ليكا چيست؟

امروزه دانه هاى سبك خاك رس منبسط شده در بيش از 30 كشور جهان با نامهاى تجارى گوناگون توليد و عرضه مى شوند. در اروپا و آمريكا اين دانه ها را با عناوينى نظير لايتگ، ليكا، آگلايت و آرژكس مى شناسند. اين دانه ها به طور مشابه در ايران با نام ليكا توليد مى شوند.
دانه خاك رس منبسط شده سبك**( LECA ( Light Expanded Clay Aggregate**
ويژگى هاى اين دانه ها باعث شده است تا در طيف وسيعى از كارهاى عمرانى و صنعتى به كار روند. در اين نگاشت برخى مسائل اساسى در مورد توليد و مصرف ليكا بررسى مى گردد.
**)ليكا چيست؟** يكى از روشهاى تهيه دانه هاى سبك استفاده از كوره گردان است. وقتى برخى از انواع رس با دانه هايى به ريزى صفر تا دو ميكرون در دماى بالاتر از 1000 درجه سانتى گراد در اين كوره ها حرارت مى بينند، گازهاى ايجاد شده در داخل آنها منبسط مى شوند و هزاران سلول هواى ريز تشكيل مى دهند. با سرد شدن مصالح، اين سلولها باقى مى مانند و سطح آنها سخت مى شود.

مهم ترين ويژگى هاى ليكا عبارتند از : وزن كم، عايق حرارت، عايق صوت، بازدارنده نفوذ رطوبت، مقاومت در برابر يخ زدگى، تراكم ناپذيرى تحت فشار ثابت و دائمى، فسادناپذيرى، مقاوت در برابر آتش و PH نزديك به نرمال.  وزن كم اين دانه ها و در نتيجه هزينه حمل پائين آن باعث شده است تا از ليكا در پر كردن فضاهاى خالى استفاده شود. در كاربردهاى خاص نظير زير سازى ساختمان و تسطيح و شيب بندى بام، خواص عايق حرارتى و دوام ليكا مشخصات فنى مناسبى براى آن فراهم مى كند. در راهسازى نيز از تراكم ناپذيرى ليكا براى كنترل نشست پلاستيك بسترهاى سست استفاده مى شود. همچنين جذب آب مناسب ، تخلخل و دوام ليكا آن را براى كشاورزى بدون خاك مناسب ساخته است. همين خواص باعث شده است تا در تصفيه فاضلابهاى خانگى از فيلترهاى ساخته شده از ليكا استفاده شود.

**) ويژگيهاى بتن ليكا**

خواص ليكا باعث شده است تا بتن سبك ليكا كاربردهاى فراوانى داشته باشد. مهم ترين ويژگى هاى بتن ليكا عبارتند از:وزن كم، سهولت حمل و نقل، بهره ورى بالا هنگام اجرا، سطح مناسب براى اندود كارى، مقاومت و باربرى، عايق حرارت، مقاومت در برابر آتش، عايق صدا ،‌مقاومت در برابر يخ زدگى، بازدارندگى در برابر نفوذ رطوبت و دوام در برابر مواد آهكى.

متناسب با وزن و مقاومت مورد نظر از بتن سبك ليكا به عنوان پر كننده ، عايق و يا باربر استفاده مى شود. بتن ليكا مى تواند در جا ريخته شود و يا بصورت بلوك، اجزاى ساختمانى وساير قطعات پيش ساخته بكار رود. در هر مورد متناسب با كاربرد و روش اجرا از دانه بندى هاى مناسب ليكا استفاده مى شود.
بتن هاى پر كننده و عايق اغلب در پى سازى و زير سازى ساختمان، شيب بندى كف و بام، بلوك ها يا اجزاى ديوارهاى جدا كننده و محيطى غيرباربر به كار مى روند.
در حالى كه از بتن هاى سبك سازه اى – كه البته عايق نيز خواهند بود- در ساخت اجزاى مقاوم نظير بلوك هاى باربر، پانل هاى ديوارى و سقفى مسلح و نيز اسكلت بتن مسلح ساختمانها استفاده مى شود. قابل توجه است كه به دليل الزامات مقاومت و دانه بندى ، تنها با استفاده از دانه هاى ليكا مى توان در ايران بتن سبك سازه اى ساخت.

**ليكا در شيب بندى كف و بام**

ليكا دانه هاى مدور و سبك رس منبسط شده ايست كه در كوره هاى گردان و در حرارت بالاى 1100درجه سانتى گراد در يكى از مدرن ترين واحدهاى صنعتى ايران توليد مى شود. ليكا فى الواقع پوكه ايست صنعتى و داراى كاربردهاى وسيع در ساختمان و كشاورزى.

**ويژگيهاى پوكه صنعتى ليكا**

دانه هاى ليكا بشكل تقريبأ مدور و با سطحى زبر و ناهموار است. قشر ميكروسكپى خارجى آن قهوه اى و داحل دانه ها بشكل بافت سلولى و برنگ سياه است.

دانه هاى توليدى كارخانه در اندازه هاى متفاوت و كلأ در چهار نوع دانه بندى (20-10, 10-3, 3-0) ميلى متر و مخلوط(20-0) عرضه مى گردد.

وزن فضايى دانه هاى خشك ليكا بصورت فله و براى دانه بندى 20-10ميلى متر حدود 330كيلوگرم در متر مكعب است، اين سبكى بعلت هواى موجود بين و داخل دانه هاست كه بر حسب دانه بنديها بين 73تا88درصد فضاى كل را اشغال مى كند.

ويژگيهاى مهم دانه هاى ليكا بشرح زير است:

- فوق العاده سبك است .

- غير قابل احتراق و فسادناپذير است.

- بهترين عايق حرارتى است كه تعادل گرما و سرما را در فصول مختلف در داخل ساختمان برقرار مى كند.

- عايق فوق العاده مناسبى براى صدا است

بهترين ماده شناخته شده براى جلوگيرى ار نفوذ رطوبت است.

- مقاومت بسيار عالى در مقابل يخ زدگى

در مقابل فشار مكانيكى دائمى فشرده نمى شود و نسبت درصد هواى موجود ثابت مى ماند.

- ضريب انتقال حرارتى دانه هاى ليكا بصورت فله بر حسب دانه بنديها بين 9 0.0 تا 0.101 W/M.k متغير است.

**كاربرد ليكا در صنعت ساختمان**

براى شيب بندى كف و پشت بام: پوكه صنعتى ليكا بهترين مصالح ساختمانى براى پوشش كف و سقف پشت بام است. كاربرد انجام پذير بوده و طريقه مصرف آن كاملأ براى معماران و مهندسين شناخته آن بسادگى شده است . لايه ليكا كه بضخامت حدود 10تا15سانتى متر بكار گرفته مى شود بدو طريق سفت مى گردد:

**در حالت كارهاى بزرگ**نخست دانه ها با پاشيدن آب خيس و سپس بصورت آزاد و يا در داخل بتونير با سيمان مخلوط مى شود. عيار مخلوط بازاى يكصد كيلوگرم ليكا حدود 16كيلوگرم سيمان است.

به اين مخلوط آنقدر آب اضافه مى كنند تا رنگ آن بصورت حاكسترى تند و شفاف در بيايد.

مخلوط در محل كار قرار مى گيرد و به آرامى با تخته كوب تسطيح مى شود.
بمنظور جلوگيرى از خشك شدن ، اين مخلوط تسطيح شده بطور منظم آب پاشى و يا با ورقه پلاستيكى پوشانده مى شود.

در حالت استقرار يافته
در اين حالت روى لايه ليكائى كه قبلأ خيس و تراز شده مايع سيمان(حدود 60ليترآب بازاى يك كيسه 50كيلوئى سيمان) بمقدار 12ليتر در يك متر مربع سطح، روى لايه ريخته مى شود-بدين ترتيب در هر مرحله 6تا7متر مربع پوشش ليكا آماده مى گردد.

حفاظت آن مانند آنچه در پيش ذكر شد انجام مى گيرد.

**براى عايق بندى كف**

براى كف هاى چوبى: كف اتاق قبلأ با ورقه اى از پلاستيك يا قير گونى پوشانده مى شود. پس از اطمينان به اينكه كف چوبى قدرت تحمل فشار حدود 35تا40 كيلوگرم بر متر مربع را دارا مى باشد دانه هاى ليكا در داخل كادرها به ضخامت 10تا15 سانتى متر ريخته مىشودوسپس تخته چوبهاى فشرده بضخامت 18 ميلى متر روى كادرهاى چوبى ميخكوب مى گردد.

براى كف هاى شفته اى: در طول اتاق يا سالن بفاصله هاى دو متر تخته هائى بارتفاع 10 تا 15 سانتى متر (ضخامت لايه بتن ليكا) كادر بندى مى شود سپس دانه هاى ليكا در داخل اين كادرها ريخته و به آرامى تخته كوب مى گرددسپس با تخته اى صاف و بطول بيش از 2متر تراز مى شود و در مرحله آخر با دوغاب سيمان عمل تثبيت انجام مى گيرد.

|  |  |
| --- | --- |
| **انواع بلوك هاى ديوارى ليكا** |  |
|  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| مشخصات فنى | كد | اندازه ها(سانتى متر) | نوع بلوك هاى ساختمانى ليكا  |
| وزن قطعه: 11كيلو گرم ضخامت ديوار: 19سانتى متر  مجموع وزن يك متر مربع ديوار تمام شده: 165/3kg/m3تعداد قطعه در ديوار: 9/27  قالب در متر مربع | WB 49.3/20    | 20×19×49  | ديوارى توخالى ته پر با سه سوراخ |
| وزن قطعه: 5/16كيلو گرم ضخامت ديوار: 19سانتى متر وزن ديوار: يك متر مربع ديوار تمام شده با ليكا 218 كيلوگرم بر متر مربعتعداد قطعه در ديوار: 9/27قالب در متر مربع  | WB 49.0/20 | 20×19×49  | ديوارى توپر  |
| وزن قطعه: 9/6كيلو گرم ضخامت ديوار: 20سانتى متر وزن ديوار: يك متر مربع ديوار تمام شده با ليكا 172/5kg/m2 كيلوگرم بر متر مربعتعداد قطعه در ديوار: 3/11قالب در متر مربع  |  |  |  |  |

 |

**ليكا در بتن سبك و نيمه سبك**

بتن سبك ليكا از مخلوط كردن دانه هاى ليكا با سيمان و آب بدست مى آيد-دوغاب سيمان عمل بهم چسباندن دانه ها به يكديگر و ايجاد پيوستگى در دانه هاى ليكا را انجام مى دهد.

افزايش ماسه بافت بتن را پيوسته تر و در نتيجه تخلخل را كاهش مى دهد. با اين عمل حجم هواى داخل بتن كاهش و در عوض استحكام ساختار بتن افزايش پيدا مى كند . اين نوع بتن ساخته شده از سيمان، ليكا، ماسه و آب، بتن نيمه سبك ناميده مى شود.

اين دو نوع بتن اصولأ براى نيل به هدف سبك كردن در صنعت ساختمان به كار گرفته مى شود. مصرف ليكا ضمن كاهش وزن فضايى بتن هدايت حرارتى بتن را نيز فوق العاده كاهش مى دهد.

**مقاومت فشارى**بتن ليكا با وزن فضايى بين 750 تا 1500 كيلوگرم بر متر مكعب داراى مقاومت بسيار عالى است. بطور نمونه بتن ليكايى كه به صورت مكعب 15×15×15 سانتى متربا وزن فضايى1500كيلوگرم بر متر مكعب(وزن خشك) در مركز تحقيقات ساختمان و مسكن ايران تحت آزمايش مقاوت فشارى قرار گرفت، مقاوت 28روزه آن به 208كيلوگرم بر سانتى متر مربع بالغ گرديد.
توليد سه نوع بتن مطابق توصيه فرم (Comite europeen du Beton C.E.B) يا كميته اروپايى بتن با مشخصات زير انجام مى گيرد.
تيپ structural) S) با وزن فضايى 1600تا 1900 كيلوگرم بر متر مكعب و مقاومت فشارى بيشتر از 600 كيلوگرم بر متر مربع

**دانه كاربرد بتن هاى ليكا**بتن ليكا داراى كاربردهاى فوق العاده وسيع بوده كه اهم آنها به شرح زير است.
 \_ شيب بندى و پوشش هاى سقف و كف
\_ پركننده سبك و افزايش هواى لايه بندى ها
\_ توليد بلوك هاى سبك ساختمانى عايق و باربر
\_ پانل هاى ساندويچى پيش ساخته
\_ سنگفرش محوطه(دال) و درپوش هاى راه آب و ... غيره

  مزاياى كاربرى بتن سبك ليكا
\_ وزن فضايى كاهش يافته و راحتى و آسانى حمل و نقل
\_ ايزولاسيون حرارتى و بادوام به دليل نسج سلولى دانه ها و توده هواى بسيار زياد بين و داخل دانه ها
\_ مقاومت فوق العاده در مقابل آتش و عدم ايجاد گازهاى سمى در آتش سوزى
\_ كاهش هزينه هاى دستمزدى و سرعت بخشيدن به كار به دليل سبكى بتن
\_ سهولت ماله كشى و اندودهاى سنتى به دليل نسج باز و رويه زبر بتن ليكا
\_ مقاومت بسيارخوب در مقابل فشارهاى وارده
\_ ضريب هدايت حرارتى فوق العاده پايين
\_ عايق بسيار خوب براى صدا با ضريب بسيار مناسب جذب آكوستيك
\_ مقاوم در مقابل يخ زدگى، نفوذ رطوبت و مواد آهكى

**كاربرد ليكا در راهسازى**

دانه هاى ليكا كه وزن فضايى آن در طيف دانه بندى از 0 تا 25 ميلى متر بين 300 تا 600 كيلومتر بر متر مكعب است و همچنين به دليل هدايت حرارتى كم در حد %9 تا 0.101   W/m.k  و خاصيت زهكشى بالا ، كاربردهاى مفيدى در امور راهسازى دارد .
**وزن فضايى كم
كنترل نشست**
 در خاك هاي رسوبى ضعيف و تراكم ناپذير ، بار خاكريزى يكى از عوامل مهم تحكيم و نشست خاك است. ميزان نشست به تناسب ارتفاع خاكريزى و خواص تحكيم پذيرى خاك ميتواند در هموارى ، عملكرد و دوام راه بطور جدى مشكل آفرين باشد. علاوه بر بار ناشي از خاكريزى ، پركردن ترانشه ها و كاهش سفره هاى آب زيرزمينى نيز مى تواند موجب نشست خاك بستر راه گردد.
استفاده از ليكا به دليل وزن فضايى كم از يك طرف باعث سبك شدن خاكريز جاده و به دليل حجم فضايى بيشتراز خاك از جانب ديگر موجب كاهش تراكم و نتيجتأ عامل مهمى در كنترل نشست و تحكيم خاكريز به شمار مى رود. بار وارده بر زير اساس ناشى از پركردن ترانشه ها و كاهش سطح آب زيرزمينى موجب نشست غير يكنواخت مى گردد كه با كاربرد ليكا ميتوان اين نشست را به مقدار زيادى كاهش داد .

**پايدارى خاكريزها**بار وارده به زير اساس باعث گسيختگى لايه هاى خاك و خرابى خاك ريزى روى خاك هاى ضعيف گردد. بار خاكريزى روى بستر راه را مى توان با استفاده از ليكا كاهش داد تا پايدارى خاك تأمين گردد.
 **عايقكارى يخبندان
كاهش آسيب يخ زدگى**

يخ زدگى زير اساس در اثر نا همگونى زير اساس، سنگ ها و نقاط بالاى عمق نفوذ يخبندان در سنگ و نيز در اثر جريان آب در زير اساس روي مى دهد.در زمان ذوب يخ ها، آب حاصل از ذوب يخ با خاصيت نفوذپذيرى باعث كاهش ظرفيت باربرى زير اساس و لايه هاى جسم راه مى گردد.
با عايق كارى جسم راه با ليكا ، اثرات يخ زدگى جاده و آسيب هاى ناشى از آن و نيز كاهش ظرفيت باربرى در اثر ذوب يخ از بين مى رود. عايق ليكا در لايه هاى جسم راه قرار مى گيرد و مقاومت آنها را در برابر يخ بندان به دليل ظرفيت عايق حرارتى بالاتر نسبت به دانه هاى سنگى ، افزايش مى دهد

**تسطيح تورم يخبندان**

با پوشش عريض ترى از يك لايه ليكا با ضخامت كمتر به عنوان بخشى از روسازى مى توان از تغييرات طبيعى موثر كه موجب تورم طولى و عرضى ناشى از يخبندان مى گردد جلوگيرى نمود.

**كاربرد ليكا به عنوان زهكش**با استفاده از ليكا و انجام زهكشى موثر لايه هاى روسازى مى توان از افت باربرى آن در اثر ورود آب جلوگيرى شود و ظرفيت باربرى مطلوبى را در طول عمر راه تامين شود.
به دليل خواص مطلوب انتقال آب، ليكا به عنوان مصالح پركننده و هدايت كننده آب در كانال هاى زهكش مورد استفاده قرار مى گيرد.
به هدايت مستقيم جريان آب زيرزمينى توسط يك لايه ليكا با شيب ملايم به كنار جاده، خسارت يخبندان و افت ظرفيت باربرى جاده حذف مى گردد.

**نتيجه گيرى**با توجه به ويژگيهاى ليكا و از آن جمله وزن فضايى كم، زهكشى، عايق بودن، موئينگى كم، دوام، مقاومت در برابر تغيير شكل و ظرفيت باربرى كافى ، كاهش رانش ديوارهاى حايل پل ها و شيروانى ها همراه با اجراى صحيح مى توان بسيارى از مشكلات راه سازى را حل و ايمنى و دوام آن را تضمين شود.

**ليكا در كشاورزى**

از آنجا كه گياهان داراى جابجايى فيزيكى نيستند، بيش از ساير موجودات به مكان زندگى و تغييرات محيطى وابسته اند . رشد جمعيت و به تبع آن رشد توليد مسكن از يك سو و استفاده نابهنجار از مراتع و جنگل ها و فرسايش خاك و عوامل مشابه ديگر از سوى ديگر موجب كاهش فضاى سبز مى گردد.

در همين راستانياز به احداث باغچه ها و گسترش گلخانه ها و ايجاد فضاى سبز در بخش هاى درونى و بيرونى ساختمان بيش از پيش احساس مى گردد. گسترش اين روش ها نياز به محيط رشدى دارد كه نگهدارنده گياه باشد، آلوده كننده محيط زيست و مضر براى گياه نباشد، از لحاظ وزنى سبك و از لحاظ اقتصادى با صرفه باشد. ليكا پاسخى به اين نيازها است.

**نياز گياهان براى رشد**

**آب**قسمت اعظم آبى كه جذب گياه مى شود بصورت تعرق دفع و سبب تنظيم دماى درونى گياه مى گردد. هرگونه نوسانات آبى اعم از كم يا پر آبى براى گياه مضر است و لازم است مقدار آب را از طريق آبيارى سامان يافته تنظيم كرد.

**مواد غذايى**كودهاى شيميايى به تناسب نوع گياه عناصر مورد نياز گياه را تأمين مى كنند.

**نور و دما**نور از عوامل مهم سوخت و ساز براى گياهان است – دماى مجاز براى گل و گياه بر حسب نوع اقليمي بين 8 تا 30 درجه سانتى گراد متغيير است.

**خاك**
از عوامل بسيارمهم براى گل وگياه است. در عين حال كاربرد خاك مشكلاتى مانند وزن سنگين، فرسايش به مرور زمان، پوشش آسفالت روى خاك و به تبع آن ممانعت از انجام تبادلات گاز و نفوذ آب را به همراه دارد. استفاده از خاك رس نيز در گلدان از يك طرف سطح خاك را غير قابل نفوذ مى نمايد و از جانب ديگر زهكشى به خوبى صورت نمى گيرد.

**مزاياى ليكا**

 برخى از ويژگيهاى ليكا كه كاربرد آن را در كشاورزى مناسب مى سازد به شرح زير است :
داراى تخلخل زياد و به علت هواى موجود در داخل و بين دانه ها سبك و حمل و نقل گلدان ها آسان و در موارد كاشت در پشت بام يا تراس ها فشار وارده كم است.
به دليل ثبات ساختارى غير قابل فشردگى است.
به علت فرآورى در دما ى بالا عارى از هرگونه آفت و بيمارى است. خاك ها ى معمولي نياز به ضدعفونى كردن و سمپاشى در سطح وسيع دارند و داراى هزينه بالايى هستند.

داراى نفوذپذيرى زياد و قابليت بالاى نگهدارى آب است . به مرور زمان نيز تحت اثر آبيارى و جذب املاح حاصلخيز تر مىشود.

**نمونه هاى كاربرد ليكا در كشاورزى**درختكارى كنار خيابان ها و معابر

برخى از ضوابط مهم درختكارى به منظور بهينه كردن درختان در مناطق شهرى به شرح زير است:
استفاده از خاك زيرين با ساختار مقاوم براى جلوگيرى از كوبش
پيش بينى حفاظ مقاوم به مقدار كافى
حفظ تعادل هوا-آب در خاك **نهال گل و گياه**انتخاب نهال تنها تابع زيبايى نيست كه عوامل تكنيكى نيز مى بايست در نظر گرفته شود.
ريشه زايى – از انتخاب نهال ها با ريشه هاى عمودى و يا ريشه هاى با نفوذ در عمق زياد مى بايست پرهيز كرد.
مناطق اقليمى – نوع نهال براى كاشت ميبايست برحسب آب و هواى اقليمى انتخاب گردد.
گلكارى در تراس و پشت بام – در نظر گرفتن ارتفاع پوششى ليكا برحسب كم يا زياد بودن وسعت سطح كاشت
چمن و پارك ها
در اين گونه مكان ها بر اثر رفت و آمد زياد، فاصله بين ذرات خاك به تدريج كم و خاك فشرده مى شود. در اثر فشردگى خاك، گياهان به علت كمبود هوا و نفوذ كم آب آسيب پذير مى شوند.
روش استفاده از ليكا در اين نوع زمين ها بدين ترتيب است كه در قشر زيرين از دانه هاى ليكا به قطر 10تا16ميلى متر و ضخامت 10 سانتى متر به عنوان لايه زهكش استفاده مىشود. پس از آن مخلوطى از خاك باغچه و دانه هاى ريز ليكا تا قطر 6ميلى متر و به ترتيب با نسبت 3به1استفاده مىشود.
نتايج آزمايش ها نشان مى دهد كه اين حالت بهترين تركيب از از لحاظ رشد ريشه و دوام آن مىباشد و نفوذ آب در چنين تركيبى بيشترين مقدار ممكن است

با گسترش كاربرد مصالح و وسايل قابل اشعال در ساختمان ها و توسعه شبكه هاى انرژى نظير گاز و برق، خطر آتش سوزى در ساختمان ها افزايش يافته است . از سوى ديگر افزايش ارتفاع و زير بناى مورد نياز ساختمان ها باعث شده است كه موضوع كنترل و مهار آتش و به حداقل رساندن خسارت جانى و مالى آن مورد توجه بيشترى قرار گيرد.

هنگام رويكرد آتش سوزى در ساخمان، اسكلت سازه اى گرم مى شود و در نتيجه مقاومت عناصر باربر كاهش مي يابد. اين امر در نهايت موجب خرابى اسكلت مى گردد و از سوى ديگر توليد گازهاى سمى ناشى از اشتعال مصالح ساختمانى ،براى مقابله با چنين آسيب هايى، لازمست اجزاى ساختمان شامل عناصر باربر و نيز اجزاى غير سازه اى بنحوى مناسب در برابر آتش محافظت گردند.

اجزا و قطعات ساختمانى با توجه به زمان مقاومت در برابر آتش به سه گروه تقسيم مى شوند:

1-مانع گسترش آتش: با حداقل نيم ساعت مقاومت در برابر اشتعال و سرايت آتش به طرف ديگر.
2- مقاومت در برابر آتش: با حداقل يك و نيم ساعت مقاوت در برابر آتش و نيز پايدارى در برابر فشار آب آتش نشانى.
3- بسيار مقاوم در برابر آتش: با حداقل سه ساعت مقاوت در برابر آتش.
لازم به ذكر است ، مقاوم در برابر آتش زمانى است كه يك جزء سازه مى تواند آتش را بدون فروريختن تحمل كند و درجه حرارت در سمت غير نمايان از 140درجه سانتى گراد و در هرنقطه ديگر از 180درجه سانتى گراد بالاتر نرود. بنابراين تعريف اجزاى اصلى سازه نظير ديوارهاى باربر، تيرها و ستونها بايستى در يكى از گروههاى 2و3 قرار گيرند.

**ويژگيهاى ليكا در كنترل آتش**

از آنجا كه دانه هاى در دماى نزديك به 1200 درجه سانتى گراد توليد مى گردند، قادرند شوك حرارتى تا 1100درجه سانتى گراد را بدون اشتعال تحمل نمايند. از سوى ديگر اين دانه ها داراى قابليت هدايت حرارتى پايين و در حدود0.09 تا 0.101 وات بر متر بر درجه، نقش مؤثرى در جلوگيرى از انتقال آتش دارند.

با توجه به اين ويژگيها ، ساير فرآورده هاى ساخته شده از دانه هاى ليكا نظير ملات سيمانى، بلوك بتنى و بتن دانه سبك نيز قابليت خوبى براي مقابله با آتش و جلوگيرى از انتقال آن دارند.

مطالعات و پژوهش هاى آزمايشگاهى نشان داده اند كه زمان مقاوت ديوار ساخته شده از بلوك هاى سبك ليكا به جرم ديوار بستگى دارد و به صورت رابطه زير بيان مى گردد:

T=140(M/100) ^ 1.72

كه در آن :

M: وزن متر مربع ديوار بر حسب كيلو گرم، وT: زمان مقاومت در برابر آتش بر حسب دقيقه است. نمودار ارائه شده همين ارتباط را نشانمى دهد.

**اثر كاربردى ليكا در مقاومت برابر زلزله**

نياز مسكن با توجه به شرايط محدودبودن زمين، توجه توليدكنندگان ساختمان را به استفاده از فضا براى ساخت و ساز هرچه بيشتردر طبقات عمودى جلب نموده است – اين ساخت و سازها در مناطق اقليمى مختلف و همچنين در مراكز تراكم شهرها و يا در مناطق كم جمعيت رو ستاها با اشكال متفاوتى انجام مىگيرد.
**مراكز تراكم شهرها**
امروزه اكثر ساختمانها در اين شهرها داراى اسكلت فلزى يا بتنى هستند به عبارت ديگر در اين ساختمانها ، ديوار باربر كه وزن سقف اعم از بار مرده و زنده را تحمل كنند وجود ندارد . اين امر باعث مى شود كه از ديوارهاى جدا كننده انتظار تحمل مقاوت فشارى بالا را نداشته باشيم فى الواقع اگر اين ديوارها فقط وزن خود را تحمل كنند و اگر مقاومت فشارى حدود 20 تا 30 كيلوگرم بر سانتى متر مربع را داشته باشند كافى است .
استفاده از دانه هاى ليكا در شيب بندى بام، كف اتاقها و ساير اجزاى سطحى ساختمان و به عبارت ديگر ايجاد بتن سبك و كاربرد آن با وزنى معادل يك سوم بتن معمولى باعث سبك شدن ساختمان و بالنتيجه موجب كاهش قدرت زلزله متناسب با كاهش وزن ساختمان خواهد گرديد.
نيروى ناشى از زلزله در يك سازه با وزن سازه نسبت مستقيم دارد. به عبارت ديگر هر قدر وزن سازه كمتر باشد نيروى ناشى از زلزله بر سازه هم كمتر مى شود.

اگر يك سازه تحت اثر شتاب زمين(شتاب حركت زلزله)‌قرار گيرد، شتاب ايجاد شده در ساختمان برابر شتاب زمين است كه آن را با بيان مى كنيم . اگر جرم ساختمان برابر با m باشد نيروى وارده بر آن طبق قانون نيوتن برابر است باF=m.A جرم در اين رابطه بر حسب وزن(W )و شتاب ثقل(g) بيان مى گردد. نتيجه آنكه از فرمول چنين استفاده مى گردد كه هر قدر وزن ساختمان بيشتر باشد، نيروى ناشى از زلزله بر سازه و به تبع آن تخريب بيشتر است- بالعكس هر قدر وزن سازه كمتر باشد، تخريب كمتر خواهد بود .

استفاده از بتن سبك ليكا به صورت دانه هاى ليكا در سطوح و به صورت بلوك در ديوارى جداكننده و جانبى از عوامل بسيار مهم براى كاهش وزن ساختمان و به تبع آن كاهش نيروى زلزله خواهد بود.

**مناطق روستايى و كم جمعيت**

به منظور كاهش نيروى زلزله در اين مناطق كه اصولأ ساختمانها فاقد طبقات عمودى هستند از دو طريق استفاده مى شود :

در مناطق جنگلى و مراتع اصولأ از مصالح چوبى استفاده مى گردد كه به علت وزن كم والاستيسيته زياد، مانع از وارد آوردن خسارت بر اثر نيروى ناشى از زلزله مى گردد.

در ساير مناطق و در ساختمانهاى يك يا دو طبقه از سيستم جدايش پى ساختمان از سازه و از طريق استفاده از مواد لاستيكى و امثالهم مى گردد. امروزه استفاده از دانه هاي ليكا در سيستم پى لغزشى براى محافظت ساختمانهاى كوچك در برابر زلزله نيز مورد تحقيق قرار گرفته كه نتايج مثبتى نيز از آن حاصل شده است.

**رسانايي حرارتي**

انتقال انرژى حرارتى از جايى به جاى ديگربه سه روش رسانايى، همرفتى و تشعشع صورت مى گيرد.

در روش رسانايى، حرارت از طريق جسم انتقال مى يابد. با استفاده از مواد نارسانا يا داراى رسانايى ناچيز، ميزان انتقال حرارت كاهش مى يابد. براى انتقال حرارت به روش همرفتى ، بايد هوا امكان جريان يافتن داشته باشد. در اين صورت هوا با گرم شدن منبسط مى گردد و جريان پيدا مى كند و با تماس با اجسام سرد، حرارت را انتقال مى دهد محدود كردن فضاهاى داراى هوا به ابعاد كوچكتر از 25 م م – با تعبيه لايه هاى مناسب- انتقال حرارت را در اين روش كاهش مى دهد و سرانجام تشعشع روشى براى انتقال حرارت به اجسام تحت تأثير تابش است . كاربرد اجسامى كه بتوانند سهم بيشترى از انرژى را بازتاب دهند، يك روش مناسب براى جلوگيرى از اين حال انتقال حرارت است . براى ارزيابى كمى ميزان رسانايى يا مقاومت حرارتى اجسام از ضرايب متداولى استفاده مى شود. مقدار توان حرارتى از دست رفته بر حسب وات از يك مترمربع سطح و يك متر ضخامت مصالح با اختلاف يك درجه سانتى گراد بين دو سمت آن را ضريب رسانايى حرارتى مى نامند. مقاومت حرارتى عكس اين ضريب است.

تخلخل بالاى دانه هاى ليكا سبب قابليت رسانايى حرارتى ناچيز اين دانه ها مى گردد. مقادير رسانايى حرارتى براى دانه هاى بزرگتر ، كاهش مى يابد. همچنين در يك توده انبوه از مصالح، ميزان قابليت رسانايى حرارتى به تراكم توده بستگى پيدا مى كند. به اين ترتيب كه براى انبوهى از دانه هاى درشت ، ميزان تخلخل و هواى بين دانه ها زياد مى شود و جريان همرفتى سبب افزايش رسانايى حرارتى مى گردد. در اين حال انتقال حرارت از طريق تشعشع ناچيز است. قابليت رسانايى حرارتى با كاهش تخلخل در شرايط فوق كاهش مى يابد. تا زماني كه به دليل تراكم بيشتر دانه ها و افزايش سطح تماس آن ها، رسانايى حرارتى مجددأ افزايش يابد.
بنابراين كمترين مقدار رسانايى حرارتى به ازاى مقدار تراكم معينىقابل دستيابى است. اين مفهوم در نمودار 4-7 ديده مى شود.

هر چه چگالى دانه هاي ليكا بيشتر باشد، قابليت رساناى حرارتى نيز افزايش مى يابد. افزايش چگالى ممكن است به دليل ريزترشدن ابعاد دانه ها و يا كاهش انبساط در فرآيند پخت روي دهد. رابطه قابليت رسانايى حرارتى و چگالى مى تواند با يك نمودار نمايى تخمين زده شود. اين روابط اساس تجربى دارند و براى فرآورده هاى ليكا نيز قابل تعميم مى باشند. نمودار 4-8 نمونه اى از اين اثر را براى نمونه دانه هاى ليكا نشان مى دهد.

همچنين جدول 4-8 اين اثر را در بتن ساخته شده با اين دانه ها بيان مى كند.

**جدول 4-8-اثر چگالى بر رسانايى حرارتى بتن ليكا**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ظرفيت رسانايى حرارتى | چگالي kg/m3 | سيمان | دانه معمولي | درصد وزني دانه ها | نمونه |
| mm>8 | 8-3mm | 3-0mm |
| 0/19 | 880 | 7 | 15 | 21 | 57 | 0 | A |
| 0/27 | 1068 | 6 | 18 | 53 | 23 | 0 | B |
| 0/15 | 690 | 9 | 6/5 | 21 | 58 | 6/5 | C |
| 0/30 | 1117 | 8 | 19 | 0 | 54 | 19 | D |

اثر دما و رطوبت بر رسانايى حرارتى دانه هاى ليكا مانند اغلب مصالح ديگر است. به گونه اى كه افزايش رطوبت به ميزان يك درصد حجمى، سبب افزايش رسانايى حرارتى به ميزان 2 تا 6 درصد مى گردد. همچنين با افزايش دما، به ويژه در دماي بالاتر از 100درجه سانتى گراد ، ميزان رسانايى حرارتى افزايش مى يابد.ميزان افزايش در دماهاى معمول حدود 5/0 درصد به ازاي هر درجه سانتى گراد افزايش دماست. نمودار 4-9 اين مفهوم را براي نمونه اى از دانه هاى ليكا نشان مى دهد.

|  |
| --- |
|  |
|

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | **مقايسه ضرايب انتقال حرارتی ديوارهای مختلف ( شهريور83 )**  |   |
| مقاومت حرارتی (R) | ضريب U | ضريب U | ضخامت ديوار | نوع ديوار | رديف |
| m2˚c/w | BTU/ft2h˚f | w/m2˚c | (cm ) |   |   |
| 0.65 | 0.27 | 1.55 | 24 | ديوار 20 سانتی سفال | 1 |
| 0.56 | 0.32 | 1.8 | 19 | ديوار 15 سانتی سفال | 2 |
| 1.43 | 0.13 | 0.7 | 22.5 | ديوار 20 سانتی توخالی ليکا | 3 |
| 1.49 | 0.12 | 0.67 | 18.5 | ديوار 15 سانتی توخالی ليکا | 4 |
| 1.25 | 0.14 | 0.8 | 13.5 | ديوار 10 سانتی توخالی ليکا | 5 |
| 1.14 | 0.15 | 0.88 | 11.5 | ديوار 8 سانتی توخالی ليکا | 6 |
| 0.9 | 0.19 | 1.11 | 25 | ديوار 20 سانتی سفال با 1 سانت پلی استارين  | 7 |
| 1.15 | 0.15 | 0.87 | 26 | ديوار 20 سانتی سفال با 2 سانت پلی استارين | 8 |
| 1.41 | 0.13 | 0.71 | 27 | ديوار 20 سانتی سفال با 3 سانت پلی استارين  | 9 |
| 1.92 | 0.09 | 0.52 | 29 | ديوار 20 سانتی سفال با 5 سانت پلی استارين | 10 |
| 2.5 | 0.07 | 0.4 | 24.5 | ديوار 20 سانتی ليکا با 1 سانت پلی استارين  | 11 |
| 2.78 | 0.06 | 0.36 | 25.5 | ديوار 20 سانتی ليکا با 2 سانت پلی استارين  | 12 |
| 3.03 | 0.06 | 0.33 | 26.5 | ديوار 20 سانتی ليکا با 3 سانت پلی استارين  | 13 |
| 3.45 | 0.05 | 0.29 | 28.5 | ديوار 20 سانتی ليکا با 5 سانت پلی استارين | 14 |
| 1.15 | 0.15 | 0.87 | 23.5 | ديوار 20 سانتی هبلکس | 15 |
| 0.92 | 0.19 | 1.08 | 18.5 | ديوار 15 سانتی هبلکس | 16 |
| 1.61 | 0.11 | 0.62 | 14 | ديوار 10 سانتی پوما | 17 |

  |

قابليت رسانايى حرارتى بلوك هاى ليكا با وزن فضايى حدود 1000kg/m3 نزديك به  W/M ̊̊c  4/0  است. بر اين اساس مى توان ضريب رسانايى و مقاومت حرارتى اين بلوك ها را محاسبه و با ساير مصالح مقايسه نمود.