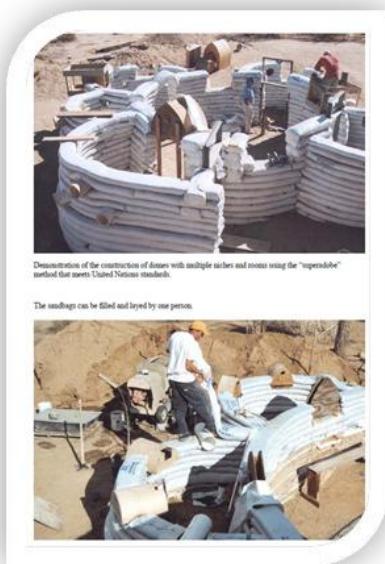


ابرخشت که حاصل حدود 30 سال از زندگی حرفه‌ای، کار و تجربیات نادر خلیلی، معمار ایرانی ساکن کالیفرنیا است در واقع کیسه‌های درازی است با عرض 40-50 سانتی‌متر و طول مورد نیاز که از خاک پر می‌شوند و مثل برجسپهای لیاس و به کمک دو ردیف سیم‌خاردار در حد فاصل هر کدام از آنها در هم تینیده می‌شوند و آن طور که می‌گویند بنای ساخته شده از آن در مقابل باد و باران و گرما و سرمای شدید، آتش‌سوزی و زلزله ... مقاوم است! روش ساخت ابتدایی است و حتی ساختمان‌سازی را تا مراحلی از یک مقوله تخصصی به مقوله‌ای قابل انجام برای همه تبدیل می‌کند. ابرخشت به یک الگوی خاص محدود نمی‌شود. الگوی انافق‌های 40 متری و 200 متری دارد. شاید ابرخشت برای ساخت مثلاً یک سالان بزرگ با محدودیت مواجه باشد ولی برای هر تعداد انافقی که بخواهید جوابگو است.



تصویر 1 - ساختن خانه‌ای به روش سوپر ادوب

این امر از یک طرف با توجه به دسترسی به این نوع مصالح بدون مشکل عمده، موجبات تسهیلات در همه گیر شدن سیستم را فراهم کرده است و از طرف دیگر با توجه به انعطاف‌پذیری فرمی، به طرح معماري، قابلیت مانور را در زمینه شکل دهی انحصاری زیبا، ساختار یک پارچه را می‌دهد، این همه به معنای توانایی استفاده از قالب و قاب برای شکل دادن، پیچ و تاب دادن فرم‌ها و بهره گیری از روند طراحی آلي یا ارگانیک در عین لحاظ شدن ویژگی‌های لازم به جهت سازه ای است. بناهای گنبدی جدید به جای آن که از بلوك‌های مجزا ساخته شود با بافت این رشتہ‌های بلند ابرخشت‌ها شکل می‌گرفت و در برابر نور خورشید و حرارت محیط خشت‌ها خشک می‌شدند. در فرآیند بافت چنین بنایی، این امکان وجود داشت که برخی سازه‌های اصلی بنا درون آن بافته شود، مثلاً سکوهای مختلف یا انافق‌های موجود را می‌شد در دل این بنا بافت. آزمایش‌های زلزله‌نگاری نشان داد این نوع بنایها که ظاهر زیبایی هم داشت و قابلیت افزوده شدن بخش‌های مختلف به آن وجود داشت، توان مقابله‌ای کم نظری را برابر لرزه‌های سنگین دارد.



تصویر 2 - مراحل اجرای کار

گرچه که بعد از زلزله‌ی بم نادر خلیلی پیشنهاد ساخت خانه به این روش رو به مسئولان وقت داد، اما مسئولان این روش رو مناسب نیدند به دلیل‌های مختلف و یکی از آنها هم نداشتند "پی" و سایر ایرادات دیگر میدانستند که فعلًا مجالی برای بیان آنها در این تحقیق کلاسی نیست.

ابرخشت، به راستی بسیار ساده است! همه چیز تقریباً در محل تأمین می‌شود و نیروی متخصص هم لازم نیست؛ مصالح خاک است و کیسه‌شن و سیم خاردار، کیسه‌هایی که طویل‌تر از کیسه‌های معمولی هستند با خاک پر می‌شوند، البته سیم‌های خاردار در بین این نوارهای فتیله‌ای کیسه‌شن، نقش اتصالات را بر عده دارند و نیروهای کششی و جانبی را خنثی می‌کنند.

ویژگیها و کاربرد روش سریناگ گلین با کیسه خاک



تصویر 3 - نحوه ی چاکاری پنجره ها

### الف) امکان استفاده در مناطق جنگ زده یا خسارت دیده زلزله

یکی از کاربردهای این روش، ساخت سرپناه برای خسارت دیدگان جنگ و زلزله است. این روش با سرپناه موقت مثل چادر یا حتی کانکس تفاوت داشته و عنوان روشی دائمی تر از آنها محسوب می شود.

### ب) مقاومت در برابر سرما و گرمای

یکی از ویژگیهای مثبت این طرح، به دلیل استفاده از دیواره های خشتو و شکل خاص بنا، مقاومت در برابر سرما و گرمای و مصرف انرژی پایین است؛ نکته ای که ضعف همه روشهای دیگر سرپناه های موقت می باشد.

### ج) تکنولوژی پائین و اجرای سریع

استفاده از در دسترس ترین مصالح یعنی خاک و تکنولوژی پائین یک ویژگی مثبت این طرح است، ویژگی که به خصوص در نقاط دور دست با در شرایط پس از زلزله یا جنگ که حمل و نقل و تولید مصالح و توزیع برق در مناطق آسیب دیده مختل شده است کاربرد دارد. با این روش می توان با کمک اهالی هر خانه حداقل در طی هفت هفته یک سرپناه مقاوم و مناسب اجرا کرد.



### د) مقاومت در برابر زلزله

به دلیل شکل خاص این بناها و نحوه انتقال نیرو به صورت فشاری؛ این ساختمان در برابر زلزله مقاوم است. این روش در ایلات متعدد به عنوان یک روش ضد زلزله مورد تصویب قرار گرفته شده و آئین نامه ای نیز برای آن تدوین شده است.

تقریباً از سال 1948 است که بحث سکونت در خارج جو زمین وخصوصاً ماه و مریخ بخش مهمی از مطالعات و پژوهشها خلیلی را تشکیل می دهد. در همین سال طرح او برای ساخت مسکن در ماه با سیستم ابرخشت و گلنا Vaughn در ناسا مطرح می شود و از آن زمان او از اعضای تیم تحقیقات طرح سکونت و ساخت و ساز در ماه است. پروفوسور خلیلی در سال 1991 موسسه Cal-Earth را در بیابان های هسپیریا در کالیفرنیا بنیاد نهاد. Cal-Earth موسسه‌ی آموزشی و پژوهشی ای است که در آن او و همکارانش تحقیقات و آزمایشها خود را بر روی نمونه های ابرخشتی و گلنا Vaughn ادامه می دهند. شایان ذکر است که در دوره هایی ناسا فاضلاب‌دان خود را در شبیه سازی هایی با نحوه ای استفاده از این خانه ها و آدابه شدن با آنها آموخت میدارد.



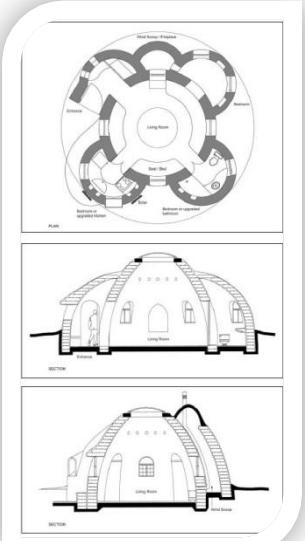
تصویر 4 - شبیه سازی ناسا برای آدابه کردن فضاتورдан با این نوع از خانه ها

(در حین اجرا هر جا لازم باشد در یا پنجه ای قرار گیرد، قابلیت استفاده از قالب در سیستم ابرخشت به کمک ما می آید و به راحتی با قراردادن قالب های مذکور (که بعداً برای نصب درگاه ها و پنجه ها برداشته خواهند شد) فضای خالی مورد نظر شکل می گیرد).

همان طور که گفته شد، ابرخشت یک سیستم سازه ای و معماری ساختمان است که ساختمان های ساخته شده با این روش در واقع یک پناهگاه در مواقع اضطراری یا یک سرپناه ارزان برای افرادی است که توان ساخت خانه را ندارند.

بنابر این نیاز است که این خانه ها در کوتاه ترین زمان با کمترین امکانات و بیشترین مقاومت در مقابل بلایای طبیعی ساخته شود.. این فناوری به مردمان بسیاری از نقاط دنیا یاری رسانده است. از جمله قربانیان زلزله پاکستان سال 2005، پناهندگان کمپ بانی نجار در استان خوزستان ایران، مردم سیل زده سنگال و ...

همه این ساختمان‌ها از خاک است. برای ساخت یک خانه گلی ابتدا باید پلان آن را که شامل یک دایره بزرگ و چهار دایره کوچک می‌شود را بر روی زمین ترسیم کرد. ابعاد و تفاسیر این دوایر نوست نادر خلیلی تعیین شده است. به طور تقریبی مساحت هر خانه 40 متر مربع فضای داخلی می‌باشد. سازه این خانه از کیسه‌های شن بیان است. که برای پایداری آن به شکل گنبد اجرا می‌شود. که در حین اجراء، سازه دیوار به دایره گنبد میرسد. بعد از تکمیل دیوارها و گنبد ها بر روی آن گچ کاری می‌کنند. هدف از این پناهگاه این است که نشان دهد بعد از وقوع بلایای طبیعی پناهگاهی وجود دارد که در عرض چند ساعت می‌توان آن را بنا کرد و آشکار است که اگر یک خانواده ای 4 نفری باشد باید پناهگاه را کمی بزرگتر درست کرد و شاید ساخت این پناهگاه یک روز طول بکشد. در حالیکه ساخت کوچکترین پناهگاه که ۲\*۲ است تنها دو ساعت طول می‌کشد. این نشان دهنده امکان ایجاد انبوه سازی می‌باشد. که اساساً بر پایه تکنیک ساختمان سازی با کیسه‌های شنی کار می‌کند. جیزی که نادر خلیلی بالغ بر 30 سال پیش آغاز کرد. مردم از سرتاسر دنیا می‌خواهند یاد بگیرند که چگونه با صرف هزینه‌اندک می‌توانند صاحب خانه شوند.



تصویر ۵ - یک پلان ساده از یکی از خانه‌های ساخته شده به وسیله‌ی ابر خشت

آموزش به این افراد بخش بزرگی از آرمان نادر خلیلی بوده است. ۵۰٪ از آموزش دیدن و درک کردن است. نوع ساختمان سازی با طبیعت هماهنگی دارد. وقتی باری به پایین می‌آید این امر با فشار نیروی جاذبه است. و وقتی از شکل هندسی یک طاق قوسی استفاده می‌شود بار را به پایین منتقل می‌شود. و طاق را تحت فشار قرار می‌دهد و بار به پایین می‌آید و به روشی بسیار مؤثر به زمین می‌رسد. زیرا طاق به طور طبیعی بار را به زمین می‌رساند. همه این ساختمان‌ها ساخته افرادی هستند که هیچ تخصصی ندارند. و فقط می‌خواهند برای خود یک خانه بسازند. این روش بسیار ساده و کم هزینه می‌باشد. که "آفای ایان لادج" روش ساخت خانه‌ها را این چنین بیان می‌کند:

"ما در "کال ارث" دو کار انجام می‌دهیم. یکی با خاک خانه می‌سازیم و دومی از شکل هندسی گنبد استفاده می‌کیم. زیرا در غیر این صورت محکم نمی‌شود. ما نمی‌خواهیم اینها را طوری بسازیم که در مقابل نیروی جاذبه مقاوم باشند بلکه می‌خواهیم هماهنگ با این نیرو به پیش برویم. از این رو مواد مصرفی ما فقط خاک است. لزومی به استفاده از آهن یا مواد صنعتی دیگر یا چوب نیست. ما از ماده‌ای استفاده می‌کیم که در محل موجود است. اگر در آفریقا یا سنگال پروژه ای داشته باشیم به جز جمدان های خود جیزی به آنجا نمی‌بریم و با مواد موجود در محل خانه می‌سازیم. این روش ساختمان سازی کم هزینه و یادگیری آن آسان است. بیشترین هزینه این کار مربوط به کار موردنیزی است. زیرا مواد در زمین هستند. و معمولاً هزینه ای ندارد. اگر روش این کار را بدانید می‌توانید با اعضا خانواده این را بسازید. اگر یکی از اعضای خانواده بیاید و این کار را بیاموزد و بعد به کشور یا محل زندگی خود بازگردد، بقیه مردم و خانواده های ایشان را میتواند با این روش آشنا کند، آنها نیز می‌توانند بطور رایگان خانه بسازند و مثلاً برای خویشان خود خانه بسازند. و به همین شکل ادامه می‌باید. اینها راه حل هایی خلاق برای جهانی در حال تغییر است."

برای ایجاد حفاظت بیشتر در مقابل عناصر و افزایش زیبایی بنا ساختمان را گچ کاری می‌کنند. این یک گچ خانه می‌باشد که در هنگام بارندگی دچار فرسایش نشود و انسجام آن حفظ شود و اکثر خانه‌های پناهگاه اصطواری کالیفرنیا ۱۵ سال از عمر آنها می‌گذرد؛ یعنی از زمانیکه مدرسه در آنجا دایر است. این نوع گچ خانه با دوام است. در کال ارث روش‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد و تا حد امکان کمتر از مواد صنعتی استفاده می‌کنند. ساختمان‌های "سوپر آدوب" موسسه کال ارث با کدهای دقیق مقابله با زلزله بخش سان برناردینو در ایالت کالیفرنیا آمریکا هم خوانی دارد. بخش امور ساختمانی در مورد این که ساختمان‌های کال ارث با این کدها مطابق باشد، بسیار سخت گیر بود. زیرا در آنجا گسل سند آندریاس وجود دارد. و نادر خلیلی به این دلیل به آن منطقه رفت که می‌خواست در شرایط اقلیمی بسیار بدی باشد که در زمستان سرمای یخ‌بندان و در تابستان گرمای سوزان داشته باشد. و به منطقه زلزله خیز نزدیک باشد، تا اگر در استحکام مشکلی پیش آمد آن مشکل را برای ساختمان‌های دیگر در جنوب کالیفرنیا، که قوانین ساختمان سازی سخت تری دارد برطرف کند.

"ایان لادج" در این باره می‌گوید:

"ما واقعاً پیشرفت کردیم تا همه بتوانند به آنجا بروند. و از بخش ساختمان سازی محل خود درخواست کنند و بگویند: ما می‌خواهیم برای خود خانه بسازیم و مشکلاتی از قبیل عدم نظارت بخش مربوطه به این کار، برای آنها پیش نیاید. ما از نظر مهندسی مشکلی نداریم و می‌توانیم کار را به سطح دیگری ارتقاء دهیم."

خانه گلی

یکی از خانه‌های این روستا "خانه گلی" با مساحت ۳۷ متر مربع است. نادر خلیلی درباره آن می‌گوید: "به دلیل اینکه این خانه از مشتی گل ساخته شده است به آن خانه گلی می‌گویند". این خانه یکی از نمونه‌های ساخته شده با سیستم سازه ای "سوپر آدوب" می‌باشد؛ که در ادامه اجزای آن بررسی می‌شود.

اجزای یک خانه "سوپر آدوب"

دیوارها

این خانه شامل دیوارهای "سوپر آدوب" (دیوارهای قطور) می‌باشد. وقتی شما از بیرون به داخل خانه بپایید متوجه می‌شوید که خانه چقدر سرد است. دیوارهای این خانه همچون عایق عمل می‌کنند اینها اساساً انسان را در مقابل هوای بیرون ایزوله می‌کنند. تمامی این ساختارها از درون بسیار راحت هستند و هزینه ساخت آنها نیز بسیار کم است. در این ساختمان‌ها از دستگاه تهویه استفاده نمی‌شود زیرا در اینجا سیستم های فعال وجود ندارد. اتاق خواب‌ها فضای کوچکی هستند که به فضای اصلی افزوده و با دیوارهای خاکی ساخته شده‌اند. در مورد حمام این خانه مقداری

کاشی به آنها اضافه شده و از آن استفاده کرده اند. خدمات معمولی مانند لوله کشی برق و آب هم وجود دارد. به راحتی می توان خدمات خانه های دیگر را در این خانه ها نیز بکار برد. زندگی درون این خانه ها به فرد آرامش می بخشد. این خانه ها را می توان به طور کامل در عرض 6 هفته ساخت.

#### بادگیر و سیستم تهویه طبیعی:

این خانه ها شامل یک دودکش بلند هستند که بادگیر نام دارد. و در تابستان از باد شدید جلوگیری می کند. چون آنجا منطقه بیابانی است و دمای هوا به 41 درجه سانتی گراد می رسد. این بادگیر باد را از بالا به درون ساختمان می آورد؛ و به نوعی موجب تهویه می شود. این روش منفعل است. این یکی از چیز هایی است که در استراتژی طراحی منفعل بکار می رود. منفعل یعنی سیستم بر قی فعال در ساختمان بکار نرفته است. انتقال هوا میان دیوار های قطور و این بادگیر موجب می شود ساختمان حس خوب و راحتی به فرد بدهد. در زمستان در خانه های معمولی شما برای ایجاد گرم هوا را گرم می کنید اما به محض اینکه آن هوا بیرون رود گرم ندارید. چیزی که در این خانه ها روی می دهد این است که گرم از جذب دیوارها می شود و دیوار ها به نوعی مثل باتری و ذخیره کننده توان عمل می کند. بجای گرم کردن هوا شما دیوار ها را گرم می کنید و گرمایی که استفاده کرده اید حفظ می شود. اما شما به یک منبع گرمایی نیاز دارید. و باید به طریقی نور خورشید به داخل خانه بپاید و این کار به "بهره مستقیم" معروف است. خورشید به طور مستقیم کف خانه را گرم می کند. و بعد این گرماد را درون خانه بازتاب می شود. اما ممکن است شما نخواهید در تابستان کف خانه شما گرم شود. در تابستان خورشید در آسمان اوج می گیرد و مستقیماً نور می تاباند و نور آن از طریق پنجره وارد ساختمان نمی شود زیرا شما یک بازنگاه دهنده کوچک نوری روی پنجره گذاشته اید. و در زمستان که خورشید در ارتفاع پایین تری قرار دارد نور مستقیم از پنجره به درون می تابد و فضا را گرم می کند.

#### پنجره:

جای پنجره ها به این شکل در ساختمان تعییه می شود که مقداری کیسه شنی در جایی که می خواهیم پنجره باشد قرار می دهیم و این کیسه ها را به شکل دریچه یا پنجره قالب بندی می کنیم و بعد کیسه شن را پاره می کنیم و مواد بیرون می ریزد و به این شکل پنجره درست می شود. و یا قالب هایی را جای پنجره قرار داده بعد از ساخت در می آورند و پنجره را جاگذاری می کنند. لذا این راهی عالی برای ایجاد یک پنجره با استفاده از موادی نظری کیسه شن و خاک است.

#### سکو (صفه):

سکوهای ساخته شده در داخل خانه و ورودی نیز از همین مصالح ساخته شده است. یعنی با استفاده مقدار معینی سیمان که البته در مورد اینها 15% سیمان و بقیه شن بیابان است.

#### نمای خانه:

ونوعی نما سازی در این خانه ها وجود دارد که به آنها "کاشی رپ" گفته می شود. در تابستان این بخش از دیوار در مقابل نور خورشید و بخش دیگر در سایه قرار می گیرد تا ساختمان زیاد گرم نشود. و در هنگام باران سنگین، باران را پراکنده می سازد و به صورت تدریجی و قابل کنترل به پایین می راند؛ و به همین خاطر آبها انباسته و سیل آسا به پایین نمی آیند.

بعضی خانه ها نیز به شکل گنبد نیستند. نوعی خانه که "سه تاغی" نامیده می شود اولین خانه ای در این پناهگاه است که به شکل دایره نیست. کف این خانه دارای خطوط مستقیم و در هیچ یک از دیوار ها از سیمان استفاده نشده و فقط خاک بیابان است که به شکل آخر و گچ در آمده است. هدف از ساخت این خانه نمایش یک ساختمان زیست سازگار با تسهیلات و تجملات مدرن به مردم و مهندسان است تا شاید بتواند شکاف بین خانه های زیست سازگار و زندگی واقعی را از بین ببرد.

نادر خلیلی می گوید: تاکنون بسیاری از افراد یاد گرفته اند که چطور این خانه ها را بسازند و بسیاری دیگر تبدیل خاک را شاهد بودند.

#### ویژگی های محیط زیست و سازه ای این خانه ها:

- فراهم نمودن عملکرد های موردنیاز مردم مانند: اتاق نشیمن، سالن ورودی، آشپزخانه، حمام، اتاق خواب/ اتاق نشیمن، سالن ورودی، سه اتاق خواب/ اتاق نشیمن، سالن ورودی، دو اتاق خواب و حمام

- امکان اتصال دو خانه به هم و تشکیل یک خانه بزرگتر

- امکان ساخت با یک تیم 3-5 نفره

- استفاده از تهویه طبیعی و هماهنگی با باد و خورشید

- هماهنگ با استاندارد مبلمان کشور

- ایجاد حس فضای داخلی مطلوب از طریق فضای بین دو تاغ

- طراحی ساده بر اساس تکرار واحد تاغ

- امکان گسترش فضا با اضافه شدن گنبد در آینده

- تنوع در ابعاد و شکل پنجره ها و یا عناصری مانند سوله
- تکرار ناغ و حس زیبایی بنا
- بادگیر
- وجود گنبدهای ایجاد مناطق سایه و تهویه در تابستان و زمستان
- بازی نور و سایه
- استفاده از فریم های متداول و اتصالات و یکپارچه بودن بنا
- مقاومت بالا در مقابل عوامل جوی و آتش سوزی

در مصاحبه روزنامه همشهری با نادر خلیلی از مقاومت خانه هایش در برابر آتش سوزی اینگونه سخن می گوید: "مقاومت "ابر خشت" در برابر آتش مقاومتی ذاتی است. در لیس آنجلس نزدیک ما حدود 3000 خانه آتش گرفت و آتش تا نزدیکی های کارگاه ما هم آمد و ما خدا کردیم که آتش به کارگاه ها هم نفوذ کند و شناس با ما نبود که ما عمل نشان بدھیم این سیستم تا چه حد در برابر آتش مقاوم است."

به راستی که ساخت و ساز به وسیله سیستم ابر خشت بسیار ارزان و راحت می باشد و در آخر جمله ای برآزende تر از نمی توان یافت "آنکه به نظر خاک را کیمیا کنند." با تشرک از وقتی که صرف خواندن این مطلب کردید.

[سعید امیدی](#)/پاییز 1391



تصویر 7 - یک خانه‌ی ساخته شده به وسیله‌ی ابر خشت



تصویر 6 - نادر خلیلی در حال کمک به ساختن یک خانه به وسیله‌ی ابر خشت

منابع:

[وب سایت](#) پوریا ناظمی/ مصاحبه با نادر خلیلی

[پایگاه اطلاع رسانی معماری شهرسازی آرونا](#)

Aga Khan web site /Sandbag Shelters - [Aga Khan](#) Award for Architecture

[روزنامه‌ی همشهری](#)/ زیباشهر-مصاحبه با نادر خلیلی

[وب سایت](#) موسسه [calearth.org](#)

مستند مصاحبه، با نادر خلیلی و ایان لادج در شبکه Super Master

کتاب "تنها دویدن" نوشته‌ی نادر خلیلی - نشر چشممه

منبع سورس عکسها از کال ارت و سایت آقا خان می باشد.