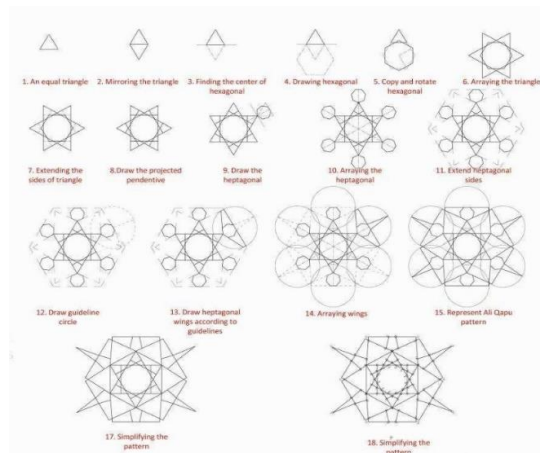
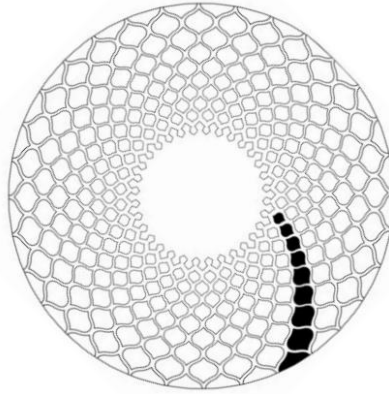


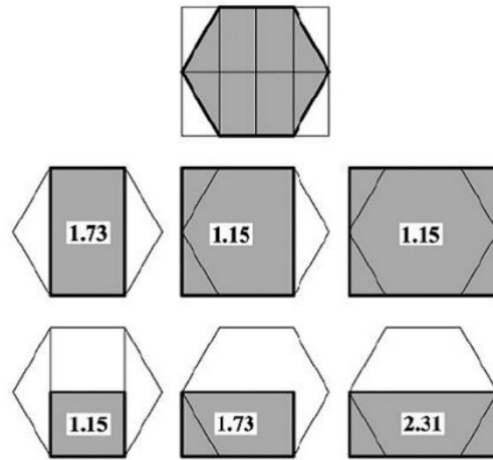
شکل ۱. سیر تحول کاروانسراهای حیاطدار ایران؛ منبع: (Kavian, & gholami, 2016: 65)



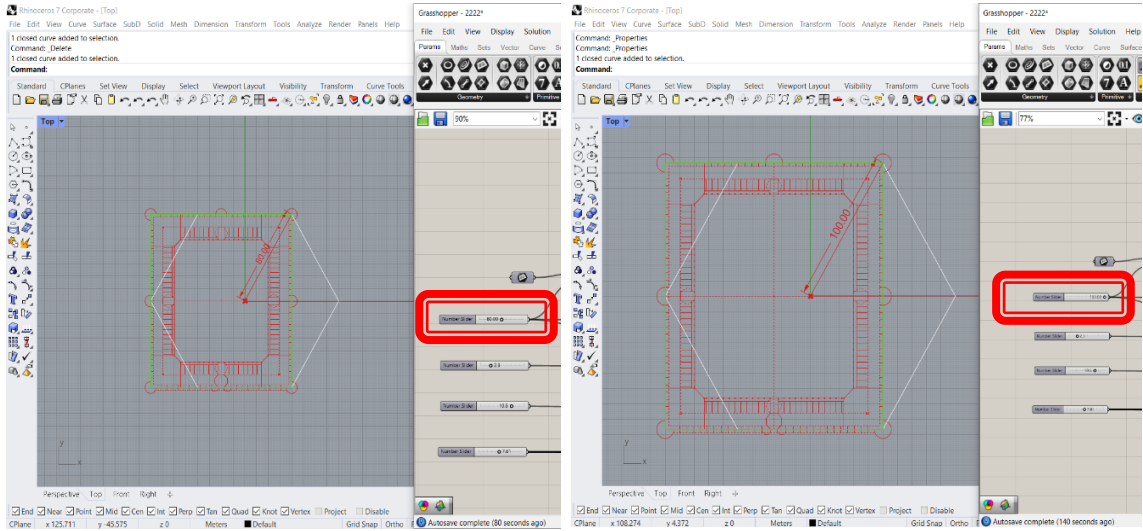
شکل ۲. الگوهای سنتی که قابلیت تبدیل شدن به الگوی هوشمند و پارامتریک شدن را دارند؛ منبع: (Mahdavinejad, et al., 2012)



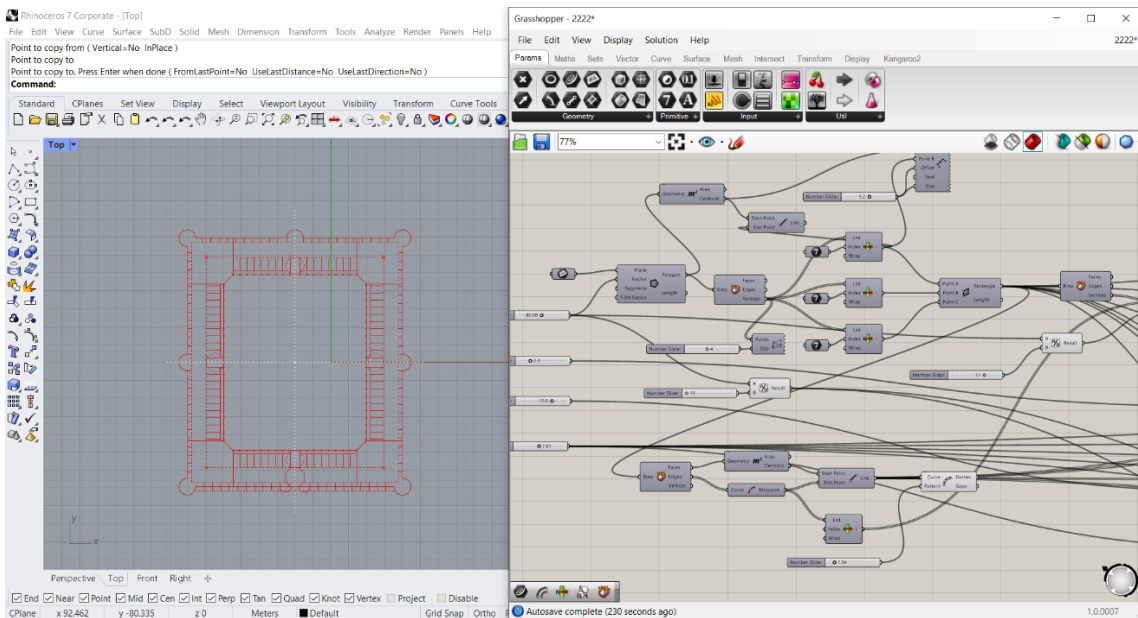
شکل ۳. هندسه آرایه داخلی مسجد شیخ لطف‌الله که از هندسه فراکتال پیروی می‌کند و بر اساس اصول معماری پارامتریک می‌توان بیان کرد؛ منبع: (Mostagni, & Alimardani, 2016)



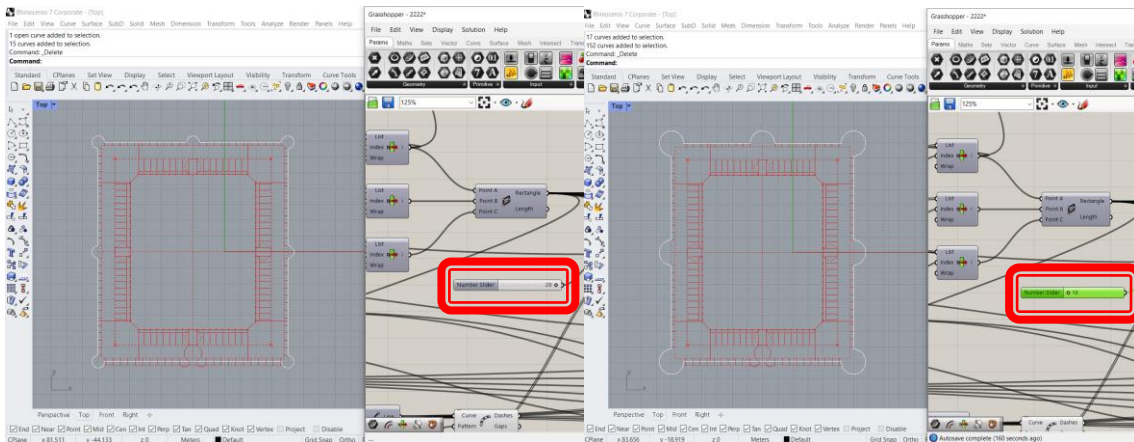
شکل ۴. استاد پیرنیا به کاربرد مستطیل محاط در شش ضلعی منتظم با تناسب $1/\sqrt{3} = 1.73$ و نیز مستطیل نصف آن با تناسب $1/\sqrt{3} = 1.15$ در طراحی خانه‌ها اشاره می‌نمودند؛ منبع: (Zakeri, et al., 2016)



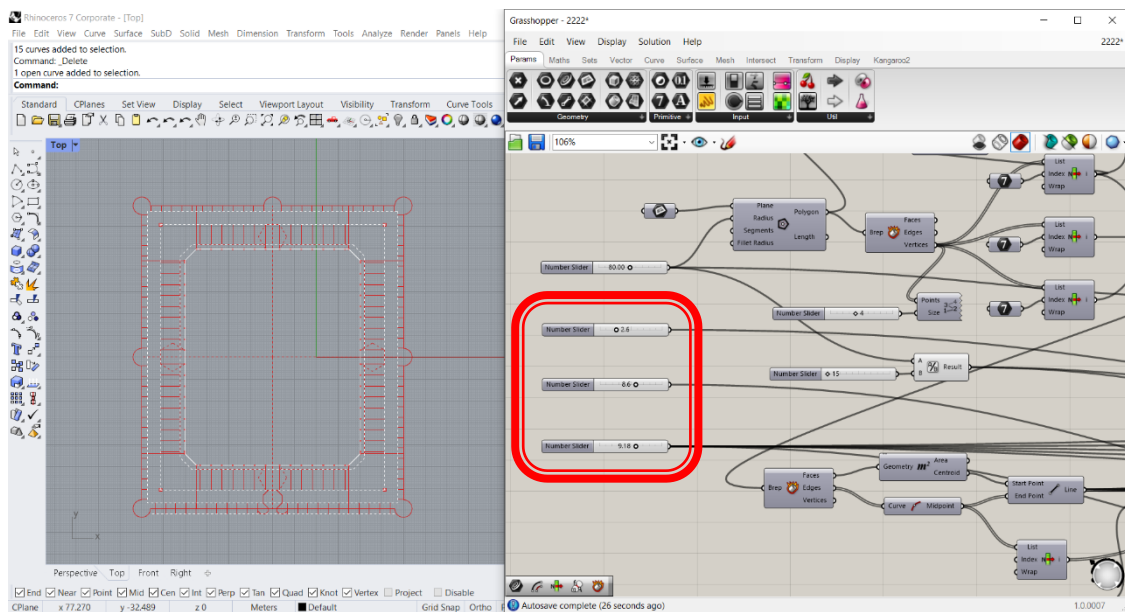
شکل ۵. دستور ترسیم مستطیل محاط در شش ضلعی با نسبت ۱.۱۵ پارامتر محاط در کادر قرمز رنگ تصویر اولین پارامتر شکل گیری طرح کلی است که در یک بازه معقول و تعریف شده وابسته به شعاع شش ضلعی منظم خواهد بود.



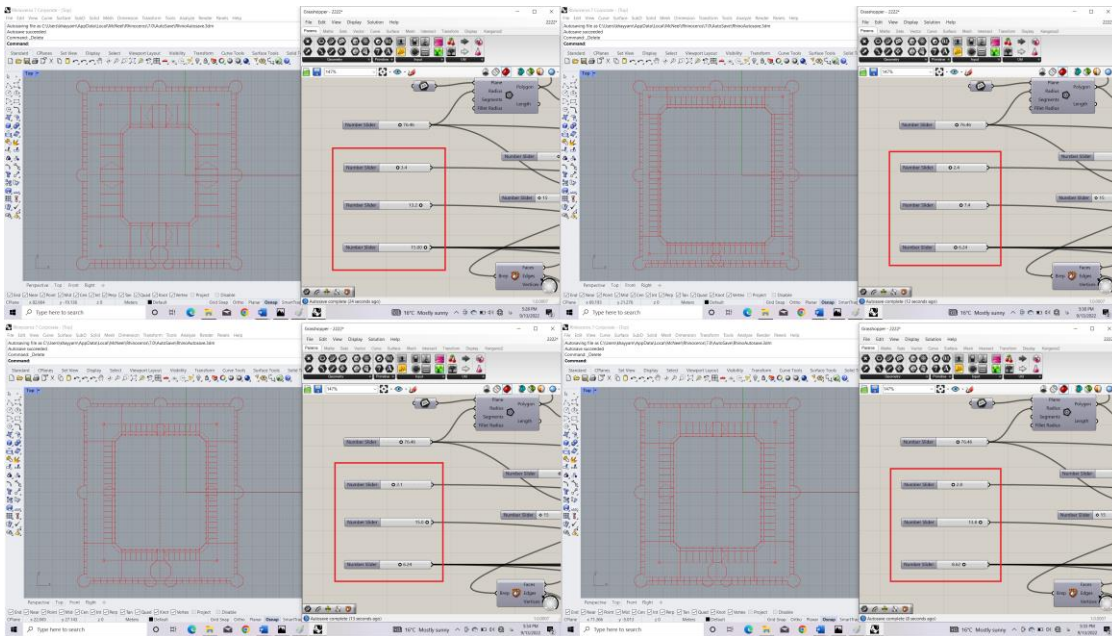
شکل ۶. دستور ترسیم محورهای عمود برهم مستطیل محاط در شش ضلعی (محورهای سفید رنگ تصویر)



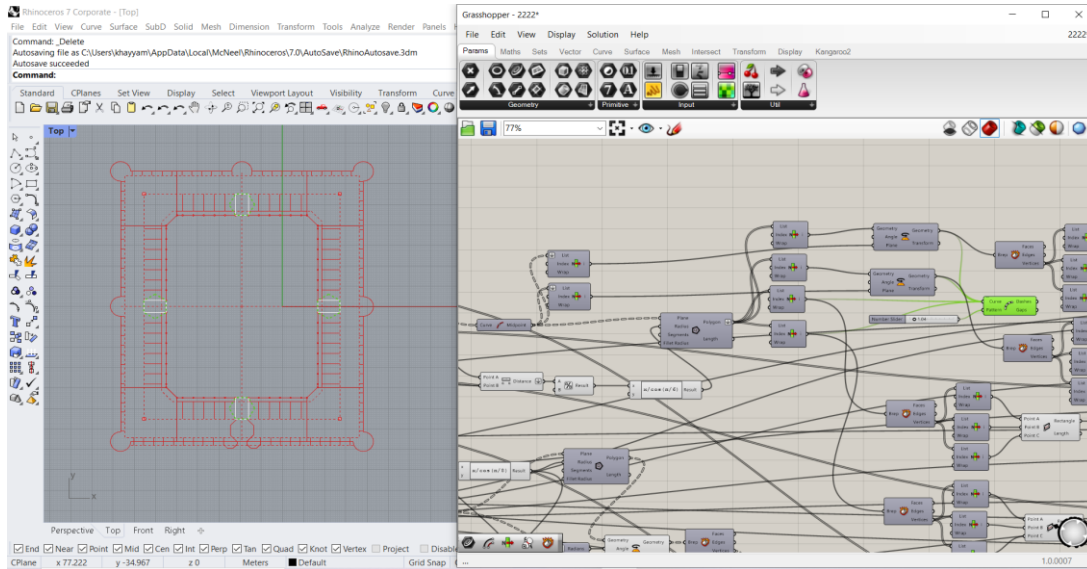
شکل ۷. دستور ترسیم برجک‌های دیدبانی با شعاع وابسته به نسبت اصلی مجموعه، سمت راست روی پارامتر ۲۰ و سمت چپ روی پارامتر ۱۰



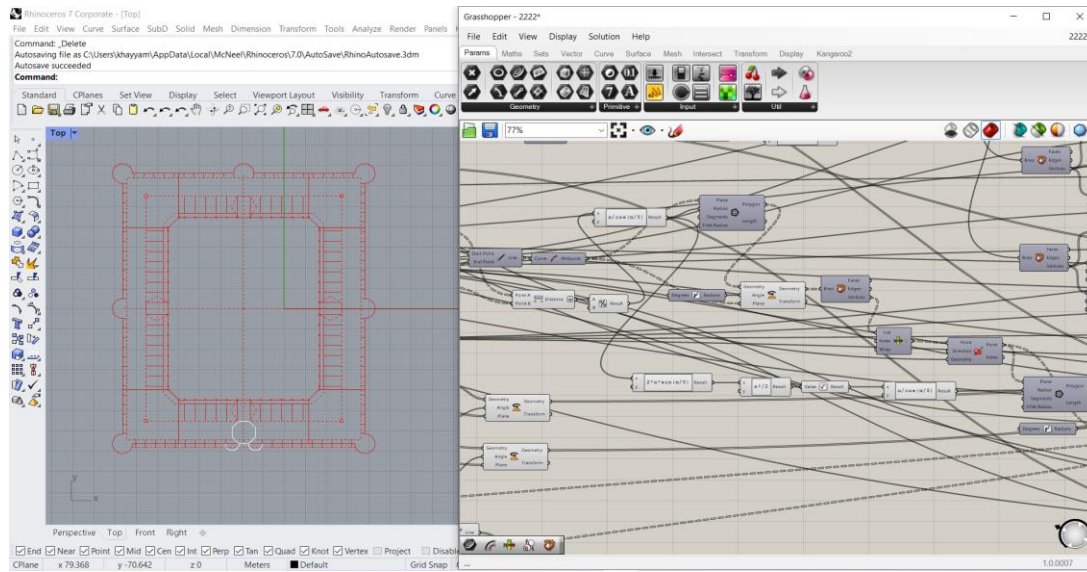
شکل ۸. تعیین آکس‌های طراحی مجموعه و ایجاد پارامترهای اصلی در طراحی پلان کاروانسرا، ایجاد سه آکس اصلی طراحی یعنی آکس اصطلب، حجره و حیاط مرکزی که هر کدام از پارامتر ویژه خود در بازه تعریف شده پیروی می‌کنند.



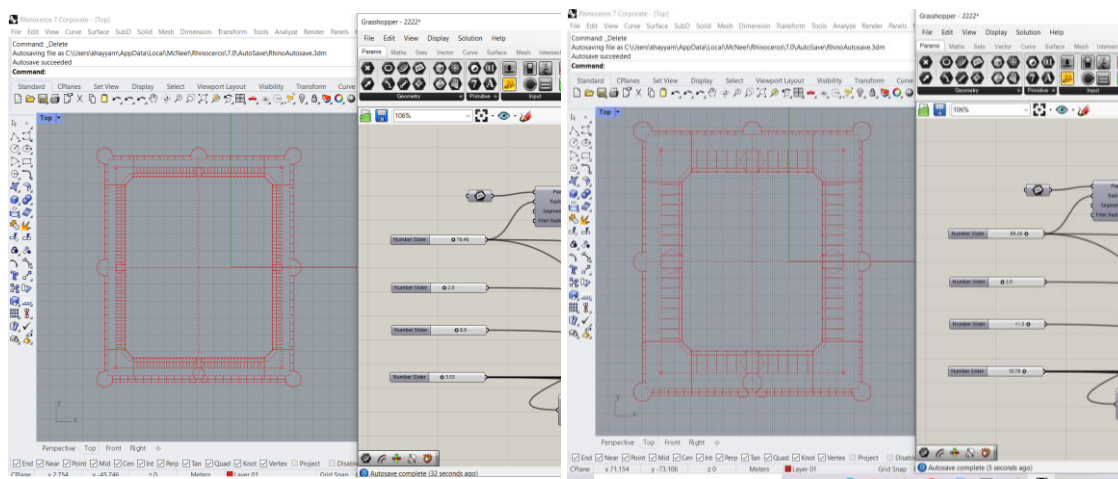
شکل ۹. نمایش چهار نمونه از طراحی پلان کاروانسرا با تعیین پارامتر سه آکس اصلی پلان



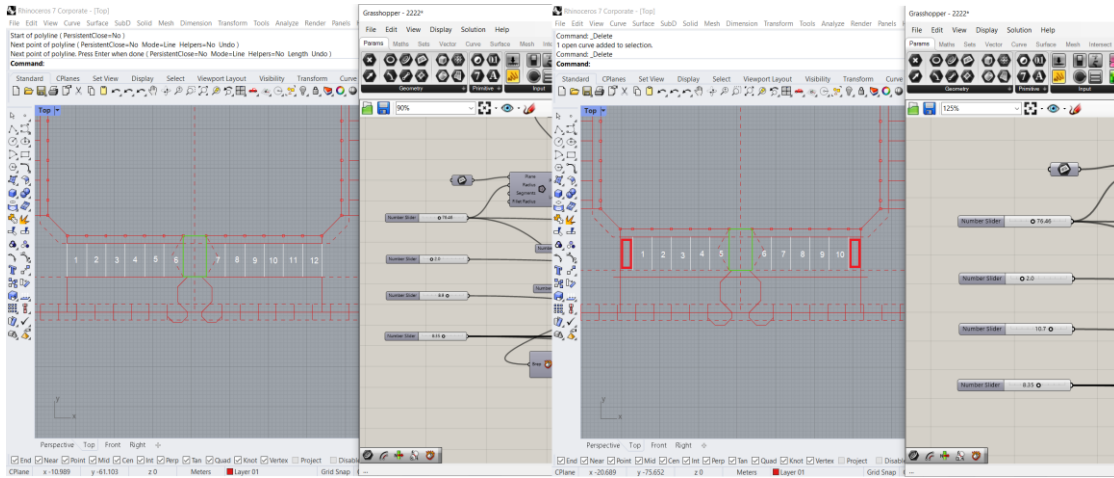
شکل ۱۰. دستور ترسیم و فرمول نویسی ایوان‌های مجموعه که تحت هیچ شرایطی و در هر پارامتری از تناسب طلایی ۱.۷۳ خارج نشوند.



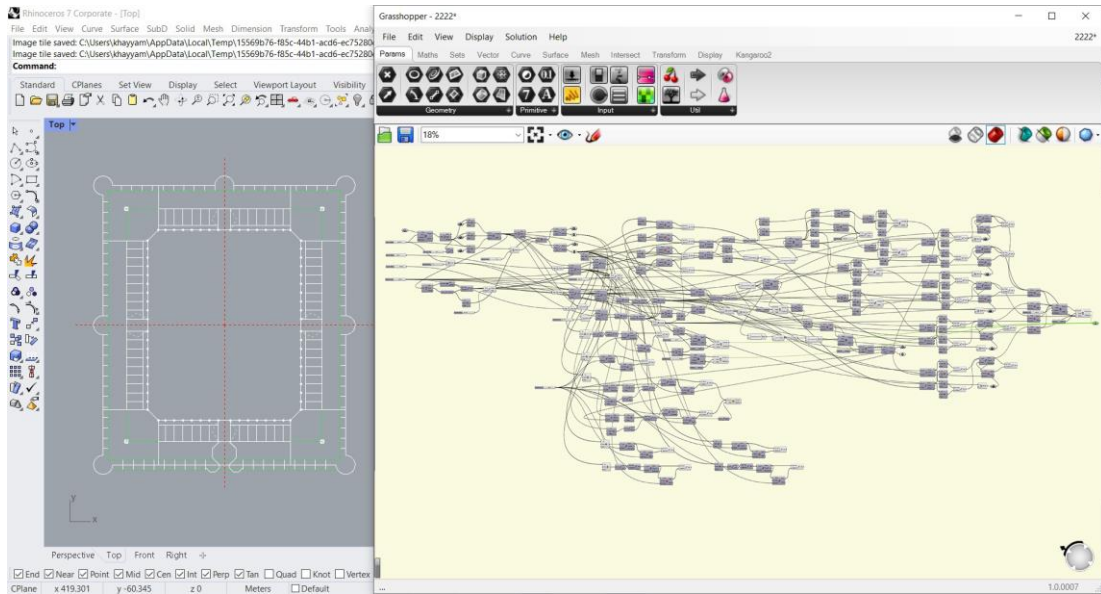
شکل ۱۱. دستور ترسیم و فرمول نویسی هشتی ورودی و برج‌های دیدبانی ورودی مجموعه که متناسب با تغییر پارامترهای دیگر می‌توانند با طرح تنظیم شده با پارامترهای مختلف سازگار شوند.



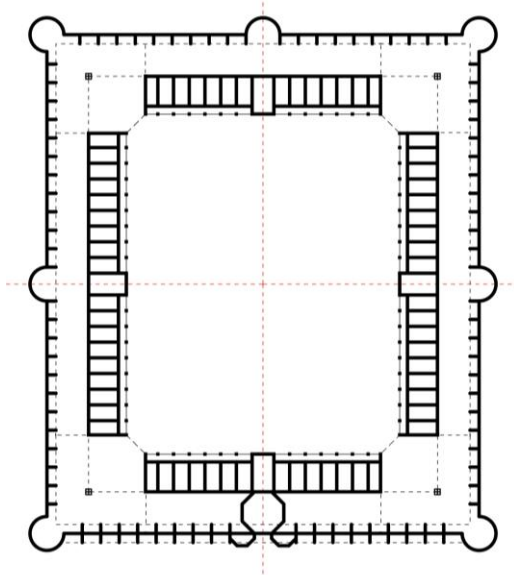
شکل ۱۲. همانطور که مشاهده می‌شود برنامه نویسی و طراحی حجره‌ها به صورتی است که با تغییر پارامترها تعداد حجره در ابعاد مشخص و متناسب تغییر می‌کند و کم و زیاد می‌شود.



شکل ۱۳. ضلع جنوبی و ورودی مجموعه، تصویر سمت چپ: طراحی بدون فضای پرت. تصویر سمت راست: طراحی با ایجاد فضای پرت.

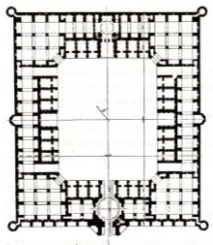
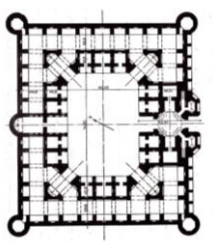
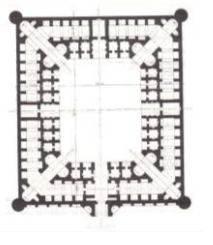
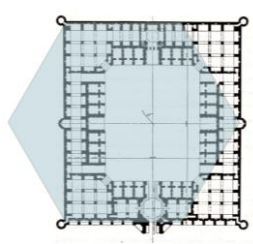
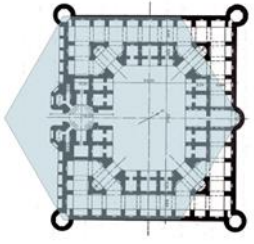
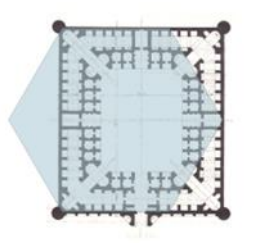
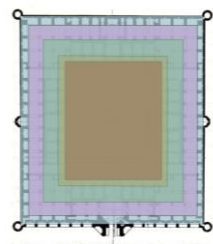
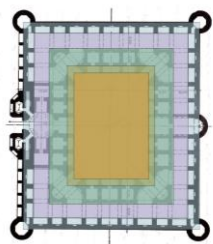
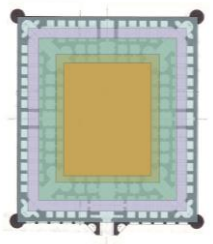
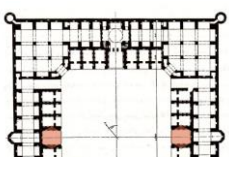
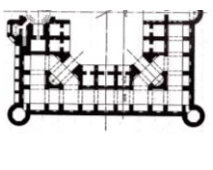
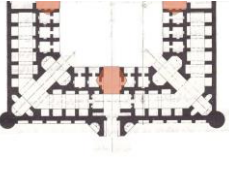


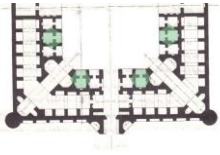
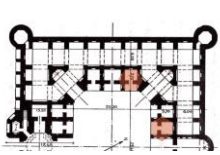
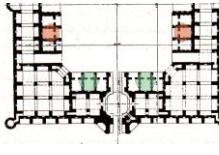
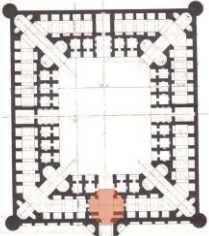
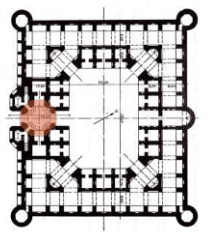
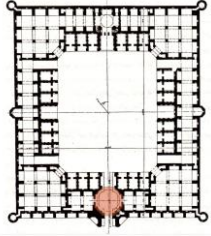
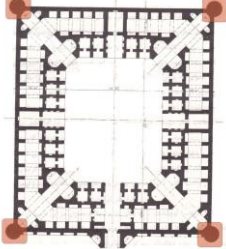
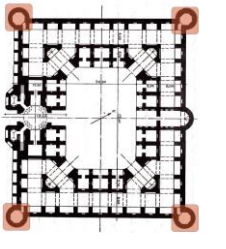
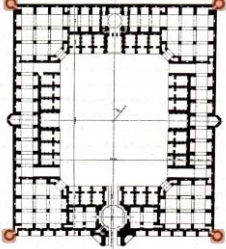
شکل ۱۴. دستور ترسیم جزئیات مجموعه و اتمام برنامه نویسی بدون در نظر گرفتن ضخامت خطوط و نمایشی از کل مراحل برنامه نویسی در محیط نرم افزار گرس هاپر برای طراحی پارامتریک پلان کاروانسراها.



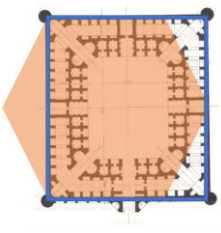
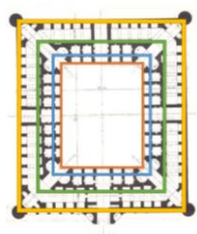
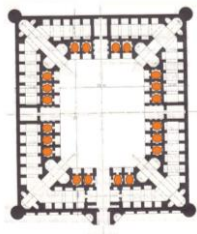
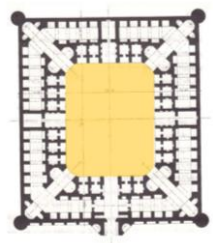
شکل ۱۵. کلیت پلان طراحی شده با در نظر گرفتن ضخامت خطوط طراحی

جدول 1. بررسی اصول و قوانین طراحی کاروانسراها با تحلیل نمونه‌های پژوهشی

| نمونه پژوهشی | کاروانسرای مادرشاه | کاروانسرای جم | کاروانسرای نطنز | توضیحات |
|---|--|--|--|---|
| پلان نمونه پژوهشی |  |  |  | هر سه کاروانسرای انتخابی از نوع برون شهری با حیاط مرکزی می‌باشد و از جمله کاروانسراهای تکامل یافته بحساب می‌آیند. |
| بررسی تناسبات طلایی در کلیت فرم پلان |  |  |  | هر سه کاروانسرا با اختلاف اندکی از تناسبات طلایی در ابعاد کلی پیروی می‌کنند. |
| | تناسب دقیق عددی = ۱.۱۷ | تناسب دقیق عددی = ۱.۱۳ | تناسب دقیق عددی = ۱.۱۵ | تناسب مبتنا = ۱.۱۵ |
| بررسی ترتیب قرارگیری کاربری‌ها و آکس‌بندی طراحی |  |  |  | هر سه نمونه از آکس‌بندی مشابهی در طراحی بهره برده‌اند. |
| | ترتیب آکس‌بندی از بیرون به داخل: دیوار استحکامات-سکوی اصطبل- راهروی اصطبل-حجره‌ها و ایوان‌ها- ایوانچه حجره‌ها-حیاط مرکزی | ترتیب آکس‌بندی از بیرون به داخل: دیوار استحکامات-سکوی اصطبل- راهروی اصطبل-حجره‌ها و ایوان‌ها- ایوانچه حجره‌ها-حیاط مرکزی | ترتیب آکس‌بندی از بیرون به داخل: دیوار استحکامات-سکوی اصطبل- راهروی اصطبل-حجره‌ها و ایوان‌ها- ایوانچه حجره‌ها-حیاط مرکزی | |
| بررسی تناسبات ایوان‌ها |  |  |  | پیروی ابعاد ایوان از تناسبات طلایی را می‌توان اصل طراحی در نظر گرفت. |
| | پیروی تناسبات ابعادی ایوان از تناسبات طلایی نزدیک به ۱.۷۳ | عدم پیروی تناسبات ابعادی ایوان از تناسبات طلایی | پیروی تناسبات ابعادی ایوان از تناسبات طلایی نزدیک به ۱.۷۳ | |

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| <p>پیروی ابعاد حجره‌ها و ایوانچه‌ها از تناسبات طلایی را می‌توان اصل طراحی در نظر گرفت.</p> |  |  |  | <p>بررسی تناسبات حجره‌ها و ایوانچه‌ها</p> |
| <p>هر سه نمونه دارای هشتی ورودی هستند. ورودی روی ضلع عرضی در الویت است.</p> |  |  |  | <p>بررسی نحوه ورودی (هشتی ورودی)</p> |
| <p>هر سه نمونه دارای برج‌های دیدبانی دایره‌ای شکل به شعاع متغیر هستند</p> |  |  |  | <p>بررسی قرارگیری برج‌های دیدبانی</p> |
| | <p>دارای برج‌های دیدبانی در چهار گوشه پلان</p> | <p>دارای برج‌های دیدبانی در چهار گوشه پلان</p> | <p>دارای برج‌های دیدبانی در چهار گوشه پلان</p> | |

جدول ۲. معرفی پارامترهای اصلی الگوریتم نویسی که با تغییر آن‌ها می‌توان ساختار پلان را ویرایش کرد.

| ردیف | پارامتر اصلی | معرفی پارامتر | محدوده تاثیر گذاری | بازه تناسبات | بازه پارامتر | تصویر |
|------|--------------------------------------|--|---|---|---|---|
| ۱ | تناسبات مستطیل طلایی در ابعاد کلی | طول و عرض کلی پلان کاروانسرا (شعاع شش ضلعی منتظم) | با تغییر این پارامتر می‌توان طول و عرض پلان کاروانسرا را در حالت وابسته بهم و محدود به پیروی از تناسبات مستطیل طلایی ایرانی ویرایش کرد. | $X = \text{نسبت طول به عرض در نمونه‌های موردی}$ $1.10 < X < 1.20$ | $a = \text{شعاع شش ضلعی}$ $b = \text{طول کاروانسرا}$ $c = \text{عرض کاروانسرا}$ $25 > a > 80$ $34.6 > b > 138.5$ $25 > c > 120$ |  |
| ۲ | فاصله آکس‌های طراحی | آکس‌های تشکیل دهنده سکوی اصطبل، راهروی اصطبل، حجره‌ها و حیاط مرکزی | بطور ساده‌تر این آکس‌ها مستطیل‌هایی داخل پارامتر اصلی ۱ هستند که فاصله آن‌ها از یکدیگر را می‌توان تغییر داد و ویرایش کرد. به دلیل وابستگی به پارامتر ۱ از همان تناسب پیروی می‌کنند. | $Y = \text{نسبت دهانه طولی به دهانه عرضی هر مستطیل}$ $1.10 < Y < 1.20$ | $e = \text{عرض سکوی اصطبل}$ $f = \text{عرض راهروی اصطبل}$ $g = \text{طول حجره‌ها}$ $1.2 < e < 2.5$ $2.5 < f < 6.5$ $3.2 < g < 4.8$ |  |
| ۳ | تعداد حجره‌ها | تعداد حجره‌هایی که در هر ضلع تشکیل می‌شوند. | این پارامتر بطور مستقل قابل تنظیم نیست به دلیل محدودیت پیروی از تناسبات طلایی نمی‌توان در الگوریتم‌سازی فوق تعداد آن را ویرایش و تناسبات را بهم ریخت. | $Z = \text{نسبت طول به عرض حجره‌ها به همراه ایوانچه در نمونه‌های موردی}$ $1.5 < Z < 1.8$ | نسبت به پارامترهای قبلی می‌توان مشخص کرد. در واقع با تنظیم پارامترهای دیگر تعداد حجره‌ها بصورت کاملا اصولی در اضلاع کاروانسرا تنظیم می‌شوند. |  |
| ۴ | ابعاد حیاط مرکزی | طول و عرض حیاط مرکزی | البته تغییر و ویرایش این پارامتر به پارامترهای قبلی نیز بستگی دارد. | $w = \text{نسبت طول به عرض حیاط مرکزی}$ $1.15 < w < 1.27$ | وابستگی کامل دارد به پارامتر طول حجره‌ها (g) در واقع با تنظیم آن ابعاد حیاط مرکزی نیز تنظیم می‌شود. |  |