دارایی به عنوان هزینه استهلاک در حسابها منظور گردد. چنانچه ارزش اسقاط در مقایسه با بهای تمام شده، قابل توجه نباشد در محاسبه استهلاک میتوان از آن صرف نظر کرد. اساساً استهلاک دارای معانی بسیاری است که چند تعریف آن عبارتند از:

✓ کاهش ارزش یک دارایی: این کاهش عبارت است از اختلاف ارزش یک دارایی در دو زمان مختلف به هر دلیلی که کاهش صورت گرفته باشد.

✓ توزیع ارزش اولیه یک دارایی منهای ارزش اسقاطی (اگر قابل پیش‌بینی و تخمین باشد) در طول عمر مفید دارایی
✓ تفاوت ارزش یک دارایی موجود که قبلاً خریداری شده، با یک دارایی فرضی که به عنوان استاندارد مقایسه به کار رفته است.

دلایل وجود استهلاک عبارتند از: پیشرفت تکنولوژی، فرسودگی ماشین‌آلات و ساختمانها، تغییر مقررات عمومی و الزامات قانونی مربوط به ماشین‌آلات یا ساختمانها، تغییر در مقدار و نوع سرویس مورد لزوم، ایجاد خسارت جانی و مالی توسط یک دارایی که باعث تعویض آن می‌شود، ایجاد توانایی در سرمایه‌گذاری مجدد.

بر اساس قوانین جاری کشور، روشهای مورد استفاده عبارتند از: روش خط مستقیم، روش موجودی نزولی. در این طرح از روشهای متناسب، جهت محاسبه و پیش‌بینی استهلاک هر کدام از اقلام سرمایه ثابت استفاده شده است.

محاسبه هزینه انرژی، هزینه بیمه داراییها و هزینه نگهداری و تعمیرات (جدول شماره ۱۸، ۱۹ و ۲۰)
در این بخش و طی جدوال جداگانه‌ای، هزینه سالیانه تامین انرژی مشتمل بر هزینه تامین انرژی الکتریکی، آب و سوخت (بر اساس میزان مصرف و تعرفه قانونی) و مکالمات تلفنی و هزینه نگهداری و تعمیرات المانهای سرمایه ثابت

شامل ساختمانها و محوطه سازی ، ماشین آلات خط تولید ، تاسیسات زیربنایی و جانبی ، ابزار آلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی ، وسائط نقلیه و لوازم اداری بر اساس نرم های متعارف در تهیه طرح های توجیهی محاسبه شده است . علاوه بر آن هزینه بیمه دارایی های ثابت شامل ساختمانها و محوطه سازی ، ماشین آلات خط تولید ، تاسیسات زیربنایی و جانبی نیز محاسبه شده است .

برآورد مجموع هزینه‌های سالیانه (هزینه ثابت و متغیر) و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر

(جدول شماره ۲۱)

هزینه‌های ثابت تولید عبارت است از هزینه‌هایی که با تغییر سطح و میزان تولید تغییر نمی‌کند. هر چند با به صفر رسیدن میزان تولید بعضی از اقلام هزینه ثابت نیز حذف می‌گردند. در عوض بعضی از اقلام نیز کاملاً ثابت نیستند ولی تا حدودی ماهیت ثابت دارند و در تجزیه و تحلیل مالی با توجه به کوتاه مدت بودن وقفه می‌توان فرض کرد که این هزینه‌ها وجود دارند. از بارزترین مثال‌های چنین هزینه‌ای هزینه بیمه کارخانه و هزینه تسهیلات بانکی می‌باشند. بعضی از هزینه‌های تولید کاملاً ثابت نبوده و تا حدودی ماهیت ثابت دارند به عنوان مثال هزینه حقوق کارکنان دفتر مرکزی و اداری واحد بستگی به میزان تولید ندارد و همچنین با تغییرات جزئی در میزان تولید هزینه پرسنل تولیدی نیز ثابت است. لذا برای در نظر گرفتن چنین استقلال‌هایی ۸۵٪ هزینه‌های حقوق کارکنان به عنوان هزینه‌های ثابت منظور می‌گردد و در سایر موارد درصد ثابت بودن هزینه متناسب با نوع آن تعیین می‌گردد. برخلاف هزینه‌های ثابت، هزینه‌های متغیر نوعی از هزینه‌ها هستند که با تغییر میزان تولید تغییر می‌یابند به عنوان مثال هرچه میزان تولید بیشتر شود به همان میزان مواد اولیه بیشتری مورد نیاز است. این بستگی همیشه ۱۰۰٪ نبوده و بعضی از اقلام متناسب با ظرفیت تولید تغییر می‌کنند. به عنوان مثال با افزایش یا کاهش تولید در حدود کم، هزینه‌های حقوق تغییر نمی‌کند ولی در صورتیکه افزایش تولید، منجر به اضافه کاری شود، هزینه حقوق افزایش می‌یابد و یا اگر تولید از سطح خاصی کمتر باشد به کاهش پرسنل منجر می‌گردد و حقوق نیز کاهش پیدا می‌کند، به این منظور ۱۵٪ از هزینه حقوق کارکنان به عنوان هزینه متغیر منظور می‌گردد. در سایر موارد درصدی از اقلام هزینه‌ای به این بخش اختصاص داده می‌شود.

شاخص‌های مالی طرح (جدول شماره ۲۲)

در این بخش و پس از ارائه جداول مالی مربوط به محاسبه سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر توجه پذیری اقتصادی طرح شاخص‌های مهم مرتبط از جمله قیمت تمام‌شده محصولات، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، مدت زمان برگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، سرمایه ثابت و کل سرانه و موارد مشابه محاسبه شده است.

مقدار سالیانه تولید / هزینه‌های تولید سالیانه = قیمت تمام‌شده واحد محصول

هزینه کل سالانه - فروش کل سالیانه = سود ناخالص سالیانه

$100 \times (\text{هزینه کل سالیانه} / \text{سود ناخالص سالیانه}) = \text{درصد سود سالیانه به هزینه کل}$

$100 \times (\text{فروش کل سالیانه} / \text{سود ناخالص سالیانه}) = \text{درصد سود سالیانه به فروش}$

$100 \times (\text{سرمایه گذاری کل} / \text{سود سالیانه}) = \text{نرخ برگشت سالیانه سرمایه}$

نرخ برگشت سرمایه / $100 = \text{مدت زمان برگشت سالیانه}$

تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری / سرمایه گذاری ثابت = سرمایه ثابت سرانه

تعداد پرسنل در فاز بهره‌برداری / سرمایه گذاری کل = سرمایه کل سرانه

$100 \times (\text{فروش کل} - \text{هزینه متغیر}) / \text{هزینه ثابت} = \text{درصد تولید در نقطه سر به سر نسبت به ظرفیت اسمی}$

جدول شماره یک (برآورد هزینه زمین ، ساختمانها و محوطه سازی

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	ارزش واحد (ریال)	مقدار (متر مربع)	شرح	
26.3	700.0	200,000	3,500	زمین (دارای کاربری صنعتی)	
30.0	800.0	1,600,000	500	سالن تولید	ساختمان سازی
15.0	400.0	1,600,000	250	انبار مواد اولیه و محصول	
9.9	264.0	2,200,000	120	ساختمان های اداری و رفاهی	
2.4	63.0	2,100,000	30	تکبانی و سرایداری	
57.3	1,527.0	جمع هزینه های ساختمان سازی			
3.9	105.0	30,000	3,500	تسطیح ، خاکبرداری و خاکریزی	محوطه سازی
5.6	150.0	250,000	600	حصار کشی	
2.4	63.0	90,000	700	خیابان کشی و پارکینگ /آسفالت و پیاده روسازی	
2.1	56.0	80,000	700	ایجاد فضای سبز	
2.5	65.6	1,500,000	44	روشنایی محوطه (پایه روشنایی)	
16.5	439.6	جمع هزینه های محوطه سازی			
100	2,667	جمع کل			

جدول شماره دو) ارزش کل ماشین آلات و تجهیزات خط تولید

درصد به کل	قیمت کل (میلیون ریال)	قیمت واحد (ریال)	تعداد	شرح
45	2,000	1,000,000,000	2	خط انبساط پرلیت گرید بندی شده با کلیه وسایل ، تجهیزات ، اسکلت فلزی ، سکوها ، تابلوهای برق ، فونداسیون و پیش گرمکن با ظرفیت خروجی سیصد کیلوگرم بر ساعت (بر اساس لیست مندرج در بخش ۳-۲)
45	2,000	2,000,000,000	1	خط تولید مصالح ساختمانی (مخلوط کن ، دستگاه اتوماتیک تولید بلوک ، جدول و مصالح مشابه) (بر اساس لیست مندرج در بخش ۳-۲)
11	480	هزینه های جانبی (نصب و راه اندازی در محل ، مالیات بر ارزش افزوده ، هزینه حمل و جاگذاری) معادل ۱۲ درصد ارزش ماشین آلات		
100	4,480	جمع کل		

جدول شماره سه) ارزش تاسیسات زیر بنایی و جانبی

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	عنوان و شرح
5.90	84	حق انشعاب برای دیماند 150 کیلووات
13.97	200	تاسیسات (ترانسفورماتور ، پست برق ، تابلوهای اصلی ، کابل کشی قدرت تا سر دستگاه ها و تجهیزات مصرف کننده)
4.19	60	حق انشعاب یک اینچ
4.54	65	تاسیسات و شبکه آبرسانی داخلی
2.25	32	حق انشعاب
8.38	120	تاسیسات و شبکه گازرسانی داخلی
38.42	550	دیگ بخار چهار تن بر ساعت جهت خشک نمودن قطعات پرلیتی
8.38	120	سرمایش و گرمایش
2.10	30	سیستم اعلام و اطفای حریق
10.48	150	ژنراتور اضطراری
1.40	20	سیستم تلفن و تجهیزات ارتباط شبکه های
100	1,432	جمع ارزش تاسیسات

جدول شماره چهار (وسایل حمل و نقل داخل کارخانه

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	قیمت واحد ریال)	تعداد	عنوان
80.00	400	200,000,000	2	لیفتراک دو گانه سوز
20.00	100	5,000,000	20	گاری های مخصوص حمل پالت های مواد اولیه و محصول
100	500	جمع کل		

جدول شماره پنج (ابزار آلات کارگاهی

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	شرح
100	120	ابزارهای متداول کارگاهی (انواع لوازم جوشکاری ، دریل ، پرس و ابزارهای دستی)
100	120	جمع کل

جدول شماره شش (اثاثیه و لوازم اداری

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	ارزش واحد ریال)	تعداد	شرح
4	15	15,000,000	1	تلفن سانترال و سیستم های ارتباطی
15	64	8,000,000	8	تجهیزات رایانه ای
6	24	4,000,000	6	انواع میز و صندلی اداری به همراه لوازم متعارف
2	10	10,000,000	1	سیستم پایتانی اداری
3	14	350,000	40	میز و صندلی مخصوص غذاخوری به همراه لوازم مربوطه
29	120	120,000,000	1	خودرو سواری
34	140	140,000,000	1	خودرو نیسان
7	30	تجهیز میهمان سرا و نماز خانه		
100	417	جمع کل		

جدول شماره هفت (برآورد هزینه های سرمایه ای

درصد به کل	ارزش سرمایه گذاری (میلیون ریال)	شرح
6.93	700	زمین
4.35	440	محوطه سازی
15.12	1,527	ساختمانهای تولیدی و غیر تولیدی
44.37	4,480	ماشین آلات خط تولید
14.18	1,432	تاسیسات زیر بنایی و جانبی
1.19	120	ابزار آلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی
4.95	500	وسایل حمل و نقل داخل کارخانه
4.13	417	وسایل و تجهیزات اداری
4.76	481	هزینه های پیش بینی نشده (پنج درصد فوق)
100	10,096	جمع کل

جدول شماره هشت) برآورد هزینه های قبل از بهره برداری

درصد به کل	هزینه (میلیون ریال)	شرح
29	250	مطالعات مقدماتی ، تهیه طرح ، امکان سنجی ، هزینه اخذ تسهیلات ، دریافت مجوز های دولتی
47	400	هزینه های جاری در دوره اجرای طرح
24	200	هزینه های آموزش ، تامین انرژی و مواد اولیه برای تولید دوره آزمایشی
100	850	جمع کل

10,946	برآورد سرمایه ثابت (میلیون ریال)
---------------	----------------------------------

جدول شماره نه) برآورد سرمایه ثابت

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	شرح
92.23	10,096	مجموع هزینه های سرمایه ای
7.77	850	مجموع هزینه های قبل از بهره برداری
100	10,946	جمع کل

جدول شماره ده) برآورد سرمایه در گردش

درصد به کل	هزینه (میلیون ریال)	تعداد روز های کاری	شرح
30.20	987	60	تامین مواد اولیه داخلی
0.00	0	0	تامین مواد اولیه خارجی
45.89	1,500	25	کالای ساخته شده و در جریان ساخت
2.55	83	45	نگهداری و تعمیرات
17.37	568	60	حقوق و مزایای کارکنان
1.48	48	60	تامین انرژی مورد نیاز
0.55	18	60	هزینه های فروش
1.96	64		تنخواه و سایر هزینه های جاری (دو درصد هزینه های فوق)
100	3,269		جمع کل

جدول شماره یازده) برآورد سرمایه گذاری کل

درصد به کل	ارزش (میلیون ریال)	شرح
77.0	10,946.1	سرمایه ثابت (میلیون ریال)
23.0	3,268.9	سرمایه در گردش (میلیون ریال)
100.00	14,215	سرمایه گذاری کل

جدول شماره دوازده / الف) نحوه تامین منابع مالی

منابع	نوع سرمایه گذاری	ارزش ریالی (میلیون ریال)	درصد به کل
آورده نقدی سهامدار	سرمایه ثابت	4,500	32
	سرمایه در گردش	2,300	16
	جمع آورده	6,800	48
تسهیلات بانکی	سرمایه ثابت	6,446	45
	سرمایه در گردش	969	7
	جمع تسهیلات	7,415	52
جمع کل		14,215	100

جدول شماره دوازده / ب) برآورد هزینه تسهیلات بانکی

نوع وام	میزان تسهیلات (میلیون ریال)	سود سالیانه (میلیون ریال)	نرخ بهره (درصد)
سرمایه ثابت (تسهیلات بلند مدت)	6,446	820	14
سرمایه در گردش (تسهیلات کوتاه مدت)	969	80	16
مجموع	7,415	899	--

جدول شماره سیزده (برنامه سالیانه تولید و برآورد میزان فروش (درآمد ناخالص) سالیانه

درصد به کل	فروش سالیانه (میلیون ریال)	قیمت فروش واحد محصول (ریال)	ظرفیت اسمی سالیانه	واحد	نوع محصولات
100.00	16,500	3,300,000	5,000	تن	انواع مصالح سبک پرلیتی
100	16,500	-----	5,000	تن	جمع کل

جدول شماره چهارده (نام ، میزان و هزینه سالیانه مواد اولیه مصرفی

درصد هزینه به کل	ارزش سالیانه (میلیون ریال)	قیمت واحد (ریال)	میزان مصرف سالیانه	محل تامین	واحد	نام مواد اولیه
19.84	898	400,000	2,244	داخلی	تن	پرلیت خام دانه بندی شده (انسپات در درون کارخانه)
39.60	1,791	650,000	2,756	داخلی	تن	پرلیت منبسط شده از سایر کارخانجات
18.60	842	900,000	935	داخلی	تن	سیمان
2.07	94	150,000	625	داخلی	تن	سیلیس
19.89	900	1,800,000	500	داخلی	تن	سایر پوزولان ها ، الیاف ، مواد بهبود دهنده کیفیت
100	4,524.3					جمع کل

جدول شماره پانزده) بر آورد هزینه منابع انسانی مورد نیاز

حقوق سالیانه(میلیون ریال)	متوسط حقوق ماهیانه (ریال)	تعداد	شرح		
84	7,000,000	1	مدیریت کارخانه		
60	5,000,000	1	مدیر تولید	واحد بهره برداری	پرسنل مستقیم تولید
336	3,500,000	8	کارگر ماهر		
461	3,200,000	12	کارگر ساده		
46	3,800,000	1	تکنسین تعمیرات		
54	4,500,000	1	کارشناس مسئول	کنترل کیفی	پرسنل غیر تولیدی
60	5,000,000	1	مدیر اداری و مالی	اداری و مالی	
216	3,000,000	6	پرسنل ساده خدماتی		
60	5,000,000	1	مدیر بازرگانی	بازرگانی	
48	4,000,000	1	کارمند بازرگانی		
1,424	--	33	جمع کل		
902			مجموع حقوق سالیانه پرسنل تولیدی		
522			مجموع حقوق سالیانه پرسنل غیر تولیدی		
812			مزایای سالیانه پرسنل تولیدی (نود درصد حقوق سالیانه)		
365			مزایای سالیانه پرسنل غیر تولیدی (هفتاد درصد حقوق سالیانه)		
1,715			جمع حقوق و مزایای سالیانه پرسنل تولیدی		
887			جمع حقوق و مزایای سالیانه پرسنل غیر تولیدی		
2,602			جمع کل		

جدول شماره شانزده) هزینه های عملیاتی

درصد به کل	هزینه سالیانه (میلیون ریال)	شرح
0	0	هزینه های غیر پرسنلی دفتر مرکزی
38	100	هزینه های جاری آزمایشگاه
31	82.5	هزینه های فروش
31	82.5	هزینه های حمل و نقل
100	265	جمع کل

جدول شماره هفده) برآورد هزینه استهلاك ساليانه

ساليهای بهره برداری										ارزش اسقاط	دوره (سال)	نرخ استهلاك	روش محاسبه	مبلغ سرمايه گذاری (میلیون ريال)	شرح
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1						
57	62	67	73	79	86	93	101	109	118	10	28.56	7	نزولی	1,527	ساختمان
16	18	19	21	23	25	27	29	31	34	10	28.56	7	نزولی	440	محوطه سازی
403	403	403	403	403	403	403	403	403	403	10	10	10	مستقیم	4,480	ماشین آلات و تجهیزات
53	61	70	81	93	106	122	140	161	185	10	16.67	12	نزولی	1,432	تاسیسات زیر بنایی و جانی
9	13	17	22	30	40	53	70	94	125	10	8	25	نزولی	500	وسایط نقلیه داخل کارخانه
75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	10	5	20	مستقیم	417	وسایل و تجهیزات اداری
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	مستقیم	120	ابزار آلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی
170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	0	5	20	مستقیم	850	هزینه های قبل از بهره برداری
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	10	10	10	مستقیم	481	هزینه های پیش بینی نشده
839	856	876	899	926	959	997	1,042	1,098	1,164	---			مستقیم	10,246	جمع کل

جدول شماره هیجده) مقدار و هزینه انواع انرژی مصرفی سالیانه

شرح	مصرف روزانه	مصرف سالیانه	هزینه واحد(ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)	درصد به کل
انرژی الکتریکی (کیلو وات ساعت)	2,100	577,500	250	144.38	65.00
آب (متر مکعب)	100	27,500	1,200	33.00	14.86
سوخت (گاز) (متر مکعب)	500	137,500	180	24.75	11.14
هزینه مکالمات تلفن					9.00
جمع کل					222.1
					100

جدول شماره نوزده) برآورد هزینه بیمه دارائیهای ثابت

عنوان دارائی	ارزش دارائی (میلیون ریال)	نرخ	هزینه سالیانه بیمه (میلیون ریال)	درصد به کل
ساختمانها و محوطه	1,967	0.002	3.9	24.96
ماشین آلات خطوط تولید و و تجهیزات آزمایشگاهی	4,480	0.002	9.0	56.87
تاسیسات زیربنایی و جانبی و تجهیزات	1,432	0.0020	2.9	18.17
جمع کل				
15.76				
100				

جدول شماره بیست) برآورد هزینه سالیانه نگهداری و تعمیرات

عنوان دارائی	ارزش دارائی	نرخ	هزینه سالیانه (میلیون ریال)	درصد به کل
ساختمان و محوطه سازی	1,967	2	39.3	7.71
ماشین آلات خط تولید	4,480	5	224.0	43.90
تاسیسات زیربنایی و جانبی	1,432	10	143.2	28.06
ابزارآلات کارگاهی و تجهیزات آزمایشگاهی	120	10	12.0	2.35
وسائط نقلیه داخل کارخانه	500	10	50.0	9.80
اثاثیه و لوازم اداری	417	10	41.7	8.17
جمع کل				
510				
100				

جدول شماره بیست و یک (برآورد مجموع هزینه های سالیانه (هزینه ثابت و متغیر) و محاسبه درصد فروش در نقطه سر به سر

شرح	درصد ثابت	هزینه ثابت (میلیون ریال)	درصد متغیر	هزینه متغیر (میلیون ریال)	جمع هزینه های سالیانه (میلیون ریال)
مواد اولیه	0	0.00	100	4,524.25	4,524.25
حقوق و مزایای سالیانه	70	1,821.37	30	780.59	2,601.96
انواع انرژی	30	66.64	70	155.49	222.13
هزینه استهلاک	100	965.56	0	0.00	965.56
هزینه نگهداری و تعمیرات	20	102.04	80	408.16	510.20
هزینه های پیش بینی نشده تولید	20	35.30	80	141.19	176.48
هزینه های عملیاتی	15	39.75	85	225.25	265.00
هزینه بیمه	100	15.76	0	0.00	15.76
هزینه تسهیلات دریافتی	100	899.39	0	0.00	899.39
جمع کل	--	3,945.80	--	6,234.92	10,180.72

فروش کل (در ظرفیت اسمی)	هزینه های ثابت (در ظرفیت اسمی)	تفاضل فروش کل و هزینه های متغیر	درصد فروش در نقطه سر به سر
16,500.00	3,945.80	10,265.08	38.44

جدول شماره بیست و دو (شاخص های مالی طرح

کمیت عددی	شاخص مالی
2,036,143.7	قیمت تمام شده واحد محصول (ریال بر هر تن)
6,319.3	سود ناخالص سالیانه (میلیون ریال)
0.621	درصد سود ناخالص سالیانه به هزینه کل
0.383	درصد سود ناخالص سالیانه به فروش
44.5	نرخ برگشت سرمایه (درصد)
331.7	سرمایه ثابت سرانه (میلیون ریال بر هر نفر)
430.8	سرمایه کل سرانه (میلیون ریال بر هر نفر)
38.4	درصد فروش در نقطه سر به سر
1,922.0	میزان تولید در نقطه سر به سر (تن)
سه سال	دوره برگشت استاتیک سرمایه (سال) از جدول شماره بیست و شش
پنج و نیم سال	دوره برگشت دینامیک سرمایه (سال) از جدول شماره بیست و شش

جدول شماره بیست و سه (نحوه بازپرداخت وام های دریافتی (با شرط اقساط مساوی)

سالیهای بازپرداخت						بازپرداخت	نرخ بهره (درصد)	مدت بازپرداخت	دوره توقف	میزان تسهیلات	شرح
6	5	4	3	2	1						
2,109	2,109	2,109	2,109	2,109	0	اقساط سالیانه	14	6	2	6,446	سرمایه ثابت (تسهیلات ریالی)
1,289	1,289	1,289	1,289	1,289	0	اصل					
459	459	459	459	459	0	فرع					
361	361	361	361	361	0	فرع زمان توقف					
820	820	820	820	820	0	جمع بهره					
1,289	1,289	1,289	1,289	1,289	0	جمع اصل					
820	820	820	820	820	0	جمع فرع					
0	0	0	403	403	403	اقساط سالیانه	16	3	0	969	سرمایه در گردش (تسهیلات ریالی)
0	0	0	323	323	323	اصل					
0	0	0	80	80	80	فرع					
0	0	0	323	323	323	جمع اصل					
0	0	0	80	80	80	جمع فرع					
1,289	1,289	1,289	1,612	1,612	323	جمع کل اصل	--	--	--	7,415	جمع کل
820	820	820	899	899	80	جمع کل بهره					

جدول شماره بیست و چهار (تحلیل نقطه سر به سر در سالهای مختلف بهره برداری (ارقام به میلیون ریال)

سال های بهره برداری										شرح
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
90	90	90	90	90	90	90	90	80	70	درصد بهره برداری
4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,000	3,500	ظرفیت بهره برداری (تن)
3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	3,300,000	قیمت فروش واحد (ریال)
14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	13,200	11,550	عایدی فروش
5,611.43	5,611.43	5,611.43	5,611.43	5,611.43	5,611.43	5,611.43	5,704.43	5,069.94	4,435.44	هزینه های متغیر
9,238.57	9,238.57	9,238.57	9,238.57	9,238.57	9,238.57	9,238.57	9,145.57	8,130.06	7,114.56	مابه التفاوت متغیر
62.2126	62.2126	62.2126	62.2126	62.2126	62.2126	62.2126	61.5863	61.5914	61.5979	نسبت مابه التفاوت متغیر (درصد)
با در نظر گرفتن هزینه های مالی										
3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	هزینه های ثابت
0.00	0.00	238.98	0.00	819.73	819.73	819.73	899.39	899.39	79.66	هزینه های مالی
6,342.44	6,342.44	6,726.58	6,342.44	7,660.06	7,660.06	7,660.06	7,867.30	7,866.66	6,535.06	ارزش فروش سر به سر
42.71	42.71	45.30	42.71	51.58	51.58	51.58	52.98	59.60	56.58	نسبت سر به سر (درصد)
بدون در نظر گرفتن هزینه های مالی										
3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	3,945.80	هزینه های ثابت
6,342.44	6,342.44	6,342.44	6,342.44	6,342.44	6,342.44	6,342.44	6,406.94	6,406.41	6,405.74	ارزش فروش سر به سر
42.71	42.71	42.71	42.71	42.71	42.71	42.71	43.14	48.53	55.46	نسبت سر به سر (درصد)

جدول شماره بیست و پنج (پیش بینی عملکرد سود و زیان ویژه طرح در سال های بهره برداری

سالهای بهره برداری										شرح
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
90	90	90	90	90	90	90	90	80	70	درصد بهره برداری
4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,000	3,500	میزان تولیدات (تن)
14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	13,200	11,550	کل فروش
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	تعدیل فروش
14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	13,200	11,550	فروش خالص
4,071.83	4,071.83	4,071.83	4,071.83	4,071.83	4,071.83	4,071.83	4,071.83	3,619.40	3,166.98	مواد اولیه
2,523.90	2,523.90	2,523.90	2,523.90	2,523.90	2,523.90	2,523.90	2,523.90	2,445.84	2,367.78	حقوق و دستمزد
206.58	206.58	206.58	206.58	206.58	206.58	206.58	206.58	191.03	175.48	انرژی
469.38	469.38	469.38	469.38	469.38	469.38	469.38	469.38	428.57	387.75	نگهداری و تعمیرات
162.36	162.36	162.36	162.36	162.36	162.36	162.36	162.36	148.24	134.13	هزینه های پیش بینی نشده
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	هزینه های تولید غیر مذکور
838.72	855.93	875.88	899.12	926.36	958.51	996.71	1,042.42	1,097.51	1,164.42	استهلاك دارایی های ثابت
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	تعدیل موجودی
8,272.77	8,289.98	8,309.93	8,333.17	8,360.41	8,392.56	8,430.76	8,476.47	7,930.60	7,396.53	بهای تمام شده محصول
6,577.23	6,560.02	6,540.07	6,516.83	6,489.59	6,457.44	6,419.24	6,373.53	5,269.40	4,153.47	سود ناویژه
242.48	242.48	242.48	242.48	242.48	242.48	242.48	242.48	219.95	197.43	جمع هزینه های عملیاتی
6,131.06	6,131.06	6,131.06	6,131.06	6,131.06	6,131.06	6,131.06	6,131.06	5,049.45	3,956.04	سود عملیاتی
170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	استهلاك هزینه های قبل از بهره برداری
0.00	0.00	0.00	0.00	819.73	819.73	819.73	819.73	819.73	0.00	هزینه تسهیلات بانکی بلند مدت
0.00	0.00	238.98	0.00	0.00	0.00	0.00	79.66	79.66	79.66	هزینه تسهیلات بانکی کوتاه مدت
170.00	170.00	408.98	170.00	989.73	989.73	989.73	1,069.39	1,069.39	249.66	جمع هزینه های غیر عملیاتی
5,961.06	5,961.06	5,722.07	5,961.06	5,141.33	5,141.33	5,141.33	5,061.67	3,980.07	3,706.38	سود و زیان ویژه
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	مالیات
5,961.06	5,961.06	5,722.07	5,961.06	5,141.33	5,141.33	5,141.33	5,061.67	3,980.07	3,706.38	سود ویژه پس از کسر مالیات
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	سود سهام / برداشت
5,961.06	5,961.06	5,722.07	5,961.06	5,141.33	5,141.33	5,141.33	5,061.67	3,980.07	3,706.38	سود ویژه پس از کسر مالیات و سود سهام
45,816.30	39,855.24	34,133.17	28,172.11	23,030.78	17,889.45	12,748.12	7,686.45	3,706.38	0.00	سود سنواتی
51,777.35	45,816.30	39,855.24	34,133.17	28,172.11	23,030.78	17,889.45	12,748.12	7,686.45	3,706.38	سود نقل به ترزنامه

هزینه های تولید

هزینه های غیر عملیاتی

جدول شماره بیست و شش (جریان نقدینگی تنزیل یافته برای کل سرمایه گذاری ومحاسبه نرخ بازگشت داخلی (ارقام به میلیون ریال)

سال	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
کل جریانات نقدی وروی (CIF)	0	0	0	11,550	13,200	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850
کل جریانات نقدی خروجی (COF)	2,843	5,686	5,686	7,397	7,931	8,476	8,431	8,393	8,360	8,333	8,310
خالص جریانات نقدی (NCF)	-2,843	-5,686	-5,686	4,153	5,269	6,374	6,419	6,457	6,490	6,517	6,540
خالص جریانات نقدی تجمعی (CNCF)	-2,843	-8,529	-14,215	-10,061	-4,792	1,581	8,001	14,458	20,948	27,465	34,005
خالص ارزش فعلی درآمدهای پروژه (PVB)	0	0	0	6,684	6,366	5,968	4,973	4,144	3,454	2,878	2,398
خالص ارزش فعلی هزینه های پروژه (PVC)	2,843	4,738	3,949	4,280	3,825	3,407	2,823	2,342	1,944	1,615	1,342
خالص ارزش فعلی کل پروژه (NPV)	-2,843	-4,738	-3,949	2,404	2,541	2,561	2,150	1,802	1,509	1,263	1,056
خالص ارزش فعلی تجمعی (CNPV)	-2,843	-7,581	-11,530	-9,126	-6,585	-4,024	-1,874	-72	1,438	2,701	3,757

محاسبه شاخص نرخ بازگشت سرمایه گذاری

نرخ تنزیل (DR)	0.260	0.265	0.270	0.275	0.274	نرخ بازگشت داخلی (IRR)	NPVR
خالص ارزش فعلی کل پروژه (NPV)	605.8	397.0	195.0	-0.4	38.2	27.5	0.326

جدول شماره بیست و هفت (محاسبه نرخ بازگشت خارجی (ارقام به میلیون ریال)

سال	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
کل جریانات نقدی وروی (CIF)	0	0	0	11,550	13,200	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850
کل جریانات نقدی خروجی (COF)	2,843	5,686	5,686	7,397	7,931	8,476	8,431	8,393	8,360	8,333	8,310
سود خالص	0	0	0	4,153	5,269	6,374	6,419	6,457	6,490	6,517	6,540
استهلاک	0	0	0	1,164	1,098	1,042	997	959	926	899	876
مجموع سود و استهلاک	0	0	0	5,318	6,367	7,416	7,416	7,416	7,416	7,416	7,416
سرمایه گذاری	2,843	5,686	5,686	0	0	0	0	0	0	0	0
سرمایه گذاری تجمعی	2,843	8,529	14,215	14,215	14,215	14,215	14,215	14,215	14,215	14,215	14,215
نرخ بازگشت خارجی / عدد به درصد	0	0	0	37	45	52	52	52	52	52	52

میانگین ROI (نرخ بازگشت خارجی) 35.93

جدول شماره بیست و هشت) آنالیز حساسیت نقطه سر به سر نسبت به شاخص های قابل تغییر

افزایش	افزایش	حالت اصلی مورد مطالعه	کاهش		شاخص قابل تغییر
			دو درصد	پنج درصد	
37.28	35.67	38.44	39.67	41.69	قیمت فروش واحد محصول
37.57	36.35	38.44	39.35	40.8	میزان فروش (با حجم تولید)
39.69	41.63	38.44	37.22	35.44	هزینه های تولید

طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

فصل هفتم: جمع بندی و نتیجه گیری

جمع بندی و نتیجه گیری

بر اساس آنچه در فصول گذشته عنوان گردید ، علیرغم توسعه کاربردهای ماده معدنی پرلیت در صنایع گوناگون در کشورهای توسعه یافته ، صنعت پرلیت در ایران یک صنعت نسبتا نوپا محسوب می گردد و عملا زمینه های کاربردی گسترده و مناسبی برای آن متصور می باشد . شواهد موجود حاکی از آن است که تقاضا برای این ماده معدنی و صنایع پایین دستی آن در سالهای آتی ، روند رو به رشدی را طی خواهد نمود .

در بالادست این صنعت ، فعالیتهای مرتبط با استخراج پرلیت خام از معادن (از جمله معادن واقع در استان زنجان) ، انجام عملیات خردایش و تولید پرلیت دانه بندی شده و در پایین دست آن پخت پرلیت و تبدیل آن به پرلیت منبسط به عنوان یک ماده سبک و با چگالی پایین و در نهایت فرآوری های احتمالی مجدد و همچنین کاربردهای آن در بسیاری از صنایع تولیدی قرار دارد . یکی از زمینه های مهم کاربردی این ماده ، صنعت ساختمان و به صورت خاص تولید مصالح ساختمانی سبک (مانند بلوک سقفی و دیواری و آجر پرلیتی) می باشد . در همین راستا و با رویکرد توسعه صنایع پایین دست پرلیت از یک سو و همچنین تقاضای رو به گسترش این ماده ارزشمند معدنی در صنایع ساختمانی با لحاظ نمودن تمایل دستگاه های نظارتی (وزارت مسکن و شهرسازی ، سازمان نظام مهندسی ساختمان و) و فعالان و متخصصین این صنعت جهت سبک سازی ساختمان ، افزایش سرعت عمل در عملیات اجرایی و همچنین لزوم استفاده از مصالح کارآمد و مدرن ، عملا احداث کارخانه تولید پرلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک بر پایه آن که ویژگی های مذکور را به خوبی پوشش می دهد ، دارای توجیه پذیری مناسب و معقولی می باشد ، همچنین با عنایت به وجود معادن پرلیت به همراه کارخانه خردایش و تولید پرلیت دانه بندی شده در داخل استان زنجان ، در صورت احداث کارخانه مورد نظر در شهرستان زنجان ، تامین ماده اولیه اصلی این صنعت به صورت مناسب و با هزینه حمل و نقل پائین میسر خواهد بود . لازم به توضیح است که پرلیت منبسط یکی از مواد مورد مصرف در فرمولاسیون تولید مصالح ساختمانی سبک بوده و سایر مواد اولیه مورد نیاز از منابع دیگری تامین خواهد گردید .

در این میان و با توجه به اینکه کاربرد پرلیت و مصنوعات مربوطه در صنایع ساختمانی و صنعت تبدیل آن به مصالح ساختمانی سبک در ابتدای راه قرار دارد ، علیرغم آینده روشنی که برای آن متصور است (به بیان دیگر فعالیت در این عرصه دارای توجیه اقتصادی مناسبی می باشد) ، کسب توفیق در این حوزه کاری نیاز به تخصص و دانش کافی دارد تا

جداول پیش‌بینی شاخص‌ها و تنظیم جداول مالی طرح برای سالهای بهره‌برداری (از جدول شماره

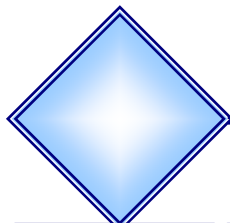
۲۳ تا ۲۸)

پس از پایان محاسبات مالی و انجام برآوردهای فوق، با رویکرد ارائه اطلاعات تکمیلی جهت برآورد توجیه‌پذیری طرح به ویژه با لحاظ نمودن ارزش زمانی پول برای سرمایه‌گذاران محترم، جداول کلیدی دیگری شامل نحوه بازپرداخت وام‌های بانکی، محاسبه نقطه سر به سر در طی سالهای مختلف بهره‌برداری، پیش‌بینی عملکرد سود و زیان، جریان نقدینگی تنزیل یافته و محاسبه نرخ بازگشت داخلی و خارجی، دوره برگشت سرمایه در حالت عادی و دینامیک (با لحاظ نمودن ارزش زمانی پول) و در نهایت تحلیل حساسیت شاخص‌ها به برخی از پارامترهای کلیدی در طی جداول مستقلی ارائه شده است. توصیه می‌گردد قبل از اقدام به اجرای سرمایه‌گذاری به صورت واقعی، محاسبات مالی با داده‌های کمی به روز و در قالب نرم‌افزار COMAR تکرار و شبیه‌سازی گردد.

امکان طراحی و اجرای فرایندهای تولید و دستیابی به فرمولاسیون مطلوب و در نهایت محصول با کیفیت بالا، با هزینه های معقول و اقتصادی و قیمت تمام شده قابل رقابت با سایر مصالح ساختمانی سبک سنتی و یا مدرن، قابل حصول باشد.

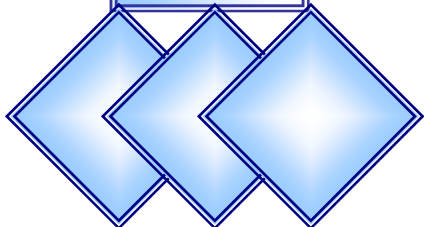
منابع و ماخذ :

- ۱- آمارهای منتشره از سوی وزارتخانه های صنایع و معادن و وزارت بازرگانی (تا پایان سال ۸۸) .
- ۲- آخرین نسخه کتاب مقررات صادرات و واردت (تا پایان سال ۸۸) .
- ۳- سازمان توسعه تجارت ایران .
- ۴- مستندات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .
- ۵- مستندات سازمان صنایع کوچک و شهرک های صنعتی ایران .
- ۶- مستندات سازمان نوسازی و توسعه صنایع معدنی ایران .
- ۷- مستندات گمرک و مرکز آمار ایران .
- ۸- سایت های معتبر اینترنتی از جمله سایت های مرتبط با معرفی انواع بتن سبک ، شرکت مدیریت پروژه های ساختمانی ایران (مپسا) ، شرکت آینده سازان ایران ، پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور .
- ۹- مستندات شرکت ها یا انجمن های فعال در حوزه پرلیت از جمله شرکت تیام تجارت ، انجمن پرلیت ایرانیان و آسیا ، گوهر کاوش ارومیه .
- ۱۰- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وابسته به وزارت مسکن و شهرسازی .
- ۱۱- ارتباط و مذاکره با فعالان صنعت پرلیت و صنایع مرتبط از جمله آقای مهندس جعفری (از متخصصین صنعت پرلیت در استان زنجان) ، آقای دکتر یوسف زندی ، آقای محسن لاله رخی ، گروه صنعتی کارخانجات انبساط پرلیت ایران (آقای مصدافی فر) ، گسترش پرلیت آذربایجان ، کارخانجات ماشین سازی طلایی نوین و بتن ماشین سپاهان .
- ۱۲- سالنامه آمارش سازمان توسعه تجارت ایران .
- ۱۳- احمد هرمزی ، منابع کانی های صنعتی ، مرکز نشر دانشگاهی .



طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

پوست ۱: روش اجرایی کار با بلوک های سبک



روشهای اجرایی

دیوارها یکی از متداول ترین عناصر قائم در ساختمانهای گوناگون هستند. مطابق تعریف، اعضای سازه ای قائم با بعدی بزرگتر از ۳ برابر ضخامت، دیوار نام دارند. مصالح ساختمانی سبک به شکل های گوناگون نظیر بلوک، ملات و پانل بتنی در ساخت انواع دیوار بکار می روند. مهم ترین ویژگی های این فرآورده ها در این کاربرد وزن کم، رسانایی حرارتی کم، افت صوتی مناسب، و مقاومت در برابر آتش می باشد. همچنین بکارگیری این فرآورده ها در اشکال مناسب سبب سهولت و سرعت در اجرای دیوار می گردد.



دیوار چینی با بلوک سبک

دیوارها بر اساس ویژگی ها و کاربرد خود، انواع گوناگونی دارند. (انواع دیوارها) دیوار چیده شده با بلوک سبک در طبقه دیوارهای غیر باربر قرار می گیرد. دیوارهای غیر باربر تنها وزن خود را تحمل می کنند و در آنها ویژگی های دیگری من جمله سبکی و مقاومت حرارتی و صوتی مناسب، اهمیت می یابد. دیوار چیده شده با بلوک سبک بعنوان دیوار عایق همگن حرارتی محسوب شده و شرایط آسایش را برای ساکنین در فصول گرم و سرد تامین می نماید. برخی از مزایا و ویژگیهای این مصالح عبارتند از: افزایش سرعت اجرا، کاهش پرت مصالح مصرفی، کاهش وزن بار مرده ساختمان به میزان ۳۰ درصد، کاهش ملات مصرفی، اجرای روکار سریع با حذف ملات گچ و خاک

روش های اجرایی دیوار چینی

روش دیوار چینی با بلوک سبک بسیار آسان بوده و مانند دیوار چینی با مصالح سنتی و قدیمی می باشد. بر این اساس تمامی عملیات بنایی با بلوک سبک، بر پایه مشخصات و ضوابط مندرج در نشریه های ۱۰۰ و ۵۵ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور و نیز استاندارد شماره ۷۰ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران صورت می گیرد. سایر آیین های مرتبط با نحوه اجرای درست من جمله آیین نامه ۲۸۰۰ زلزله ایران نیز باید رعایت گردند. لازم به ذکر است این روش ها کاربرد عمومی داشته و تنها مختص دیوار سبک نمی باشند. بعضی از این ضوابط که کاربرد بیشتری در اجرا دارند به صورت خلاصه آورده شده است:

نحوه بلوک چینی



جهت استفاده از بلوکهای سبک پس از آماده سازی سطح و تراز کار با ریختن یک لایه ملات ماسه و سیمان (حداقل ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب ملات) به ضخامت حداکثر ۲/۵ سانتی متر، در روی سطح کار اولین رگ بلوکها روی ملات قرار داده می شود، سپس با ملات ریزی حداکثر به ضخامت ۱/۵ سانتی متر، اقدام به چیدن رگ های بعدی می گردد.

- ۱- بلوکها باید کاملا" تراز چیده شوند ، بطوریکه جدار بلوکها کاملا" قائم بوده و درزهای قائم رجهای متوالی ، به طور یک رج در میان ، در مقابل هم قرار گیرند . بلوک نصب شده ، نباید پس از گیرش اولیه ملات ، از جای خود حرکت داده شود . استقرار نهایی بلوک ، باید در زمانی صورت گیرد که ملات هنوز شل باشد .
- ۲- در ساخت دیوارها سعی شود تا از یک جنس بلوک استفاده شود . استفاده از بلوک سبک به همراه دیگر مصالح سبب ایجاد ترکهای نامناسب در گچ و خاک می شود . در قسمتهایی که نیاز به قطعات کوچکتر می باشند مانند زیر پنجره ها بهتر است از آجر سبک (مثلا بر پایه پرلایت) استفاده شود . استفاده از آجر معمولی به دلیل تفاوت ضرایب انبساط باعث ناهماهنگی دیوار شده ممکن است سبب ایجاد ترک گردد .
- ۳- در صورت نیاز به قطعاتی که دارای اندازه طول رندی نمی باشند ، می توان بلوک سبک را به راحتی با فرز گرانتیت بر و یا تیشه تیز به اندازه قطعه مورد نظر برید . در این حالت به شدت پرت مصالح کاهش می یابد . باید در نظر داشت که از خرد کردن بلوک با پتک و یا وسایلی که با برخورد ضربه باعث ایجاد ترک در جان بلوک می نمایند، اجتناب ورزید.
- ۴- در مورد اجرای کلیه مصالح بنایی ، بهتر است پیش از اجرا ، بلوکها کمی خیس شوند تا آب ملات را به خود جذب نکرده و به اصطلاح ملات را نسوزاند . بلوکها بهتر است قبل از مصرف نم پاشی شده و بر خلاف بلوک های بتن گازی نیازی به غرقاب شدن ندارند.
- ۵- برای کنترل ابعاد ، گوشه ها و تقاطع ها و به طور کلی اجرای صحیح کار ، توصیه می شود پس از آماده شدن تراز کف ، ابتدا رج اول بدون ملات چیده شده و سپس بر اساس الگوی بدست آمده ، دیوارچینی شروع گردد . در دیوارچینی بوسیله بلوک سبک ، از چیدن رج اول با آجر به عنوان استاد کار باید اجتناب ورزید .
- ۶- با توجه به اینکه کلیه مصالح بنایی جهت دیوار چینی به تنهایی عایق رطوبتی نمی باشند ، توصیه می گردد از این مصالح بدون اجرای لایه نما جهت اجرای دیوارهای خارجی استفاده نگردد .
- ۷- چیدن صحیح و ایجاد قفل و بست کامل در دیوارها ، موجب جلوگیری از نشست های احتمالی در برابر بارهای نقطه ای (متمرکز) خواهد شد ، بویژه در کنج ها و محل اتصال دیوارهای متقاطع .



- ۸- دیوارچینی باید بصورت یکنواخت در ارتفاع صورت گیرد و نباید اختلاف ارتفاع دیوارچینی در یک قسمت ساختمان نسبت به نسبت های دیگر از یک متر تجاوز نماید . در مورد دیوارهای متقاطع باید به منظور تامین قفل و بست کامل ، یک رج در میان از قطعات اتصال یا لابند ، استفاده شود .

نصب تیر نعل درگاهی و آستانه

نعل درگاهها باید بر اساس جزئیات مندرج در نقشه های اجرایی و با طول گیرداری کامل ، ساخته شوند . نعل درگاهها می بایست حداقل به طول ۱۰ سانتی متر در روی دیوارهای طرفین امتداد داشته باشد . در صورتیکه نعل درگاه خاصی از نظر دهانه وجود داشته باشد ، می بایست طبق محاسبات مقطع لازم از نظر باربری (میزان بار وارده با توجه به دهانه) تعیین و اجرا گردد . در مورد بلوک سبک امکان استفاده از نعل درگاههای پیش ساخته بتونی و یکپارچه شدن دیوار با نعل درگاه وجود دارد .

مهاربندی

- ۱- حداکثر طول آزاد دیوار جداکننده نباید از ۴۰ برابر ضخامت دیوار و یا ۵ متر (هرکدام که کمتر باشد) تجاوز کند . در صورت تجاوز از این مقدار دیوار باید به وسیله ستونک قائم **post wall** دیوارها مهار گردند . دو سر این اجزای قائم (که معمولاً " قوطی ۶*۶ انتخاب می شوند) باید به گونه ای مناسب در کف و سقف مهار گردند .
- ۲- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای جداگر از تراز کف ۳/۵ متر می باشد . در صورت تجاوز از این حد ، باید با تعبیه کلاف های افقی به گونه مناسبی به تقویت دیوار مبادرت نمود .
- ۳- جداگرهایی که در تمام ارتفاع طبقه ادامه دارند ، باید کاملاً به زیر پوشش سقف مهار شوند ، در این حالت بهتر است دیوار به وسیله شاخک های عمودی گرفته شده مهار گردند . جهت نجسباندن رج آخر بلوک به سقف و اجرای صحیح دیوار میان قاب بهتر است رج آخر به صورت آجر چین انجام گردد .
- ۴- لبه قائم دیوار جداگر نباید آزاد باشند . لبه جداگر باید به دیوار یا جداگر عمود بر آن یا یک ستونک عمودی ، به نحوه مناسب متصل گردد . چنانچه طول دیوار جداگر پشت بند ، کمتر از ۱/۵ متر باشد ، لبه آن می تواند آزاد باشد .
- ۵- چهارچوب ها باید حتی الامکان همزمان با دیوارچینی نصب شوند و به هنگام ریختن دوغاب در پشت پروفیل چارچوبهای فلزی ، باید با قرار دادن وادارهای چوبی ، آنها را کاملاً مهار نمود تا در اثر فشار دوغاب ریزی ، خم نشده و در جهت طولی تاب بر ندارد . با امتداد شاخک از اجزای قائم قاب های درب و پنجره ها و اتصال آنها به سقف می توان از آنها جهت تقویت دیوار و ایجاد یک ستونک استفاده کرد .

اجرای روکار

جهت اجرای روکار دیوارها ، در صورتیکه دیوارها به طرز مناسبی اجرا و شاقولی شده باشند می توان لایه گچ و خاک را حذف نموده و جهت اجرای روکار تنها از یک لایه گچ استفاده کرد . در دیوارچینی با سفال بدلیل نیاز به افزایش ضخامت دیواره ، نیاز به اجرای لایه گچ و خاک حداقل به ضخامت ۲ سانتی متر می باشد . با توجه به ضخامت بلوکهای سبک (۳۰ تا ۳۵ میلی متر) چنانچه یاد شد می توان لایه گچ و خاک را حذف نمود . جهت جلوگیری از ترک خوردن احتمالی دیوارها در محل بادبندها ، باید از توری مرغی جهت تقویت سطح استفاده شود .

مراقبت

پس از اتمام کار روزانه یا وقفه در عملیات بنایی ، دیوارچینی را از تابش مستقیم نور خورشید ، حرارت زیاد ، وزش باد و جلوگیری از یخ زدن های احتمالی باید با پیش بینی پوشینه های مراقبتی ، محافظت نمود . عملیات بنایی در دمایی که در آن امکان یخ زدن ملات وجود دارد ممنوع می باشد . در شرایط متعارف دیوارچینی با ملات ماسه سیمان ، باید حداقل ۳ روز مرطوب نگه داشته شود . با توجه شرایط اقلیمی طول دوره مراقبت از دیوار توسط مجری تنظیم می بایست تنظیم گردد ، اما در هر حال دوره نگهداری نباید کمتر از یک روز باشد .

ملاحظات

از آنجاییکه بلوکهای سبک از نظر مواد متشکله دارای سیمان می باشد، در صورت استفاده از ملات ماسه و سیمان به دلیل پیوند مستحکمی که در نتیجه نفوذ ذرات ملات به حفره های بدنه بلوکهای سبک بوجود می آید، انسجام بیشتری نسبت به سایر واحدهای بنایی ایجاد شده و ترکیب ملات و بلوک یک واحد یکپارچه در مقابل بارهای ثقلی و جانبی را ایجاد می کند و لذا دارای مقاومت فشاری و خمشی بیشتری نسبت به سایر واحدهای بنایی دارد. (ماده همگن در داخل محدوده تنشهای مجاز)

انتخاب نوع ملات در دیوارچینی نقش بسیار مهمی خواهد داشت. ولی بکاربردن ملات با عیار زیاد، لزوماً نقش کلیدی در افزایش مقاومت دیوارچینی ندارد. ملات استفاده شده در دیوار چینی با بلوک سبک بصورت ملات عمومی ماسه سیمان با نسبت ۶ : ۱ و یا ۵ : ۱ پیشنهاد می گردد. در صورت تمایل به ساختن ملات مشابه و کاهش وزن ملات می توان از نسبت حجمی ۳ به ۲ (لیکا ریز دانه به ماسه) استفاده کرد.

ضخامت بندهای افقی و قائم، نباید کمتر از ۱۰ میلی متر و بیشتر از ۱۲ میلی متر باشد. باید بندهای قائم (هرزه ملات) از ملات پر شوند. در بلوک چینی، ملات ریزی به دو صورت انجام می شود:

الف) - ملات به صورت یکنواخت روی همه سطوح ملات خور بلوک نبایستی پخش شود، زیرا در این حالت حفره های بلوک از ملات پر خواهد شد. این روش برای دیوارهای باربر، کرسی چینی ها و ستون ها، مورد استفاده قرار می گیرد.

ب) - ملات به صورت یکنواخت روی جدارهای خارجی و داخلی به صورت دو نوار جدا از هم پخش می شود. در این حالت، به علت خالی بودن داخل بلوک ها، دیوار از نظر عایق رطوبتی و حرارتی، دارای عملکرد بهتری خواهد بود. انتخاب یکی از دو روش فوق، منوط به نظر و تأیید دستگاه نظارت و موقعیت کار خواهد بود.

اتصال دیوار با ستون

در مواردی که دیوارچینی در مجاورت ستون های فلزی یا بتنی قرار گیرد و در این نقاط درز انقطاع، پیش بینی نشده باشد باید نحوه اتصال ستون به دیوار مطابق نقشه های اجرایی باشد، در صورتیکه این جزئیات در نقشه نیامده باشد، باید به شرح ذیل عمل شود:

الف- اتصال دیوار با ستون فلزی:

در هر متر ارتفاع، یک قطعه اتصال جوش شده به ستون فلزی باید در داخل ملات دیوار چینی قرار گیرد. قطعه اتصال به صورت T با میلگردی به قطر ۸ میلی متر به اندازه ۸۰×۲۵۰×۲۵۰ میلی متر، از میلگرد به قطر ۱۰ میلی متر، به صفحه ای به ابعاد ۶×۱۰۰×۱۰۰ جوش داده می شود، این صفحات با شاخکهای مناسب در هنگام بتن ریزی در داخل ستون بندی، کارگذاری می شود. شاخک های V شکل در داخل دیوار آجری و درون ملات بین آجرها، قرار داده خواهد شد. در فاصله ایجاد شده بین دیوار و ستون بهتر است یک لایه پلی استایرن به ضخامت ۲ سانتی متر قرار داده شود.

ب- اتصال دیوار با ستون بتنی:

در هر متر ارتفاع، ۲ عدد شاخک U شکل به ابعاد ۸۰ * ۲۵۰ * ۲۵۰ میلیمتر، از میلگرد به قطر ۱۰ میلی متر، به صفحه ای به ابعاد ۶ * ۱۰۰ * ۱۰۰ میلی متر جوش داده می شود، این صفحات با شاخکهای مناسب، هنگام بتن ریزی در داخل ستون بندی، شدهاند. شاخکهای U شکل در داخل دیوار آجری و درون ملات بین آجرها، قرار داده خواهد شد.

نصب خروجی‌ها و تاسیسات

سوراخ‌ها و محل‌های باز برای کارگذاری چهارچوب‌ها، در و پنجره‌ها، مجراهای تهویه، عبور لوله‌ها و کابل‌های توکار و نظایر آن، باید پیشاپیش بر اساس نقشه‌های اجرائی کاملاً مشخص و هنگام دیوارچینی، تعبیه گردند تا نیازی به کندن و تخریب دیوارها به منظور تأمین فضاهای باز وجود نداشته باشد. در مواردی که نیاز به این عمل باشد، باید از ضربه زدن به دیوار اجتناب شده و عملیات با دقت و با وسایل مربوطه انجام گردد.

الزامات در برابر زمین‌لرزه

برای تأمین ایمنی ساختمان در مقابل زلزله، رعایت مندرجات آیین‌نامه طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد شماره ۲۸۰۰) الزامی است. ساختمان‌های بنایی در نقاط زلزله‌خیز، باید به شرح ذیل کلاف بندی شوند:

۱- کلاف افقی در تراز پی

این کلاف از بتن آرمه بوده و نباید عرض آن از عرض دیوار یا ۲۵ سانتیمتر و ارتفاع آن از ۲/۳ عرض دیوار یا ۲۵ سانتیمتر، کمتر باشد. میلگردهای اصلی، حداقل $\Phi 412$ برای عرض کمتر از ۳۵ سانتیمتر و $\Phi 612$ برای عرض بیشتر از ۳۵ سانتیمتر می‌باشد، به طوری که فاصله میلگردها از ۲۵ سانتیمتر بیشتر نشود. تنگ‌ها از میلگرد $\Phi 6$ و فاصله آن‌ها، برابر ارتفاع کلاف یا ۲۰ سانتیمتر، هر کدام که کوچکتر است، می‌باشد.

۲- کلاف افقی در تراز سقف

این کلاف از بتن آرمه بوده و عرض آن برابر عرض دیوار و حداقل ۲۰ سانتیمتر می‌باشد. در مورد دیوار خارجی و به منظور نماندگی، می‌توان عرض کلاف را ۱۲ سانتیمتر از عرض دیوار کمتر اختیار نمود. می‌توان ارتفاع کلاف روی دیوارهای باربر را، تا ۲۰ سانتیمتر و روی دیوارهای غیر باربر، تا ۱۲ سانتیمتر تقلیل داد. میزان میلگرد در این نوع کلاف‌ها، عیناً مشابه کلاف‌های افقی در تراز پی خواهد بود.

پوست ۲: بتن سبک و اثر میکرو سیلیس با افزایش
مقاومت آن

بتن سبك و اثر ميكروسيليس ها در افزايش مقاومت آن

مقدمه :

توليد سيمان كه ماده اصلي چسبندگي در بتن است در سال ۱۷۵۶ ميلادي در كشور انگلستان توسط «John smeaton» كه مسئوليت ساخت پايه برج دريايي « Eddy stone » را بر عهده داشت آغاز شد و در نهايت سيمان پرتلند در سال ۱۸۲۴ ميلادي در جزيره اي به همين نام در انگلستان توسط «Joseph ASP din» به ثبت رسيد . مردم كشور ما نيز از سال ۱۳۱۲ با احداث كارخانه سيمان ري با مصرف سيمان آشنا شدند و با پيشرفت صنايع كشور ، امروزه در حدود ۲۶ الي ۳۰ ميليون تن سيمان در سال توليد مي گردد . با آگاهي مهندسان از نحوه استفاده سيمان در كارهاي عمراني ، اين ماده جايگاه خودش را در كشورمان پيدا كرد .

يكي از روش هاي ساختمان سازي كه امروزه در جهان به سرعت توسعه مي يابد ساختمان هاي بتني است . بعد از انقلاب اسلامي به علت كمبود تير آهن در نتيجه تحريم ها و نيز گسترش ساخت و سازهاي عمراني در كشور ، کاربرد بتن بسيار رشد نمود . علاوه بر اين موضوع ساختمان هاي بتني نسبت به ساختمان هاي فولادي داراي مزايائي از قبيل مقاومت بيشتري در مقابل آتش سوزي و عوامل جوي (خورندگي) آسان بودن امكان تهيه بتن به علت فراواني مواد متشكله بتن و عايق بودن در مقابل حرارت و صوت مي باشند كه توسعه روز افزون اين نوع ساختمان هارا فراهم مي سازد .

يكي از معايب مهم ساختمان اي بتني وزن بسيار زياد ساختمان مي باشد كه با ميزان تخریب ساختمان در اثر زلزله نسبت مستقيم دارد . اگر بتوانيم تيغه هاي جدا كننده و پانل ها را از بتن سبك بسازيم وزن ساختمان و در نتيجه آن تخریب ساختمان توسط زلزله مقدار زيادي کاهش مي يابد . ولي كم بودن مقاومت بتن سبك عامل مهمي در محدود نمودن دامنه کاربرد اين نوع بتن و بهره گيري از امتيازات آن بوده است . استفاده از ميكروسيليس در ساخت بتن سبك سبب شده است كه مقاومت بتن سبك بالا رود و اين محدوديت کاهش يابد . در اين تحقيق ضمن توضيحاتي در مورد

بتن و تاثیر آب بر روی مقاومت بتن ، بیشتر در باره بتن سبک و روش ها افزایش مقاومت آن با استفاده از میکروسلیس ، خواص مکانیکی و همچنین موارد کاربرد آن بحث می شود .

۱- سیمان

- سیمان تولید شده در کشور ما با سیمان تولید شده در کشورهای صنعتی متفاوت است که لازم است تفاوت آن تا حد ممکن بررسی شود.
- طبقه بندی سیمان ها شناسایی شود.
- عدم تنوع در کیفیت سیمان نشانه ضعف هایی از سیستم ساخت و ساز می باشد.
- عدم استفاده از سیمان با کیفیت بالا از عوامل اولیه عمر کوتاه ساختمان در بحث مصالح می باشد.

۲ - شن و ماسه

- معیارها و آئین نامه های تولید کلان شن و ماسه بررسی شود .
- تولید کلان شن و ماسه در کشور ما از نظر معیار و رعایت آئین نامه های تولید بررسی شود.
- معایب شن و ماسه تولیدی در کشور در حد کلان بدلائل زیر آن را در درجه دوم و یا سوم کیفیت قرار می دهد.
- الف : وجود گرد و غبار
- ب : عدم شستشو
- ج : دانه بندی ناصحیح
- د : استفاده از شن و ماسه رودخانه ای بجای شن و ماسه شکسته .
- استفاده از شن و ماسه درجه ۲ و یا ۳ از عوامل ثانوی عمر کوتاه ساختمان در بحث مصالح می باشد.
- افزایش مقاومت بتن مد نظر تمام دست اندرکاران صنعت تولید بتن می باشد .

ساختار بتن :

- بتن دارای چهار رکن اصلی می باشد که به صورت مناسبی مخلوط شده اند ، این چهار رکن عبارتند از :
- الف : شن
- ب : ماسه
- ج : سیمان

د : آب

- در برخی شرایط برای رسیدن به هدفی خاص مواد مضاف به آن اضافه می شود که جزء ارکان اصلی بتن به شمار نمی آید .
- توده اصلی بتن مصالح سنگی درشت و ریز (شن و ماسه) می باشد .
- فعل و انفعال شیمیایی بین سیمان و آب موجب می شود شیرابه ای بوجود آید و اطراف مصالح سنگی را بپوشاند و مصالح سنگی را بصورت یکپارچه بهم بچسباند.
- استفاده از آب برای ایجاد واکنش شیمیایی است .
- برای ایجاد کار پذیری لازم بتن مقداری آب اضافی استفاده می شود تا بتن با پر کردن کامل زوایای قالب بتواند دور کلیه میلگرد های مسلح کننده را بگیرد.
- جایگاه استفاده آب در بتن به لحاظ انجام عمل هیدراتاسیون دارای حساسیت بسیار زیادی است.

ویژگی های آب مصرفی بتن :

- آب های مناسب برای ساختن بتن

۱- آب باران

۲- آب چاه

۳- آب برکه

۴- آب رودخانه در صورتی که به پساب های شیمیایی کارخانجات آلوده نباشد و غیره

...

بطور کلی آبی که برای نوشیدن مناسب باشد برای بتن نیز مناسب است باستثناء مواردی که متعاقباً توضیح داده خواهد شد .

- آب های نامناسب برای ساختن بتن

۱- آب های دارای کلر (موجب زنگ زدگی آرماتور می شود)

۲- آب هایی که بیش از حد به روغن و چربی آلوده می باشند.

۳- وجود باقیمانده نباتات در آب.

۴- آب گل آلود (موجب پایین آوردن مقاومت بتن می شود)

۵- آب باتلاق ها و مرداب ها

۶- آب های دارای رنگ تیره و بدبو

۷- آب های گازدار مانند CO₂ و...

۸- آب های دارای گچ و سولفات و یا کلرید موجب اثرگذاری نامطلوب روی بتن می

شوند .

نکته : ۱- آبی که مثلا شکر در آن حل شده است برای نوشیدن مناسب است ولی برای ساخت بتن مناسب نیست .

نکته : ۲- مزه بو و یا منبع تهیه آب نباید به تنهایی دلیل رد استفاده از آب باشد .

نکته : ۳- ناخالصی های موجود در آب چنانچه از حد معین بیشتر گردد ممکن است بشدت روی زمان گرفتن بتن ، مقاومت بتن ، پایداری حجمی آن ، اثر بگذارند و موجب زنگ زدگی فولاد شود .

نکته : ۴- استفاده از آب مغناطیسی بعنوان یکی از چهار رکن اصلی مخلوط بتن می تواند بعنوان تاثیرگذار بر روی پارامترهای مقاومت بتن انتخاب گردد .

تمایز بتن از نظر چگالی :

الف : بتن معمولی :

چگالی بتن معمولی در دامنه باریک ۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰ kg/m³ قرار دارد زیرا اکثر سنگ ها در وزن مخصوص تفاوت اندکی دارند (ادامه این مبحث از بحث ما خارج است)

ب : بتن سنگین :

از این بتن ها در ساختمان محافظ های بیولوژیکی بیشتر استفاده می شود مانند ساختار ، آنتورهای هسته ای و پناهگاه های ضد هسته ای که مورد بحث ما نمی باشد که چگالی آن معمولا بیشتر از ۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد .

ج : بتن سبک : مصرف بتن سبک اصولا تابعی از ملاحظات اقتصادی است ضمن اینکه استفاده از این بتن بعنوان مصالح ساختمانی دارای اهمیت بسیار زیادی است این بتن دارای چگالی کمتر از ۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب می باشد . بدلیل اینکه دارای چگالی کمتر از بتن سنگین است دارای امتیاز قابل توجهی از نظر ایجاد بار وارده بر سازه می باشد چگالی بتن سبک تقریبا بین ۳۰۰ و ۱۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد یکی از امتیازات مهم امکان استفاده از مقاطع کوچکتر و کاهش مربوطه در اندازه پی ها می باشد ضمن اینکه قالب ها فشار کمتری را از حالت بتن معمولی تحمل می کنند و همچنین در کاهش جابجایی کل وزن مصالح بدلیل افزایش تولید جایگاه ویژه ای دارد .

روش های کلی تولید بتن سبک :

- روش اول :

از مصالح متخلخل سبک با وزن مخصوص ظاهری کم بجای سنگدانه معمولی که تقریبا دارای چگالی ۲/۶ می باشد استفاده می کنند .

- روش دوم :

بتن سبک تولید شده در این روش بر اساس ایجاد منافذ متعدد در داخل بتن یا ملات می باشد که این منافذ باید به وضوح از منافذ بسیار ریز بتن با حباب هوا متمایز باشد که بنام بتن اسفنجی ، بتن منفذ دار و یا بتن گازی یا بتن هوادار می شناسند .

- روش سوم :

در این روش تولید ، سنگدانه های ریز از مخلوط بتن حذف می شوند . بطوریکه منافذ متعددی بین ذرات بوجود می آید و عموماً از سنگدانه های درشت با وزن معمولی استفاده می شود . این نوع بتن را بتن بدون سنگدانه ریز می نامند .

نکته : کاهش در وزن مخصوص در هر حالت به واسطه وجود منافذ یا در مصالح یا در ملات و یا در فضای بین ذرات درشت موجب کاهش مقاومت بتن می شود .

طبقه بندی بتن های سبک بر حسب نوع کاربرد آن ها :

- بتن سبک بار بر ساختمان

- بتن مصرفی در دیوارهای غیر بار بر

- بتن عایق حرارتی

نکته ۱- طبقه بندی بتن سبک بار بر طبق حداقل مقاومت فشاری انجام می گیرد .
مثال : طبق استاندارد ASTM C ۳۳۰ - ۷۷ در بتن سبک --- مقاومت فشاری بر مبنای نمونه های استوانه ای استاندارد از شده پس از ۲۸ روز نباید کمتر از 17 Mpa باشد . و وزن مخصوص آن نباید از ۱۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب تجاوز نماید که معمولاً بین ۱۴۰۰ و ۱۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است .

نکته ۲- بتن مخصوص عایق کاری معمولاً دارای وزن مخصوص کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب و مقاومت بین ۰/۷ و 7 Mpa می باشد .

انواع سبک دانه هایی که به عنوان مصالح در ساختار بتن سبک استفاده می شود :
الف - سبک دانه های طبیعی : مانند دیاتومه ها ، سنگ پا ، پوکه سنگ ، خاکستر ، توف که بجز دیاتومه ها بقیه آن ها منشأ آتشفشانی دارند .

نکته ۱- این نوع سبک دانه ها معمولاً بدلیل اینکه فقط در بعضی از جاها یافت می شوند به میزان زیاد مصرف نمی شوند ، معمولاً از ایتالیا و آلمان اینگونه مصالح صادر می شود .

نکته ۲- از انواعی پوکه معدنی سنگی که ساختمان داخلی آن ضعیف نباشد بتن رضایت بخشی با وزن مخصوص ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب تولید می شود

که خاصیت عایق بودن آن خوب می باشد اما جذب آب و جمع شدگی آن زیاد است . سنگ پا نیز دارای خاصیت مشابه است .

ب - سبک دانه های مصنوعی : این سبک دانه ها به چهار گروه تقسیم می شوند .

- گروه اول : که با حرارت دادن و منبسط شدن خاک رس ، سنگ رسی ، سنگ لوح ، سنگ رسی دپاتومه ای ، پرلیت ، اسیدین ، ورمیکولیت بدست می آیند .

- گروه دوم : از سرد نمودن و منبسط شدن دوباره کوره آهن گدازی به طریقی مخصوص بدست می آید .

- گروه سوم : جوش های صنعتی (سبکدانه های کلینکری) می باشند .

- گروه چهارم : مخلوطی از خاک رس با زیاله خانگی و لجن فاضلاب پردازش شده را می توان به صورت گندوله در آورد تا با پختن در کوره تبدیل به سبک دانه شود ولی این روش هنوز به صورت تولید منظم در نیامده است .

در جدول (۱) خواص انواع بتن های سبک که با این سنگدانه ها ساخته می شوند نشان داده شده اند :

الزامات سبکدانه ها بتن سازه ای :

الزامات سبکدانه ها در آیین نامه های ASTM C330-89 (مشخصات سبکدانه ها برای بتن سازه ای در آمریکا) و BS 3797:1990 (مشخصات سبکدانه ها برای قطعات بنایی و بتن سازه ای در بریتانیا) داده شده اند . در استاندارد بریتانیایی مشخصات واحدهای بنایی نیز مورد بحث قرار گرفته است . این آیین نامه ها محدودیت هایی برای افت حرارتی (۵% در ASTM و ۴% در BS) و همچنین در BS برای مقدار سولفات ۱% SO₃ (به صورت جرمی) را مشخص نموده اند . برخی الزامات دانه بندی این آیین نامه ها در جداول ۲ ، ۳ و ۴ نشان داده شده اند .

ذکر این نکات برای فهم بهتر این جداول مفید است :

۱- آیین نامه BS 1047:7983 مشخصات دوباره در هوای سرد شده ، که منبسط نشده است را در بر می گیرد .

۲- سبکدانه های به کار رفته در بتن سازه ای ، صرفنظر از منشأ آن ها تولیداتی مصنوعی می باشند و در نتیجه معمولاً یکنواخت تر از سبکدانه طبیعی می باشند . بنابراین سبکدانه را می توان برای تولید بتن سازه ای با کیفیت ثابت مورد استفاده قرار داد .

نکته : سبکدانه ها دارای خصوصیت ویژه ای هستند که سنگدانه های معمولی فاقد آن می باشند و در رابطه با انتخاب نسبت های مخلوط و خواص مربوط به بتن حاصل

داراي اهميت ويژه اي مي باشند . اين ويژگي عبارتست از توانايي سبكدانه ها در جذب مقادير زياد آب و همچنين امكان نفوذ مقداري از خمير تازه سيمان به درون منافذ باز (سطحي) ذرات سبكدانه (مخصوصا ذرات درشت تر) در نتيجه اين جذب آب توسط سبكدانه ، وزن مخصوص آن ها زيادتر از وزن مخصوص ذراتي مي شود كه در گرمچال خشك شده اند .

روش هاي افزايش مقاومت بتن سبك :

كم بودن مقاومت بتن سبك عامل مهمي در محدود نمودن دامنه کاربرد اين نوع بتن و بهره گيري از امتيازات آن بوده است براي بدست آوردن بتن سبك با مقاومت زياد روش هاي زيادي مورد توجه قرار گرفته است .

نكته : عامل موثر و مشترك در كليۀ اين پژوهش ها مصرف ميكروسيليس در بتن مي باشد . در اينجا اجمالاً به چند روش اشاره مي گردد :

۱- تحقيقات مشترك V.Novokshchenov و W.Whitcomb جهت افزايش مقاومت بتن سبك و بهبود ديگر خواص آن با استفاده از سبكدانه هاي سيليسي منبسط شده ، به اعتقاد آنان مقاومت بتن سبك تابعي از مقاومت سبكدانه ها و ملات است كه اين رابطه به صورت ذيل ارائه گرديد .

$$f_c = f_m (v_m) + f_a (1 - v_m)$$

$$f_c = \text{مقاومت بتن} \quad f_a = \text{مقاومت سبكدانه}$$

$$f_m = \text{مقاومت ملات} \quad v_m = \text{حجم نسبي ملات}$$

بدین ترتیب مشاهده می شود که می توان با افزایش مقاومت سبكدانه و مقاومت و حجم ملات مقاومت بتن سبك را افزایش داد .

طرح مطالعات امکان سنجی پربیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

پیوست ۳: بتن سبک با ساختمان سلولی (نوم) CLC

بتن سبک وزن با ساختمان سلولی (فوم) (CLC) (CELLULAR LIGHT WEIGHT CONCRETE)

مهدی قربانی دانشجوی کارشناسی دانشکده فنی مهندسی عمران ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان^۱
علی افسر دلیر دانشجوی کارشناسی دانشکده فنی مهندسی عمران ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان^۲

چکیده

بتن از مصالح اصلی و بنیادین در ساخت ساختمانهای کنونی است که می توان با ایجاد ترکیبات مختلف و افزودن مواد دیگر به این ترکیبات کارایی آن را بالا برد. از جمله موادی که می توان برای افزایش کارایی بتن به آن اضافه نمود فوم (ماده کف ساز با پایه پروتئین حیوانی) است. این نوع بتن علاوه بر داشتن مزایای بتن معمولی خواص دیگری مانند وزن مخصوص کم و مقاومت فشاری بالا را نیز دارا می باشد سبکی این بتن در سازه های ساختمانی باعث کاهش بار مرده ساختمان، صرفه جویی در حجم خاک برداری و بتن مصرف شده در فونداسیونها و همچنین کاهش بارهای زلزله می گردد. برای افزایش کارایی این محصول در پروژه های مختلف مقدار اختلاط و افزودنیهای مورد نیاز طبق تجربیات و استانداردهای کشورهای آلمان، انگلیس و آمریکا تنظیم و تهیه می گردد و برای تولید نهایی و آزمایشهای مقاومت بر روی آنها صورت می گیرد. برای تولید این بتن از ملات ماسه، سیمان، ماسه بادی، ملات بتن فوم (از نوع پروتئین حیوانی) و افزودنیهای مجاز استفاده می گردد. این مواد توسط دستگاههای مخصوص، مخلوط و تولید شده و برای استفاده آماده می گردد که توسط دستگاههای پمپاژ به علت سبکی به راحتی می توان بتن را به طبقات بالاتر انتقال داد. در نتیجه این عملکرد، میزان دقت کلی مصرفی در این پروژه افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: بتن فوم - وزن مخصوص - مقاومت فشاری

۱- مقدمه

بتن فوم، بتنی است با کاربری بالا در صنعت ساختمان سازی که می توان با رعایت اصول تولیدی و بکارگیری مناسب، از آن در انواع پروژه های ساختمانی استفاده نمود. این بتن برای اولین بار در کشور سوئد، ابداع و اختراع شد و امروزه در بیشتر کشورها مورد استفاده قرار می گیرد. این بتن علاوه بر داشتن خواص بتن معمولی در حد مطلوب دارای ویژگیهای دیگری نظیر وزن مخصوص کم و مقاومت فشاری مطلوب نیز می باشد. (شاهزاد)

برای استفاده بهینه از این محصول ابتدا وزن مخصوص و مقاومت فشاری آن برای کاربریهای موردنظر در پروژه تعریف شده و بر اساس آن بتن با اختلاط مناسب و افزودنیهای موردنیاز بر اساس دستورالعملها و تجربیات قبلی تولید می‌شود که در حین تولید توسط استانداردهای بین‌المللی کشورهای آلمان، انگلیس و آمریکا فرموله می‌گردد. (شاهزاد)

۲- مشخصات بتن

برای تولید بتن فوم مناسب با کارایی بالا باید علاوه بر ترکیب مناسب ملات ماسه و سیمان از ماده کف ساز مناسب که در بهترین حالت از پروتئینهای حیوانی تولید شده است استفاده نمود. از مزیت‌های دیگر این بتن تولید آن با چگالیهای مختلف و با کاراییهای متفاوت می‌باشد. (جدول شماره ۱ و ۲) (تیموریان)

جدول ۱- مشخصات فنی - فیزیکی برای یک نمونه تیپ فوم بتن بر حسب چگالی نمونه

چگالی	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه	جذب رطوبت	جذب آب	ضریب انبساط	هدایت حرارت	مدول الاستیسیته
$\frac{Kg}{m^3}$	$\frac{Kg}{Cm^2}$	$\frac{Kg}{Cm^2}$	mm ضخامت	%وزن	$\frac{mm}{m}$	$\frac{Kcal}{hr.m.^{\circ}c}$	$\frac{Kg}{Cm^2}$
400	6.5	10.0	0.040	13.1	8.0×10^{-6}	0.084	-
600	9.7	15.0	0.030	10.5	“	0.115	-
800	19.0	28.0	0.020	8.5	“	0.170	-
1000	23.0	36.0	0.015	6.6	“	0.270	-
1200	44.0	65.0	0.010	5.5	“	0.380	40.000
1400	82.0	120.0	0.005	3.7	“	0.450	55.000
1600	125.0	175.0	0.003	1.6	“	0.480	66.000
1800	193	275.0	0.002	0.4	“	0.530	83.000

جدول ۲- کاربری بتن فوم بر حسب چگالی

چگالی Kg/m^3	400-600	800-1000	1200	1400-1600	1800
پاتن های بزرگ پیش ساخته آرمه					
- پانل دیوار	*	Δ	•	•	•
- قطعات کف	*	*	Δ	•	•
- دیوار غیرباربر	*	•	Δ	Δ	•
سازه با بتن درجا	*	Δ	•	•	•
عایق حرارتی مسطح بام ها	•	•	Δ	Δ	*
بلوک ساختمانی	Δ	•	Δ	Δ	Δ
بتن پاشی (برای گنبدها)	*	Δ	•	•	Δ

تعریف علامتها ی جدول ۲

- بسیار مناسب

Δ مناسب تحت شرایط خاص

× مناسب نمی باشد

با توجه به اینکه بیشتر خواص بتن مبتنی بر چگالی آن می باشد می توان با تغییر تناسبات اختلاط و مقدار ماده کفی موجود در بتن چگالیهای مختلف بتن را تولید نمود و همچنین برای کنترل مقاومت فشاری بتن می توان از افزودنیها و روشهای مناسب استفاده نمود.

۳- موارد استفاده

(۱) استفاده به صورت بلوک برای دیوارهای غیرباربر: برای استفاده در این قسمت بتن با چگالی حدود $800 - 700 \frac{Kg}{m^3}$ به

کار برده می شود.

یکی از مزیت های استفاده از بلوک تهیه شده با بتن فوم بی نیاز کردن دیوار از گچ خاک قبل از سفیدکاری می باشد که خود باعث صرفه جویی در وقت و هزینه می گردد.

(۲) استفاده در مسطح کردن کف طبقات و تنظیم شیب بندی بامها چگالی مورد نیاز برای این قسمت در حدود $1800 - 1600 \frac{Kg}{m^3}$ می باشد.

(۳) استفاده در دیوارهای باربر: چگالی در حدود $1200 \frac{Kg}{m^3}$ و بالاتر مورد استفاده قرار می گیرد.

(۴) استفاده در پوشش های تیر و ستون: این بتن به عنوان لایه محافظ در مقابل آتش سوزی برای پوشش تیر و ستونهای سازه های فولادی با چگالی $800 - 600 \frac{Kg}{m^3}$ کاربرد دارد.

(۵) به عنوان عایق رطوبتی: از بتن فوم در بلوک کف ساختمانها و به عنوان ماده پرکننده (به جای خاگریزی و کامپکشن آن) در فضای پشت دیوارهای حایل دور لوله کشیهای آب و فاضلاب حد فاصل بین خاکبرداری و قطعات لاینینگ تونلها با خاصیت بالای عایق رطوبتی با چگالی $600 - 400 \frac{Kg}{m^3}$ مورد استفاده قرار می گیرد .

برای کارایی بالا در استفاده از بتن باید یکنواختی در داخل بتن ایجاد شده و یکنواختی میان ذرات داخل بتن مخصوص در حین انتقال به محل از بین نرود.

برای بتن فوم نیز نباید طرح اختلاط به هم ریخته و حبابهای موجود از بین بروند، زیرا از بین رفتن حبابها و ناپایداری آنها باعث تغییر چگالی بتن شده و در اجرای پروژه و پایداری آن تاثیر منفی خواهد گذاشت . از موارد دیگری که باعث ایجاد حصول اطمینان در اجرای پروژه ها می گردد استفاده از مواد کفزای مناسب می باشد که از مناسبترین آنها ماده کفزای تولیدی از پروتئینهای حیوانی در کشورهای اروپایی با کیفیت بالا می باشند. که با استفاده از آن می توان بتن با خواص یکنواخت در چگالیهای مختلف را تولید کرد.

عدم داشتن تجربه کافی در ایجاد چگالیهای مناسب باعث ناپایداری پروژه شده که اخیراً به دلیل عدم آگاهی کامل مجری در یکی از پروژه های شهری در تولید چگالی مناسب با اشکالاتی روبرو شده و باعث تقویت گسترده سازه پس از اجرا شده که این

امر خود در هزینه تمام شده پروژه تاثیر بسیار داشته است .

جدول ۳- موارد استفاده از فوم بتن و امتیازات حاصل شده

امتیازات حاصل شده	موارد استفاده
قابلیت انبوه سازی بدلیل تولید آسان در محل کارگاه و زمان کوتاه اجرای طرح و وزن سبک ، محافظت در برابر سرما و گرما و صدا ، صرفه جویی در هزینه ساخت و انرژی ، بازگشت و گردش سریعتر سرمایه گذاری	ساخت خانه های پیش ساخته ، دیوارهای داخلی و خارجی ساختمانها ، بخصوص برای کشورهای در حال توسعه و کشورهایی با سابقه زلزله های مکرر و برای مناطق دارای آب وهوای غیر معتدل
هزینه انتقال کمتر بلحاظ وزن سبک ، عایق در مقابل سرما ، گرما و در مقابل صدا ، صرفه جویی در مصرف انرژی ساختمان در طول بهره برداری از ساختمان	قطعات در جا و یا پیش ساخته ساختمانی ، بلوک ، پانل و دال کف طبقات از نوع بار بر ، تیغه بندی دیوارها ، شیب بندیها و پوشش عایق در بام و کف ساختمانها
عایق در مقابل آتش با دوام بیش از دو برابر طولانی تر از بتن معمولی ، نازک ، استفاده از قالب سبک و بمراتب آرزانتر از بتن معمولی ، سبکتر نمودن وزن کل اسکلت	پوشش سطوح و قطعات اسکلت فلزی ساختمان برای محافظت در مقابل آتش سوزی در ساختمان
کنترل نشست ، کنترل فشار اکتیو خاک در پشت دیوارها ، عدم نیاز به خاک ریزی و متراکم نمودن آن ، عایق حرارتی ، نصب سریع ، اجرای آسان و اقتصادی بدون نیاز به ماشین آلات سنگین	پوشش پشت دیوارهای حایل ، پشت بدنه استخرها ، پوشش حد فاصل خاکبرداری و لاینینگ تونلها ، پر نمودن گودال ها و دور لوله گذاریها
وزن سبک و اجرای سریع در محل	لایه های زیرین سطوح بار بر ترافیکی و اماکن ورزشی با خاکهای دارای مقاومت اندک
صرفه جویی در ساخت قالب ، سرعت اجرا	قالبهای در جا ، یکبار مصرف ، و یا مدفون در سازه و پری دال پلها
هزینه اندک و استفاده از جرثقیل سبک	دیوارهای عایق صوت طرفین بزرگراهها بصورت در جا و یا پیش ساخته

۴- تولید بتن

مواد مورد نیاز در تولید بتن فوم، ملات ماسه و سیمان، ملات بتن فوم با اسلایمپ (سیمان پرتلند) و ماسه بادی می باشد. از مزیت‌های این بتن می توان به عدم به کارگیری شن (gravel) در تهیه آن اشاره نمود. ماده عامل تولید فوم: پروتئین حیوانی که از شاخ و سم حیوانات تولید می شود که پس از تمیز نمودن آنها و افزودن مواد شیمیایی لازم و افزودنیهای مناسب ماده کف ساز حاصل می شود. طول عمر مفید آن حدود دو سال است و از نظر زیست محیطی بی ضرر می باشد که علت آن تجزیه پذیری ماده کفساز می باشد ولی در مواد کف ساز شیمیایی برای تجزیه پذیری از کلرید استفاده می گردد و چون کلرید باعث خوردگی در فولاد بتن آرمه می گردد استفاده از آنها مناسب نمی باشد برای تولید بتن، ابتدا فوم را در دستگاههای مناسب تولید و با توجه به تناسب مناسب، آن را به داخل دستگاه اختلاط محتوی ملات ماسه و سیمان می ریزند.

برای تولید بتن با مقاومت بالا، از افزودنیهایی نظیر میکروسیلیکا، (Micro silica) فوق روافکننده ها (Super plasticizer) و خاکستر بادی (Fly Ash) استفاده می شود.

۵- ماشین آلات مورد نیاز برای تولید بتن:

(۱) دستگاه مخلوط کننده مخصوص

(۲) دستگاه تولید فوم

(۳) کمپرسور باد.

۶- تسهیلات تولید: بتن فوم، پس از آنکه در دستگاههای مخلوط افکن به حالت خمیری درآمد آماده انتقال و تخلیه در محل می باشد. این بتن به دلیل سبکی به راحتی به طبقات بالا پمپاژ شده و انرژی کمتری را نسبت به بتنهای دیگر مصرف می کند. این بتن به دلیل داشتن کف و روانی نیازی به وایبره کردن نداشته و سطوح بیرونی صاف و بدون ترک خوردگی می باشند. از بتن فوم می توان در ساخت قطعات پیش ساخته استفاده نمود. که این نوع قطعات بتنی بیشتر در کشورهای عربی و آفریقای و کشور هند به دلیل کمبود آب استفاده می گردد که به ساخت ساختمانهای ارزان قیمت در طول مدت ۸ ساعت می انجامد.

برای انتقال این بتن به طبقات بالاتر به دلیل فشار نیروی ثقلی به تراکم بتن اضافه شده و این پدیده باید توسط مجری طرح مدنظر قرار گرفته شود و در محاسبات لحاظ شود.

طول مدت گیرش این بتن در قالب و در صورت استفاده از سیمان تیپ I و بدون استفاده از زودگیرکننده ها در حدود ۸-۱۲ ساعت است که با استفاده از مواد افزودنی می توان طول مدت را کاهش داد.

همچنین مقاومت بتن فوم را می توان با تغییر نوع سیمان از سیمان تیپ I تا سیمان تیپ IV افزایش داد به طوریکه تغییر مقاومت از سیمان نوع اول تا سیمان نوع IV در حدود $8 \frac{N}{mm^2}$ می باشد که به مقاومت $30.4 \frac{N}{mm^2}$ می رسد. همچنین با

افزودن فوق روان کننده ها که با کاهش آب بتن همراه است می توان مقاومت بتن را با درصد مناسبی افزایش داد. همچنین می توان مقاومت بتن را با افزایش چگالی بالا برد و این در صورتی است که از فوم کمتری استفاده گردد. (شکل شماره ۱)

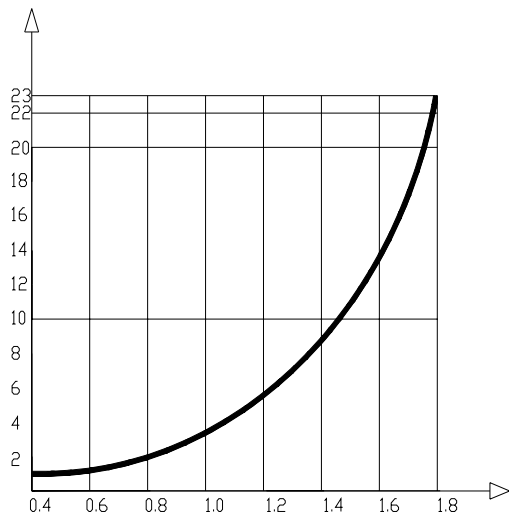
۷- خواص بتن فوم: پایین بودن ضریب هدایت حرارتی: مقاومت در برابر حرارت بتن مناسب با چگالی بتن مصرفی می

باشد و هر مقدار چگالی بتن افزایش یابد متناسب با آن مقاومت حرارتی بتن کاهش خواهد یافت ولی در هر صورت مقاومت حرارتی آن ۴ تا ۶ برابر بیشتر از آجر معمولی است. (شکل شماره ۲)

مقاومت در برابر آتش: بتن فوم آتش گیر نمی باشد و با افزودن ضخامت قطعه می توان مقاومت آن را در برابر آتش تا حد زیادی افزایش داد. مقاومت بتن فوم در برابر آتش بیشتر از بتن معمولی بوده و دلیل آن خواص ویژه عایقی آن است. (شکل شماره ۳)

- جمع شدگی و تغییر حجم: این خاصیت بتن نیز تابع چگالی بتن است و با افزایش چگالی مقدار کاهش حجم کمتر می شود که باید در طراحی و ساخت قطعات پیش ساخته این نکته مد نظر قرار گیرد.

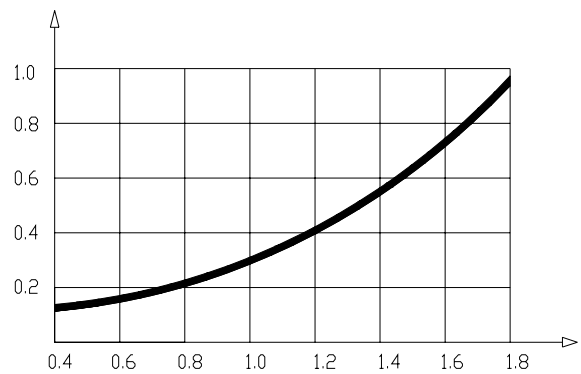
مقاومت فشاری
(N/mm^2)



چگالی بتن (Ton/m^3)

شکل ۱- مقاومت ۲۸ روزه فوم بتن بر حسب چگالی

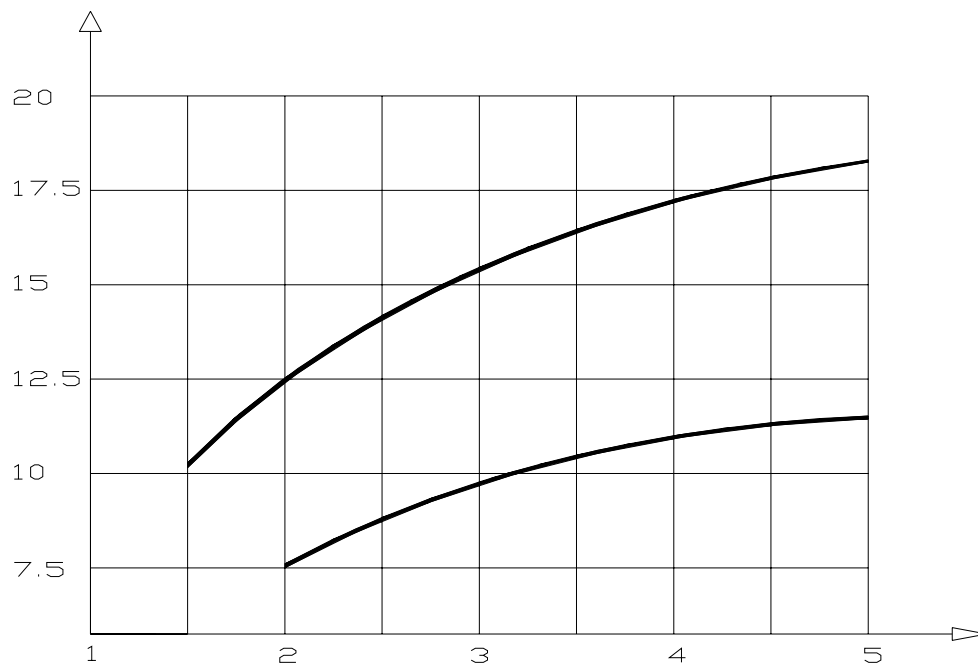
هدایت حرارتی
(W/mk)



چگالی (Ton/m^3)

شکل ۲- هدایت حرارتی بتون در ارتباط با چگالی فوم بتن

ضخامت دیوار (cm)



زمان (ساعت)

شکل ۳- مقاومت فوم بتن با چگالی 1000kg/m^3 و بتن معمولی در مقابل آتش در ارتباط با ضخامت (منحنی بالا نمایشگر عملکرد بتن معمولی و منحنی پایین نمایشگر عملکرد بتن فوم است)

برش آسان و مته کاری: قطعات تولید شده با این بتن به راحتی قابل بریدن و ااره کردن و همچنین مته کاری و میخ کوبی می باشند. بنابراین می توان پس از نصب قطعه محل عبور کابل ها و لوله ها را در آن جاسازی کرد.

۸- **مزیت های اقتصادی بتن فوم:** وزن ساختمانی که در آن از بتن فوم استفاده می گردد می تواند تا حدود ۳۵٪ نسبت به وزن ساختمانی که با بتن معمولی ساخته شده کاهش یابد با استفاده کردن از تجربه و دقت بیشتر در طراحی و استفاده بهینه از بتن فوم امکان کاهش وزن آن تا ۵۰٪ نسبت به ساختمان بتن معمولی وجود خواهد داشت و متعاقباً سهم بار با کاهش وزن بار مرده ساختمان به نصف کاهش خواهد یافت.

با کاهش وزن بار مرده ساختمان کاهش درون اسکلت سازه، ابعاد فونداسیون و کاهش آرماتور مصرفی برای فونداسیون را خواهیم داشت و در نتیجه آن زمان اجرای پروژه مدت کوتاهتری طول خواهد کشید .
وزن سبک بتن سبب می شود تا بتوان این بتن را به راحتی به طبقات بالاتر پمپاژ نمود و در نتیجه در هزینه صرفه جویی خواهیم کرد.

در زمان استفاده از ساختمان و بهره برداری به علت عایق خوب حرارتی بتن صرفه جوئی قابل توجه ای در هزینه مصرف انرژی (سرمایه و گرمایش ساختمان) حاصل می شود و کاهش چشم گیری در مصرف منابع ملی خواهیم داشت.

پوسیدگی آرماتور در داخل بتن فوم:

آزمایش ها بر روی نمونه های بتن فوم آرماتور دار نشان داده است که طی ۷۲ سیکل تغییر در شرایط محیطی هیچ گونه زنگ زدگی در فولاد به وجود نمی آید و همچنین هیچگونه پوسیدگی در نمونه هایی که به مدت ۶ ماه در مقابل جریان مستقیم آب روان قرار داده شده بودند مشاهده نشده است.

۹- خلاصه و نتیجه گیری:

این بتن یا ماده مولد فوم یا کف با پایه پروتئین حیوانی تولید می شود و از نظر زیست محیطی سالم ترین و بهترین روش تولید بتن سبک می باشد. دستگاه تولید این بتن بسیار می باشد و می توان آن را در کارگاه کارفرما مستقر نمود.
بتن فوم را می توان به راحتی تا طول 60m و ارتفاع 30m توسط پمپ ماردونی دستگاه به طبقات انتقال داد و در صورت لزوم به کمک پمپ های ماردونی کمکی دستگاه که در طبقات مستقر شده اند می توان ارتفاع را افزایش داد. توان تولید یک دستگاه در روز $80m^3$ می باشد .

برحسب نیاز پروژه بتن فوم با چگالی 400 الی $1800Kg/M^3$ در محل کارگاه تولید می شود.
ا توجه به مطالب ارائه شده ، استفاده از این بتن را می توان به عنوان سریع ترین ، اقتصادی ترین و مطمئن ترین راه برای ساخت و ساز در جهان نام برد.

۱۰-مراجع

مهندس شاهزاد، نادر-عضو انجمن بتن ایران-مصاحبه

مهندس شفقتیان ، سیامک - استاد دانشکده فنی مهندسی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
کریمی، محرم -مدیرعامل شرکت قطعات بتنی تهران دشت بتن و مهندسان مشاور شرکت- مصاحبه
مرکز تحقیقات ساختمان مسکن-بتن افزودنی‌ها-مواد افزودنی حباب هوازا-۱۳۷۶
صدرالدین مهرجردین - نورالدین -بتن سبک - مرکز تحقیقات ساختمان مسکن ۱۳۶۹
نوئل آدام-خواص بتن-ترجمه هرمز فامیلی، تهران، دانشگاه علم و صنعت-۱۳۷۵

۱۱-تقدیر و تشکر: در ارائه این مقاله از تجربیات و دانش دکتر جمشید تیموریان استفاده گردیده است و به این ترتیب نویسندگان کمال تشکر را از ایشان دارند.

طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

پوست ۵: مصرف پربلیت در زمین های کشاورزی



می‌کند و از ضعیف شدن ریشه و از بین رفتن آن در هنگام قلمه زدن یا کاشتن جلوگیری می‌کند. مخلوط مزبور به عنوان عامل رشد گیاهان گلدانی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و از پرلیت مخلوط نشده در ته گلدان‌ها جهت زه‌کشی خوب استفاده می‌شود.

اصلاح خاک و چمن

خاک‌های کشاورزی و باغبانی اغلب یا به صورت ماسه‌ای هستند و یا به صورت رس، که خاک‌های ماسه‌ای به دلیل فاصله‌دار بودن دانه‌ها، تمایل به حفظ رطوبت و شرایط خنثی در آنها کم است در حالی که در خاک‌های رسی هوا به سختی جابه‌جا شده و زه‌کشی نیز در آن به سختی صورت می‌گیرد، هر چند که خاصیت تراکم‌پذیری در آنها بهتر است. اضافه نمودن پرلیت در هر دو نوع این خاک‌ها باعث تعدیل شرایط و بهبود وضعیت خاک می‌شود.

رشد و پرورش بذر

در این مورد اغلب از پرلیت‌های دانه ریز استفاده می‌شود. از ویژگی‌های بارز پرلیت منبسط که در این نوع کاربرد مفید هستند عبارتند از: توانایی نگهداری و حفظ رطوبت در میزان ثابت، خاصیت عایق، توانایی آن در انعکاس نور خورشید به خاطر رنگ سفیدش که منجر به دمای یکنواخت در اطراف بذرهای در حال رشد می‌شود. در بذرداری از مخلوط پرلیت با مواد آلی یا مخلوط پرلیت، مواد آلی و خاک استفاده می‌شود.

هیدروپونیک

هیدروپونیک یک لغت یونانی به معنای کشت در آب می‌باشد. در کشت به طریقه هیدروپونیک پرلیت در تهیه آب حاوی مواد مغذی که در رشد و نمو گیاهان کاربرد دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش اغلب در جاهایی که فاقد خاک‌های کشاورزی هستند، کاربرد دارد.

پرلیت منبسط استفاده شده در هیدروپونیک مجدداً قابل استفاده می‌باشد ولی ممکن است جهت استفاده مجدد، استریلیزاسیون پرلیت ضروری باشد. در انتها لازم است یادآوری شود که پرلیت در زمینه اصلاح خاک با کودهای شیمیایی تفاوت دارد. پرلیت برای اصلاح خاک بیشتر در زمینه‌های گلکاری، مواد باغبانی، زمین‌های سولفاته، کشت‌های دیمی و زمین‌های با بافت سنگین مورد مصرف قرار می‌گیرد و به بهترین شکل و تواماً مشکل فیزیکی و شیمیایی خاک را حل می‌نماید و با توجه به نرخ بالا و تولید پایین کودهای شیمیایی کاملاً مقرون به صرفه خواهد بود.

طلای سفید مخلوط با خاک زمین‌های کشاورزی!

ریحانه رفیعی

در روز جهانی بیابان زدایی، با «پرلیت» خاک بیابان‌های کشور را ماصلفیز کنیم

در زیر اشاره‌ای کوتاه به کاربرد پرلیت در بخش کشاورزی شده است.

مصارف باغبانی و کشاورزی

اضافه کردن پرلیت به خاک مزایای مهمی دارد، از جمله: میزان جذب و نگهداری آب آن زیاد است که این موضوع سبب می‌گردد تا از تبخیر آب، جلوگیری شود و آب به مدت طولانی در خاک باقی بماند. مرطوب بودن خاک، موجب می‌شود تا نیاز خاک به آب کمتر باشد و بدین ترتیب از شسته شدن مواد غذایی جلوگیری می‌شود. وجود خلل و فرج در پرلیت همراه با خاک، تبادل هوا و خاک را فزونی بخشیده، ریشه گیاهان به سهولت در خاک رشد می‌نمایند. از آن جایی که عمده اکسیژن مصرفی گیاهان از طریق ریشه آنها تامین می‌گردد لذا پرلیت به دلیل دارا بودن حفرات زیاد هوا قادر است آب و اکسیژن مورد نیاز را به سهولت در اختیار ریشه قرار دهد. بنابراین پرلیت منبسط به دلیل خصوصیات زیر محیط مناسبی جهت رشد گیاهان ایجاد می‌نماید:

- ۱- دارا بودن PH خنثی (۶/۵-۷/۵) و عدم اختلال در رشد طبیعی گیاه
- ۲- عدم ایجاد تغییر ناگهانی در دمای خاک
- ۳- استریل بودن از نظر بهداشتی و جلوگیری از اثرات منفی گیاهان هرز و حشرات موزی
- ۴- دارا بودن ترکیبی مشابه ترکیب شیمیایی مواد تشکیل‌دهنده خاک و عدم ایجاد اختلال در ساختمان خاک

مصارف استفاده از پرلیت در کشاورزی و باغبانی عبارتند از: عامل رشد گیاهان، عامل تثبیت خاک و چمن، رشد و پرورش بذر، سیستم نگهداری آب در گیاهان، هیدروپونیک و...

رشد و تکثیر گیاهان

اختلاط مناسب و مطلوب پرلیت با کودهای شیمیایی و خاک رس عامل مهمی در رشد و تکثیر گیاهان می‌باشد. این مخلوط تهیه شده، زه‌کشی بسیار عالی در خاک به وجود آورده و رطوبت را در خود حفظ

پرلیت یک ماده معدنی و سفیدرنگ است که به صورت سنگ استخراج می‌شود. این سنگ که به صورت خام است در کارخانجات به صورت منبسط درمی‌آید و به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شود. در ایران پی‌جویی و اکتشافات پرلیت در سال ۱۳۵۵ شمسی آغاز گردید. اولین ذخیره‌ای که توسط سازمان زمین‌شناسی کشف و مطالعه شد، پرلیت سفید خانه در ناحیه میانه آذربایجان بود. این ماده به نام طلای سفید نیز شناخته می‌شود و سال‌هاست که در اروپا و آمریکا با ابعاد وسیع در تمام صنایع (بتن سبک وزن، پرکنندگی، عایق حرارتی و صوتی، کشاورزی، رنگ‌سازی، پلاستیک، لاستیک و عایق‌بندی و...) کاربرد دارد. جدول زیر آنالیز عناصر و ترکیبات متشکله پرلیت را برای ما بیان می‌کند.

Compound	Ajm-150
Pb	61
Cd	2.63
SiO ₂	71.07
So ₃	<0.3
CaO	0.72
Na ₂ O	3.29
Al ₂ O ₃	13.13
K ₂ O	5.08
H ₂ O*	5.11
Fe ₂ O ₃ ¹	0.84
LOI.1050.C.1hr	5.28

t.total iron as ferric Oxids Fe₂O₃

در عرصه تولید طلای سفید موسسات زیادی مشغول فعالیت هستند. از آن جمله می‌توان به انجمن علمی و تحقیقاتی پرلیت ایرانیان و آسیا اشاره نمود.

دکتر زندگی یکی از اعضای هیات موسس این انجمن درباره‌ی این انجمن گفت: ما کار خود را از ۶ سال پیش آغاز کرده‌ایم و در عرصه‌های مختلف کشاورزی، دامی و... فعالیت می‌کنیم.

طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

پوسته: بررسی های نانو سیلیس در مقایسه با دوده سیلیکا

برتری های نانو سیلیس در مقایسه با دوده سیلیکا (سیلیکا فیوم)

I. هیدراسیون توسط نانو سیلیس در مقایسه با سیلیکا فیوم بسیار بهتر است .

دوده سیلیس در حرارت بالا تولید می شود (بوجود می آید) ، بنابر این سطح ذرات سیلیکا فیوم شامل گروه های خیلی کم هیدروکسیل و سیلینول هستند که برای واکنش با آب و هیدروکسید کلسیم ضروری هستند .

از اینرو گاهی اوقات قبل از اینکه سطح ذرات در گرما هیدروکسیل دار بشوند ، شرایط محیطی قلیایی بالای خمیر سیمان و فعالیت پوزولانی اولیه سیلیکا فیوم نوعاً به مقدار بالایی در دوره ۱-۷ روز بعد از مخلوط کردن می رسد .

در مقایسه با سیلیکا فیوم ، سطح ذرات نانو سیلیس دارای بالاترین خاصیت هیدروکسیل کردن است و شامل OH ۴,۵ در گروه های سیلانول در هر نانو مترمربع است . این حقیقت همراه با سطح ویژه بسیار بالای نانو سیلیس یک فعالیت پوزولانی بوجود می آورد که فعالیت آنرا بسیار بالاتر از فعالیت پوزولانی سیلیکا فیوم می نماید .

مخلوط کردن نانو سیلیس در اندازه ۱۵ nm با خمیر سیمان استحکام اولیه سیمان را به نسبت خمیر مرجع بدون نانو سیلیس ۳۶٪ افزایش می دهد . استحکام اولیه استحکامی است که در طول ۷ روز اول بوجود می آید.

این نقطه ای است که نشان می دهد که ذرات خیلی ریز سیلیس باعث سخت شدن سریع خمیر سیمان می شوند ، زیرا عمده آب موجود در مراحل اولیه شکل گیری ژل سیمان جذب می شود و این امر به علت فعالیت پوزولانی خیلی زیاد نانو سیلیس می باشد .

این مزیت اصلی (مهم) نانو سیلیس نسبت به سیلیکا فیوم است از آنجا که رشد ، نیازمند به آماده سازی ترکیب بتن است که دارای استحکام اولیه بالایی باشد .

همچنین این خاصیت مهمی در صنایع ریخته گری است ، که اجازه تغییر شکل اولیه را می دهد که در نتیجه موجب کاهش زمان قالب گیری می شود .

با مصرف نانو سیلیس ، بتن سازه ای مورد استفاده در جاده ها ، جاده ای با سهولت برای عبور و مرور و بدون ترافیک بوجود می آورد و برای Shot-Crete کردن و بتن ریزی صنعتی کف و سقف و نیز در محل هایی که استحکام اولیه بسیار بالا مورد نیاز است ، به خوبی این کاهش زمان را ایجاد می نماید .

از نتایج استحکام اولیه بالا ، به هر حال امکان ایجاد هزینه های استحکام نهایی پایین می باشد که به دلیل ساختار متخلخل ایجاد شده در حین شکل گیری سریع ژل اولیه می باشد .

این مشکل که به سبب فعالیت پوزولانی بالا و بیش از اندازه نانو سیلیس ایجاد می گردد ، قابل حل بوده و مطابق گزارش آزمایشات ، در صورت افزودن مقدار کمی از نانو سیلیس به مخلوط بتن در حد ۰/۱۵ - ۰/۲۰٪ وزنی سیلیس موجود در مخلوط بتن ، بطور قابل توجهی موجب افزایش استحکام نهایی و کاهش نفوذ یون کلراید و افزایش مقاومت بتن در برابر یون سولفات می گردد .

II. استحکام های فشاری بهتر :

استفاده از نانو سیلیس استحکام فشاری خیلی خوبی را ایجاد می کند . خمیر سیمان همراه با نانو سیلیس یا بدون آن می بایست نسبت آب به سیمان ۰/۳۵ داشته و شامل فوق روان کننده رزین فرمالدئید نفتالین سولفاناتی (NSF) باشد .

نانو سیلیس به مخلوط بتن بعد از افزودن فوق روان کننده برای به حداقل رساندن ژله ای شدن ناخواسته ، اضافه می شود .

تأثیر نانو سیلیس روی استحکام فشاری بتن (psi)						
انواع سیلیکا	SiO ₂ %	روز ۱	% افزایش	روز ۷	روز ۲۸	% افزایش
نمونه ۱	----	۴/۳۰۰	----	۶/۸۴۰	۸/۶۸۰	----
SISACEM 15P	۰/۱۵	۵/۳۰۰	۲۳	۸/۰۱۰	۹/۶۸۰	۱۲
SISACEM 40P	۰/۱۵	۵/۵۸۰	۳۰	۸/۰۳۰	۹/۸۴۰	۱۳
SISACEM 40P	۰/۲۰	۴/۴۷۰	۴	۸/۲۸۰	۹/۹۷۰	۱۵

افزودن نانو سیلیس استحکام یک روزه را تا ۳۰ درصد افزایش داده و استحکام ۲۸ روزه بتن را تا ۱۵ درصد افزایش می دهد.

III. مقاومت خیلی بهتر و محافظت در برابر یون های کلراید و سولفات.

یون های کلراید و سولفات مشکلات زیادی در ساختار بتن بوجود می آورند .

بتن در کاربردهای زیادی که در معرض یون های کلراید است استفاده می شود ، برای مثال :

۱. سازه های زیر آب دریا و یا در معرض آب دریا
 ۲. در جاده هایی که بتن در معرض یخ زدایی با نمک هستند
 ۳. ترکیبات بتن حاوی کلرید کلسیم که برای مثال در شتاب دهنده ها استفاده می شود .
- در سفره های آب زیرزمینی بتن هایی که اغلب در معرض یون های سولفات هستند ، به گسترش بتن بعلت شکل گیری گچ در آن منجر می گردد . یعنی $CaSO_4$ برای مثال در مجاورت منابع دارای Na_2SO_4 ، $MgSO_4$ یا منابع دیگر سولفات ، که ممکن است در نهایت موجب خرد شدن و از هم پاشیدگی بتن می شوند .

شکل گیری گچ در نتیجه واکنش با $Ca(OH)_2$ موجود در بتن اتفاق می افتد .

تأثیر نانو سیلیس بر نفوذ پذیری یون کلراید در بتن				
۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	۰	% نانو سیلیس
۱۷۰۰	۲۴۰۰	۳۲۰۰	۳۶۰۰	نفوذ پذیری یون کلر (کولن)

تأثیر نانو سیلیس بر روی مقاومت در برابر سولفاته شدن بتن			
هفته ها	% کنترل گسترش	SISACEM ۱۰P ۰,۱۳-۰,۱۵% SiO _۲	SISACEM ۴۰P ۰,۱۳-۰,۱۵% SiO _۲
۴	۰/۰۲	<۰/۰۲۰	<۰/۰۲۰
۸	۰/۰۲۵	<۰/۰۲۰	<۰/۰۲۰
۱۲	۰/۰۴۰	<۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
۱۶	۰/۰۶۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰

IV. کارایی بهتر در بتن

وقتی که با SCC بتن غلطکی کار می کنید ، استحکام ضعیف به معنی عرق کردن بتن یا جدایش در آن و کاهش کارپذیری بتن به این دو عامل اصلی مربوط می شود .

مقدار کم نانو سیلیس با اندازه کوچک ذرات ، به میزان ۰/۲ % وزنی SiO₂ موجود در مخلوط بتن به طور قابل توجهی مدت زمان کارپذیری مخلوط بتن های حاوی پلی کربوکسیلات ها مانند فوق روان کننده را افزایش می بخشد ، که استفاده از نانو سیلیس موجب رفع این عیوب می گردد .

همچنین با افزودن نانوسیلیس با اندازه ذرات درشت تر (در مقیاس نانو) به میزان ۱/۲۵ % وزنی SiO₂ موجود در بتن برای یک سطح ویژه ای ۸۰ m²g⁻¹ و یا استفاده از سیلیکا فیوم به میزان ۱۰ % وزنی SiO₂ به نتایج مشابهی می رسیم .

V. نانو سیلیس نسبت به سیلیکا فیوم خیلی اقتصادی تر می باشد .

در بازار های جهانی ، معمولاً سیلیکا فیوم در مقایسه با نانو سیلیس خیلی گران است . این منافع و مزایای اقتصادی در آینده حجم استفاده از نانوسیلیس در ترکیبات سیمان را افزون می نماید .

در دو نمونه بتن با خواص فیزیکی یکسان که در یکی از نانو سیلیس و در دیگری از سیلیکا فیوم استفاده شده است . میزان مصرف سیلیکا فیوم برای رسیدن به خواص فیزیکی یکسان ۵۰ برابر نانوسیلیس می باشد .

VI. نانو سیلیس در مقایسه با سیلیکا فیوم در دسترس تر است .

دستیابی و فرآوری پودر دوده سیلیس سخت بوده و دارای مشکلات ایجاد گرد و غبار ، استنشاق و معضلات زیست محیطی مربوط به تولید و مصرف آن است . در حالیکه نانو سیلیس همراه با آب (کلوئیدی) تولید شده و استفاده از آن خیلی آسان است ، و نیز می تواند به راحتی با ترکیبات دیگر مخلوط شود .

در نظر گرفتن تمامی فاکتور های بالا ، از نانو سیلیس یک گزینه برتر نسبت به دوده سیلیکا می سازد.

در حالیکه دوده سیلیکا نمی تواند بطور متنابهی جایگزین شود ، نانو سیلیس به اندازه زیادی می تواند جایگزین سایر افزودنی ها شود . بنابراین هزینه ها کاسته شده و دسترسی بهتری به ما می دهد .

طرح مطالعات امکان سنجی پربلیت منبسط و مصالح ساختمانی سبک

پیوست ۷: استفاده از پربلیت به عنوان مصالح بومی در سبک سازی وزن بتن
همراه با قابلیت افزایش مقاومت آن



استفاده از پرلیت به عنوان مصالح بومی در سبک سازی وزن بتن همراه با قابلیت افزایش مقاومت آن

یوسف زندی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

Email:Zandi@iaut.ac.ir

چکیده

پرلیت یک سنگ آتشفشانی شیشه ای با ترکیب ریولیتی است که در حدود ۳ تا ۵ درصد آب به صورت حبس شده در خود دارد. در اثر حرارت بین ۹۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد آب حبس شده در آن به صورت بخار در می آید و خروج آب از داخل ذرات نرم شده سنگ پرلیت سبب می شود که حجم آن از ۴ تا ۲۰ برابر افزایش یابد. پرلیت منبسط شده به علت داشتن وزن ظاهری خیلی کم (۶۰ تا ۱۱۰ کیلوگرم در متر مکعب) و همچنین ضریب حرارتی پایین و خاصیت جذب صدای زیاد، در ساختمان و صنایع دیگر مصرف فراوان دارد. ذرات پرلیت با سیمان پرتلند و آب ترکیب میشود و بتن سبکی تولید می نماید که می توان آنرا برای دیوارهای پرکننده و سقف سبک و پوشش اصلی سقف و تولیدات پیش ساخته و نمونه های مختلف عایق استفاده نمود. همانطوریکه می دانیم یکی از راههای تهیه بتن سبک، سبک نمودن سنگدانه های بتن با بکار بردن سنگدانه های طبیعی با انواع پرلیت، رومیکولیت و دیاتومه ها می باشد که در این میان نقش پرلیت بسیار موثر و حائز اهمیت می باشد. طی بررسیهای عملی و علمی ذخایری از پرلیت در ناحیه آذربایجان در ۴۶ کیلومتری شمال شرق میانه ناحیه سفیدخانه کشف شده است. در این مطالعه سیمان مصرفی تیپ ۱ کارخانه سیمان صوفیان و مصالح سنگی مورد استفاده از مصالح موجود در کارگاه ساختمانی تهیه شده از ماسه شوئی انبساط در محدوده دانه بندی قابل قبول ASTM.C33 و آب مصرفی آب آشامیدنی شهر تبریز می باشد و همچنین طرح اختلاط پرلیت و سایر اجزا برای ساخت بتن براساس طرح اختلاط ACI.211-2/98 انجام گردیده است. در این مطالعه بررسی تاثیر پرلیت در میزان کاهش وزن بتن و همچنین افزایش مقاومت آن بررسی گردیده است.

واژه های کلیدی: پرلیت، وزن مخصوص، مقاومت فشاری، بتن سبک

1-مقدمه

وزن مخصوص فضایی بتن سبک بستگی به روش ساخت، مقدار و انواع اجزای متشکله آن دارد. تمام بتن‌های سبک، وزن مخصوص کم خود را مدیون وجود هوا در ساختمان داخلی‌شان هستند. بتن سبک، با وزن مخصوص 300 تا 1000 کیلوگرم در متر مکعب را برای سیستم‌های عایق‌بندی و همچنین به عنوان پرکننده و همچنین برای تحمل بارها می‌توان مورد استفاده قرار داد.
بتن سبک به روش‌های مختلف ساخته می‌شود:

- 1- با حذف ریزدانه از دانه‌بندی بتنی، بتنی بدست می‌آید که در اصطلاح «بتن بدون ریزدانه» نامیده می‌شود.
- 2- با جانشین کردن دانه‌های سنگی بتن معمولی با مصالح سنگی همانند سنگ پا، رس منبسط شده و یا پرلیت و غیره بدست می‌آید که در اصطلاح به نام «بتن سبک» نامیده می‌شود.
- 3- با ایجاد حباب هوا درون دوغاب سیمان، که هنگام گرفتن آن، ماده اسفنج ماندنی که در اصطلاح به نام «بتن گازی» نامیده می‌شود. مقاومت بتن سبک به وزن مخصوص آن بستگی دارد، به طوری که هر چه وزن مخصوص زیادتر شود، مقاومت آن افزایش می‌یابد. البته نحوه به عمل آوردن قطعات بتن ساخته شده، روش ساخت دانه‌بندی و مقادیر اجزای متشکله آن در این امر مؤثرند. بتن سبک یا بتن پوک چون وزن فضایی کم است به عنوان پرکننده و چون فضای خالی زیاد است به عنوان عایق به ویژه به عنوان عایق گرما مصرف می‌شود.
در جدول (1) مقایسه‌ای از انواع بتن سبک با آجر و بتن معمولی دیده می‌شود. مقدار مصرف سیمان و ماسه مصرفی به نسبت وزنی 1 به 3 است.

جدول (1) مقایسه انواع بتن سبک با آجر و بتن معمولی

نوع مصالح ساختمانی	وزن مخصوص kg/m ³	مقدار مصرف سیمان kg/m ³	مقاومت گسیختگی فشاری kg/m ³
بتن معمولی	2700-2200	550	800-250
آجر	1600	-	100
بتن سبک از نوع عایق حرارتی	700-400	150-90	10-5
بتن سبک ساختمانی	1400-700	240-150	20-10
بتن سبک مقاوم	1500-1200	330-270	200-100

2- پرلیت و مشخصات آن:

پرلیت سنگ آتشفشان شیشه‌ای با ترکیب ریولیتی است که نزدیک به 75 درصد آن اکسید سیلیسیم است که در حدود 3 تا 5 درصد آب به صورت حبس شده در خود دارد و در اثر حرارت بین 900 تا 1100 درجه سانتیگراد آب حبس شده در آن به صورت بخار در می‌آید و خروج این آب حبس شده از داخل ذرات نرم شده سنگ پرلیت سبب می‌شود که حجم آن از 4 تا 20 برابر افزایش یابد. پرلیت خام دارای وزن مخصوص 2.2 است و پس از انبساط، حجم آن 10 تا 20 برابر افزایش می‌یابد و در هر متر مکعب تقریباً وزنی معادل 60 تا 110 کیلوگرم خواهد داشت.
پرلیت به دلیل دارا بودن ضریب حرارتی پایین و خاصیت جذب صدای زیاد، در ساختمان و صنایع دیگر مصرف فراوان دارد. ذرات پرلیت با سیمان پرتلند و آب ترکیب می‌شود و بتن سبکی تولید می‌نماید که می‌توان آنرا برای دیوارهای پرکننده و سقف سبک و پوشش اصلی سقف و تولیدات پیش ساخته و نمونه‌های مختلف عایق دایم استفاده نمود. علاوه بر مواد ذکر شده بیش از 1500 نوع مصرف در صنعت می‌توان برای پرلیت نام برد، از جمله استفاده به عنوان فیلتر افزایشنده در کارخانه‌های نوشابه‌سازی و آب میوه و روغن نباتی و داروسازی و همچنین در حفر چاه‌های نفت و موارد دیگر نام برد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر پرلیت در میزان کاهش وزن بتن و همچنین افزایش مقاومت آن می‌باشد.
بررسی‌های علمی و عملی جدی برای اکتشاف ذخایر پرلیت ایران در سال 1375 در منطقه آذربایجان شرقی، بویژه مناطق خلخال و میانه که دارای پتانسیل لازم از لحاظ سنگ‌های پرلیت‌دار بودند آغاز گردید. این بررسیها منجر به کشف ذخایر عظیمی از پرلیت در مناطق شرق جاده میانه - تبریز، ناحیه سفیدخانه در 46 کیلومتری شمال شرقی میانه و دیگر نقاط در همان حدود شد. از میان ذخایر کشف شده منطقه سفیدخانه به دلیل کیفیت و ذخیره مناسب و موقعیت استخراجی به منظور بررسی‌های تفصیلی انتخاب گردید. معدن پرلیت سفیدخانه ذخیره‌ای در حدود 5,0 میلیون تن سنگ معدن دارد و کیفیت این ماده معدنی از نوع سنگ پرلیت و دارای استانداردهای بین المللی است و می‌توان با اعمال تکنولوژی لازم برای پختن، آن را برای مصارف گوناگون تهیه نمود و به بازار عرضه کرد. آزمایش نمونه‌ها نشان داده است که ساختار کریستالی آن از تعداد زیادی قطعات بزرگ

شیشه‌ای آتشفشانی خاکستری کمرنگ با اندازه‌هایی کمتر از یک سانتیمتر هستند و به آسانی خرد می‌شوند. پولک‌هایی از جنس میکا تا حداکثر 2 میلیمتر در این نمونه‌ها دیده می‌شود، همچنین واد رنگی سبکی که نشان دهنده خصوصیات اولیه شیشه است در آن وجود دارد. خواص شیمیایی آن از حدود ریولیت تا آندریت متغیر است و دارای بیش از 70 درصد SiO_2 است. ضریب شکنندگی قطعات خرد شده 1/5 است، که این امر بخاطر خواص شیشه‌ای ریولیت با محتویات 72 درصد مواد سیلیکاتی است [4].

1-2- تکنیک و روش تولید پرلیت منبسط شده:

ماده خام اولیه پرلیت از معدن آن واقع در آذربایجان استخراج می‌شود و پس از شکسته، خرد، خشک و دانه‌بندی شدن آن برای تولید پرلیت منبسط شده به محلهای کوره انبساط حمل می‌کنند. نخست در کوره اولیه گرم می‌کنند تا برای انبساط آماده شود. در این گروه مواد اولیه با حرارتی حدود 350 درجه سانتیگراد گرم می‌شوند، سپس پرلیت گرم شده را برای انبساط در یک کوره قائم که با گازوئیل و یا گاز گرم می‌شود قرار می‌دهند، تا 1100 درجه سانتیگراد حرارت ببیند. پس از انبساط، پرلیت سبک شده را با جریان هوا حمل می‌کنند و پس از آنکه مواد خیلی ریز را از هم جدا کردند، پرلیت سرد شده را برای بسته‌بندی در سیلوی مخصوص انبار می‌کنند. بازدهی یک کوره با ظرفیت حدود یک تن در ساعت حدود 5 تا 8 متر مکعب پرلیت منبسط شده خواهد بود. لذا ظرفیت در کوره انبساط یاد شده در حدود 16 متر مکعب در ساعت است.

3- محصولات تولید شده از پرلیت

محصولاتی را که می‌توان از پرلیت منبسط شده برای صنایع ساختمان تولید نمود بشرح زیر است.

- 1- بتن آماده (مخلوط سیمان پرتلند و پرلیت منبسط شده) برای انواع احتیاجات ساختمانی، برای استفاده در ملات‌ها، تهیه بتن‌های پرلیتی، برای روکاری ساختمانها، حمامها و استخرهای سرپوشیده و غیره.
- 2- آندود آماده که از مخلوط پرلیت و گچ حاصل می‌شود و برای جایگزینی کاهگل در ساختمانها که استفاده از آن در ساختمانها به کمک پمپ و یا مالیدن بر روی دیوار اعمال می‌شود و سرعت کار و صرفه جویی در تعداد کارگر در این روش، قابل قیاس با روشهای سنتی نیست، این ماده از نظر عایق بندی صدا و حرارت نیز بر مصالح سنتی ترجیح داده می‌شود.
- 3- تهیه پرلیت مخلوط با مواد قیری برای پوشش سقفها .
- 4- تهیه محصولات پرلیتی برای عایق بندی لوله‌های آب گرم و سرد.
- 5- تهیه پرلیت منبسط شده برای کف اتاقها .

4- مصنوعات پرلیتی و مصارف آن در صنعت

پرلیت پخته شده را می‌توان به صورت مستقیم و یا در واحدهای صنعتی تولید مصنوعات پرلیتی استفاده نمود. مصارف عمده پرلیت عبارتند از: الف: تهیه ملات سیمان پرلیت: پرلیت منبسط شده را می‌توان با نسبت‌های مختلف با سیمان مخلوط کرد و ملات‌های مختلفی تهیه نمود. ملات تهیه شده از سیمان و پرلیت دارای امتیازهایی نسبت به ملات‌ها معمولی است که شامل:

- 1- وزن آن کمتر از یک دوم ملات معمولی سیمان است. 2- مقاومت آن در مقابل آتش 4 برابر ملات معمولی سیمان است.
- 3- ضریب هدایت حرارتی آن 8 برابر کمتر از ملات معمولی سیمان است (8 برابر عایقتر). 4- ضریب هدایت صوتی آن کمتر از ملات معمولی سیمان است.

ملات ساخته شده از پرلیت و سیمان را به دلیل خواص ویژه‌ای که در بالا گفته شد، می‌توان برای ساختن مصالح زیر بکار برد:

- 1- تهیه بتن‌ها و قطعات پیش ساخته برای سقف یا دیوار 2- پوشش پشت بام برای جلوگیری از نفوذ آب 3- تهیه آجرهای سبک
- ب: آندودهای پرلیتی: به دلیل مقاومت در برابر آتش، عایق بودن حرارتی و وزن کم پرلیت می‌توان آن را با گچ و آب و یا سیمان و آب مخلوط کرد و به صورت آندود با دستگاههای پاشنده بر روی نمای ساختمان یا دیوارهای داخلی ساختمان پاشید.
- ج: فیلر برای ایزولاسیون حرارتی: پرلیت پخته را می‌توان به صورت فیلر در لای ساختمانها دوجداره و یا مخازن دوجداره گاز، نفت، اکسیژن مایع، نیتروژن مایع و صنایع تولید اکسیژن و سردخانه‌ها و سایر موارد که احتیاج به ایزولاسیون حرارتی دارند بکار برد.
- د: تهیه صفحات پرلیتی با مخلوط نمودن پرلیت با یک چسباننده مثل گچ و سیمان رنگی می‌توان صفحات با مقاومت مناسب و زیبایی مطلوب تهیه نمود که برای پوشش اتاقها و سالنها به کار می‌رود و دارای خاصیت سبکی، زیبایی، عایق صدا و حرارت است. پرلیت را می‌توان در ساختن قطعات جهت پوشش لوله‌ها و صفحات برای آندولاسیون حرارتی در مصارف کشاورزی و باغبانی و دیواره سردخانه استفاده نمود.

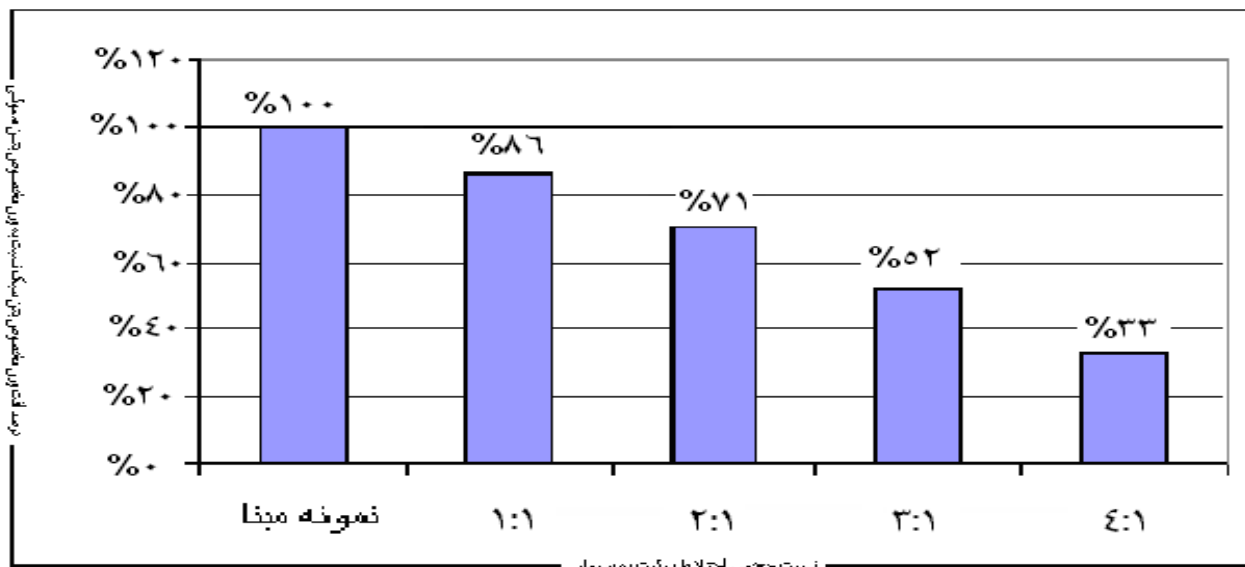
5- مشخصات و تعداد نمونه ها

در این مقاله بتن سبک با استفاده از پرلیت بر اساس نسبتهای اختلاط حجمی پرلیت به سیمان با 4% مواد افزودنی هوازا ساخته شده است. در تمام آزمایشها، سیمان مصرفی، سیمان تیپ 1 کارخانه صوفیان میباشد. مصالح سنگی ریزدانه شامل ماسه رودخانه ای و درشت دانه شامل سنگ شکسته با حداکثر اندازه دانه 40 میلی متر مورد استفاده قرار می گیرند (مصالح سنگی مورد استفاده از مصالح موجود در کارگاه ساختمانی تهیه شده از ماسه شوئی انبیاء در محدوده دانه بندی قابل قبول ASTM C33) و آب مصرفی، آب آشامیدنی شهر تبریز می باشد. در این آزمایشها بتن سبک ساخته شده از پرلیت بر اساس مقاومتهای 250، 300 و 350 کیلوگرم نیرو بر سانتیمتر مربع و بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان شامل نسبتهای 1:1 و 1:2 و 1:3 و 1:4 ارزیابی و آزمایش و مقایسه گردیده است. نمونه گیری بر اساس هر رده مقاومت و نسبت حجمی اختلاط پرلیت با سیمان در 5 نوبت و در هر نوبت 10 نمونه آزمایشگاهی، که جمعا 150 نمونه آزمایشگاهی تهیه و آزمایش شده است. ابتدا طبق جدول شماره (2) طرح اختلاط بتن سبک با عیار 350 بر اساس نسبتهای اختلاط 1:1 و 1:2 و 1:3 و 1:4 ساخته شده که با توجه به وزن کل بتن در حالت معمولی بر اساس طرح اختلاط ACI.211-2/98 برابر 2670 کیلوگرم بدست آمده است. مطابق شکل شماره (1) درصد افت وزن مخصوص بتن سبک نسبت به وزن مخصوص بتن معمولی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در ادامه مطابق گراف شکل (2) مقاومت فشاری بتن با عیار 350 بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان مقایسه گردیده است. در ادامه مطابق جداول (3) و (4) و شکلهای (3) و (4) این عملیات برای بتنهای با مقاومت طراحی 300 و 250 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفته که در نهایت مطابق گراف شکل (5) در یک مقایسه کلی مقاومت فشاری بتن با عیار 250 و 300 و 350 بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان نسبت به یکدیگر و بر اساس مقاومتهای طراحی ارزیابی گردیده است. در ادامه مطابق شکل (6) مقایسه درصد مقاومت فشاری بتن با عیار 250 و 300 و 350 نسبت به مقاومت مبنای طراحی بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان ارزیابی گردیده است.

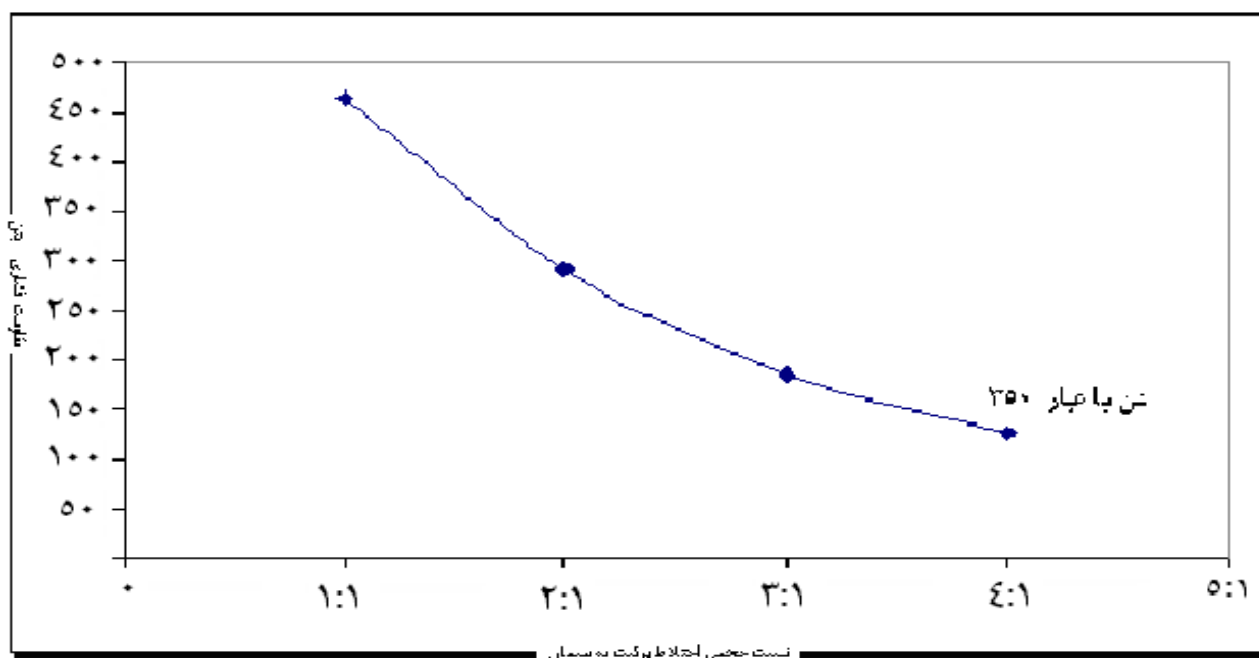
جدول (2) طرح اختلاط بتن سبک با عیار 350

مقاومت فشاری اندازه گیری شده	ضریب هدایت حرارتی Kcol.com/m^2	مقاومت فشاری مینا	نسبت آب به سیمان	نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان	وزن مصالح kg					وزن کل بتن	وزن انبوهی درشت دانه
					آب	سیمان	درشت دانه	ریز دانه	پرلیت		
465	36	350	0,4	1:1	190	475	869	475	91	2310	1700
291	28	350	0,4	2:1	190	475	694,8	428	182	1910	1370
185	20	350	0,4	3:1	190	475	456,6	365	273	1281	960
126	18,2	350	0,4	4:1	190	475	124,8	376	364	880	720

گراف شکل (1) درصد افت وزن مخصوص بتن سبک نسبت به وزن مخصوص بتن معمولی



گراف شکل (2) مقایسه مقاومت فشاری بتن با عیار 350 بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان

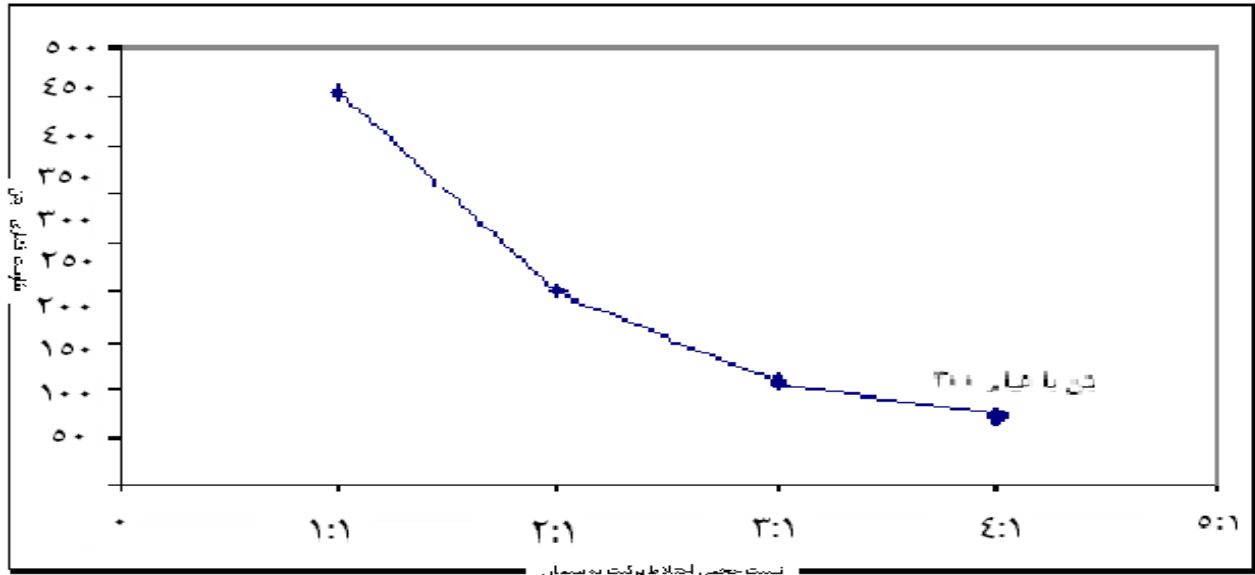


جدول (3) طرح اختلاط بتن سبک با عیار 300

مقاومت فشاری اندازه گیری شده	ضریب هدایت حرارتی $kcol.com/m^2$	مقاومت فشاری مبنا	نسبت آب به سیمان	نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان	وزن مصالح kg					وزن کل بتن	وزن انبوهی درشت دانه
					آب	سیمان	درشت دانه	ریز دانه	پرلیت		
405	35,6	300	0,42	1:1	190	449	874	501	96	2310	1700
201	28,9	300	0,42	2:1	190	449	704,8	454,2	172	1910	1370
106	19,7	300	0,42	3:1	190	449	451,6	391,4	258	1381	960

70,4	18,9	300	0,42	4:1	190	449	244,8	402,2	344	880	720
------	------	-----	------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	-----	-----

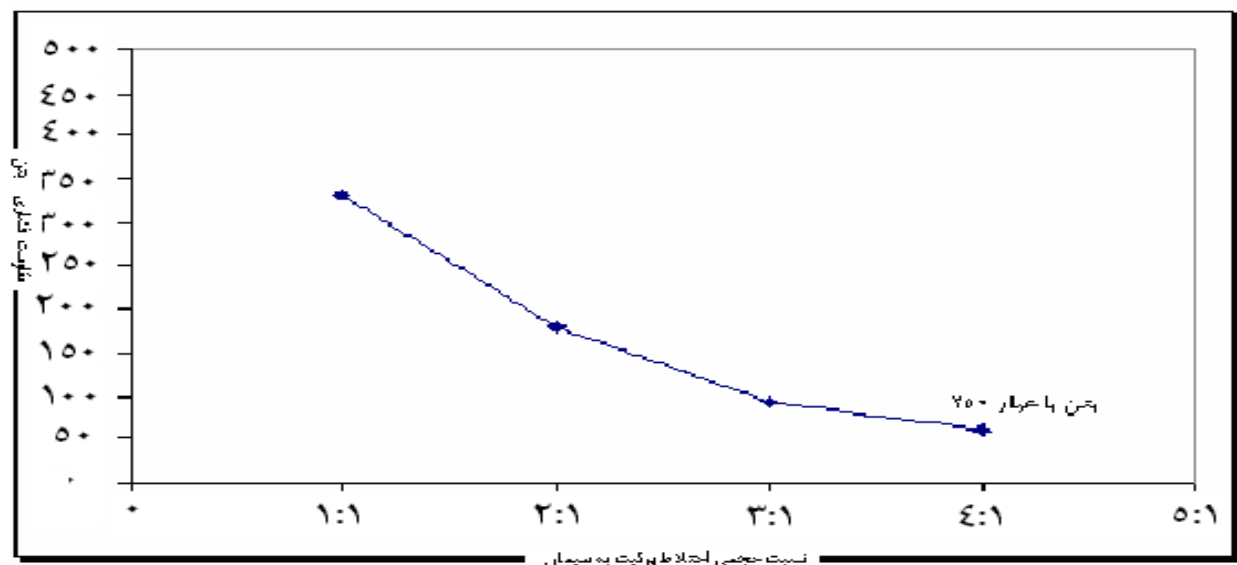
گراف شکل(3)مقایسه مقاومت فشاری بتن با عیار 300 بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان



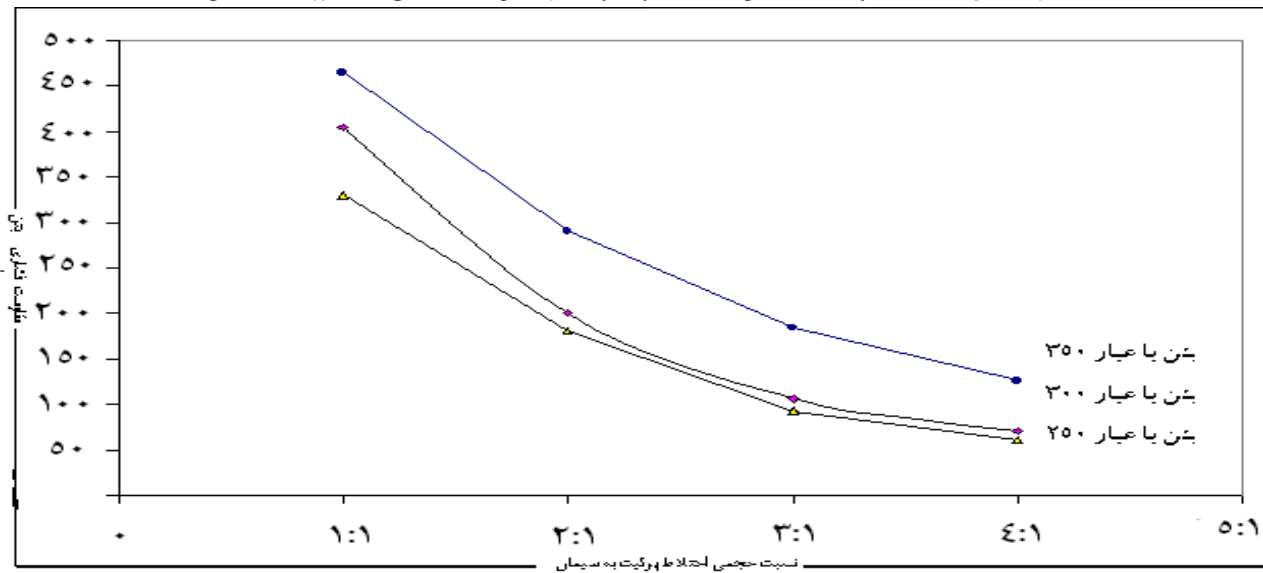
جدول شماره(4) طرح اختلاط بتن سبک با عیار 250

مقاومت فشاری اندازه گیری شده	ضریب هدایت حرارتی kcal/cm^2	مقاومت فشاری مینا	نسبت آب به سیمان	نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان	وزن مصالح kg					وزن کل بتن	وزن انبوهی درشت دانه
					آب	سیمان	درشت دانه	ریز دانه	پرلیت		
331	35,2	250	0,54	1:1	190	352	892	598	68	2310	1700
181	28,3	250	0,54	2:1	190	352	740,8	551	136	1910	1370
93	19,4	250	0,54	3:1	190	352	525,6	488	204	1281	960
61	18,8	250	0,54	4:1	190	352	316,8	499	272	880	720

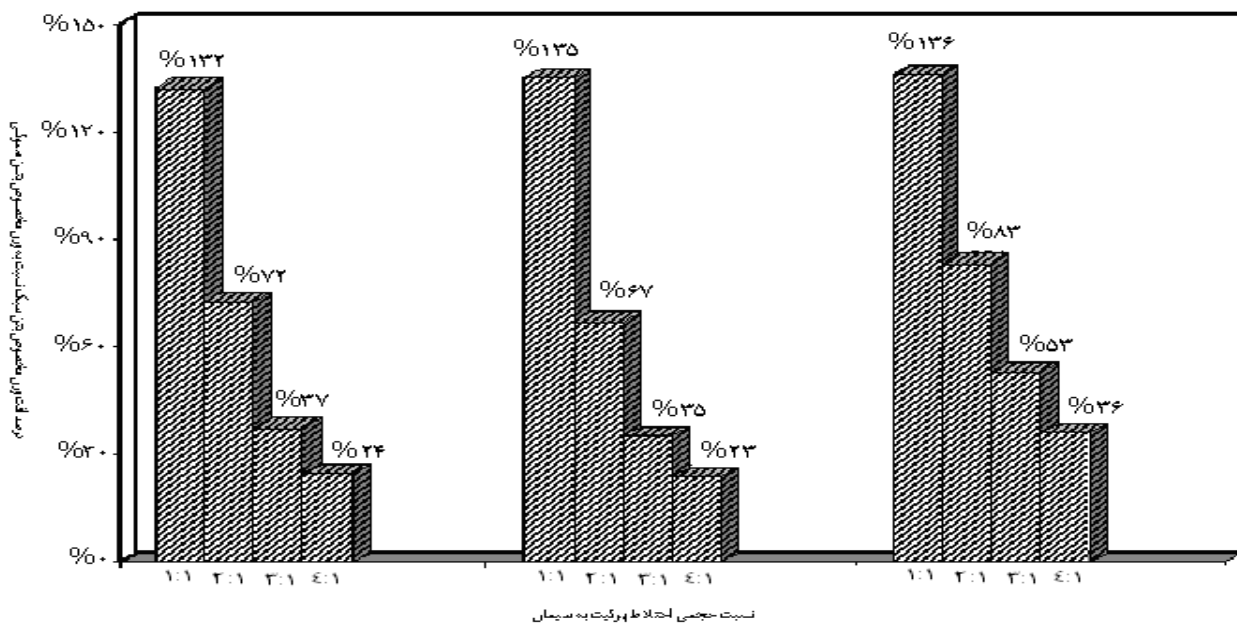
گراف شکل(4)مقایسه مقاومت فشاری بتن با عیار 250 بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان



گراف شکل(5)مقایسه مقاومت فشاری بتن با عیار 250و300و350 بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان



گراف شکل(6)مقایسه درصد مقاومت فشاری بتن با عیار 250و300و350نسبت به مقاومت مبنای طراحی بر اساس نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان



6- نتیجه گیری

با توجه به آزمایشهای انجام شده نتایج زیر ایفاد میگردد:

- 1- با توجه به گراف شکل (1) مشاهده می شود که با استفاده از نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان به نسبت 1:1 وزن مخصوص 14 درصد کاهش یافته است، در صورتی که مطابق گراف های شکل های (2) و (3) و (4) و (5) و (6) در کلیه مقاومت های فشاری 250 و 300 و 350 کیلوگرم بر سانتی متر مربع طراحی، مقاومت فشاری بتن سبک بین 32 الی 36 درصد نسبت به مقاومت طراحی بیشتر است .
- 2- با توجه به گراف شکل (1) مشاهده می شود که با استفاده از نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان به نسبت 1:2 وزن مخصوص 29 درصد کاهش یافته در صورتی که مطابق گراف های شکل های (2) و (3) و (4) و (5) و (6) در کلیه مقاومت های فشاری 250 و 300 و 350 کیلوگرم بر سانتی متر مربع طراحی مقاومت فشاری بتن سبک بین 17 الی 33 درصد نسبت به مقاومت طراحی کمتر است .

- 3- با توجه به گراف شکل (1) مشاهده می شود که با استفاده از نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان به نسبت 1:3 وزن مخصوص 48 درصد کاهش یافته در صورتی که مطابق گراف های شکل های (2) و (3) و (4) و (5) و (6) در کلیه مقاومت های فشاری 250 و 300 و 350 کیلوگرم بر سانتی متر مربع طراحی مقاومت فشاری بتن سبک بین 47 الی 65 درصد نسبت به مقاومت طراحی کمتر است .
- 4- با توجه به گراف شکل (1) مشاهده می شود که با استفاده از نسبت حجمی اختلاط پرلیت به سیمان به نسبت 1:4 وزن مخصوص 67 درصد کاهش یافته در صورتی که مطابق گراف های شکل های (2) و (3) و (4) و (5) و (6) در کلیه مقاومت های فشاری 250 و 300 و 350 کیلوگرم بر سانتی متر مربع طراحی مقاومت فشاری بتن سبک بین 64 الی 75/5 درصد نسبت به مقاومت طراحی کمتر است .
- 5- با توجه به بندهای 1 و 2 و 3 و 4 و با توجه گرافهای شکل های (1) و (2) و (3) و (4) و (5) و (6) مشاهده میشود نسبت افت مقاومت فشاری بتن سبک متناسب با کاهش وزن مخصوص آن می باشد .
- 6- با توجه به گراف های شکل های (1) و (2) و (3) و (4) و (5) و (6) مشاهده میشود که با افزایش نسبت حجمی پرلیت به سیمان وزن مخصوص بتن کاهش یافته و آهنگ کاهش مقاومت فشاری بتن سبک از حالت 1:1 به 1:2 با شیب حداکثر و به تدریج برای کلیه مقاومت های 250 و 300 و 350 این شیب کاهش می یابد به طوریکه این کاهش برای حالت 1:1 به 1:2 در حدود 60 درصد کاهش یافته، در صورتی که این کاهش از 1:3 به 1:4 در حدود 14 درصد است .
- 7- با توجه به جدول شماره (2) مشاهده میشود ضریب هدایت حرارتی با افزایش نسبت حجمی پرلیت به سیمان کاهش می یابد .
- 8- مقدار درصد هوای تولید شده در بتن با افزایش مقدار مصرف ماده هوازا افزایش می یابد . ولی این افزایش با مصرف مقدار بیشتری از ماده هوازا روند کمتری دارد .
- 9- سطح بتن سبکی که دارای حباب هوا می باشد به مراتب بهتر و راحت تر از بتن معمولی پرداخت می گردد ، دلیل این امر نیز کاهش آب انداختن بتن به دلیل وجود شبکه حباب هوا می باشد .

مراجع :

- [1] .زندى يوسف ، تأثير پرليت در کاهش وزن بتن ، همایش عمران معماری، کرمان ، فروردین 1384 .
- [2] .زندى يوسف ،تاثیر دیرکرد بتن ریزی بر مقاومت فشاری بتن ،همایش بین المللی سیمان ، تهران ،مهر 1383 .
- [3] .زندى يوسف،تاثیر میزان مواد افزودنی هوازا در بتن سبک ،همایش منطقه ای عمران ، تبریز ، شهریور 1380 .
- [4] .زندى يوسف،ارزیابی نوع لایه های سنگی و بررسی گذر آلودگی از لایه های سنگی و مناطق گچی منطقه آذربایجان شرقی ، همایش ملی کارست ایران ،دانشگاه لرستان ،شهریور 1383 .
- [5] .کاربرد بتن و بهسازی آن ، تالیف جان - سی روپکه ، ترجمه بزرگمهر ریاحی.
- [6] . طرح و کنترل مخلوطهای بتن ، تالیف دکتر محمد ابراهیم طسوجی ، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
- [7] . تکنولوژی بتن ، تالیف پروفیسور نویل ، ترجمه رضانیانپور ، شاه نظری ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
- [8] . بتن شناسی (خواص بتن) تالیف پروفیسور نویل ، ترجمه فامیلی ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت تهران.

[9]. U.S. Bureau of Reclamation, Concrete Manual, 87th Edit ., Denver , Colorado . 1996 .

[10]. Gonnerman , H . F.and Lerch , W. 'Changes in characteristics of Portland cement as exhibited by laboratory tests over the period 1904 to 1950, A.S.T.M., No. 127,1051'.