



تحلیل ریخت‌شناسی مدرسه دارالفنون با استفاده از روش نحو فضا

ساهره مهرابیان^۱، حسین صفری^{۲*}، جمال‌الدین سهیلی^۳

۱۳۹۸/۰۷/۱۱

تاریخ دریافت مقاله :

۱۳۹۹/۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله :

چکیده

بیان مساله: مدارس از جمله فضاهای مهم برای آموزش و تربیت کودکان محسوب می‌شوند و توجه به ویژگی‌های کالبدی و روابط فضایی در آنها از جمله مباحث مهم در کیفیت آموزش و یادگیری کودکان است که می‌تواند زمینه‌ساز رشد شخصیتی، آموزشی و تربیتی کودکان در آینده باشد. با توجه به اهمیت روابط فضایی در مدارس و تأثیر آن بر یادگیری دانش‌آموزان و همچنین با توجه به کم‌رنگ شدن مؤلفه‌های شکل‌دهنده پیکره‌بندی فضایی معماری گذشته در بناهای عصر جدید در این پژوهش از روش نحو فضا جهت تحلیل روابط فضایی و چگونگی پیکره‌بندی فضایی در مدرسه دارالفنون به عنوان اولین مدرسه موفق به سبک نوین استفاده شده است. **سؤال تحقیق:** سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که چه رابطه‌ای میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و شاخص هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت)، وضوح در الگوی شکلی پلان مدرسه دارالفنون وجود دارد؟

اهداف تحقیق: هدف از پژوهش حاضر تجزیه و تحلیل ویژگی پیکره‌بندی فضایی و شناسایی روابط فضایی و اجتماعی در فضاهای آموزشی گذشته جهت دستیابی به چیدمان مطلوب فضایی در آنها و الگوبرداری برای ساخت مدارس جدید بوده است.

روش تحقیق: روش تحقیق مورد استفاده در پژوهش از نوع توصیفی تحلیلی در نمونه موردی و در نهایت استدلال منطقی برای اثبات فرضیه‌ها می‌باشد ابزار مورد در استفاده پژوهش، شامل مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهده و برداشت میدانی، و در نهایت شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار است.

مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری تحقیق: یافته‌های پژوهش نشان داد که میان نوع سازمان‌دهی فضایی و میزان هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در مدرسه دارالفنون رابطه معنادار وجود دارد؛ و با توجه به اینکه الگوی سازمان‌دهی و آرایش فضایی در مدرسه دارالفنون ترکیب سازمان‌دهی مرکزی و خطی می‌باشد فضای حیاط مرکزی دارای بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و قابلیت اتصال بصری (شفافیت) با مقدار عددی ۲۸/۸۲، ۷۴۶۱، ۳۹۶۷ و کمترین میزان عمق با مقدار عددی ۱/۳۷ در مدرسه می‌باشد. و چیدمان مرکزی در پلان مدرسه باعث ایجاد وضوح بالا با مقدار عددی ۰/۹۱ در مدرسه شده است.

کلمات کلیدی: روش نحو فضا، مدرسه دارالفنون، ریخت‌شناسی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری ساهره مهرابیان با عنوان "عوامل کالبدی مؤثر بر احساس تعلق دانش‌آموزان در مدارس ابتدایی برمبنای ریخت‌شناسی" به راهنمایی (نویسنده مسئول) دکتر حسین صفری و مشاوره دکتر جمال‌الدین سهیلی می‌باشد.

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران، ایمیل: Sm.4075@gmail.com

^{۲*} استادیار گروه معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران، ایمیل: Hossein.safari@iaurasht.ac.ir

^۳ استادیار گروه معماری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران، ایمیل: Soheili@qiau.ac.ir

۱- مقدمه

مدارس از اولین محیط‌های اجتماعی هستند که افراد در دوران کودکی که از مهم‌ترین دوران آموزش‌پذیری و الگوپذیری است ساعت‌های زیادی از طول روز را در آن می‌گذرانند؛ در نتیجه فضای مدارس بیشترین اثر و نقش را در ساخت آینده کودکان داشته و تأثیرات قابل توجهی بر میزان یادگیری آن‌ها می‌گذارد. (طاهر سیما و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۶) لذا داشتن روابط فضایی مطلوب و رسیدن به الگوی مناسب طراحی در مدارس می‌تواند زمینه‌ساز رشد شخصیتی، آموزشی و تربیتی کودکان به‌عنوان نسل سالم فردا باشد. به‌طوری‌که لاوسون^۱ به عنوان یکی از برجسته‌ترین نظریه‌پردازان معماری اعتقاد دارد که از میان تمامی پروژه‌های معماری که می‌بایست طراحی شوند، هیچ‌یک به اندازه طراحی محیط‌های آموزشی نمی‌تواند دارای اهمیت باشد؛ چرا که به بسیاری از فعالیت‌های مهم انسانی و آموزشی و رشد کودکانمان می‌انجامد. (کامل‌نیا، ۱۳۸۸: ۱۱) از طرفی امروزه نیاز جامع مدنی ایران به گسترش آموزش، سبب ایجاد مدارس زیاد اما فاقد هرگونه نقش مثبت و سازنده به منظور رشد فرایند تعلیم و تربیت شده است و متأسفانه الگوی فضایی مدارس در سال‌های اخیر بدون تغییرات مثبت و تکامل بوده است. (طاهر سیما و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۶) و بیشتر مدارس امروز در ساختمان‌های استیجاری با کاربری‌های غیرآموزشی تأسیس می‌شوند؛ که بیشتر برطرف‌کننده نیازهای کمی دانش‌آموزان بوده و فاقد مؤلفه‌های کیفی مورد نیاز آنان می‌باشند. از آنجایی که یکی از اهداف مهم معماری ارتقای کیفی محیط ساخته شده و تعامل مثبت افراد با فضای کالبدی و بهبود ارتباط انسان‌ها با یکدیگر در فضا می‌باشد؛ (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۴) لذا به‌منظور دستیابی به چنین هدفی امروزه از روش‌های مختلفی برای تحلیل و بهبود روابط فضایی بناها استفاده می‌شود. یکی از روش‌هایی که در چند دهه اخیر ابداع و مورد توجه قرار گرفته روش نحو فضا^۲ است. این توجه، بیشتر به دلیل ملموس و عینی بودن این روش و قابل دسترس بودن منابع و نرم‌افزارهای آن می‌باشد. (همدانی گلشن، ۱۳۹۴: ۸۶) در این روش رابطه ترتیبی و چیدمانی کلیه فضاها با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مطابق نظریه

نحو فضا ترتیب قرارگیری فضاها در کنار هم تأثیر مستقیمی بر نحوه استفاده از فضاها دارد. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۴) پژوهش‌های انجام شده با استفاده از روش نحو فضا در دو حوزه معماری و شهرسازی می‌باشد. در حوزه معماری، بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته، در زمینه تجزیه و تحلیل مسکن بومی در نقاط مختلف بوده است. تعدادی از پژوهش‌ها نیز با استفاده از این روش فضاهای آموزشی را از لحاظ سازمان‌دهی فضایی و تأثیر آن بر رفتار افراد و تعاملات اجتماعی آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. (طاهر سیما و همکاران، ۱۳۹۴: سهیلی و همکاران، ۱۳۹۵؛ کلانتری و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۰۱۹؛ Mustafa, Wu et al, 2017) بنابراین با توجه به اهمیت روابط فضایی در مدارس و تأثیر آن بر یادگیری دانش‌آموزان و همچنین با توجه به کم‌رنگ شدن مؤلفه‌های شکل‌دهنده پیکره‌بندی فضایی معماری گذشته در بناهای عصر جدید و باهدف بازشناسی آن‌ها و همراه نمودن آن‌ها با نظریه‌های نوین، در این پژوهش به تحلیل روابط فضایی و نیز چگونگی پیکره‌بندی فضایی در مدرسه دارالفنون به‌عنوان اولین مدرسه موفق به سبک نوین که در سازمان‌دهی فضایی آن از ترکیب سازمان‌دهی خطی و مرکزی استفاده شده است پرداخته می‌شود.

۲- پرسش‌های تحقیق

- چه رابطه‌ای میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و شاخص هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) در الگوی شکلی پلان مدرسه دارالفنون وجود دارد؟
- هر کدام از فضاها در پلان مدرسه دارالفنون دارای چه میزان هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) با سایر فضاها می‌باشد و هر کدام از شاخصه‌ها در کدام فضای مدرسه دارای بیشترین مقدار می‌باشد؟
- با توجه به الگوی شکلی و نوع چیدمان فضاها در مدرسه دارالفنون شاخص وضوح در مدرسه به چه میزان می‌باشد؟



۳- فرضیات تحقیق

- میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و شاخص هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در الگوی شکلی پلان مدرسه دارالفنون رابطه معناداری وجود دارد و هر چه فضا دارای ابعاد بزرگ‌تر و چیدمان مرکزی باشد دارای هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) بیشتر و عمق کمتر با سایر فضاها می‌باشد.
- در پلان مدرسه دارالفنون حیاط مرکزی با توجه به ابعاد و نوع چیدمان فضایی، دارای بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) و کمترین میزان عمق می‌باشد.
- مدرسه دارالفنون با داشتن چیدمان مرکزی و خطی دارای وضوح بالا می‌باشد.

۴- پیشینه تحقیق

روش نحو فضا، تئوری و ابزاری جهت تحلیل فضاها در معماری و شهرسازی است. لذا پژوهش‌های انجام شده با استفاده از این روش در دو حوزه معماری و شهرسازی می‌باشد. از جمله پژوهش‌های انجام شده که در سال‌های اخیر با استفاده از روش نحو فضا در خارج از کشور انجام پذیرفت پژوهش المهندسی می‌باشد که در آن تأثیر شکل فضایی بر الگوهای اجتماعی و فرهنگی را در خانه‌های سنتی و معاصر قطر مورد بررسی قرار داده است. (Al-Mohannadi, 2019) در پژوهشی دیگر به بررسی تأثیر پیکره‌بندی فضایی و میزان نفوذپذیری فضا بر تعاملات اجتماعی افراد پرداخته شد که نتایج نشان‌دهنده وابستگی میان آن‌ها می‌باشد. (Zerouati et al, 2020) همچنین محققان خارجی پژوهشی را با هدف بررسی الگوهای گردش در ساختمان مدارس ابتدایی و کشف تأثیر پیکره‌بندی و سازمان‌دهی فضای مدرسه برای دسترسی بهتر کارکنان در سال ۲۰۱۹ انجام دادند و سه الگوی شکلی در مدارس شهر اربیل (U,L,O) را مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج نشان داد پلان‌های U شکل نسبت به سایر شکل‌ها دارای هم‌پیوندی، قابلیت اتصال، قابلیت دید بیشتر می‌باشد. (Mustafa, ۲۰۱۹) از دیگر پژوهش‌ها در زمینه استفاده از روش نحو فضا، پژوهشی با هدف بررسی تأثیر پیکره‌بندی فضایی بر میزان شکل‌گیری فعالیت‌های اجتماعی و یادگیری

دانشجویان در فضاهای غیررسمی مجتمع‌های آموزشی می‌باشد؛ که در آن ۶ نوع از فعالیت‌های دانشجویی در ۵ فضای یادگیری غیررسمی در دانشگاه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت؛ و یافته‌ها نشان داد که شکل فضا در میزان معاشرت دانشجویان و فعالیت‌های یادگیری غیررسمی نقش مهمی دارد. (Wu et al, 2017)

در ایران اولین پژوهش‌ها در زمینه استفاده از روش نحو فضا در حوزه شهرسازی می‌باشد؛ که توسط عباس-زادگان صورت گرفت و در آن با استفاده از این روش ویژگی‌های ساختاری شهر یزد طی سه مرحله توسعه تاریخی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. (عباس-زادگان، ۱۳۸۱: ۶۴) و پس از آن افراد دیگر نیز به استفاده از این روش به منظور تجزیه و تحلیل ساختارهای شهری در تحقیقات خود پرداختند. (یزدانفرو و همکاران، ۱۳۸۷؛ ریسمنانچیان و بل، ۱۳۹۰؛ ملازاده و همکاران، ۱۳۹۱؛ دیده‌بان و همکاران، ۱۳۹۲؛ سلطانی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳؛ بهزادفر و همکاران، ۱۳۹۴) در حوزه معماری بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از روش نحو فضا به تحلیل سازمان‌دهی فضایی خانه‌های سنتی در اقلیم‌های مختلف پرداخته‌اند. (کمالی پور و همکاران، ۱۳۹۱؛ سیادتان و همکاران، ۱۳۹۳؛ گلشنی، ۱۳۹۴؛ آزاد بخت و همکاران، ۱۳۹۶؛ بهپور و همکاران، ۱۳۹۷؛ مظاهری و همکاران، ۱۳۹۷؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۸؛ شیخ بهایی، ۱۳۹۸؛ سعادت‌ی و قار و همکاران، ۱۳۹۸؛ کیائی و همکاران، ۱۳۹۸؛ رازجو و همکاران، ۱۳۹۸) سایر پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه با مقایسه تطبیقی، ترکیب فرمی و شکلی و روابط فضایی در بناهایی نظیر مساجد (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۵) و کاروانسراها (سهیلی و همکاران، ۱۳۹۵) را مورد تحلیل و بررسی قرار داده‌اند. در زمینه فضاهای آموزشی، یکی از پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از روش نحو فضا توسط طاهر سیما و همکارانش انجام پذیرفت؛ که در آن عملکرد فضای باز مدارس در روند آموزش و یادگیری با مقایسه تطبیقی میان مدارس سنتی و معاصر مورد تحلیل قرار گرفت و این نتیجه حاصل گردید که الگوی مدارس سنتی با توجه به نقش فعال آموزشی فضای باز و نیمه‌باز شکل



از روش استدلال منطقی به بحث در مورد یافته‌ها و در نهایت نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود. همچنین با توجه به اینکه کارآمدی فضا شامل توانایی یک مجموعه برای تطبیق عملکردهای متناسب با هر ریز فضا در کل مجموعه می‌باشد؛ و یکی از عوامل مهم در کارآمدی فضا ارتباط متقابل میان فضا و فعالیت‌های موجود در آن بوده و پیکره‌بندی نادرست کارآمدی بنا را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ (Hillier, 2007: 247). بنابراین استفاده از روش نحو فضا در تحلیل مدرسه دارالفنون می‌تواند ارتباطات میان فضای کالبدی و ساختار فضایی موجود در آن و رابطه متقابل میان رفتار افراد و کالبد محیط را بررسی کرده و کارآمدی هر کدام از زیر فضاها را در مجموعه مورد تحلیل قرار دهد.

۶- مبانی نظری تحقیق

۶-۱: نحو فضا

نحو فضا در اوایل دهه هفتاد میلادی، از طرف چند دانشمند و صاحب‌نظر انگلیسی معرفی شد؛ که در میان آن گروه، استدمن^۳، هیلیر^۴ و هانسون^۵ شاخص‌تر از دیگران هستند. (سهیلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۷۶) روش نحو فضا، یکی از مهم‌ترین روش‌های معاصر در ریخت‌شناسی فضا^۶ است و بر تأثیر پیکره‌بندی معماری بر ساختارهای فرهنگی و اجتماعی تأکید دارد. (Hillier, 1984: 44 & Hanson) از دیدگاه این نظریه ارتباط میان فعالیت و فضا بیشتر از آنکه به صورت انفرادی در خصیصه‌های فضا قابل تعریف باشد؛ در ارتباطات میان فضاها یا همان سازمان‌دهی فضایی و نیز ارتباطات میان مخاطبین و تعاملات اجتماعی، قابل تعریف و درک است. (سیادتان و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۹; Rismanchian; and Bell, 2010, 50; Hillier, 2007) در واقع هیلیر و هانسون معتقدند که علاوه بر عناصر کالبدی موجود در بنا، پیکره‌بندی فضایی نیز از عوامل مهم در شکل‌دهی به فضای معماری است که بر ساختارهای اجتماعی اثرگذار می‌باشد. در این روش رابطه ترتیبی و چیدمانی کلیه فضاها با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و ترتیب قرارگیری فضاها در کنار هم تأثیر مستقیمی بر نحوه استفاده از فضاها دارد. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۴). دو مفهوم مهم در این نظریه، ویژگی‌های حرکتی و بصری انسان در فضای معماری است که شکل‌دهنده و

گرفته است. درحالی‌که در اکثر مدارس معاصر فضای باز و نیمه‌باز بدون نقش آموزشی بوده و فقط به منظور گذراندن اوقات فراغت استفاده می‌گردند. (طاهرسیما و همکاران، ۱۳۹۴) پژوهش دیگر توسط سهیلی و همکارانش انجام شد که در آن به نحو فضای مسجد مدرسه‌های دوره قاجار در شهر قزوین از لحاظ روابط اجتماعی- انسانی پرداخته شد. (سهیلی و همکاران، ۱۳۹۵) همچنین محققان در پژوهشی دیگر، ارتباط میان ساختار فضایی و حرکت کاربران در مسیرها در پردیس مرکزی دانشگاه تهران را بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که ارتباط معنادار میان ارزش هم‌پیوندی فضاها و رفتارهای حرکتی کاربران وجود دارد. (کلاتری و همکاران، ۱۳۹۷) در پژوهش دیگر محققان با استفاده از تطبیق نقش پیکره‌بندی فضایی و نقشه‌های شناختی رفتارهای اجتماع‌پذیر افراد را در محیط دو دانشکده معماری مورد سنجش و بررسی قرار دادند. (حیدری و همکاران، ۱۳۹۷) با توجه به بررسی‌های انجام شده، این پژوهش با هدف دستیابی به چیدمان مطلوب فضایی در طراحی مدارس جدید، به تحلیل روابط فضایی و نیز چگونگی پیکره‌بندی فضایی در مدرسه دارالفنون می‌پردازد.

۵- روش تحقیق

پژوهش حاضر، از لحاظ هدف کاربردی و از نظر ماهیت، ترکیب روش شبیه‌سازی و توصیفی - تحلیلی و در نهایت استدلال منطقی برای اثبات فرضیه‌ها می‌باشد. نمونه موردی در پژوهش حاضر مدرسه دارالفنون انتخاب گردیده است که به عنوان اولین بنای آموزشی می‌باشد که به سبک نوین در دوره قاجار در شهر تهران ساخته شد. ابزار مورد استفاده پژوهش، شامل مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهده و برداشت میدانی، و در نهایت شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار دپس‌مپ است. در فرایند انجام پژوهش ابتدا مبانی نظری با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و مراجعه به منابع و اسناد دست اول جمع‌آوری و تدوین می‌گردد؛ سپس مشاهده و برداشت میدانی از نمونه انتخابی صورت می‌گیرد و پس از شبیه‌سازی نمونه موردی به وسیله نرم‌افزار تخصصی نحو فضا، داده‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزار، مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرند و در نهایت از تحلیل نمونه انتخابی با استفاده



سازنده فضای معماری و ساختارهای اجتماعی می‌باشد. درواقع جوهر شکل‌گیری فضا و روابط انسانی، انسان و ویژگی‌های حرکتی و بصری او می‌باشد؛ لذا محور قرار دادن ویژگی‌های انسانی، سبب پیدایش مفهوم واحدی از فضای معماری و روابط اجتماعی می‌شود. (آزادبخت‌وهمکاران، ۱۳۹۶: ۶۶؛ Bafna, 2003, 17-39)

مطابق با این نظریه، فضا و فعالیت انسانی دو ماهیت مستقل و متفاوت نیستند بلکه یک ماهیت واحد هستند که دو جلوه ظهور متفاوت پیدا می‌کنند. (همدانی گلشن، ۱۳۹۴: ۸۷) در روش نحو فضا ارتباط همه فضاها با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج به‌صورت پارامترهای ریاضی و گرافیکی ارائه می‌شود. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۴) ایده کلی این نظریه، مشتمل بر امکان تجزیه فضاها به عناصر تشکیل‌دهنده و تحلیل آن‌ها به عنوان شبکه‌ای از انتخاب‌ها و بازخوانی آن به‌صورت گرافیکی که بیان‌کننده انسجام و روابط این فضاها نسبت به یکدیگر است می‌باشد. درواقع هدف این روش توضیح این مطلب است که چگونه مکان‌های ساخته شده مانند ساختمان‌ها و شبکه خیابان‌های شهری شکل گرفته، مفصل‌بندی شده و پیوستگی پیدا کرده‌اند. (کمالی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱: ۴) استفاده از روش نحو - فضا برای تجزیه و تحلیل فضاهای شهری و معماری را به چهار دلیل می‌توان ضروری دانست ۱- دیگر نگرش‌های تجزیه و تحلیلی نمی‌توانند در فرایند طراحی مورد استفاده قرار گیرند ۲- نحو فضا می‌تواند ارتباط میان فضا و نوع رفتار انسان در فضا، برقرار نماید ۳- نحو فضا می‌تواند ویژگی‌های مقیاس محلی و مقیاس عمومی در فضای شهری و ریز فضاها و کل فضا در فضای معماری را مورد توجه قرار دهد ۴- نحو فضا قادر به در نظر گرفتن همه قسمت‌های فضا می‌باشد. (Karimi, 2012; Hillier and Hanson, 1989)

۲-۶: شاخص‌ها و پارامترهای تحلیل فضایی مورد استفاده در پژوهش با استفاده از روش نحو فضا

هم‌پیوندی^۷: هم‌پیوندی یکی از اصلی‌ترین مفاهیم در نحو فضا است و عبارت از میانگین تعداد خطوط یا فضاهای واسطی است که بتوان از آن فضا به تمام فضاهای دیگر رسید. یا به عبارتی دیگر، میانگین تعداد

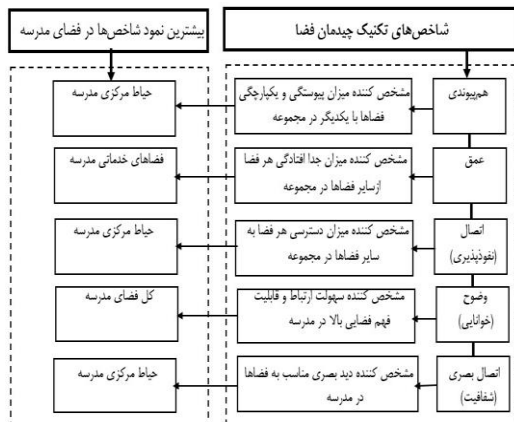
تغییر جهاتی است که می‌توان از یک فضا، به تمام فضا های دیگر رسید. در نتیجه، هم‌پیوندی در روش نحو فضا، مفهومی فاصله‌ای و متریک نیست بلکه مفهومی ارتباطی می‌باشد. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۸) هم‌پیوندی بیشتر با مفهوم عمق مصداق می‌یابد تا مفهوم فاصله. درواقع می‌توان هم‌پیوندی را انسجام فضایی و میزان عجین شدن یک فضا با فضاهای دیگر دانست. (دیدهبان و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۴). هر چه میزان هم‌پیوندی در یک فضا بیشتر باشد نشان‌دهنده آن است که میان آن فضا و فضاهای دیگر یکپارچگی بیشتری وجود دارد. علاوه - بر آن هم‌پیوندی بیان‌کننده میزان دسترسی نیز می‌باشد و با شاخص ارتباط رابطه خطی دارد یعنی فضایی که بیشترین میزان هم‌پیوندی را داراست بیشترین میزان دسترسی را نیز به دیگر فضاها دارد و هم‌پیوندی بیشتر در فضاها سبب ارتباط بیشتر فضاها با یکدیگر می‌گردد. (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱: ۶۹)

وضوح^۸: بیل هیلیر بر این باور است که وضوح دریک فضا رابطه‌ای مستقیم با مفهوم بازسازی فضا در ذهن دارد. (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۴۸) درواقع می‌توان چنین گفت که شاخص وضوح، نشان‌دهنده میزان اطلاعات فضایی است که به‌صورت بصری از یک خط محوری در فضا به دست می‌آید. و همبستگی آماری میان میزان اتصال خطوط محوری با میزان هم‌پیوندی، شاخصه‌ای است که نشان‌دهنده اهمیت آن خطوط محوری در کل فضا می‌باشد. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۹) هر چه میزان وضوح دریک فضا کمتر باشد سبب می‌شود که افراد غریبه، درک کمتری از کلیت فضا داشته باشند و در نتیجه احتمال نفوذ به نقاط خصوصی‌تر فضا کمتر می‌شود از طرفی دیگر هرچه وضوح در فضاهای معماری بیشتر باشد، ساختار سلسله مراتبی قلمروها ضعیف‌تر گشته و احتمال نفوذ غریبه‌ها به داخل فضا بیشتر خواهد گشت. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۷۰).

عمق^۹: عمق به تعداد فضاهایی گفته می‌شود که برای رسیدن از یک فضا به فضاهای دیگر باید طی شود یا به عبارتی، عمق نشان‌دهنده تعداد تفسیر جهتی است که به‌منظور رسیدن از یک فضا به فضاهای دیگر لازم است. شاخصه عمق نشان‌دهنده میزان جدایی یک فضا از سایر فضاها می‌باشد و هر چه عمق یک فضا بیشتر باشد



- **آنالیز گراف‌نمایی^{۱۲}**: آنالیز گراف‌نمایی (VGA) مربوط به ویژگی‌های بصری یک فضا می‌باشد و نشان‌دهنده این است که افراد موجود در فضا، از لحاظ بصری فضا را چگونه دیده و درک می‌کنند خروجی نرم‌افزار در این آزمون، گرافی است که در آن شاخص connectivity نشان‌دهنده قابلیت اتصال بصری در فضا بوده و دارای طیف رنگی قرمز به آبی می‌باشد که گستره بیشترین تا کمترین میزان از شاخص موردنظر را بیان می‌دارد. (Maina and Audu, 2016:6)



نمودار ۱: مدل مفهومی پژوهش (مأخذ: نگارندگان)

۷- مطالعات و بررسی‌ها

۷-۱: معرفی مدرسه دارالفنون

مدرسه دارالفنون در سال ۱۲۳۰ شمسی تأسیس گردید. و نخستین مدرسه‌ای بود که به سبک اروپایی و از بودجه عمومی در تهران ساخته شد. (خدابخشی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۵) دارالفنون به‌عنوان نقطه شروع جایگزینی نظام آموزشی نوین بر نظام آموزش سنتی محسوب می‌شود. معمار آن میرزا مهندس‌باشی می‌باشد که نقشه بنا را بر اساس مشاهدات و برداشت‌های ذهنی خود از نقشه مدرسه نظام لوویج انگلستان طراحی کرد. (بانی مسعود، ۱۳۸۸: ۱۱۵) سازمان‌دهی فضایی در مدرسه دارالفنون ترکیب سازمان‌دهی مرکزی و خطی می‌باشد و کلاس‌ها در اطراف حیاط با سازمان‌دهی مرکزی شکل گرفته و به‌صورت غیرمستقیم از طریق راهروهای خطی با فضای مرکزی در ارتباطند و در جلوی آن‌ها ایوان‌های وسیع با ستون‌های متعدد قرار دارد. (تصاویر ۱ و ۲) در این پژوهش مدرسه دارالفنون به علت اینکه اولین مدرسه موفق به سبک نوین می‌باشد که در

به معنی آن است که برای رسیدن به آن فضا، باید از تعداد فضاهای واسطه بیشتری عبور نمود در نتیجه، آن فضا جدا افتاده‌تر می‌شود. (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۴۸) عمق، یک پارامتر مستقل در نحو فضا، و یک متغیر مهم برای محاسبه میزان هم‌پیوندی است و با هم‌پیوندی رابطه عکس دارد. در هر فضایی که هم‌پیوندی زیاد باشد آن فضا دارای عمق کمتری است. (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۸)

- **اتصال (نفوذپذیری)^{۱۰}**: ویژگی اتصال (نفوذپذیری) یک پارامتر سنجش می‌باشد که رابطه میان یک فضا و فضای مجاور بی‌واسطه‌اش را نشان می‌دهد. (دیده‌بان و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۴) مفهوم اتصال به معنی ارتباط فضایی و نشان‌دهنده میزان ارتباط میان گره‌ها و محورها با دیگر گره‌های واحد همسایگی خود است. همچنین مقدار عددی اتصال، مشخص‌کننده تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای موردنظر می‌باشد. (یزدانفر، ۱۳۸۸: ۶۲)

۶-۳: آنالیزهای مورد استفاده در پژوهش با استفاده از نرم‌افزار نحوفضا

- **آنالیز نقشه‌محوری^{۱۱}**: آنالیز نقشه‌محوری مربوط به ویژگی‌های حرکتی افراد در یک فضا می‌باشد و زمانی که موضوع مورد مطالعه حرکت انسان در فضا می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقشه‌محوری نمودار گرافیکی است که از تجزیه کردن فضاها توسط نرم‌افزار نحوفضا به‌دست می‌آید. این نمودار، پایه کار نحوفضا است و از طریق آن می‌توان پارامترهایی همچون هم‌پیوندی، قابلیت اتصال، عمق، وضوح را در فضاهای معماری مورد تحلیل و بررسی قرار داد. نقشه محوری، بلندترین خطوط دسترسی و دید را که دیده می‌شود نمایش می‌دهد و فضاها را به فضاهای محدب تقسیم می‌کند که در همه آن‌ها دو اصل دید و دسترسی قابل لمس است. (عباس-زادگان، ۱۳۸۱: ۶۸) در تحلیل‌های صورت گرفته به این روش، نقشه فضاها به‌صورت طیف‌های رنگی از قرمز تا آبی تبدیل می‌شوند که هرچه شدت رنگ قرمز در یک فضا بیشتر باشد نشان‌دهنده قوی بودن شاخصه موردنظر در آن فضا است و هرچه در فضاها از شدت رنگ قرمز کاسته شود و رنگ نمودار به رنگ آبی درآید نشان‌دهنده ضعیف بودن شاخصه مورد نظر در آن فضا است.



جدول ۱: آمار عددی مربوط به شاخص‌ها (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

نام کاربری	Ruf Number	میزان هم پیوندی	عمق	اتصال
آزمایشگاه	۲۸۸	۳,۵۷	۴,۰۳	۴۴
راهرو شمالی	۳۱۳	۱۰,۰۳	۲,۰۷	۶۲۷
کلاس شمالی	۱۰۳۱۸	۵,۲۷	۳,۰۵	۱۷۶
فضای خدماتی	۱۰۹۸۴	۳,۵۴	۳,۰۶	۱۳
کلاس غربی	۱۰۷۸۷	۴,۲۶	۳,۵۴	۸۰
راهرو غربی	۱۰۵۸۲	۶,۵۴	۲,۶۵	۲۸۸
نمازخانه	۵۵۰	۱۰,۰۱	۲,۰۸	۵۰۵
آمنی تاتر	۳۷۵	۱۰,۰۱	۲,۰۸	۵۱۲
اتاق شرقی	۸۶۱	۴,۳	۳,۵۱	۱۲۲
کلاس شرقی	۸۰۸	۴,۳۵	۳,۴۹	۱۴۰
راهرو شرقی	۳۶۶	۷,۰۲	۲,۵۴	۵۶۷
انبار	۴۳۱	۳,۰۱	۴,۵۹	۱۲
فضای مرکزی	۸۸۹۰	۲۶,۵۶	۱,۴	۷۲۱۶
اتاق	۲۲۴	۵,۴۶	۲,۹۸	۲۴۷
حداقل	۹۶۹	۲,۷۳	۱,۳۷	۳
تمام	-----	۱۳,۵۷	۱,۹۵	۳۸۲۵
مدرسه	-----	-----	-----	۴۲
حداکثر	۸۸۲۳	۲۸,۸۲	۴,۹۶	۷۴۶۱

۸-۱: بررسی شاخص هم‌پیوندی در مدرسه

در تحلیل بر اساس شاخص هم‌پیوندی، رنگ‌های مختلفی توسط نرم‌افزار ارائه می‌شوند؛ که رنگ قرمز نشان‌دهنده بیشترین و رنگ آبی تیره نشان‌دهنده کمترین میزان هم‌پیوندی یک فضا با سایر فضاها می‌باشد. تحلیل حاصل از نرم‌افزار برای شاخص هم‌پیوندی در این مدرسه نشان می‌دهد که قوی‌ترین هم‌پیوندی در پلان مدرسه مربوط به فضای حیاط مرکزی است که مقدار ماکسیمم آن برابر ۲۸/۸۲ می‌باشد و این بدان معناست که حیاط مرکزی با سایر فضاها یکپارچگی و پیوستگی بیشتری دارد و مرکزیت این فضا سبب انسجام آن با سایر فضاها گشته است. کمترین میزان هم‌پیوندی در مدرسه نیز مربوط به فضاهای خدماتی می‌باشد که در گوشه‌های پلان واقع شده و به‌صورت غیرمستقیم با حیاط مرکزی در ارتباطند و مقدار آن برابر ۲/۷۳ می‌باشد همچنین کلاس‌ها که در اطراف حیاط شکل گرفته و به‌صورت غیرمستقیم و از طریق راهروها با فضای مرکزی مدرسه در ارتباطند دارای هم‌پیوندی بین ۳ تا ۱۰ می‌باشند راهروها و مفصل‌های ارتباطی در مدرسه نیز به نسبت کلاس‌ها از میزان هم‌پیوندی بیشتر با فضای مرکزی برخوردارند که تأییدکننده عملکرد این فضاها است. (جداول ۲و ۱، نمودار ۲)

معماری آن از ترکیب الگوهای سنتی و فرنگی استفاده شده است به‌عنوان نمونه موردی به‌منظور تجزیه و تحلیل روابط فضایی در پلان برگزیده شد. این مدرسه دارای دو طبقه می‌باشد که به علت شباهت پلان طبقات، پلان طبقه همکف در این پژوهش مورد تحلیل توسط نرم‌افزار تکنیک چیدمان فضا قرار می‌گیرد.



تصویر ۱: پلان همکف مدرسه دارالفنون (مآخذ: یافته‌های پژوهش)



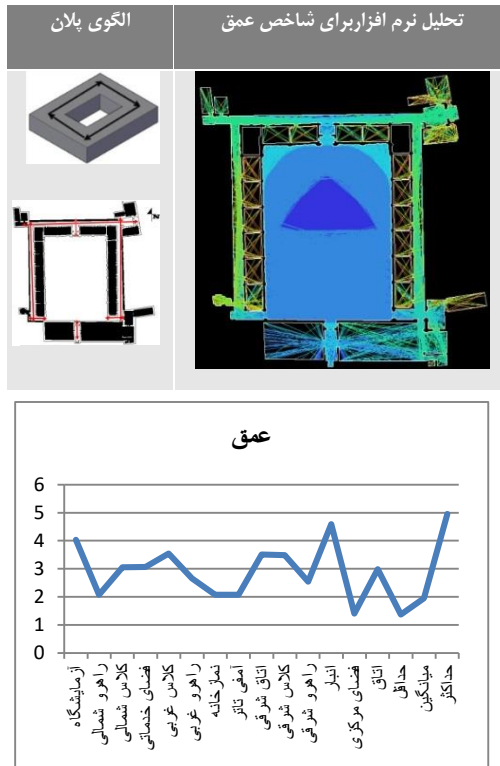
تصویر ۲: حیاط و کلاس‌های اطراف آن (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

۸-۲ یافته‌های تحقیق

از آنجاکه تمام فعالیت‌های انسان در یک فضای منفرد حاصل نمی‌شود؛ بلکه بعضی از آن‌ها در رابطه با چیدمان فضا و سازمان فضایی اطراف اتفاق می‌افتد، بنابراین تلاش اصلی در تحقیقات روش نحو فضا به-دست آوردن سازمان‌دهی فضایی و روابط فضایی میان فضاهای تشکیل‌دهنده یک بنا می‌باشد. (سیادتان، ۱۳۹۳: ۳۹) نمونه مورد مطالعه این پژوهش یک نمونه شاخص از مدارس دوره قاجار است که در ادامه با بهره‌گیری از روش نحو‌فضا و نرم‌افزار تخصصی آن جداول، نمودارها و تحلیل‌های گرافیکی مربوط به شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، وضوح، اتصال بصری بر اساس رویکردهای نقشه‌محوری و گراف نمایانی در مدرسه ترسیم می‌گردد و با استفاده از آن‌ها به بحث در مورد یافته‌ها پرداخته می‌شود. (جدول ۱)



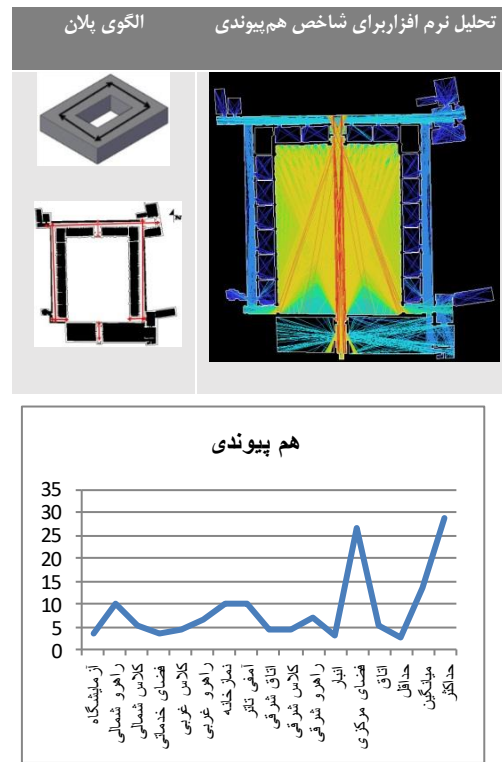
جدول ۳: تحلیل شاخص عمق در مدرسه با استفاده از آنالیز نقشه محوری (مآخذ: یافته‌های پژوهش)



نمودار ۳: شاخص عمق فضاهای مدرسه (مآخذ: یافته‌های پژوهش)
۸-۳: بررسی شاخص اتصال (نفوذپذیری) در مدرسه

خروجی‌های نرم‌افزار مربوط به تحلیل شاخص اتصال بر اساس رنگ، ارتباطات فضایی را مشخص می‌کند. به این ترتیب که رنگ قرمز به معنای بیشترین اتصال و ارتباط و رنگ آبی تیره به معنای کمترین اتصال و ارتباط است. بر این اساس، آن‌چنان‌که در جداول ۴ و ۵ و نمودار ۴ دیده می‌شود؛ فضای حیاط در مدرسه دارالفنون به رنگ قرمز درآمده و بیشترین مقدار عددی اتصال مربوط به این فضا می‌باشد که برابر با ۷۴۶۱ است. و این بدان معنا است که تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای حیاط مرکزی در مدرسه زیاد می‌باشد. همچنین با توجه به جداول و نمودارها کمترین میزان اتصال مربوط به فضاهای خدماتی می‌باشد که حداقل مقدار عددی آن برابر با ۳ است. حداکثر مقدار اتصال برای کلاس‌ها نیز برابر ۲۰۰ می‌باشد که نشان‌دهنده ارتباط نسبتاً کم میان آن‌ها و فضای مرکزی در مدرسه می‌باشد

جدول ۲: تحلیل شاخص هم‌پیوندی در مدرسه با استفاده از آنالیز نقشه محوری (مآخذ: یافته‌های پژوهش)



نمودار ۲: شاخص هم‌پیوندی فضاهای مدرسه (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

۸-۲: بررسی شاخص عمق در مدرسه

جداول و نمودارهای مربوط به تحلیل شاخص عمق نشان می‌دهد که در مدرسه دارالفنون بیشترین میزان عمق مربوط به فضاهای خدماتی با حداکثر مقدار عددی ۴/۹۶ می‌باشد. این بدان معناست که برای رسیدن به فضاهای خدماتی در مدرسه باید از تعداد فضاهای واسطه بیشتری عبور نمود و این فضاها در جاهای دورافتاده و گوشه‌های پلان واقع شده و به صورت غیرمستقیم با سایر فضاها در ارتباط هستند. کمترین میزان عمق نیز مربوط به فضای حیاط مرکزی با حداقل مقدار ۱/۳۷ است که نشان‌دهنده در دسترس بودن این فضا و ارتباط قوی این فضا با سایر فضاها می‌باشد. همچنین کلاس‌ها که به عنوان عرصه‌های خصوصی برای تدریس و آموزش محسوب می‌شوند دارای عمق زیاد هستند که مقدار آن بین ۳ تا ۴ بوده و راهروها و مفصل‌های ارتباطی به دلیل نوع عملکردشان به نسبت کلاس‌ها دارای عمق کمتر می‌باشند. (جداول ۴ و ۵، نمودار ۳)

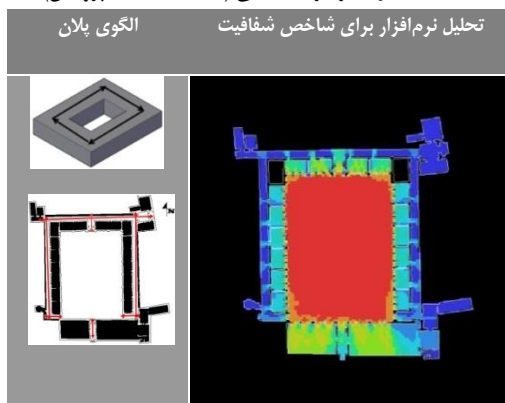


می‌گردد. جداول و نمودار مربوط به این تحلیل در مدرسه دارالفنون نشان می‌دهد که بیشترین میزان قابلیت اتصال بصری مربوط به فضای حیاط مرکزی است که برابر با ۳۹۶۷ می‌باشد که نشان‌دهنده اتصال بصری بالا و شفافیت بالای این فضا نسبت به سایر فضاها در پلان مدرسه می‌باشد همچنین کمترین مقدار اتصال بصری نیز مربوط به فضاهای خدماتی با حداقل مقدار ۲ می‌باشد قابلیت اتصال بصری کلاس‌ها نیز در مدرسه بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ است که نشان‌دهنده دسترسی بصری بالای کلاس‌ها با فضای مرکزی و در نتیجه شفافیت بالا در کلاس‌ها است. (جدول ۵ و ۶، نمودار ۶)

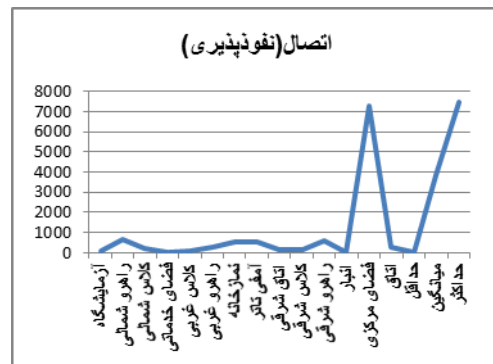
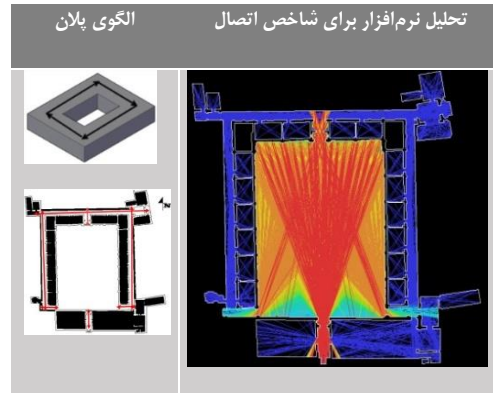
جدول ۵: آمار عددی مربوط به شاخص اتصال بصری در مدرسه (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

میزان قابلیت اتصال بصری (شفافیت)	Ruf Number	نام کاربری
۱۲۸	۵۵۰۵۱۰۷	آزمایشگاه
۱۵۵۰	۲۹۴۹۲۱۰	راهرو شمالی
۲۱۵۴	۴۳۲۵۴۵۷	کلاس شمالی
۳۹	۱۳۱۱۷۰	فضای خدماتی
۱۴۱۴	۱۳۴۵۳۳۷	کلاس غربی
۲۴۵	۷۸۶۵۱۷	راهرو غربی
۲۲۷۰	۲۱۶۲۶۹۸	نمازخانه
۲۳۶۲	۴۱۹۴۳۱۰	آمنی تاتر
۱۳۸۶	۴۷۸۴۱۶۱	اتاق شرقی
۱۳۹۳	۳۹۹۷۷۸۰	کلاس شرقی
۲۷۶	۵۱۱۱۸۸۳	راهرو شرقی
۸۶	۶۲۲۵۹۴۳	انبار
۳۹۴۴	۲۷۵۲۵۶۱	فضای مرکزی
۱۴۳	۵۷۰۱۷۳۰	اتاق
۲	۵۴۳۹۴۸۹	حداقل
۲۳۶۶۸۱	-----	میانگین
۳۹۶۷	۳۰۱۴۷۰۵	حداکثر

جدول ۶: تحلیل شاخص قابلیت اتصال بصری (شفافیت) در مدرسه با استفاده از آنالیز گراف نمایانی (مآخذ: یافته‌های پژوهش)



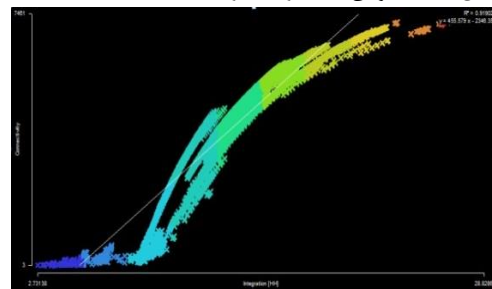
جدول ۴: تحلیل شاخص قابلیت اتصال (نفوذ پذیری) در مدرسه با استفاده از آنالیز نقشه محوری (مآخذ: یافته‌های پژوهش)



نمودار ۴: شاخص اتصال فضاهای مدرسه (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

۸-۴: بررسی شاخص وضوح در مدرسه

با توجه به نمودار ۵ در پلان مدرسه دارالفنون همبستگی میان هم‌پیوندی و میزان اتصال برابر با ۰/۹۱ است که با R2 مشخص شده است و چون بالای ۰/۷ می‌باشد نشان‌دهنده خوانایی بالا در فضای مدرسه و قابل ادراک بودن فضا برای افراد است.



$$R2=0.91 \quad y=455.579 \quad X=2346.35$$

نمودار ۵: شاخص وضوح در مدرسه (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

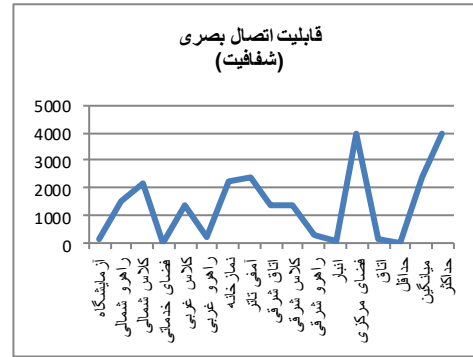
۸-۵: بررسی شاخص قابلیت اتصال بصری

(شفافیت) در مدرسه

برای تحلیل این شاخص از آزمون بصری VGA استفاده



(نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) با مقدار عددی ۲۸/۸۲، ۷۴۶۱، ۳۹۶۷ مربوط به حیاط مرکزی می‌باشد و این فضا به دلیل جانمایی در مرکز پلان و قرارگیری سایر فضاها در اطراف آن دارای بیشترین میزان دسترسی، پیوستگی و انسجام فضایی با سایر فضاها در مجموعه می‌باشد. همچنین نتایج بررسی میزان شاخصه‌های یادشده، میان کلاس‌ها و فضای مرکزی نشان می‌دهد که میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) میان کلاس‌ها و فضای مرکزی به دلیل دسترسی غیرمستقیم کلاس‌ها به فضای مرکزی پایین می‌باشد. در بررسی شاخص عمق، نتایج نشان‌دهنده این است که در این مدرسه کمترین میزان عمق با مقدار عددی ۱/۳۷ مربوط به فضای حیاط مرکزی می‌باشد و کلاس‌ها که به‌عنوان عرصه‌های خصوصی برای تدریس و آموزش محسوب می‌شوند؛ دارای عمق زیاد هستند. همچنین چیدمان مرکزی فضاها باعث ایجاد وضوح بالا با مقدار عددی ۰/۹۱ در مدرسه شده است. بنابراین می‌توان گفت رابطه معنادار میان نوع چیدمان و میزان شاخصه‌های ذکر شده در مدرسه وجود دارد و سازمان‌دهی مرکزی با شاخصه‌های هم‌پیوندی، وضوح، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) همبستگی مثبت و با شاخصه عمق همبستگی منفی دارد. هر چه ارزش هم‌پیوندی در یک فضا بیشتر و عمق یک فضا کمتر باشد آن فضا در دسترس‌تر است و به‌عنوان فضای عمومی محسوب می‌شود در مقابل فضاهایی که ارزش هم‌پیوندی کمتر و عمق بیشتر داشته باشند به‌عنوان فضاهای جدا افتاده و خصوصی محسوب می‌شوند. با توجه به مطالب گفته شده می‌توان نتیجه گرفت در مدرسه دارالفنون که ترکیب دو نوع الگوی سازمان‌دهی خطی و مرکزی در چیدمان فضایی پلان مدرسه وجود دارد و فضاها در اطراف حیاط با سازمان‌دهی مرکزی شکل گرفته و به‌صورت غیرمستقیم از طریق راهروهای خطی با فضای مرکزی در ارتباطند با آنکه نقش حیاط مرکزی به‌عنوان عنصر اصلی سازمان‌دهی میان فضاهای مدرسه نسبت به مدارس دوره‌های قبل (مسجد مدرسه‌ها) کاهش پیدا کرده ولی مطابق تحلیل‌های صورت گرفته بیشترین میزان شاخص‌ها مربوط به این فضا می‌باشد که این نشان‌دهنده میزان استفاده‌پذیری بیشتر این فضا



نمودار ع شاخص اتصال بصری فضاهای اصلی مدرسه (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

۹- نتیجه تحقیق

هدف از مقاله حاضر تجزیه و تحلیل ویژگی پیکره‌بندی فضایی در یکی از کاربری‌های مهم معماری (مدارس) جهت شناسایی و مشخص نمودن روابط فضایی و اجتماعی در میان اجزا آن بوده است. بدین منظور مدرسه دارالفنون به‌عنوان اولین بنای آموزشی موفق به سبک نوین برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد و سؤالات پژوهش به‌صورت زیر ارائه گردید-چه رابطه‌ای میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و شاخص هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) در الگوی شکلی پلان مدرسه دارالفنون وجود دارد؟-هر کدام از فضاها در پلان مدرسه دارالفنون دارای چه میزان هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری با سایر فضاها می‌باشد و هر کدام از شاخصه‌ها در کدام فضا دارای بیشترین مقدار می‌باشد؟-با توجه به الگوی شکلی و نوع چیدمان فضاها در مدرسه دارالفنون شاخص وضوح در مدرسه به چه میزان می‌باشد؟

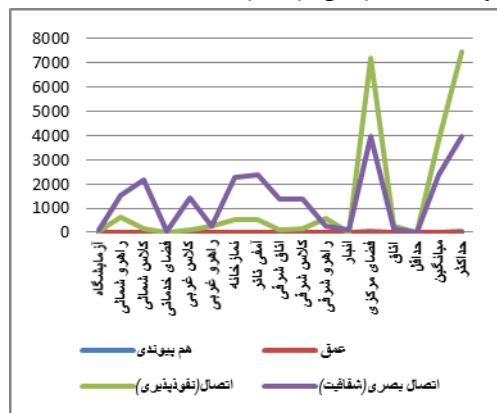
در راستای پاسخ به سؤالات پژوهش و اثبات فرضیات پژوهش مبنی بر وجود رابطه معنادار میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و میزان هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) در الگوی شکلی پلان مدرسه دارالفنون، همچنین تأثیر نوع چیدمان فضا بر میزان شاخصه‌های ذکر شده، از روش نحو فضا استفاده شد و ویژگی‌های حرکتی و بصری افراد در نمونه مورد مطالعه با دو رویکرد نقشه محوری و گراف نمایشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از داده‌ها و مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر (نمودار ۷) بیانگر این است که در مدرسه دارالفنون، بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال



۱۲- منابع فارسی و لاتین

- آزادبخت، جاسم، نورتقانی، عبدالمجید، ۱۳۹۶، رابطه سیستم فعالیت‌های جمعی و پیکره‌بندی خانه‌های کوه دشت با رویکرد نحو فضا، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، دوره ۲۲، شماره ۱، ۶۵-۷۴
- بانی مسعود، امیر، ۱۳۸۸، معماری معاصر ایران، تهران، انتشارات هنر معماری قرن
- بمانیان، محمدرضا، جلوانی، متین، ارجمندی، سمیرا، ۱۳۹۵، بررسی ارتباط میان پیکربندی فضایی و حکمت در معماری اسلامی مساجد مکتب اصفهان نمونه‌های موردی: مسجد آقانور، مسجد امام اصفهان و مسجد شیخ لطف‌الله، دو فصلنامه معماری ایرانی، شماره ۹، ۱۴۱-۱۵۷
- بهپور، زهرا، شعاعی، حمیدرضا، نبی میدی، مسعود، ۱۳۹۷، نحو فضا رهیافتی برای ادراک عرصه بندی خانه در شهر یزد، نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، سال ششم، شماره هشتم، ۴۷-۷۵
- بهزادفر، مصطفی، رضوانی، نوشین، ۱۳۹۴، بررسی تطبیقی هنجارهای ریخت‌شناسی شهر سازی اسلامی در بافت تاریخی (مورد کاوی: محله سرچشمه شهر گرگان، فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، دوره ۳، شماره ۱، ۳-۲۲
- حیدری، علی‌اکبر، پیوسته‌گر، یعقوب، محبی نژاد، سارا، کیایی، مریم، ۱۳۹۷، ارزیابی شیوه‌های ایجاد حریمیت در سه نظام پیمون بزرگ، کوچک و خرده پیمون در پیکره‌بندی مسکن ایرانی اسلامی با استفاده از تکنیک نحو فضا، فصلنامه مرمت و معماری ایران، سال هشتم، شماره شانزدهم، ۵۱-۶۸
- حیدری، علی‌اکبر، اکبری، الهه، اکبری، آرمان، ۱۳۹۸، مقایسه تطبیقی راندمان عملکردی پیکره‌بندی فضاها در سه نظام خانه با پیمون بزرگ، کوچک و خرده پیمون با استفاده از تکنیک چیدمان فضا، نشریه معماری و شهرسازی آرمان شهر، شماره ۲۸، ۳۵-۴۸
- خدابخشی، سحر، فروتن، منوچهر، سمیعی، امیر، ۱۳۹۴، بررسی سیر تحول فضای معماری مدارس بر اساس ارزیابی نقش نظام آموزشی حاکم بر آن‌ها (نمونه موردی: مدرسه سپهسالار، دارالفنون و دبیرستان البرز)، نشریه علمی پژوهشی باغ نظر، سال ۱۲، شماره ۳۷، ۶۱-۷۴

توسط کاربران است. با توجه به اینکه میزان استفاده‌پذیری از یک فضا با ارزش فضایی آن فضا ارتباط مستقیم دارد؛ بنابراین ارزش فضایی حیاط مرکزی در این مدرسه با توجه به کاهش نقش آن نسبت به مدارس پیشین، از سایر فضاهای مدرسه بیشتر است که این نشان‌دهنده اهمیت ایجاد چنین فضایی در پلان مدارس می‌باشد و به نظر می‌رسد که استفاده از سازمان‌دهی مرکزی و ایجاد فضای مرکزی در پلان مدارس می‌تواند به‌عنوان یک راهکار طراحی برای ایجاد انسجام، پیوستگی و یکپارچگی میان فضاهای مدرسه مورد استفاده طراحان قرار گیرد.



نمودار ۷: مقایسه شاخص هم پیوندی، عمق، اتصال (نقونبذیری)، اتصال بصری در مدرسه با یکدیگر (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

۱۰- تشکر و قدردانی

یافته‌های تحقیق حاضر مستخرج از مطالعات انجام شده در رساله دکتری معماری نویسنده اول می‌باشد و نویسنده اول بر خود می‌داند از زحمات کلیه اساتیدی که در انجام رساله راهنمای وی بوده‌اند تشکر و قدردانی ویژه نماید.

۱۱- پی‌نوشت‌ها

- 1- Lawson
- 2- Space Syntax
- 3- Steadman
- 4- Hillier
- 5- Hanson
- 6- Space Morphology
- 7- Integration
- 8- Intelligibility
- 9- Depth
- 10- Connectivity
- 11- Axial Map Analyzis
- 12- Visibility Graph Analyzis



- دیده‌بان، محمد، پوردیهیمی، شهرام، ریسمانچیان، امید، ۱۳۹۲، روابط بین ویژگی‌های شناختی و پیکره‌بندی فضایی محیط مصنوع تجربه‌ای در دزفول، دو فصلنامه معماری ایرانی، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات معماری ایران، شماره ۴، ۳۷-۶۴
- رازجو، مهرداد، متین، مهرداد، امامقلی، عقیل، ۱۳۹۸، تحلیل شکل‌گیری تعاملات اجتماعی در مسکن روستایی اقلیم معتدل و مرطوب با استفاده از روش چیدمان فضا در مسکن جلگه‌ای گیلان، فصلنامه علمی پژوهشی-نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال یازدهم، شماره دوم، ۳۷۲-۳۹۱
- ریسمانچیان، امید، بل، سایمون، ۱۳۹۰، بررسی جدافتادگی فضایی بافت‌های فرسوده در ساختار شهر تهران به روش نحو فضا، فصلنامه علمی-پژوهشی باغ نظر، مرکز پژوهشی هنر، معماری و شهرسازی نظر، دوره ۸، شماره ۱۷، ۶۹-۸۰
- سلطانی فرد، هادی، حاتمی‌نژاد، حسین، عباس-زادگان، مصطفی، پوراحمد، احمد، ۱۳۹۳، تحلیل دگرگونی بافت تاریخی شهر سزواری با استفاده از تئوری چیدمان فضا، فصلنامه فضای جغرافیایی، دوره ۱۴، شماره ۴۸، ۱۶۳-۱۷۹
- سعادت‌وقار، پوریا، ضرغامی، اسماعیل، قنبران، عبدالحمید، ۱۳۹۸، واکاوی تعامل بین گونه‌های شکلی مسکن سنتی و ارتباطات فضایی با استفاده از ابزار نحو فضا، فصلنامه معماری ایرانی، شماره ۱۶، ۱۵۳-۱۸۰
- سهیلی، جمال‌الدین، عارفیان، انسیه، ۱۳۹۵، تحلیل روابط اجتماعی انسانی در فضاهای مسجد مدرسه‌های دوره قاجار قزوین بر اساس رویکرد نحو فضا، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۸، شماره ۳، ۴۷۵-۴۹۱
- سهیلی، جمال‌الدین، رسولی، نسترن، ۱۳۹۵، مطالعه تطبیقی نحو فضای معماری کاروانسراهای دوره قاجاریه، نشریه هویت شهر، دوره ۱۰، شماره ۲۶، ۴۷-۶۸
- سیادتان، سعید رضا، پور جعفر، محمدرضا، ۱۳۹۳، آزمون کاربرد گراف توجیهی در معماری ایرانی-اسلامی (نمونه‌های موردی: خانه رسولیان یزد، خانه‌ای در ماسوله)، فصلنامه علمی پژوهشی نقش جهان، سال چهارم، شماره ۳، ۲۷-۴۳
- شیخ بهایی، امیررضا، ۱۳۹۸، بررسی اصل درون‌گرایی در مسکن ایرانی بر اساس نظریه نحو فضا، نشریه مدیریت شهری، شماره ۵۴، ۶۳-۷۸
- طاهر سیما، سارا، بهبهانی، هما، بذرافکن، کاوه، ۱۳۹۴، تبیین نقش آموزشی فضای باز در مدارس ایران با مطالعه تطبیقی مدارس سنتی تا معاصر (نمونه‌های موردی: مدرسه‌های چهارباغ، دارالفنون و البرز)، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های معماری اسلامی، سال سوم، شماره ۶، ۵۶-۷۰
- عباس زادگان، مصطفی، ۱۳۸۱، طراحی شهری روش چیدمان فضا در فرایند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد، فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت شهری، شماره ۹، ۶۴-۷۵
- کامل نیا، حامد، ۱۳۸۸، دستور زبان طراحی محیط‌های یادگیری، تهران، انتشارات سبحان نور
- کلاتتری، سعیده، اخلاصی، احمد، اندجی، خلیل، بیگی، آرمان، ۱۳۹۷، تحلیل ارتباط میان ساختار فضایی و رفتار حرکتی کاربران به روش چیدمان فضا، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۴۳، ۲۱۵-۲۳۴
- کمالی پور، حسام، معماریان، غلامحسین، فیضی، محسن، موسویان، محمد فرید، ۱۳۹۱، ترکیب شکلی و پیکره‌بندی فضایی در مسکن بومی: مقایسه تطبیقی عرصه بندی فضای مهمان در خانه‌های سنتی کرمان، فصلنامه علمی پژوهشی مسکن و محیط روستا، شماره ۳، ۱۳۸، ۳-۱۶
- کیائی، مهدخت، سلطان‌زاده، حسین، حیدری، علی‌اکبر، ۱۳۹۸، سنجش انعطاف‌پذیری نظام فضایی با استفاده از تکنیک چیدمان فضا، مجله باغ نظر، دوره ۱۶، شماره ۷۱، ۷۶-۶۱
- مظاهری، مجتبی، دژدار، امید، موسوی، سید جلال، ۱۳۹۷، تحلیل نقش حیاط در ساختار فضایی خانه‌های ایرانی با بهره‌گیری از روش نحو فضا، نشریه هویت شهر، سال دوازدهم، شماره سی و چهارم، ۹۷-۱۱۰
- ملازاده، عباس، پسیان، وحید، خسروزاده، محمد، ۱۳۹۱، کاربرد نحو فضایی در خیابان ولیعصر شهر باشت، مدیریت شهری، دوره ۱۰، شماره ۲۹، ۸۱-۹۰
- همدانی گلشن، حامد، ۱۳۹۴، بازاندیشی نظریه نحو فضا رهیافتی در معماری و طراحی شهری مطالعه موردی: خانه



<https://link.springer.com/article/10.1057/udi.2012.19>

- -Maina, J.J. and Audu, M.T. (2016), WAYFINDING IN EDUCATIONAL BUILDINGS: A CASE STUDY OF THE FACULTY OF ENVIRONMENTAL DESIGN AHMADU BELLO UNIVERSITY, *Environl Journal of Environmental Studies*, Vol.4 No 1 May 2016
- -Montello, Daniel R, Published The contribution Of Space Syntax To a Comprehensive Theory Of Enviromental Psychology 6th International Space Syntax Symposium, Istanbul, 2007
- Mustafa, F. A., & Rafeeq, D. A. (2019). Assessment of elementary school buildings in Erbil city using space syntax analysis and school teachers' feedback. *Alexandria Engineering Journal*, 58(3), 1039-1052
- -Rismanchian, Omid and Bell, Simon (2011) "The isolation of deteriorated textures in the structure of Tehran using space syntax method", *Bagh-e-Nazar*, No. 17, 69-80. Steadman, P. (1983) *Architectural Morphology*, London: Poin.
- Wu, X. I. A. N. F. E. N. G., Law, S. T. E. P. H. E. N., Heath, T., & Borsi, K. A. T. H. A. R. I. N. A. (2017). Spatial configuration shapes student social and informal learning activities in educational complexes. In *Proceedings—11th International Space Syntax Symposium SSS* (pp.1-9)
- Zerouati, W., & Bellal, T. (2020). Evaluating the impact of mass housings' in-between spaces' spatial configuration on users' social interaction. *Frontiers of Architectural Research*, 9(1), 34-53
- بروجردی‌ها کاشان، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، دوره ۲۰، شماره ۲، ۸۵-۹۲
- یزدانفر، سید عباس، ۱۳۸۸، تحلیل ساختار فضایی شهر تبریز در محدوده بار و با استفاده از تکنیک اسپیس سینتکس، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، سال هفتم، شماره ۶۷، ۶۷-۵۸
- -Al-Mohannadi, A. S. M. A. (2019). The Spatial Culture of Traditional and Contemporary Housing in Qatar. A Comparative Analysis based on Space Syntax
- Bafna, Sonia (2003), *Space Syntax A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques*, Environment and Behaviour, Vol. 35 No. 1, January 2003 17-29, DOI: 10. 1177/ 0013916502238863, Sage Publications
- Hillier, B. & Hanson, J. (1984), *The Social Logic Of Space*, Cambridge University Press, London
- <https://www.cambridge.org/core/books/social-logic-of-space/6B0A078C79A74F0CC615ACD8B250A985>
- Hillier, Bill and Honson, Juilian (1989) *The Social Logic Of Space*, 5th Edition, Cambridge University Press, Cambridge
- <https://www.cambridge.org/core/books/social-logic-of-space/6B0A078C79A74F0CC615ACD8B250A985>
- -Hillier, Bill (2007) ; *Space is the machine* (Electronic edition), Press Syndicate of the University of Cambridge, 1-368
- -Karimi, Kayvan, (2012), A configurational approach to analytical urban design: 'Space syntax' methodology, *URBAN DESIGN International* advance online publication, 26 September 2012; doi:10.1057/udi.2012.19,



۱۳- چکیده تصویری

