

## پازل آموزشی بادگیر

### مشخصات:

- کد محصول: **PB022**
- جنس محصول: فیبر **MDF** ۳ میلی متر دو رو روکش دار
- تعداد قطعات: ۴۸ عدد
- اندازه ماکت ساخته شده: ۸,۵ در ۸,۵ در ۲۹ سانتی متر
- اندازه بسته بندی: ۲۱ در ۳۱ در ۵ سانتی متر
- وزن بسته بندی: ۸۰۰ گرم
- محتویات بسته: ۵ ورق چوبی برش خورده / ۲ عدد کش / کتابچه راهنما
- تحقیق و طراحی اولیه: منصور زند رحیمی
- باز طراحی و ویرایش و تولید: پازل های سه بعدی کتیبه

### فهرست مطالب:

- ❖ فن آوری و مبانی اولیه ساخت بادگیرها ----- ۲
- ❖ عوامل موثر در بالا بردن بازدهی بادگیرها ----- ۴
- ❖ سیکل کامل کار بادگیر ----- ۷
- ❖ نکات کلی در مورد انواع بادگیرها و ساختمان داخلی آنها ----- ۸
- ❖ مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۱ ----- ۱۱
- ❖ مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۲ ----- ۱۴
- ❖ مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۳ ----- ۱۶
- ❖ مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۴ ----- ۱۹

## فن آوری و مبانی اولیه ساخت بادگیرها :

همه شما تا بحال حداقل یک بادگیر را دیده اید ولی آیا هیچوقت فکر کرده اید که طرز کار آن چگونه است ؟

بادگیر در ظاهر یک سازه ساختمانی معمولی بنظر می آید ولی در اصل یک شاهکار مهندسی باستانی است که در زمانهای نه چندان دور کمک بزرگی به خنک کردن هوای داخل ساختمان های قدیمی که هیچ دسترسی به تکنولوژی های جدید نداشته اند می کرده است . کار اصلی بادگیر در درجه اول این است که هوایی را که در بیرون از ساختمان در اثر وزش باد جریان دارد به داخل ساختمان هدایت کند و در درجه دوم شرایطی را فراهم کند که هوای داخل ساختمان خنک تر و مطلوب تر باشد. در رابطه با نحوه هدایت باد به داخل ساختمان در زمان ساخت ماکت بادگیر توضیح داده خواهد شد اما در مورد چگونگی خنک شدن هوای داخل ساختمان لازم است که ابتدا دو نکته مهم را که در کار بادگیر نقش اصلی را دارد توضیح دهیم:

**نکته اول :** پیشینیان ما خصوصا کسانی که در مناطق کویری با آب و هوای گرم و خشک زندگی می کرده اند و همیشه با مشکل گرما روبرو بوده اند به نکته ای پی برده بوده اند که انگیزه اصلی ساخت بادگیر را در آنها بوجود آورده بود. آنها دریافته بودند که زمانی که در معرض تابش آفتاب هستند تابش آفتاب تقریبا غیر قابل تحمل است ولی در همان مکان و همان زمان اگر در سایه دیوار یا ساختمانی قرار می گرفتند نه تنها گرمایی حس نمی کردند بلکه در معرض وزش یک نسیم مطبوع و ملایم نیز قرار می گرفتند و وجود این نسیم خنک بود که کم کم آنها را به این فکر انداخت این هوا یا نسیم خنک را به داخل ساختمان هایشان منتقل کنند و این اساس و انگیزه اصلی طراحی و ساخت بادگیر بود.

اما دلیل این خنکی هوا در سایه چیست ؟ با یک آزمایش ساده می توانیم به آن پی ببریم :

اگر ما یک قطعه فلز ، یک قطعه آجر و یک ظرف آب را در کنار هم زیر تابش آفتاب قرار دهیم و بعد از مدتی می بینیم که قطعه فلز بیشتر از آجر و آجر بیشتر از آب داغ شده اند و این به این معنی است که فلز گرمای بیشتر و آجر و آب به نوبه خود گرمای کمتری را جذب کرده اند. دلیل علمی این تفاوت در جذب حرارت، این است که مواد گوناگون که در معرض تابش آفتاب قرار می گیرند در زمان های یکسان گرمای متفاوتی را جذب می کنند و بعبارت علمی ظرفیت های حرارتی متفاوتی دارند. به عبارت دیگر ظرفیت حرارتی یا (**Heat Capacity**) هر ماده نشان دهنده مقدار جذب حرارت توسط

آن ماده در زمان مشخص است و به همین دلیل است که در شرایط و زمان مساوی فلز بیشتر از آجر و آجر بیشتر از آب گرم شده اند و به همین ترتیب با اندازه گیری ظرفیت حرارتی هوا مشخص شده است که ظرفیت حرارتی هوا بسیار کمتر از دیگر مواد است. (حتی در حدود یک چهارم ظرفیت حرارتی آب). یعنی به زبان ساده تر می توانیم نتیجه بگیریم که از صبح که آفتاب طلوع می کند تا مثلاً حوالی ظهر، هوا بسیار کمتر از دیوارها، سقفها، مواد فلزی و غیره و غیره حرارت جذب می کند و به این دلیل است که وقتی که همه چیز گرم و حتی داغ شده است هوا هنوز خنک و دمایی آن کمتر از سایر مواد موجود در محیط است پس می توان با انتقال این هوا به داخل ساختمانها محیط مطبوعی را ایجاد کرد.

البته این توضیح را هم باید بدهیم که در صورتی ظرفیت حرارتی هوا کم است که مانند مناطق کویری هوا خشک باشد یعنی رطوبت آن حتی الامکان کم باشد چون وجود رطوبت (یا در حقیقت قطعات ریز آب داخل هوا) باعث جذب بیشتر گرمای تابش خورشید و بالابردن ظرفیت حرارتی هوا می شود و در نتیجه خنکی هوا را بشدت کاهش می دهد. به همین دلیل است که بادگیرها در مناطقی که رطوبت بالایی دارند کارایی ندارند.

### **نکته دوم: دلیل خنک شدن پوست بدن در هنگام وزش باد چیست؟**

همه شما این تجربه را داشته اید که زمانی که در معرض وزش باد قرار داشته باشید و احیانا کمی هم عرق داشته باشید احساس خنکی می کنید، چرا؟

دلیل آن این است که وزش باد فشار هوا روی پوست بدن را کم میکند و این کار باعث می شود رطوبت پوست هر چقدر هم کم، آزاد و بخار شود. اما رطوبت برای بخار شدن نیاز به گرما دارد که این گرما را از پوست بدن می گیرد و به این دلیل است که پوست بدن در اثر وزش باد و در نتیجه بخار شدن رطوبت روی آن خنک می شود و البته میزان خنک شدن بستگی مستقیم دارد با مقدار رطوبت پوست و سرعت وزش باد.

مثال دیگری بزنیم، زمانی که لباسها روی بند برای خشک شدن پهن شده اند اگر بعد از آنکه لباسها خشک شدند به آنها دست بزنید احساس می کنید آنها علاوه بر خشک شدن خنک هم شده اند. دلیل آن همین بخار شدن قطرات آب و در حقیقت رطوبت روی سطح لباسها بوده است. همین داستان در زمان عبور جریان باد از روی سطح آب مثلاً نهرها، برکهها، استخرها و دریاها اتفاق می افتد. وزش باد باعث تبخیر و در نتیجه خنک شدن سطح آب می شود که طبیعتاً

وزش باد های بعدی این خنکی را از سطح آب به خشکی مجاور آن انتقال می دهد. از این خاصیت یعنی عبور جریان هوا از روی آب و خنک شدن آن در جنوب ایران استفاده شده و هوای خنک جاری شده از روی سطح دریا را توسط بادگیر به داخل ساختمان ها منتقل کرده اند. یعنی علاوه بر محیط های کویری که هوای گرم و خشک دارند در مناطق ساحلی جنوب نیز که باد از روی دریا بطرف ساحل می وزد بادگیر کاربرد دارد. (البته ساختمان بادگیر آنها در مقایسه با بادگیر مناطق کویری ساده تر است). در ادامه کاربرد این خنکی حاصل از تبخیر رطوبت را در بادگیر های مناطق کویری هم توضیح خواهیم داد.

### سایر عوامل موثر در بالا بردن بازدهی بادگیر :

پس از توضیحات بالا شما اکنون متوجه شده اید که نقش اصلی بادگیر در خنک کردن فضای داخل ساختمان ها چیست و بعد از ساختن ماکت های بادگیر نیز متوجه خواهید شد که بادگیر ها چگونه هوای خنک مناطق کویری یا نسیم خنک سطح دریا را به داخل ساختمان هدایت می کنند. اما این تمام کاری نیست که بادگیرها انجام می دهند بلکه عوامل دیگری هم هستند که در خنک تر کردن هوای داخل ساختمان و در نتیجه بازدهی هر چه بیشتر بادگیر اثر قابل توجهی دارند که در ادامه به شرح آن ها می پردازیم:

۱ - **حوضچه آب:** در زیر محل ورودی هوای بادگیر ( اتاق بادگیر ) معمولا حوضچه ای ساخته می شود که هوایی که از بیرون توسط بادگیر به داخل ساختمان منتقل می شود قبل از اینکه به داخل تالار یا اتاق های دیگر برود از روی این حوضچه رد شود و تبخیر آب این حوضچه همانطور که قبلا توضیح دادیم باعث خنک تر شدن فضای داخل می شود. البته در بعضی جا ها هم کانال های بادگیر مستقیما به زیرزمین راه دارند , زیر زمین هایی که در گذشته اکثرا نمناک بوده اند ولی این نمناک بودن با توجه به عبور جریان هوا از مجاورت کف و دیوار های نم زده اینجا اثر مثبتی دارد و کمک دیگری برای تبخیر بیشتر و خنک تر شدن محیط می باشد . بر همین اساس اگر کف زیرزمین را هم که معمولا با آجر های سنتی پوشیده شده بود گاهگاهی آبپاشی می کردند هوای بسیار مطلوب تری را می توانستند داشته باشند.

۲ - **افزایش سرعت باد:** کار دیگری که بادگیر انجام می دهد افزایش سرعت باد است. اگر دقت کنید در حالیکه سرعت باد در بیرون ساختمان کم و یا حتی نامحسوس باشد در اتاق زیر بادگیر وزش باد محسوس است. چرا ؟ در این مورد باید

توضیح بدهیم که حجم هوایی که وارد هر دهنه بادگیر می شود برابر است با سرعت هوا ضربدر سطح آن دهانه که همین حجم هوای ورودی باید از کانال های خروجی بادگیر خارج شود و چون سطح مقطع کانال های خروجی کمتر از سطح مقطع دهنه های ورودی است طبیعتاً سرعت هوا باید افزایش پیدا کند تا همان حجم هوای اولیه به داخل ساختمان منتقل شود. به عنوان مثال اگر سطح مقطع بادگیر مربع باشد و ارتفاع هر دهنه را  $1$  و نیم برابر عرض آن در نظر بگیریم سطح آن دهنه معادل  $1$  و نیم برابر کل سطح مقطع بادگیر می شود در حالیکه سطح کانال های مربوط به همین دهنه بسته به نوع بادگیر بین  $1$  دوم تا  $1$  چهارم سطح مقطع بادگیر می باشد یعنی سطح هر دهنه تقریباً  $3$  تا  $6$  برابر سطح کانال های خروجی مربوط به آن دهنه هست در نتیجه برای عبور حجم هوای ورودی از کانال های داخلی سرعت آن باید به همین میزان افزایش پیدا کند که این افزایش سرعت هوا یا باد کمک بسیار مفیدی است برای تبخیر بیشتر، چه از روی پوست بدن چه از روی سطح آب حوضچه یا سطوح نمدار زیرزمین و در نتیجه خنک تر شدن بیشتر هوای داخلی و همچنین پوست بدن. بنابراین هر چه ارتفاع دهانه های بادگیر بیشتر در نظر گرفته شود سطح مقطع آن بزرگتر و در نتیجه سرعت وزش باد در محل خروجی بادگیر بیشتر می شود. البته این توضیح نیز باید داده شود که میزان افزایش سرعت هوا بستگی به اندازه های متفاوت دهنه ها و مقاطع بادگیرها دارد و الزاماً معادل عدد های ذکر شده نیست.

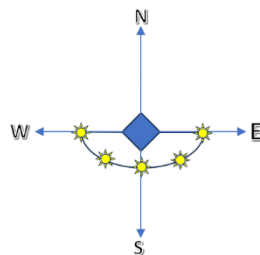
**۳ - جنس مصالح :** هر چقدر در ساختمان بادگیر از مصالحی که حرارت کمتری جذب می کنند استفاده شود بازدهی بادگیر بالاتر خواهد بود به همین دلیل است که استفاده از مصالحی مانند خشت و آجر که بیشتر عایق حرارت هستند در ساختمان بادگیر ارجحیت دارد.

**۴ - تعداد کانال ها و تیغه های داخلی :** در حالیکه در مناطق کویری در روز دما تا بیشتر از  $4$  درجه سانتیگراد بالا میرود در شب دما بسیار پایین و فقط در حد چند درجه سانتیگراد است. این دمای پایین باعث می شود که در شب دیواره ها و مخصوصاً تیغه ها و سطوح داخلی بادگیر سرمای زیادی را جذب و ذخیره کنند و در نتیجه در روز بعد که هوا جریان پیدا می کند از مجاورت تیغه ها و دیواره های داخلی که در شب قبل سرد شده اند رد شده و خنک تر شود. به همین علت است که هر چه تعداد تیغه ها، کانال ها و کلا سطوح داخلی بیشتر باشد مقدار سرمای جذب شده در شب بیشتر می شود و در نتیجه مدت بیشتری در روز بعد طول می کشد تا سرمای خود را از دست بدهند.

۵- **ارتفاع بادگیر** : ارتفاع بیشتر بادگیر سه اثر مهم در کارکرد بهتر بادگیر دارد اول اینکه هر چه ارتفاع بادگیر از سطح پشت بام بیشتر باشد حرارتی که از بازتاب غیر مستقیم تشعشع آفتاب به سازه های مجاور به بادگیر می رسد کمتر است دوم اینکه سرعت باد در ارتفاع بعلت عدم وجود موانع ساختمانی بیشتر است و سوم اینکه با افزایش ارتفاع بادگیر ، مقدار سطوح داخلی بادگیر خصوصا در قسمت ساقه افزایش پیدا می کند و در نتیجه در شب امکان ذخیره سرمای بیشتری در دیواره ها و تیغه های داخلی وجود خواهد داشت.

۶- **جهت بادگیر** : جهت ساخت و قرار گرفتن دهنه های بادگیر نیز بسیار مهم و به دو عامل اصلی بستگی دارد : جهت وزش باد و جهت تابش آفتاب . در بادگیر های یک طرفه یا دو طرفه ، جهت دهنه های ورودی آنها باید حتما در جهت وزش باد باشند اما در بادگیر های چهار طرفه این الزام وجود ندارد چون باد از هر طرف که بوزد توسط بادگیر به داخل ساختمان هدایت می شود ولی این بادگیر ها نیز عمدتا در جهت باد غالب (عمدتا شمال غرب) ساخته شده اند چون در این حالت فقط دهنه یک طرف بادگیر در جهت باد قرار می گیرد و کل باد توسط فقط یک دهنه و با حداقل اصطکاک جذب شده و در نتیجه بادگیر بیشترین بازدهی را خواهد داشت .

در مورد جهت تابش آفتاب نیز باید این توضیح را بدهیم که چون موقعیت جغرافیایی شهر های کویری ایران حدودا در مدار سی درجه شمالی قرار دارد خورشید در یک مسیر مستقیم از شرق به غرب حرکت نمی کند بلکه با یک انحراف بطرف جنوب و در یک مسیر منحنی از شرق به غرب مطابق شکل زیر حرکت می کند .



بنا براین در صورتی که بادگیر در جهت باد شمالغرب ساخته شود در طول روز ابتدا دهنه های شمال شرقی و جنوب شرقی سپس فقط دهنه جنوب شرقی بعد دهنه های جنوب شرقی و جنوب غربی بعد فقط دهنه جنوب غربی و در آخر دهنه جنوب غربی و شمال غربی در معرض تابش آفتاب قرار می گیرند. به این ترتیب دهنه های جنوبی یعنی دهنه جنوب شرقی و دهنه جنوب غربی بیش از سایر دهنه ها در معرض تابش آفتاب هستند . اما دهنه شمال شرقی فقط در ساعات اولیه روز

و دهنه شمال غربی فقط در ساعات پایانی روز در معرض تابش هستند که در نتیجه مقدار گرمای جذب شده توسط آنها کمتر از دهنه های دیگر است. اما در صورتی که بادگیر کاملا در جهت شمال و جنوب ساخته شود دهنه شمالی آن هیچگاه در معرض تابش آفتاب قرار نمی گیرد و اگر جهت وزش باد هم شمالی باشد مسلما بازدهی بادگیر بهتر خواهد بود که البته این وضعیت به ندرت مشاهده شده است .

### سیکل کامل کار بادگیر :

پس از توضیحات بالا در مورد فن آوری و نحوه کار بادگیر مراحل یک سیکل کامل کار یک بادگیر را در یک شبانه روز با فرض اینکه جهت آن به سمت شمال غرب باشد بررسی می کنیم :

کار بادگیر برعکس تصور همگان از شب شروع می شود نه در روز. در شب که تابش آفتابی وجود ندارد و هوا هم سرد می شود ابتدا تمام سطوح بادگیر گرمای جذب شده در طول روز گذشته خود را از دست می دهند و سپس به آرامی شروع به جذب سرمای هوای بیرون می کنند و مانند یک آکومولاتور یا انباره این سرمای شبانگاه را در خود ذخیره می کنند به نحوی که قبل از طلوع آفتاب سردی آن ها بسیار محسوس و در حد دمای هوای بیرون یعنی فقط چند درجه سانتی گراد است. صبح هنگام که آفتاب از طرف شرق طلوع می کند دهنه های شرقی در معرض آفتاب قرار می گیرند و در نتیجه هوای داخل آنها آرام آرام شروع به گرم شدن می کنند و این باعث می شود که هوای داخل کانال های این دهنه ها طبق اصول ترمودینامیک بطرف بالا حرکت کند (حتی اگر هیچ وزش بادی وجود نداشته باشد). بیرون آمدن هوای داخل ساختمان از داخل این کانال ها باعث می شود که در دهنه های غربی که در جهت خلاف تابش آفتاب هستند کاهش فشار بوجود بیاید و در نتیجه هوا از داخل کانال های مجاور آنها بطرف پایین حرکت کند هوایی که هم خودش خنک است و هم از مجاورت سطوح سرد شده بادگیر در شب قبل عبور میکند در نتیجه یک جریان تهویه مطبوع بوجود می آید که بر اثر آن از همان ابتدای صبح از یک طرف هوای تازه و خنک وارد ساختمان می شود و از طرف دیگر آن هوای گرم خارج می شود. این وضعیت تا حوالی ظهر که تابش آفتاب بیشترین شدت خود را دارد ادامه دارد و بعد از گذشت ساعتی از ظهر آفتاب نیز به دهنه های غربی می تابد و کم کم باعث گرم شدن هوای داخل آن ها و متوقف شدن ورود هوا می شود به همین دلیل از ظهر به بعد کیفیت کار بادگیر به آرامی پایین می آید تا به حداقل می رسد.

حال اگر باد بوزد چه اتفاقی می افتد. جهت وزش باد اگر از طرف شمال غربی باشد ، وزش آن در جهت مخالف تابش خورشید است و به دهنه ای هم می وزد که آفتاب تا ظهر گذشته به آن نمی تابد بنابراین وزش باد خود به خود جریان تهویه مطبوع یعنی ورود هوای خنک و خروج هوای گرم را تشدید می کند و بهترین بازدهی بادگیر ها نیز در این حالت است. اگر هم جهت باد از طرف شمال یا غرب باشد باز عمدتا به دهنه هایی می وزد که تقریبا در جهت مخالف تابش اشعه خورشید هستند یا شدت تابش آفتاب روی آنها کم است و در نتیجه باز عمل تهویه انجام می شود اما مسلم است که بازدهی بادگیر در این حالت ها کمتر از حالت قبل است.

پس از فرا رسیدن شب ، همانطور که قبلا گفته شد مجددا بدنه و کلیه سطوح بادگیر شروع به سرد شدن می کنند تا صبح روز بعد که دوباره با طلوع آفتاب سیکل بعدی کار بادگیر شروع شود.

### نکات کلی در مورد انواع بادگیر ها و ساختمان داخلی آنها :

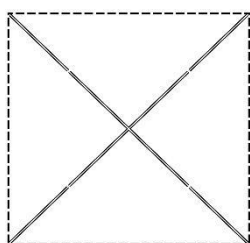
قبل از اینکه به مونتاژ ماکت بادگیر بپردازیم لازم است توضیحی در مورد انواع بادگیر بدهیم . بادگیر ها از لحاظ تعداد وجوهی که در معرض باد قرار می گیرند کلا به انواع یک طرفه ، دو طرفه ، چهار طرفه و شش یا هشت طرفه تقسیم می شوند که در بین این ها ، بادگیرهای چهارطرفه عمومیت بیشتری دارند چون بر عکس باد گیر های یک طرفه و دوطرفه که باید دهانه های آنان حتما در جهت باد قرارگیرند این قابلیت را دارند که باد از هرطرف که بوزد آن را به داخل کانال های خود هدایت کنند. بادگیرهای ۶ یا ۸ طرفه هم این قابلیت را دارند اما بعلت پیچیدگی بیشتر ساختمانی کمتر از آنها استفاده شده است. از لحاظ اجزای ساختمانی نیز این توضیح را باید بدهیم که در قسمت بالای بادگیرها ، قفسه بادگیر که شامل چهار دهنه در چهار طرف آن که محل ورودی هوا به داخل آن می باشند قرار دارد. این دهنه ها معمولا توسط تیغه هایی بنام بادشکن به چند قسمت تقسیم شده اند که گاه این قسمت های کوچکتر چشمه نامیده شده اند. دهنه هایی که روبروی باد قرار دارند اصطلاحا بادخور و دهنه هایی که در جهت مخالف باد قرار دارند اصطلاحا بادخان نامیده می شوند. در زیر قفسه بادگیر قسمت ساقه بادگیر قرار دارد که تا روی سقف ساختمان ادامه دارد و به فضای بیرون راه ندارد و صرفا محل قرارگیری کانال های هدایت هوا به داخل ساختمان می باشد. در زیر ساقه ، گاه تنوره ( فاصله بین سقف ساختمان تا سقف اتاق بادگیر ) و سپس اتاق بادگیر قرار دارد که معمولا حوضچه آبی نیز در کف این اتاق است. هوای ورودی به



بادگیر از مسیر کانال های آن داخل این اتاق شده و پس از عبور از روی حوضچه آب توسط یک درب یا دریچه و در بعضی ساختمانها با کانال کشی به قسمت های دیگر ساختمان یا تالار منتقل می شود. داخل همه بادگیرها تیغه هایی وجود دارند که چند وظیفه دارند که مهمترین آنها عبارتند از :

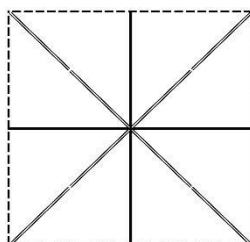
- تیغه هایی که وظیفه جلوگیری از فرار یا هدر رفت باد در قسمت قفسه بادگیر را دارند.
- تیغه هایی که وظیفه تشکیل کانال های داخلی برای هدایت هوا به داخل و خارج و همچنین تفکیک مسیر هوای گرم و سرد را دارند.

بر اساس نوع و محل این تیغه ها بادگیرها را به چهار تیپ به شرح زیر می توان تقسیم بندی کرد:



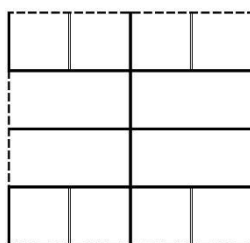
مقطع تیپ ۱

تیپ ( ۱ ) : بادگیرهایی که فقط شامل دو تیغه قطری هستند که این تیغه ها هم وظیفه جلوگیری از فرار باد در دهنه ها را دارند و هم کانال های اصلی داخلی توسط آنها تشکیل شده است مانند بیشتر بادگیرهایی که در بنادر مناطق جنوبی ایران قرار دارند .



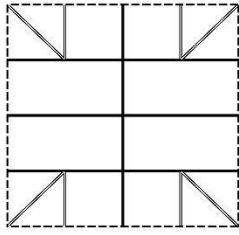
مقطع تیپ ۲

تیپ ( ۲ ) : بادگیرهایی که ضمن داشتن تیغه های قطری کانال کشی داخلی آنان توسط تعدادی تیغه طولی و عرضی انجام شده است و به این طریق فضای داخلی آنها به ۴ کانال تقسیم شده است .



مقطع تیپ ۳

تیپ ( ۳ ) : بادگیرهایی که تیغه های قطری ندارند و کانال کشی داخلی آنان توسط تعدادی تیغه طولی و عرضی ( صلیبی ) انجام شده است ولی برای جلوگیری از فرار باد در قسمت قفسه اجباراً چشمه های کناری را در دو وجه مقابل مسدود و بقولی کور کرده اند .



مقطع تیپ ۴

۴) : بادگیرهایی که مشابه بادگیر های تیپ ۳ , کانال کشی داخلی آنان توسط تعدادی تیغه طولی و عرضی انجام شده است ولی برای جلوگیری از فرار باد در چشمه های مجاور گوشه های بادگیر از تیغه های قطری کوچک استفاده شده است .

در اینجا لازم به توضیح است که ماکت حاضر طوری طراحی شده که با آن می توان بدون استفاده از چسب بارها و بارها نمونه هر چهار تیپ بادگیر را ساخت و در حین ساخت نه تنها با ساختمان و طرز کار بادگیر های چهار طرفه, بلکه خود بخود با طرز کار سایر بادگیرها مانند بادگیر های یک و دو طرفه که ساختمان ساده تری دارند آشنا شد. حال به مراحل ساخت ماکت های بادگیر می پردازیم .

## مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۱ :

ابتدا قطعات بادگیر را جدا کنید . این قطعات همه کد گذاری شده اند و سعی کنید که ابتدا قطعاتی را که با کد های مشابه نامگذاری شده اند پهلوی هم بچینید و سپس به ترتیب زیر شروع به ساخت ماکت کنید .

۱ - ابتدا قطعه **A** ۲ را برداشته و روی قطعه **A** ۱ قرار دهید بطوریکه شیار های آنان روبروی هم قرار گیرد سپس زبانه های چهار قطعه **B** را که دیواره های حوضچه کف بادگیر می باشند داخل شیار های وسطی آن ها قرار داده تا ساختمان کف بادگیر کامل شود.

۲ - کف بادگیر را روی میز بگذارید و قطعات **C** ۱ تا **C** ۴ را بترتیب شماره در حالیکه نقوش و کد های آن ها بطرف بیرون باشند روی آن سوار کنید بطوریکه زبانه هر قطعه داخل یکی از شیار های قطعه کف قرار گیرد ( دقت کنید که بعلت متفاوت بودن اندازه های هر قطعه حتما آنها را به ترتیب شماره از ۱ تا ۴ نصب کنید ) پس از نصب این قطعات چهار دیواره دارید که بطور زاویه دار و کمی مورب نسبت به سطح قطعه کف قرار گرفته اند .

۳ - با کمک دست این چهار دیواره را بهم نزدیک کنید و دو قطعه کش را که داخل جعبه می باشد دور دیواره ها بیندازید ( یک کش در قسمت قفسه و کش دیگر در قسمت ساقه بادگیر ) بطوریکه که دیواره ها توسط این کش ها بهم بچسبند و کاملا بهم جفت شوند ( در صورت جفت نشدن دقت کنید که زبانه پایینی همه قطعات باید کاملا در شیار مربوطه قرار گرفته باشد ) . در اینجا مشاهده می کنید که بدنه اصلی بادگیر مرکب از چهار دیواره تشکیل شده است . در قسمت بالا قفسه بادگیر قرار دارد که شامل چهار دهنه در چهار طرف آن می باشد که هوا باید از محل دهنه ها وارد شود و در قسمت پایین ساقه قرار دارد که به فضای بیرون راه ندارد . اما مشاهده می کنید که اگر ساختمان بادگیر فقط همین باشد باد از هر طرف که به قفسه بادگیر بوزد از طرف مقابل خارج می شود و طبیعتا بداخل ساختمان نمی رود . برای جلوگیری از این کار یعنی در حقیقت برای جلوگیری از فرار باد نیاز است که داخل قفسه بادگیر به نحوی تیغه کشی شود که بتواند همه باد را جذب و به داخل ساختمان هدایت کند که در مرحله بعدی متوجه چگونگی انجام این کار می شوید .

۴ - ابتدا قطعه **R** را بطور عمودی در بالا و در جهت قطر مربع سطح بالا قرار دهید بطوریکه شیار آن در بالای قطعه قرار داشته باشد سپس این قطعه را بداخل و بطرف پایین بلغزانید اما بدلیل اینکه زبانه های آن به لبه های بالایی دیواره ها گیر

می کنند لازم است دیواره ها را کمی به طرف بیرون هل دهید تا زبانه ها هم رد شوند و بعد حرکت قطعه به طرف پایین را ادامه دهید تا زمانیکه با شنیدن یک صدای کلیک مطمئن شوید که قطعه در جای خود قرار گرفته است. سپس قطعه **S** را بطور عمودی بطوریکه شیار آن در پایین قطعه قرار داشته باشد در جهت قطر دیگر مربع سطح بالا قرار داده و با همین روش آن را هم نصب کنید .

۵ - کش قسمت بالا را جابجا کرده و در قسمت ساقه قرار دهید سپس قطعه **L** را برداشته و از بالا بدور بدنه انداخته و آرام به پایین هل دهید تا روی زبانه های مربوطه قرار گیرد . بهمین ترتیب قطعات **M** و **N** را روی آن نصب کنید .

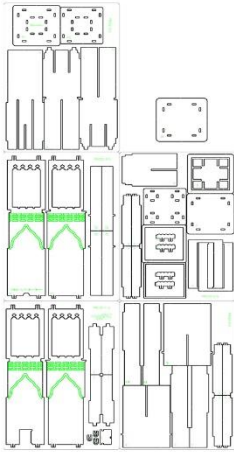
۶ - قطعه **K** را بطور افقی و در بالا روی تیغه های قطری بگذارید.

۷ - قطعه **O** را که مربوط به سقف است روی دیواره ها نصب کنید به نحوی که زبانه های دیواره ها داخل شیار های آن قرار گیرد و به همین منوال قطعات **P** و **W** را به ترتیب روی آن نصب کنید .

۸ - درب بادگیر را که با کد **E** مشخص شده است با استفاده از لولاهای آن در محل خود نصب کنید . برای این کار ابتدا دو لولای درب را با زاویه نود درجه روی زبانه های آن سوار کنید و سپس در حالیکه درب عمود بر دیواره های بادگیر قرار داشته باشد لولا ها را در محل شیار های مربوط به آنها روی دیواره قرار داده و به آرامی آنها را فشار دهید تا در محل خود قرار گیرند .

پس از این مرحله بادگیر تیپ ۱ کامل شده است و همانطور که مشاهده می کنید تیغه های قطری طوری قرار گرفته اند که باد از هر طرف که بوزد راهی جز ورود به داخل بادگیر را ندارد و این مزیت بزرگ بادگیر های چهارطرفه است که جهت باد از هر طرف که باشد حتی اگر عمود بر یک دهنه نباشد توسط یک یا دو دهنه آن را جذب کرده و به داخل کانال های خود هدایت می کنند.

این بادگیر که ساختمان ساده تری نسبت به سایر بادگیر ها دارد از نوع بادگیرهایی است که در شهر ها و بنادر جنوبی ایران مانند بندر لافت یا بوشهر استفاده می شود و وظیفه آن هدایت باد خنکی که از سطح دریا می وزد بداخل ساختمان است.

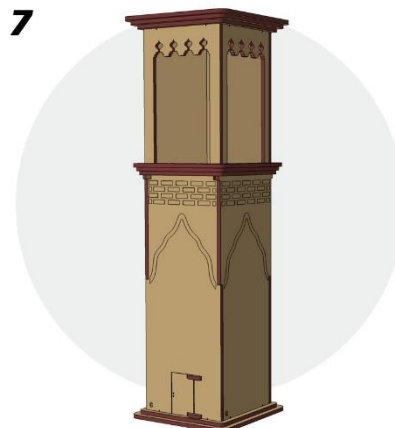
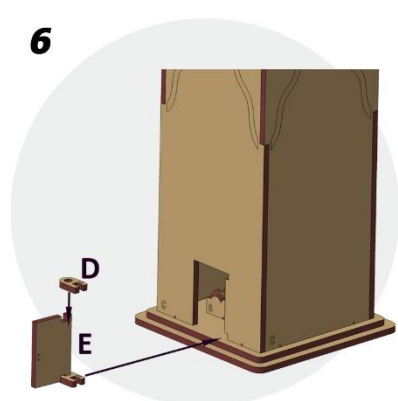
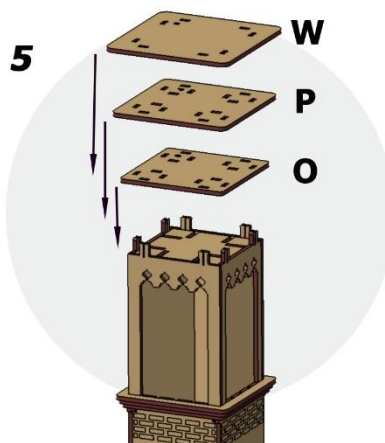
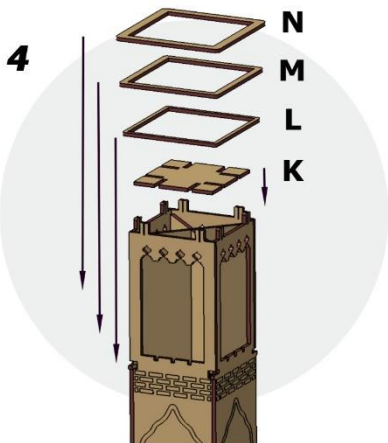
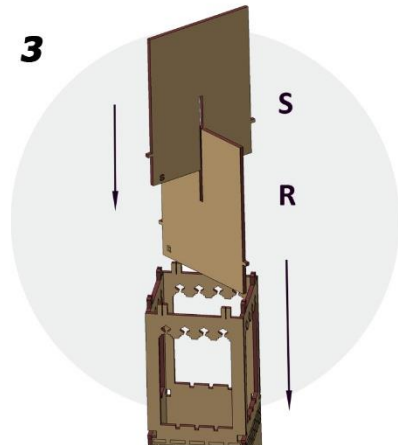
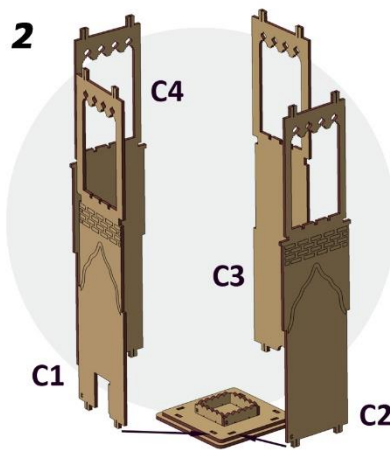
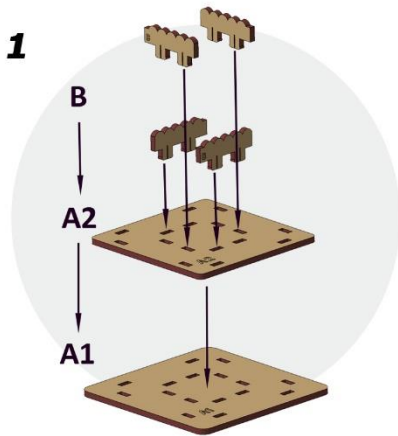


## ماکت بادگیر تیپ ۱

کد محصول: PB022

### دستورالعمل مونتاژ:

پس از جدا کردن قطعات از صفحه چوبی، طبق حروفی که در اشکال دیده می شود قطعات را به هم متصل نمایید  
 برای استحکام دیواره ها در هنگام مونتاژ می توانید از کش موجود در جعبه است استفاده نمایید.  
 نیاز به استفاده از چسب در ساخت ماکت نیست.  
 برای راهنمایی بیشتر می توانید با استفاده از QR code فوق، فیلم آموزش مونتاژ محصول را مشاهده نمایید.



## مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۲ :

۱ - مراحل ۱ تا ۴ بادگیر قبلی را برای این بادگیر تکرار کنید .

۲ - در این تیپ فضای داخل بادگیر به کمک چهار تیغه با کدهای **T** و **U** فضای داخل بادگیر به چهار کانال مساوی با مقطع مربع تقسیم می شود . برای این کار ابتدا یک قطعه **T** را برداشته و در حالیکه کد آن در قسمت پایین آن و بیرون زدگی پایین آن بطرف محل تقاطع دو تیغه قطری باشد و بیرون زدگی بالای آن بطرف یکی از دیوارها قرار داشته باشند از بالا داخل بادگیر نمایید . اما بدلیل پهنای بیشتر این قطعه در قسمت پایین آن ، باید ابتدا قطعه را با زاویه ۴۵ درجه نسبت به یکی از دیوارها قرار داده و دیواره مجاور آن را کمی بطرف بیرون فشار دهید تا قطعه براحتی داخل شود و در آخر آن را بچرخانید تا بر دیواره عمود شود سپس با کمک انگشتان دست دیگر بیرون زدگی بالایی آن را در محل شکاف وسط دهنه دیوار در محل خود چفت نمایید . به همین ترتیب قطعه دیگر **T** و دو قطعه **U** را نصب کنید تا این عمل فضای داخل بادگیر به ۴ کانال اصلی داخلی تقسیم شود .

۳ - قطعه **K** را بطور افقی روی سقف کانالها بگذارید .

۴ - حال موقع نصب پایه ها یا بعبارتی بادشکن های بادگیر می باشد که وظیفه کمک به استحکام بنا و زیبایی بنا را نیز بعهده دارند . (این قطعات با کد **V** مشخص شده اند ) ابتدا یکی از قطعه های **V** را از بالا در حالیکه زبانه آن بطرف بالای بادگیر و کد آن بطرف پایین باشد و بیرون زدگی طولی آن بطرف دیواره بادگیر باشد داخل یکی از شیارهای قطعه **K** نموده و در حالیکه دیواره مجاور آن را بطرف بیرون هل داده اید این قطعه را بطرف پایین بلغزانید تا لبه پایین آن در شکاف کوچک دهنه دیواره قرار گرفته و قطعه کاملاً در محل خود چفت شود. به همین ترتیب ۷ قطعه دیگر **V** را در محل خود نصب کنید.

۵ - مراحل ۵ و ۷ و ۸ بادگیر تیپ ۱ را برای این بادگیر هم انجام دهید .

پس از این مرحله بادگیر تیپ ۲ کامل شده است . مشابه بادگیر قبلی اگر به قسمت بالایی بادگیر دقت کنید می بینید که تیغه های قطری طوری عمل می کنند که باد از هر طرف بوزد مواجه با یک یا دو دهنه بادگیر می شود و در حالیکه تیغه های قطری راه هدر رفت آن را بسته اند اجباراً بداخل بادگیر هدایت می شود و در داخل نیز چهار کانال اصلی تشکیل شده است که اگر قطعه کف را جدا کنید این چهار کانال از پایین قابل مشاهده هستند .

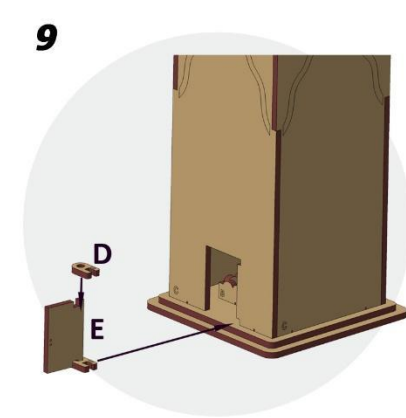
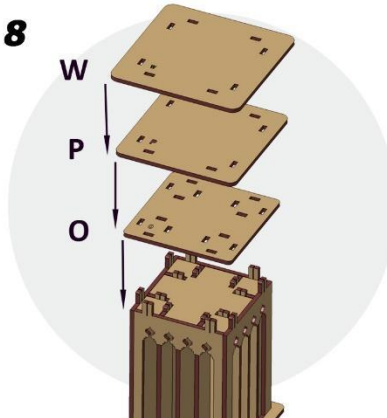
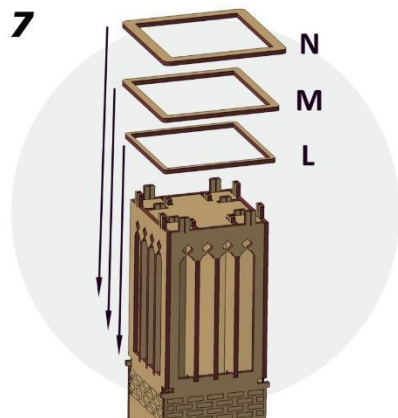
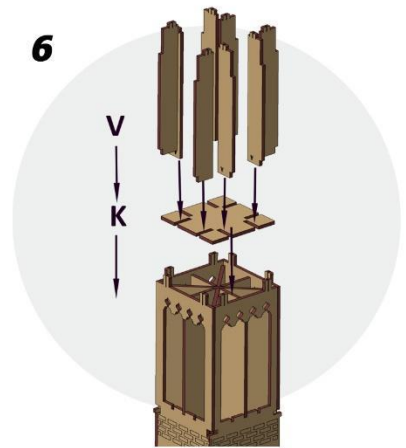
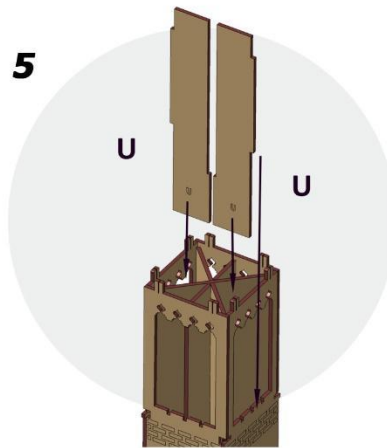
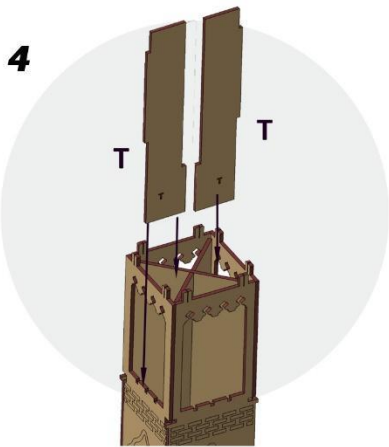
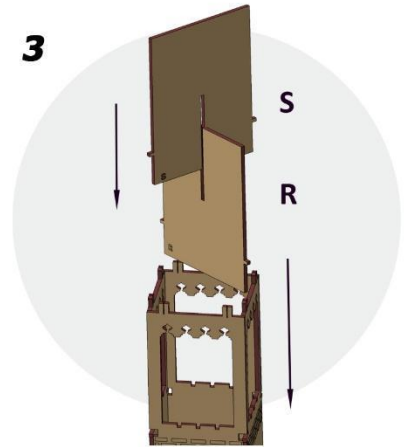
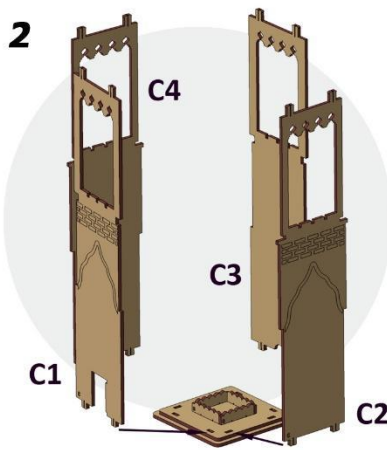
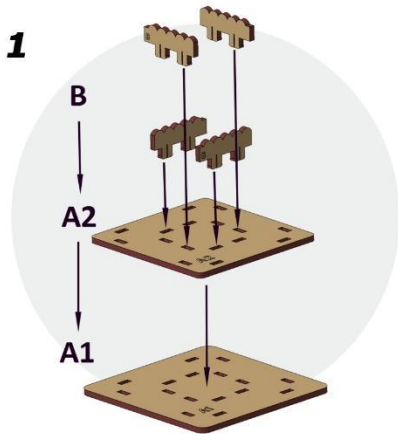
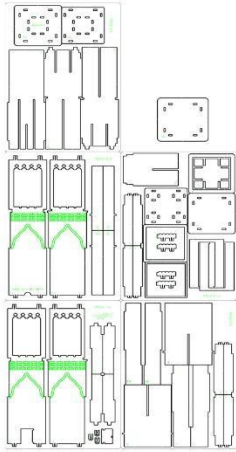


## ماکت بادگیر تیپ ۴

کد محصول: PB022

### دستورالعمل مونتاژ:

پس از جدا کردن قطعات از صفحه چوبی، طبق حروفی که در اشکال دیده می شود قطعات را به هم متصل نمایید.  
برای استحکام دیواره ها در هنگام مونتاژ می توانید از کش موجود در جعبه است استفاده نمایید.  
نیاز به استفاده از چسب در ساخت ماکت نیست.  
برای راهنمایی بیشتر می توانید با استفاده از QR code فوق، فیلم آموزش مونتاژ محصول را مشاهده نمایید.



## مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۳ :

۱ - مراحل ۱ تا ۳ بادگیر تیپ ۱ را برای این بادگیر انجام دهید .

۲ - در این نوع بادگیر که ابتدا کانال های داخلی ساخته می شود بعد راه های فرار باد مسدود می شود. ابتدا قطعه **F** را بطور عمودی از بالا و در حالیکه کد آن بطرف پایین و قسمت پهن تر آن بطرف بالا باشد طوری داخل بادگیر نمایید که سطح بالایی را به دو قسمت مساوی تقسیم کند و بیرون زدگی های دو طرف نیز در محل شکاف های دهنه های دیواره های دو طرف آن قرار گیرند. البته برای اینکار لازم است که ابتدا دو دیواره مقابل را کمی بطرف بیرون هل دهید. پس از این کار مشاهده می کنید که سطح بالای بادگیر به دو مستطیل مساوی تقسیم شده است.

۳ - بادگیر را نود درجه بچرخانید و یکی از قطعه های **G** را بطور عمودی از بالا و در حالیکه کد آن بطرف پایین و قسمت پهن تر آن بطرف بالا باشد طوری داخل بادگیر نمایید که شیار پایین آن داخل یکی از شیار های بالایی و جانبی قطعه **F** و زبانه های دو طرف آن نیز مشابه قطعه قبلی در داخل شکاف های دهنه های دیواره های دو طرف آن قرار گیرند. همین عمل را برای قطعه دوم **G** نیز انجام دهید تا فضای داخل بادگیر به ۶ کانال تقسیم شود.

۴ - حال موقع نصب پایه ها یا بادشکن ها می باشد. ابتدا قطعه **H** را بطور عمودی از بالا و در حالیکه کد آن بطرف پایین و قسمت پهن تر آن بطرف بالا باشد طوری داخل بادگیر نمایید که شیار پایین آن داخل شیار میانی قطعه **F** قرار گیرد و زبانه های دو طرف آن نیز مشابه قطعه قبلی در داخل شکاف های دهنه های دیواره های دو طرف آن قرار گیرند. سپس یکی از قطعه های با کد **I** را از بالا در حالیکه بیرون زدگی آن بطرف داخل بادگیر و کد آن بطرف پایین باشد داخل یکی از شیار های جانبی یکی از قطعه های **G** نموده و در حالیکه دیواره را کمی بطرف بیرون هل داده اید این قطعه را بطرف پایین بلغزانید تا لبه پایین آن در شکاف کوچک دهنه دیواره قرار گرفته و قطعه کاملا در محل خود جفت شود. سه قطعه دیگر **I** را نیز به همین ترتیب داخل شیارهای دیگر قطعه های **G** قرار دهید .

پس از نصب این قطعات مشاهده می کنید که در قسمت قفسه دهنه های هر طرف بادگیر به چهار چشمه برای ورود باد تقسیم شده است اما نکته ای که وجود دارد این است که چشمه هایی که در گوشه های بادگیر قرار دارند از هر دو طرف



باز هستند و در نتیجه بادی که وارد این چشمه ها می شود از چشمه کناری آن خارج می شود و به داخل هدایت نمی شود. برای رفع این اشکال لازم است که راه فرار باد در هر دهنه به ترتیب زیر مسدود و بسته شود .

۵- قطعه **J** را از بالا و حتما موازی سطح قطعه **F** و در حالیکه کد آن در پایین آن قرار دارد چسبانده به یکی از دیواره های اصلی بادگیر باید وارد بادگیر کنید اما بدلیل اینکه این قطعه دو زبانه داخلی دارد برای جلوگیری از گیر کردن زبانه های آن به قطعات **G** باید دو بازوی کناری این قطعه را با انگشتان دو دست گرفته و کمی بطرف بیرون بکشید، دیواره ها را هم کمی عقب بدهید و سپس این قطعه را چسبیده به دیواره آرام بطرف پایین فشار دهید تا با شنیدن صدای کلیک مطمئن شوید که در جای خود قفل شده است . همین کار را برای قطعه دوم **J** و در طرف مقابل نیز انجام دهید .

پس از نصب این دو قطعه مشاهده می کنید که کلیه راه های فرار باد بسته شده است و این بادگیر نیز مشابه بادگیر های قبلی باد را از هر طرف که بوزد جذب و توسط کانال های داخلی خود به داخل ساختمان هدایت می کند . اگر دقت کنید می بینید که دو دهنه مقابل به چهار چشمه با عمق مساوی تقسیم شده اند و دو دهنه دیگر دو چشمه مسدود دارند اما دو چشمه دیگر آنها عمقی معادل دو برابر چشمه های دو دهنه قبلی دارند و در نتیجه حجم هوای ورودی به هر چهار دهنه مساوی است ،

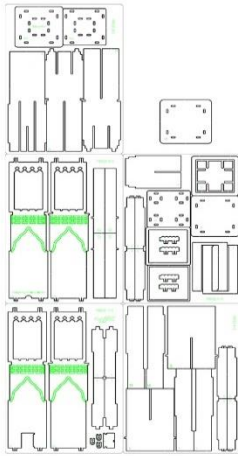
۶- مراحل ۵ و ۶ و ۷ و ۸ بادگیر تیپ ۱ را برای این بادگیر هم انجام دهید .

پس از این مرحله بادگیر تیپ ۳ کامل شده است.



## ماکت بادگیر تیب ۳

کد محصول: PB022

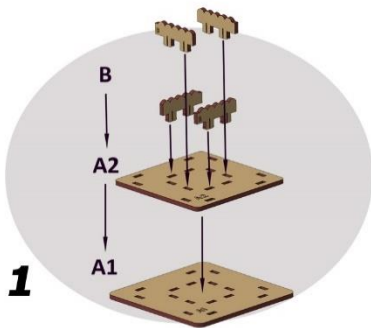


### دستورالعمل مونتاژ:

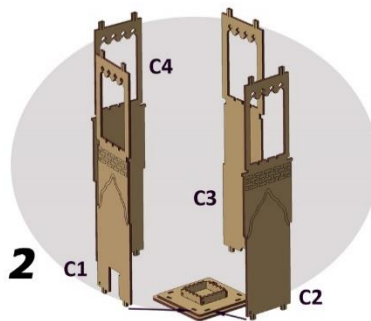
پس از جدا کردن قطعات از صفحه چوبی، طبق حروفی که در اشکال دیده می شود قطعات را به هم متصل نمایید  
برای استحکام دیواره ها در هنگام مونتاژ می توانید از کش موجود در جعبه است استفاده نمایید.

نیاز به استفاده از چسب در ساخت ماکت نیست.

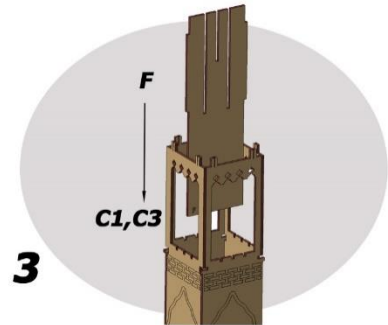
برای راهنمایی بیشتر می توانید با استفاده از QR code فوق، فیلم آموزش مونتاژ محصول را مشاهده نمایید.



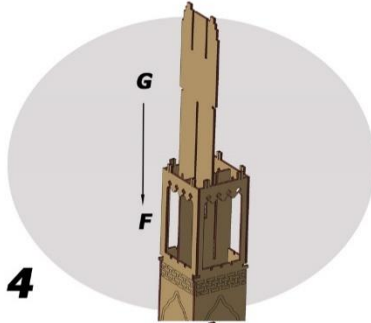
1



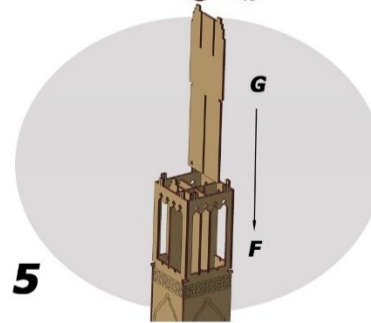
2



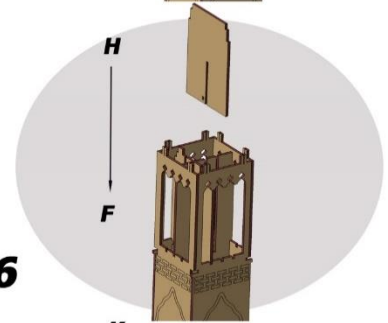
3



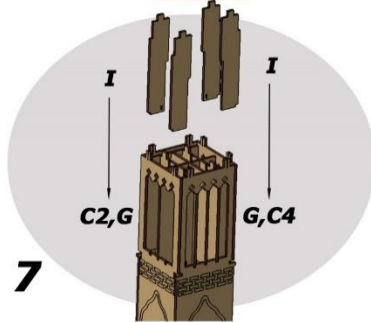
4



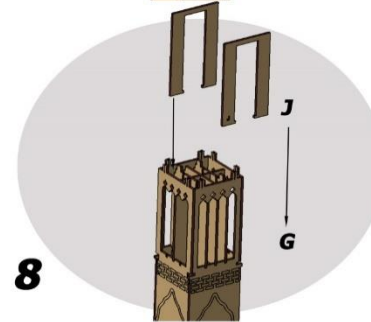
5



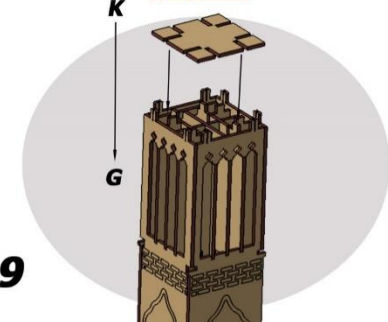
6



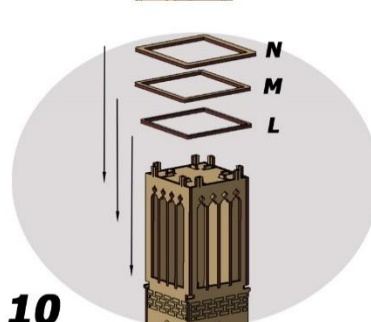
7



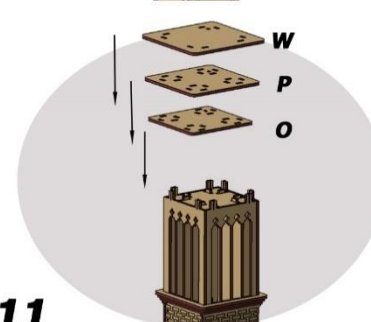
8



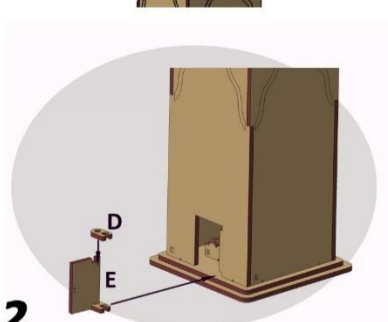
9



10



11



12

## مراحل ساخت ماکت بادگیر تیپ ۴ :

۱ - مراحل ۱ تا ۴ بادگیر تیپ ۳ را برای این بادگیر انجام دهید .

۲ - قطعه Q را از بالا در حالیکه کد آن در پایین و زبانه کوچک آن بطرف کنج بادگیر قرار دارد از یکی از کنج های بادگیر در جهت قطر یکی از مربع های تشکیل شده بطور آرام وارد کنید تا در محل خود قرار گرفته و قفل شود . البته برای اینکار لازم است که ابتدا دو دیواره مجاور را کمی بطرف بیرون کج کنید . به همین ترتیب چهار قطعه دیگر را در کنج های دیگر بادگیر نصب کنید . پس از نصب این چهار قطعه مشاهده می کنید که کلیه راه های فرار باد در این بادگیر نیز بسته شده است.

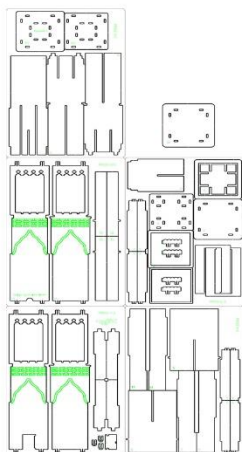
۳ - مراحل ۵ و ۶ و ۷ و ۸ بادگیر تیپ ۱ را برای این بادگیر هم انجام دهید .

پس از این مرحله بادگیر تیپ ۴ کامل شده است.



## ماکت بادگیر تیپ ۴

کد محصول: PB022

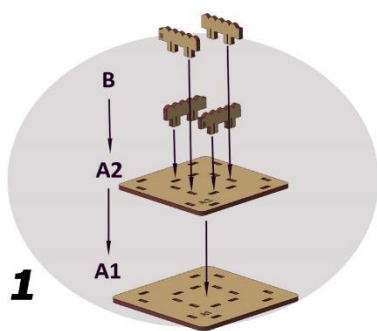


### دستورالعمل مونتاژ:

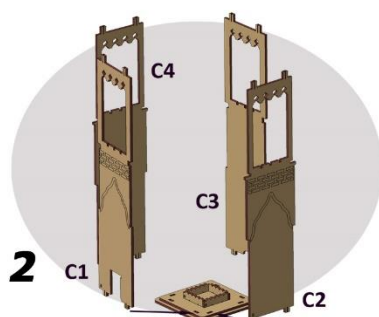
پس از جدا کردن قطعات از صفحه چوبی، طبق حروفی که در اشکال دیده می شود قطعات را به هم متصل نمایید  
برای استحکام دیواره ها در هنگام مونتاژ می توانید از کش موجود در جعبه است استفاده نمایید.

نیاز به استفاده از چسب در ساخت ماکت نیست.

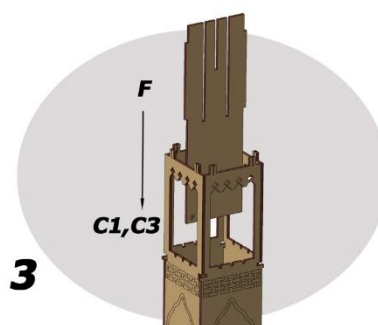
برای راهنمایی بیشتر می توانید با استفاده از QR code فوق، فیلم آموزش مونتاژ محصول را مشاهده نمایید.



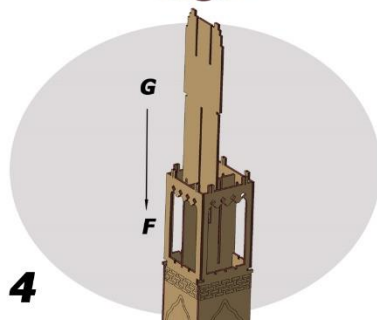
1



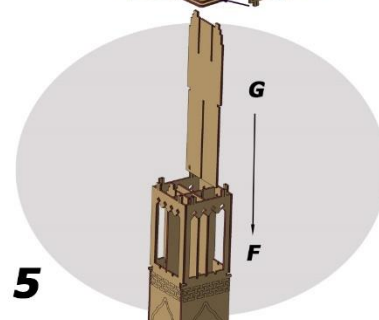
2



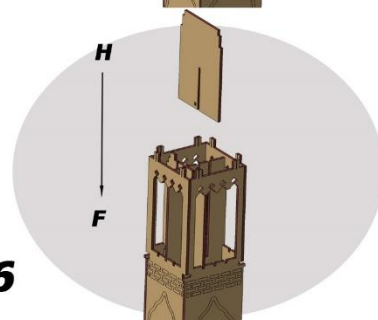
3



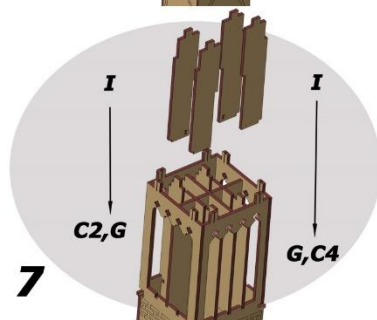
4



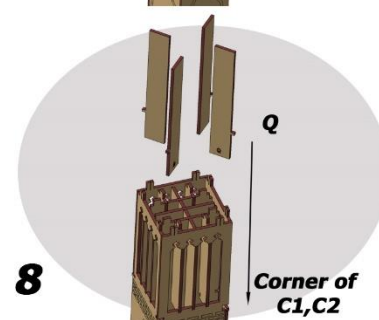
5



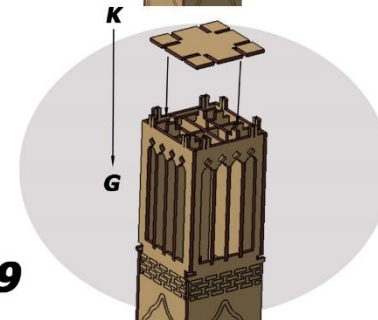
6



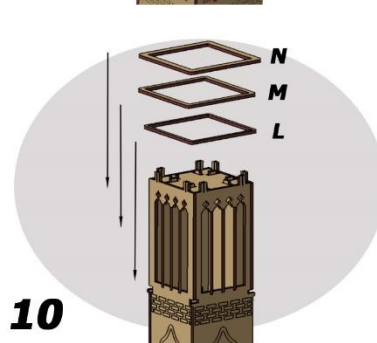
7



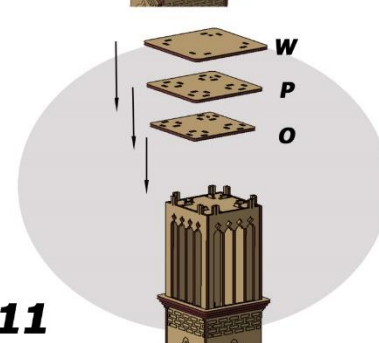
8



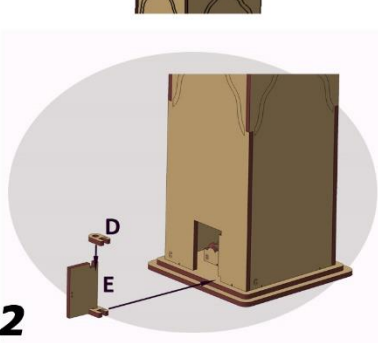
9



10



11



12