



# 01 ABSTRACT

## چکیده

چکیده:  
مجموعه کارگاه‌های سازه‌های فضایی فرم آزاد با هدف تحقیق و تمرین در میان دو حوزه سازه‌های فرم آزاد و روش‌های یکپارچه طراحی و ساخت رایانشی برگزار می‌گردد.

هر یک از این برنامه‌های آموزشی به یک روش و فن خاص در راستای ساخت سازه‌های فرم آزاد می‌پردازد. این کارگاه با بررسی سازه‌های فرم آزاد پارچه‌ای تلاش نموده تا در زمان سه هفته سازه‌ای پوسته‌ای کامپوزیتی را طراحی کرده و بسازد. در

این مسیر دانشجویان در ابتدا با مطالعه مصالح و شناخت رفتار آن‌ها روش‌هایی را چیز توسعه فرم ایجاد نموده‌اند. سپس، با استفاده از ابزار ساخت دیجیتال طراحی خود را توسعه داده و در مقیاس واقعی تولید کرده‌اند. سازه نهایی پس از مدلسازی رایانه‌ای به وسیله‌ی پارچه و کابل و با استفاده از اعمال نیرو فرم یابی شده، سپس به وسیله‌ی رزین پلی استر و الیاف شیشه مستحکم شده است.

Abstract:  
Freeform Space Structure Workshops are held for the purpose of research and practice the two areas of free form structures and computer integrated construction and design methods. Each of these training programs deals with a specific way of constructing free form structures. This workshop tried to design and construct a composite structure by examining free-form fabric structures. At first, students have created ways to develop the form by studying the materials and understanding their behavior. Then, they have developed their designs using digital fabrication tools and produced them on a real scale. After digital designing, the final fabric structure is formed by cable and then reinforced with polyester resin and fiberglass.

۳۰ آذر تا ۱۴ دی  
JANUARY 4 - DECEMBER 21



# 02 INTRODUCTION

## معرفی

معرفی:  
این کارگاه آموزشی با همکاری مجموعه خانه معمار ایران و کانون معماران معاصر، توسط خانه ساخت دیجیتال دانشگاه هنر، در دی ماه ۱۳۹۸ برگزار گردید. هدف از برگزاری این کارگاه تجربه طراحی و ساخت دیجیتال یکپارچه برای دانشجویان و آشنایی با ابزار و امکانات ساخت دیجیتال بوده است. به این منظور، طراحی و ساخت پاویونی در پارک پرستار شهر یزد در دستور کار قرار گرفت. این پاویون، با تکنیک ساخت پوسته های کامپوزیتی، و با استفاده از رزین پلی استر و الیاف شیشه ساخته شد. تستهای اولیه ساخت این پاویون به صورت تجربی و با استفاده از بررسی رفتار متریال بوده و در نهایت مدل دیجیتالی سازه برای ساخت ایجاد گردید. در این کارگاه ۲۰ دانشجو و ۶ مدرس حضور داشتند.

Introduction:  
The workshop was organized in collaboration with Iranian Architect House and Contemporary Architects Association, by Digital craft house at University of Art in December 2019. The purpose of this workshop was to provide students with an integrated digital design experience and familiarity with digital fabrication tools and facilities. For this purpose, the design and construction of a pavilion in the nurs park of Yazd was on the agenda. The pavilion, with the manufacturing techniques of composite shells, and was constructed using polyester resin and fiberglass. Initial tests for the construction of this pavilion were performed experimentally using material behavior, and at the end, the digital model of the structure was created for construction. This workshop was attended by 20 student and 6 teachers.



# 03 PROCESS

## فرآیند

فرآیند:  
در مرحله صفر کارگاه، پیش از شروع دوره آموزشی روش‌های مختلفی برای ساخت این نوع از سازه‌ها امتحان گردید و انواع مختلف پارچه از نظر رفتار کششی و الاستیک آن‌ها بررسی شدند. نهایتاً پارچه ریون برای تست‌های اولیه، و پارچه غواصی کشی برای سازه نهایی انتخاب شد. در تست‌های اولیه گچ بنایی به عنوان سخت کننده پارچه جاگیرین رزین پلی استر شد.

مرحله اول این کارگاه شامل دو بخش آموزش و تجربه بود. به گونه‌ای که در بخش آموزش به دانشجویان نرم‌افزار گرس‌هایپر به عنوان ابزار طراحی دیجیتال معرفی گردید تا توانند از بتناسیل‌های آن در طراحی خود استفاده نمایند. سپس در بخش تجربه از دانشجویان خواسته شد تا تلاش کنند با استفاده از پارچه یک سازه فرم آزاد یا قسمتی از آن را بسازند و با استفاده از گچ بنایی فرم خود را ثابت کنند. در این قسمت دانشجویان موفق شدند تا چندین مدل اولیه مقاومت طراحی نمایند.

در مرحله بعد، دانشجویان با مصالح مورد استفاده در سازه اصلی آشنا شده و پرتوتایپ‌های نهایی را تولید کردند.

در آخرین مرحله یک اثر با رای دانشجویان انتخاب گردید و در مقیاس واقعی ساخته شد.

### Process:

In the zero phase of the workshop, different methods of fabrication of these types of structures and different types of fabrics were tested for their elastic behavior. As a result of this process, raven fabric was selected as the desired prototyping material and tensile fabric for use in the final work. In the initial tests, the plaster was replaced by polyester resin as a fabric hardener. The first phase of the workshop consisted of two parts: training and experience. In the training section, students were introduced to the Grasshopper software as a digital design tool to realize their potential in design. Students were then asked in the experience section to try to create a free-form structure or part of it using fabric and plastered with white shell plaster. In this section, the students succeeded in designing several different prototypes. In the next step, Students were introduced to the materials used in the main structure and produced the final prototypes. In the last step, one work were selected by students' vote and were made on a real scale.





# 04 FINAL PRODUCT

## محصول نهایی

محصول نهایی:  
محصول این کارگاه پاویونی می‌باشد که در پارک پرستار شهر یزد اجرا شده است. این پاویون از یک سازه پارچه‌ای فرم آزاد تشکیل شده که توسط کابل نگهداشته می‌شود. سپس با استفاده از رزین پلی استر و الیاف شیشه سازه ثبیت گردیده و کابل‌ها باز شده‌اند.

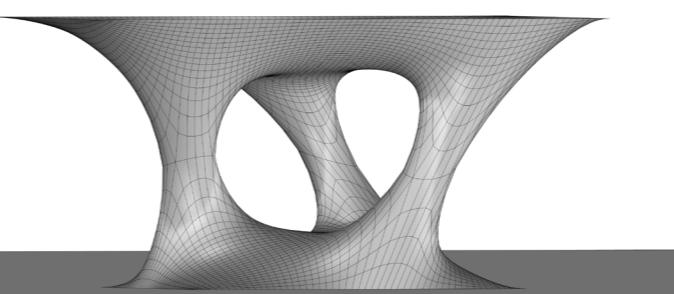
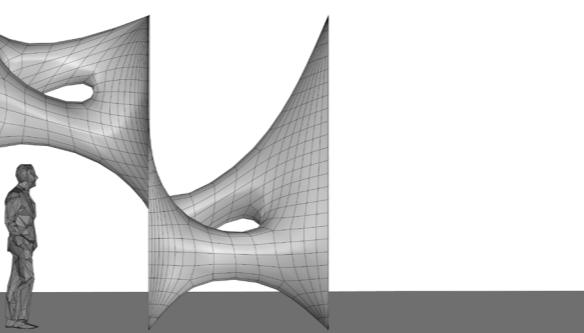
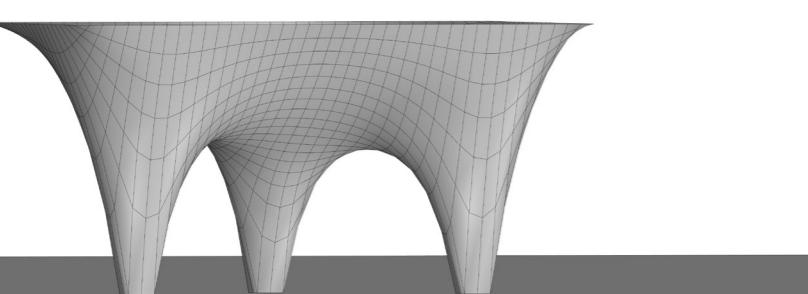
در ابتدا این فرم در ابعاد کوچکتر ساخته شده، سپس با توجه به محل قرارگیری پاویون و محدودیت‌های ساخت، به طرح مورد نظر منتج شده است. برای ساخت این پاویون از دو قطاع پارچه با قالب‌یات کشسانی تقریباً یکسان در هر دو جهت تار و پود به ابعاد ۲ متر در ۲ متر برای قسمت پایین و ۳ متر در ۴ متر برای پوشش سقف استفاده گردید. در محل اتصال سطون‌ها بر اساس مدل دیجیتالی تهیه شده از پاویون، سوراخ‌هایی ایجاد شد و با استفاده از صفحات فلزی سوراخدار، قسمت بالا و پایین سازه به هم دوخته شدند.

### Final product:

The first product of this workshop is the pavilion that placed in the Nurse Park of Yazd city. The pavilion consists of a free-form fabric structure held by a cable. At the end, the structure is stabilized using polyester resin and fiberglass, then cables removed.

At first, this form was made in smaller dimensions, then, depending on the location of the pavilion and the construction restrictions, the final design was achieved. To make this pavilion we used two pieces of fabric with almost the same elasticity in both directions. Dimensions of each piece are  $2*2\text{ m}^2$  for the base and  $3*4\text{ m}^2$  to cover the top. At the junction of the columns, holes were made based on the digital model of the pavilion, and the upper and lower parts of the structure were sewn together using punched metal plates.





مقاآم سازی پارچه با استفاده از رزین پلی استر و الیاف شیشه ۴۵۰ گرمی در حداقل ۴ لایه

ستون ها تکمیل گردیده. سپس تمام سطح سازه

به وسیله ی GFRP مقاآم سازی شده است.

پس از ایجاد مسیر ستون ها، به وسیله پارچه فرم

ستون ها تکمیل گردیده. سپس تمام سطح سازه

به وسیله ی GFRP مقاآم سازی شده است.

تقویت مقاومت خشکی ستون ها با استفاده از

میگر.

Flexural reinforcement of GFRP columns with

rebars.

Fabric reinforcement using polyester resin and 450 g fiberglass in at least 4 layers.

After creating the path of the columns, their form is completed by the fabric. Then the entire surface of the structure is reinforced with GFRP.



