

مقایسه تطبیقی ریخت‌شناسی مدارس معاصر ایران با استفاده از روش چیدمان فضا

■ ساهره مهرابیان*

■ حسین صفری**

■ جمال‌الدین سهیلی***

چکیده:

هدف از پژوهش حاضر تجزیه و تحلیل ویژگی پیکره‌بندی فضایی و بررسی تأثیر نوع چیدمان و سازمان‌دهی فضایی در الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان مدارس مورد مطالعه بر میزان شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح است. به همین منظور مدرسه دارالفنون به عنوان نخستین بنای آموزشی به سبک نوین با ترکیب چیدمان مرکزی و خطی در پلان و مدرسه شاهپور (بهشتی) به عنوان شاخص مدارس نوین با چیدمان خطی در پلان برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد. سؤال اصلی در پژوهش حاضر این بود که چه رابطه‌ای میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و میزان شاخص هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان مدارس مورد مطالعه وجود دارد؟ روش پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و تطبیقی است و ابزار پژوهش، شامل مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهده و برداشت میدانی و در نهایت شبیه‌سازی با نرم‌افزار چیدمان فضا است. یافته‌ها نشان داد که در بخش فضای مرکزی هر دو مدرسه بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و کمترین میزان عمق وجود دارد و مقادیر عددی شاخص‌های ذکر شده در مدرسه دارالفنون که در سازمان‌دهی فضایی آن از ترکیب دو الگوی مرکزی و خطی استفاده شده، بیشتر از مدرسه شاهپور با سازمان‌دهی خطی است. همچنین هر دو مدرسه دارای میزان وضوح با مقدار عددی بالای ۰/۷ هستند. بنابراین می‌توان گفت میان نوع سازمان‌دهی فضایی و میزان شاخص‌ها در مدارس مورد مطالعه رابطه معنادار وجود دارد و سازمان‌دهی مرکزی با شاخص‌های هم‌پیوندی، وضوح، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) همبستگی مثبت و با شاخص عمق همبستگی منفی دارد و هر چه فضا دارای چیدمان مرکزی تر باشد میزان شاخص‌های یادشده در آن بیشتر است. بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از الگوی مرکزی در پلان مدارس می‌تواند به عنوان یک راهکار طراحی عوامل اساسی برای ایجاد انسجام فضایی، یکپارچگی و پیوستگی در میان فضاهای مدرسه مورد استفاده طراحان قرار گیرد.

کلید واژه‌ها:

ریخت‌شناسی، مدارس معاصر، روش چیدمان فضا، مدرسه دارالفنون، مدرسه شاهپور

□ تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۶/۹

□ تاریخ شروع بررسی: ۹۸/۷/۲

□ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۴/۱۹

* دانشجوی دکتری تخصصی معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران sm.4075@gmail.com

** استادیار گروه معماری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران (نویسنده مسئول) hossein.safari@iaurasht.ac.ir

*** استادیار گروه معماری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران soheili@qiau.ac.ir

■ مقدمه

مدارس از اولین محیط‌های اجتماعی‌اند که افراد در دوران کودکی که از مهم‌ترین دوران آموزش‌پذیری و الگوپذیری است، ساعات‌های زیادی از طول روز را در آن می‌گذرانند. در نتیجه فضای مدارس بیشترین اثر و نقش را در ساخت آینده کودکان داشته و تأثیرات قابل‌توجهی بر میزان یادگیری آن‌ها می‌گذارد (طاهرسیما و بهبهانی و بذرافکن، ۱۳۹۴). از این رو داشتن روابط فضایی مطلوب و دستیابی به الگوی مناسب طراحی در مدارس می‌تواند زمینه‌ساز رشد شخصیتی، آموزشی و تربیتی کودکان باشد. به‌طوری‌که لاوسون^۱ 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. چراکه به بسیاری از فعالیت‌های مهم انسانی و آموزشی و رشد کودکان می‌انجامد (کامل‌نیا، ۱۳۸۸ ص. ۱۱). همچنین امروزه نیاز جامعه مدنی ایران به گسترش آموزش، سبب ایجاد مدارس بسیار اما فاقد هرگونه نقش مثبت و سازنده به‌منظور رشد فرایند تعلیم و تربیت شده و متأسفانه الگوی فضایی مدارس در سال‌های اخیر بدون تغییرات مثبت و تکامل بوده است (طاهرسیما و همکاران، ۱۳۹۴). و بیشتر مدارس امروز در ساختمان‌های استیجاری با کاربری‌های غیر آموزشی تأسیس می‌شوند که بیشتر برطرف‌کننده نیازهای کمی دانش‌آموزان هستند و فاقد مؤلفه‌های کیفی موردنیاز آنان. از آنجایی‌که یکی از اهداف مهم معماری ارتقای کیفی محیط ساخته‌شده و تعامل مثبت افراد با فضای کالبدی و بهبود ارتباط انسان‌ها با یکدیگر در فضا است (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱)، بنابراین به‌منظور دستیابی به چنین هدفی از روش‌های گوناگون برای تحلیل و بهبود روابط فضایی بناها استفاده می‌شود. یکی از روش‌هایی که در چند دهه اخیر ابداع و مورد توجه قرار گرفته روش چیدمان فضا^۲ است. این توجه، بیشتر به دلیل ملموس و عینی بودن این روش و قابل‌دسترس بودن منابع و نرم‌افزارهای آن است (همدانی‌گلشن، ۱۳۹۴). روش چیدمان فضا در اوایل دهه هفتاد میلادی، از طرف چند دانشمند و صاحب‌نظر انگلیسی معرفی شد (سهیلی و عارفیان، ۱۳۹۵). طرفداران نظریه چیدمان فضا 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 است. در این روش رابطه ترتیبی و چیدمانی همه فضاها با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مطابق این نظریه، ترتیب قرارگیری فضاها در کنار هم تأثیر مستقیمی بر نحوه استفاده از فضاها دارد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

دو مفهوم مهم در این نظریه، ویژگی‌های حرکتی و بصری انسان در فضای معماری است که شکل‌دهنده و سازنده فضای معماری و ساختارهای اجتماعی است. در واقع جوهر شکل‌گیری فضا و روابط انسانی، انسان و ویژگی‌های حرکتی و بصری او است، لذا محور قرار دادن ویژگی‌های

انسانی، سبب پیدایش مفهوم واحدی از فضای معماری و روابط اجتماعی می‌شود (آزادبخت و نورتقانی، ۱۳۹۶؛ بافنا، ۲، ۲۰۰۳). پژوهش‌های انجام‌شده با رویکرد چیدمان فضا در دو حوزه معماری و شهرسازی است. در حوزه معماری، بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته، در زمینه‌های تجزیه و تحلیل مسکن بومی، مساجد و کاروانسراها بوده است. در زمینه فضاهای آموزشی، یکی از پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از این روش، عملکرد فضای باز مدارس را با مقایسه تطبیقی میان مدارس سنتی و معاصر مورد تحلیل قرار داده است (طاهر سیما و همکاران، ۱۳۹۴). سایر پژوهش‌ها، فضاهای آموزشی را از لحاظ سازمان‌دهی فضایی و تأثیر آن بر رفتار افراد و تعاملات اجتماعی آن‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند (سهیلی و عارفیان، ۱۳۹۵؛ کلانتری و اخلاصی و اندجی و خلیل بیگی، ۱۳۹۷؛ حیدری و پیوسته‌گر و محبی‌نژاد و کیایی، ۱۳۹۷؛ مصطفی و رفیق، ۲، ۲۰۱۹؛ ویو و لو و هیس و برسی، ۵، ۲۰۱۷). در این پژوهش با توجه به اهمیت روابط فضایی در مدارس و تأثیر آن بر یادگیری دانش‌آموزان، و همچنین با توجه به کم‌رنگ شدن شاخص‌های شکل‌دهنده پیکره‌بندی فضایی معماری گذشته در بناهای عصر جدید و ضرورت بازشناسی آن‌ها و همراه نمودن آن‌ها با نظریه‌های نوین، به تحلیل روابط فضایی و نیز چگونگی ریخت‌شناسی و پیکره‌بندی فضایی در عرصه بندی ساختار مدارس معاصر پرداخته شده است. با توجه به اینکه الگوهای سازمان‌دهی فضایی رایج در پلان مدارس ایران از دوران سنتی تاکنون دو الگوی مرکزی و خطی است که از الگوی سازمان‌دهی مرکزی تا اواسط دوره قاجار در مدارس که به صورت مسجد-مدرسه بودند استفاده می‌شد. و الگوی سازمان‌دهی خطی از اواسط دوره قاجار با تغییر در شیوه آموزش و تأثیر از معماری غرب در ساختار مدارس رواج یافت و تاکنون نیز الگوی غالب در ساختار پلان مدارس به شمار می‌آید. بنابراین در این پژوهش مدرسه دارالفنون به عنوان اولین بنای آموزشی به سبک نوین که ترکیب الگوی سازمان‌دهی خطی و مرکزی در ساختار پلان آن وجود دارد و مدرسه شاهپور (بهشتی) به عنوان شاخص مدارس نوین در دوره پهلوی با الگوی سازمان‌دهی خطی در پلان به عنوان نمونه موردی برای تجزیه تحلیل انتخاب شد. سؤالات پژوهش عبارت‌اند از:

۱. چه رابطه‌ای میان چگونگی سازمان‌دهی فضایی و شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری) و قابلیت اتصال بصری (شفافیت) در الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان مدارس مورد مطالعه وجود دارد؟

۲. الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان چه تأثیری بر میزان وضوح فضاها در مدارس هر دوره دارد؟

۳. با توجه به الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان، بیشترین میزان هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) در مدارس هر دوره مربوط به کدام فضاهاست؟

■ فرضیه‌های پژوهش

○ میزان شاخص هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) در مدرسه دارالفنون که در الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان آن از ترکیب دو الگوی مرکزی و خطی استفاده شده بیشتر از مدرسه شاهپور است که الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان در آن به صورت خطی شده است.

○ الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان بر میزان وضوح در مدارس مورد مطالعه تأثیر مستقیم داشته و سازمان‌دهی مرکزی در مدرسه دارالفنون سبب افزایش میزان وضوح در این مدرسه نسبت مدرسه شاهپور با سازمان‌دهی خطی شده است.

○ بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) و کمترین میزان عمق در مدارس هر دو دوره مربوط به فضای مرکزی است.

■ پیشینه پژوهش

از جمله پژوهش‌هایی که در سال‌های اخیر با روش چیدمان فضا در خارج از کشور انجام پذیرفته، پژوهش المهندی^۱ است که در آن تأثیر شکل فضایی بر الگوهای اجتماعی و فرهنگی را در خانه‌های سنتی و معاصر کشور قطر مورد بررسی قرار داده است (المهندی، ۲۰۱۹). در پژوهشی دیگر به بررسی تأثیر پیکره‌بندی فضایی و میزان نفوذپذیری فضا بر تعاملات اجتماعی افراد پرداخته شده که نتایج آن نشان‌دهنده وابستگی میان آن‌هاست (زرواتی و بلا، ۲۰۲۰). همچنین در سال ۲۰۱۹، پژوهشگران خارجی پژوهشی را با هدف بررسی الگوهای گردش در ساختمان مدارس ابتدایی و کشف تأثیر پیکره‌بندی و سازمان‌دهی فضای مدرسه برای دسترسی بهتر کارکنان انجام و سه الگوی شکلی را در مدارس شهر اربیل مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج نشان داد پلان‌های U شکل نسبت به سایر شکل‌ها دارای هم‌پیوندی، قابلیت اتصال و قابلیت دید بیشتر است (مصطفی و رفیق، ۲۰۱۹). پژوهشی دیگر در زمینه استفاده از روش چیدمان فضا، با هدف بررسی تأثیر پیکره‌بندی فضایی بر میزان شکل‌گیری فعالیت‌های اجتماعی و یادگیری دانشجویان در فضاهای غیررسمی مجتمع‌های آموزشی انجام شده که در آن شش نوع از فعالیت‌های دانشجویی در پنج فضای یادگیری غیررسمی در دانشگاه تحلیل و بررسی شده است. یافته‌ها نشان دادند که شکل فضا در میزان معاشرت دانشجویان و فعالیت‌های یادگیری غیررسمی نقش مؤثر دارد (ویو و همکاران، ۲۰۱۷). در ایران نخستین پژوهش‌ها در زمینه استفاده از روش چیدمان فضا در حوزه شهرسازی است که عباس‌زادگان انجام داده است. و در آن با استفاده از این روش ویژگی‌های ساختاری شهر یزد طی سه مرحله توسعه تاریخی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). پس از آن افراد دیگر نیز به استفاده از

این روش به منظور تجزیه و تحلیل ساختارهای شهری در تحقیقات خود پرداخته‌اند (یزدانفر، ۱۳۸۸؛ ریسمانچیان و بل، ۱۳۹۰؛ ملازاده و پسیان و خسروزاده، ۱۳۹۱؛ دیده بان و پوردیهیمی و ریسمانچیان، ۱۳۹۲؛ سلطانی فرد و حاتمی نژاد و عباس زادگان و پوراحمد، ۱۳۹۳؛ بهزادفر و رضوانی، ۱۳۹۴). در حوزه معماری بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از روش چیدمان فضا به تحلیل سازمان‌دهی فضایی خانه‌های سنتی در اقلیم‌های مختلف پرداخته‌اند (کمالی پور و معماریان و فیضی و موسویان، ۱۳۹۱؛ سیادتان و پورجعفر، ۱۳۹۳؛ همدانی گلشن، ۱۳۹۴؛ آزاد بخت و همکاران، ۱۳۹۶؛ بهپور و شعاعی و نبی‌مبیدی، ۱۳۹۷؛ مظاهری و دژدار و موسوی، ۱۳۹۷؛ حیدری و اکبری و اکبری، ۱۳۹۸؛ شیخ بهایی، ۱۳۹۸؛ سعادت‌وقار و ضرغامی و قنبران، ۱۳۹۸؛ کیائی و سلطان‌زاده و حیدری، ۱۳۹۸؛ رازجو و متین و امامقلی، ۱۳۹۸). سایر پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه با مقایسه تطبیقی، ترکیب فرمی و شکلی و روابط فضایی در بناهایی مانند مساجد (بمانیان و جلوانی و ارجمنندی، ۱۳۹۵) و کاروانسراها (سهیلی و رسولی، ۱۳۹۵) را مورد تحلیل و بررسی قرار داده‌اند. در زمینه فضاهای آموزشی یکی از پژوهش‌های صورت گرفته با استفاده از روش چیدمان فضا را طاهر سیما و همکارانش انجام داده‌اند که در آن عملکرد فضای باز مدارس در روند آموزش و یادگیری با مقایسه تطبیقی میان مدارس سنتی و مدارس معاصر مورد تحلیل قرار گرفته و این نتیجه به‌دست‌آمده که الگوی مدارس سنتی با توجه به نقش فعال آموزشی فضای باز و نیمه‌باز شکل گرفته است. درحالی‌که در اکثر مدارس معاصر فضای باز و نیمه‌باز بدون نقش آموزشی و فقط برای گذراندن اوقات فراغت استفاده می‌شوند (طاهرسیما و همکاران، ۱۳۹۴). در پژوهشی دیگر، سهیلی و همکارانش به بررسی چیدمان فضای مسجد مدرسه‌های دوره قاجار در شهر قزوین از لحاظ روابط اجتماعی- انسانی پرداخته‌اند (سهیلی و عارفیان، ۱۳۹۵). در پژوهشی دیگر، پژوهشگران ارتباط میان ساختار فضایی و حرکت کاربران در مسیرها را در پردیس مرکزی دانشگاه تهران بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که ارتباط معنادار میان ارزش هم‌پیوندی فضاها و رفتارهای حرکتی کاربران وجود دارد (کلاتری و همکاران، ۱۳۹۷). در پژوهشی دیگر پژوهشگران با استفاده از تطبیق نقش پیکره‌بندی فضایی و نقشه‌های شناختی رفتارهای اجتماع‌پذیر افراد را در محیط دو دانشکده معماری مورد سنجش و بررسی قرار داده‌اند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۷).

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده خلأ استفاده از روش چیدمان فضا در موضوع ریخت‌شناسی و چیدمان فضایی مدارس وجود دارد، بنابراین در این پژوهش به تحلیل و مقایسه ویژگی پیکره‌بندی فضایی و بررسی تأثیر نوع چیدمان و سازمان‌دهی فضایی بر میزان شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در عرصه‌بندی ساختار مدارس معاصر پرداخته شده و دو مدرسه دارالفنون و شاهپور که دارای الگوهای شکلی (ریخت‌شناسی) متفاوت در سازمان‌دهی پلان هستند، به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند.

■ روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع کمی - کیفی است و در آن از روش توصیفی-تحلیلی و تطبیقی برای پاسخ به سؤالات و اثبات فرضیه‌ها استفاده شده است. ابزار پژوهش، شامل مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهده و برداشت میدانی و در نهایت شبیه‌سازی با نرم‌افزار دپس‌مپ ۳ است. در فرایند انجام دادن پژوهش نخست به روش توصیفی، مبانی نظری با مطالعات کتابخانه‌ای و مراجعه به منابع و اسناد دست اول گردآوری و تدوین شدند. سپس به مشاهده و برداشت میدانی از نمونه‌های مدارس انتخابی، پرداخته شد و ویژگی‌های پلان مدارس از لحاظ روابط فضایی و نوع چیدمان فضاها در کنار یکدیگر، مورد بررسی قرار گرفتند. در ادامه پلان‌های مدارس با نرم‌افزار تخصصی چیدمان فضا شبیه‌سازی، و با روش تطبیقی تأثیر الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان بر میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری)، وضوح و قابلیت اتصال بصری (شفافیت) فضاها در نمونه‌های مورد مطالعه، مقایسه و تحلیل شدند و در نهایت از تحلیل و مقایسه نمونه‌های انتخابی به بحث در مورد یافته‌ها و نتیجه‌گیری پرداخته شد.

● مبانی و چارچوب نظری پژوهش

○ **روش چیدمان فضا:** روش چیدمان فضا، شامل مجموعه‌ای از نظریه‌ها و روش‌هاست که آن را می‌توان یکی از مهم‌ترین روش‌های دوره معاصر در ریخت‌شناسی فضا^۹ به شمار آورد. همچنین از جمله نظریه‌هایی است که بر تأثیر پیکره‌بندی فضای معماری بر ساختارهای فرهنگی و اجتماعی تأکید دارد (هیلیر و هانسون^{۱۰}، ۱۹۸۴ ص. ۴۴). 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 پورجعفر، ۱۳۹۳؛ هلییر، ۲۰۰۷ ص. ۷؛ ریسمانچیان و بل^{۱۱}، ۲۰۱۱). استفاده از این روش، اوایل دهه هفتاد در مدرسه بارتلت^{۱۲} انگلستان رواج پیدا نمود و اولین بار از سوی بیل هلییر و جولیان هانسن^{۱۳} و استیدن^{۱۴} مطرح شد (سهیلی و همکاران، ۱۳۹۵). چیدمان فضا تلاشی است برای برقراری رابطه‌ای علی میان جامعه انسانی و کالبد معماری، و به معنای بررسی ارتباط هر واحد فضایی در یک مجموعه با فضاهای هم‌جوار خود است (رازجو و همکاران، ۱۳۹۸). به عبارت دیگر، ویژگی‌های حرکتی و بصری انسان در فضای معماری است که هم‌زمان شکل‌دهنده فضای معماری و روابط اجتماعی‌اند. بر اساس 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). در روش چیدمان فضا ارتباط همه فضاها با یکدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و نتایج

به صورت پارامترهای ریاضی و گرافیکی ارائه می‌شود (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). ایده کلی این نظریه، مشتمل بر امکان تجزیه فضاها به عناصر تشکیل‌دهنده و تحلیل آن‌ها به مثابه شبکه‌ای است از انتخاب‌ها و بازخوانی آن به صورت گرافیکی که بیان‌کننده انسجام و روابط این فضاها نسبت به یکدیگر است. بر اساس این نظریه، فضا هسته اصلی و اولیه چگونگی رخدادهای فرهنگی و اجتماعی است (سیادتان و پورجعفر، ۱۳۹۴). درواقع هدف این روش توضیح این مطلب است که چگونه مکان‌های ساخته‌شده مانند ساختمان‌ها و شبکه خیابان‌های شهری شکل‌گرفته، مفصل‌بندی شده و پیوستگی پیدا کرده‌اند (کمالی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱؛ مونتلو^{۱۵}، ۲۰۰۷). استفاده از روش چیدمان فضا برای تجزیه و تحلیل فضاها و معماری را به چهار دلیل می‌توان ضروری دانست: ۱. دیگر نگرش‌های تجزیه و تحلیلی نمی‌توانند در فرایند طراحی مورد استفاده قرار گیرند. ۲. با چیدمان فضا می‌توان ارتباط میان فضا و نوع رفتار انسان را در فضا، برقرار کرد. ۳. با چیدمان فضا می‌توان ویژگی‌های مقیاس محلی و مقیاس عمومی را در فضای شهری و ریز فضاها و کل فضا در فضای معماری مورد توجه قرار دهد. ۴. با چیدمان فضا می‌توان همه قسمت‌های فضا را در نظر گرفت. (هیلیر و هانسون، ۱۹۹۸؛ کریمی، ۲۰۱۲).

● شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش با نظریه چیدمان فضا

○ **هم‌پیوندی^{۱۶}:** هم‌پیوندی یکی از اصلی‌ترین مفاهیم در چیدمان فضا است و عبارت از میانگین تعداد خطوط یا فضاها و واسطی است که بتوان از آن فضا به تمام فضاها دیگر رسید. به عبارت دیگر، میانگین تعداد تغییر جهاتی است که می‌توان از یک فضا، به تمام فضاها دیگر رسید. در نتیجه، هم‌پیوندی در روش چیدمان فضا، مفهومی فاصله‌ای و متریک نیست بلکه مفهومی ارتباطی است (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). هم‌پیوندی بیشتر با مفهوم عمق مصداق می‌یابد تا مفهوم فاصله. و می‌توان هم‌پیوندی را انسجام فضایی و میزان عجزین شدن یک فضا با فضاها دیگر دانست (دیده‌بان و همکاران، ۱۳۹۲). هر چه میزان هم‌پیوندی در یک فضا بیشتر باشد نشان‌دهنده آن است که میان آن فضا و فضاها دیگر یکپارچگی بیشتری وجود دارد. افزون بر آن هم‌پیوندی بیان‌کننده میزان دسترسی است و با شاخص ارتباط رابطه خطی دارد، یعنی فضایی که بیشترین میزان هم‌پیوندی را داراست بیشترین میزان دسترسی را نیز به دیگر فضاها دارد. همچنین هم‌پیوندی بیشتر در فضاها سبب ارتباط بیشتر فضاها با یکدیگر می‌شود (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

○ **وضوح^{۱۷}:** بیل هیلیر بر این باور است که وضوح در یک فضا رابطه‌ای مستقیم با مفهوم بازسازی فضا در ذهن دارد (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۵). درواقع می‌توان چنین گفت که شاخص وضوح،

نشان‌دهنده میزان اطلاعات فضایی است که به صورت بصری از یک خط محوری در فضا به دست می‌آید. همبستگی آماری میان میزان اتصال خطوط محوری با میزان هم‌پیوندی، شاخصی است که اهمیت آن خطوط محوری را در کل فضا نشان می‌دهد. (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). هر چه میزان وضوح در یک فضا کمتر باشد، افراد غریبه، درکی کمتر از کلیت فضا می‌یابند و در نتیجه احتمال نفوذ به نقاط خصوصی‌تر فضا کمتر می‌شود. از طرفی هم هرچه وضوح در فضاهای معماری بیشتر باشد، ساختار سلسله مراتبی قلمروها ضعیف‌تر می‌شود و احتمال نفوذ غریبه‌ها به داخل فضا بیشتر خواهد شد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

○ **عمق^{۱۸}:** عمق به تعداد فضاهایی گفته می‌شود که برای رسیدن از یک فضا به فضاهای دیگر باید طی شود. به عبارت دیگر، عمق نشان‌دهنده تعداد تغییر جهتی است که به منظور رسیدن از یک فضا به فضاهای دیگر لازم است. شاخص عمق نشان‌دهنده میزان جدایی یک فضا از سایر فضاهاست. هر چه عمق یک فضا بیشتر باشد یعنی برای رسیدن به آن فضا، باید از تعداد فضاهای واسطه بیشتری عبور کرد. در نتیجه، آن فضا جدا افتاده‌تر می‌شود (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۵). عمق، یک پارامتر مستقل در چیدمان فضایی، و یک متغیر مهم برای محاسبه میزان هم‌پیوندی است و با هم‌پیوندی رابطه معکوس دارد در هر فضایی که هم‌پیوندی آن زیاد باشد آن فضا د عمق کمتری دارد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

○ **اتصال (نفوذپذیری)^{۱۹}:** ویژگی اتصال یک پارامتر سنجش است که رابطه میان یک فضا و فضای مجاور را نشان می‌دهد (دیده‌بان و همکاران، ۱۳۹۲). مفهوم اتصال به معنای ارتباط فضایی و نشان‌دهنده میزان ارتباط میان گره‌ها و محورهای واحد همسایگی خود است. همچنین مقدار عددی اتصال، مشخص‌کننده تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای موردنظر است (یزدان‌فر، ۱۳۸۸).

○ **قابلیت اتصال بصری (شفافیت):** شفافیت عبارت است از تداوم فضایی در محیط، به طوری که مسیر حرکت انسان و یا نگاه او در تداوم پیوسته صورت گیرد گشایش‌های فضایی در خطوط افقی و عمودی سبب ایجاد شفافیت در فضا می‌گردد (عظمتی و همکاران، ۱۳۹۱). مفهوم قابلیت اتصال بصری (شفافیت) در چیدمان فضا مشخص‌کننده میزان ارتباط بصری میان فضاهای مختلف است.

● آنالیزهای مورد استفاده در پژوهش با نرم‌افزار چیدمان فضا

○ **آنالیز نقشه محوری^{۲۰}:** آنالیز نقشه محوری مربوط به ویژگی‌های حرکتی افراد در یک فضا است و زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که موضوع مورد مطالعه حرکت انسان در فضا باشد. نقشه

محوری نموداری گرافیکی است که از تجزیه کردن فضاها با نرم‌افزار چیدمان فضا به دست می‌آید. این نمودار، پایه کار چیدمان فضا است و از طریق آن می‌توان پارامترهایی همچون هم‌پیوندی، قابلیت اتصال، عمق و وضوح را در فضاها، معماری مورد تحلیل و بررسی قرار داد. نقشه محوری، بلندترین خطوط دسترسی و دید را که دیده می‌شود، نمایش می‌دهد و فضاها را به فضاها، محدب تقسیم می‌کند که در همه آن‌ها دو اصل دید و دسترسی قابل لمس است (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱). در تحلیل‌های صورت گرفته با این روش، نقشه فضاها به صورت طیف‌های رنگی از قرمز تا آبی تبدیل می‌شوند که هرچه شدت رنگ قرمز در یک فضا بیشتر باشد نشان‌دهنده قوی بودن شاخص مورد نظر در آن فضا و هرچه رنگ نمودار به رنگ آبی درآید نشان‌دهنده ضعیف بودن شاخص مورد نظر در آن فضا است.

○ **آنالیز گراف نمایانی**^{۲۱}: آنالیز گراف نمایانی مربوط به ویژگی‌های بصری یک فضا است و نشان می‌دهد که افراد موجود در فضا، از لحاظ بصری فضا را چگونه می‌بینند و درک می‌کنند. خروجی نرم‌افزار در این آزمون، گرافی است که در آن شاخص اتصال^{۲۲} نشان‌دهنده قابلیت اتصال بصری در فضا است و طیف رنگی قرمز به آبی دارد که گستره بیشترین تا کمترین میزان از شاخص مورد نظر را نشان می‌دهد (ماینا و آدو^۳، ۲۰۱۶).

● توصیف و معرفی نمونه‌های موردی

تا اواسط دوره قاجار مدارس ایران دارای الگوی سنتی (الگوی سازمان‌دهی مرکزی) بوده و کالبد آن‌ها پاسخگوی نیازها و شیوه آموزشی آن دوره بوده است. اما از دوره قاجار به بعد، با تغییر یافتن شیوه آموزش و ورود شیوه جدید، الگو و کالبد پیشین مدارس پاسخگوی شیوه آموزشی نبوده است، از این رو تحولی در محتوا و معماری مدارس ایجاد شده و مدارس کالبد و الگویی جدید یافته‌اند. از آنجاکه بررسی و تحلیل کالبد و ساختار کلیه مدارس ساخته شده مطابق با الگوی جدید امکان‌پذیر نبود، بنابراین در این پژوهش سعی شده است که نمونه‌های انتخابی، ساختمان‌های شاخص در هر دوره (قاجار، پهلوی) باشند. منظور از ساختمان‌های شاخص، ساختمان‌هایی هستند که: ۱. از دوره معاصر انتخاب شوند (دوره‌ای که در شیوه آموزش و ساختار مدارس تغییر به وجود آمده است) ۲. طرح و مفاهیم معمارانه داشته و از لحاظ کیفیت و تنوع فضایی با ارزش باشند ۳. ثبت میراث فرهنگی شده و مدارک و مستندات آن‌ها در سازمان میراث فرهنگی موجود باشد ۴. قابلیت مشاهده و برداشت میدانی داشته باشند. ۵. دارای پیکره‌بندی فضایی متفاوت در پلان باشند. ۶. کمترین تغییرات در آن‌ها به وجود آمده باشد. با توجه به ویژگی‌های گفته شده دو مدرسه دارالفنون و شاهپور به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند.

○ **مدرسه دارالفنون:** مدرسه دارالفنون در سال ۱۲۳۰ شمسی تأسیس شده و نخستین مدرسه‌ای است که به سبک اروپایی و با بودجه عمومی در تهران ساخته شده است (خدابخشی و فروتن و سمیعی، ۱۳۹۴). دارالفنون نقطه شروع جایگزینی نظام آموزشی نوین بر نظام آموزش سنتی است. معمار آن میرزا مهندس‌باشی است که نقشه بنا را بر اساس مشاهدات و برداشت‌های ذهنی خود از نقشه مدرسه نظام لوویج انگلستان طراحی کرده است (بانی مسعود، ۱۳۸۸: ص ۱۱۵). سازمان‌دهی فضایی در مدرسه دارالفنون ترکیب سازمان‌دهی مرکزی و خطی است و کلاس‌ها در اطراف حیاط با سازمان‌دهی مرکزی شکل گرفته‌اند و به‌صورت غیرمستقیم از طریق راهروهای خطی با فضای مرکزی مرتبط می‌شوند و جلوی آن‌ها ایوان‌های وسیع با ستون‌های متعدد قرار دارند. در این پژوهش مدرسه دارالفنون به‌عنوان یکی از نمونه‌های موردی به‌منظور تجزیه و تحلیل روابط فضایی در پلان برگزیده شده است، زیرا اولین بنای آموزشی است که در ساختار معماری و آموزشی آن نسبت به مدارس سنتی تغییر به وجود آمده و از ترکیب الگوهای سنتی و فرنگی در معماری آن استفاده شده است. این مدرسه دارای دو طبقه است که به دلیل شباهت پلان طبقات، پلان طبقه همکف در این پژوهش مورد تحلیل با نرم‌افزار چیدمان فضا قرار گرفته است (جدول ۱).

○ **مدرسه شاهپور:** مدرسه شاهپور در زمان پهلوی اول در شهر رشت تأسیس شده است. فرم و نقشه بنا به سبک مدارس اروپایی و اولین مدرسه به شیوه امروزی و با معماری نوین در گیلان است که شولتس ۱۶ مهندس آلمانی آن را بنا کرده است. این مدرسه یک طبقه بوده و نقشه پلان آن به‌صورت قرینه و دارای چیدمان خطی به شکل تی است. در این مدرسه ورودی اصلی، سالن آمفی‌تئاتر و فضاهای اداری در وسط مجموعه قرار گرفته‌اند و کلاس‌ها به‌صورت قرینه در دو طرف محور اصلی بنا واقع شده‌اند (فخارتهرانی و نوروزی، ۱۳۷۵). با توجه به اینکه در دوره پهلوی الگوی رایج پلان در مدارس مطابق با شیوه آموزشی جدید به الگوی خطی تبدیل شد (رضوی پور و ذاکری، ۱۳۹۶). و مدارس ساخته شده در این دوره دارای طرح و نقشه‌های یکسان در پلان و متأثر از الگوی مدارس غربی بودند که به دست مهندسان داخلی و خارجی در شهرهای گوناگون ساخته می‌شدند و اقلیم نقش چندان تعیین‌کننده در ساختار پلان مدارس این دوره نداشت. بنابراین در این پژوهش مدرسه شاهپور (بهشتی) به‌عنوان شاخص مدارس نوین در دوره پهلوی و دیگر نمونه موردی پژوهش برای تجزیه و تحلیل روابط فضایی در پلان انتخاب شده است. شباهت‌ها و تفاوت‌های نمونه‌های انتخابی در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مدل مفهومی مفروضات و چرخش‌ها در صورت‌بندی اهداف

دوره	نمونه موردی	شیوه آموزش	الگوی طراحی	الگوی سازمان‌دهی در پلان	هنرسانه پلان	عناصر فضایی اصلی موجود در مدرسه	ارتباطات فضایی	نحوه قرارگیری عناصر فضایی کاربردی
دوره	دارالفنون	اولین بنای ساخته‌شده با شیوه‌های نوین آموزشی در مدرسه	طرح و نقشه مدرسه متأثر از معماری مدرن غربی	ترکیب ساختار خطی و مرکزی در پلان	درون‌گرا - مستطیل - متقارن - حیاط مرکزی - دارای ایوان و ایوانچه در جلوی کلاس‌ها و اطراف حیاط	کلاس - آزمایشگاه - کتابخانه - کارگاه - آمفی‌تئاتر - فضاهای اداری و خدماتی	- راهروها - حیاط	کلاس‌ها ردیفی - اطراف حیاط
پهلوی	شاهپور (بهشتی)	طرح و نقشه مدرسه معمار آلمانی	طرح و نقشه مدرسه: طراح: معمار آلمانی	ساختار خطی در پلان	برون‌گرا - مستطیل - متقارن - حذف حیاط مرکزی - حذف ایوان و ایوانچه	کلاس - آزمایشگاه - کتابخانه - کارگاه - آمفی‌تئاتر - فضاهای اداری و خدماتی	- راهروها	کلاس‌ها ردیفی - اطراف راهروهای میانی

مآخذ: یافته‌های پژوهش

یافته‌ها

از آنجا که تمام فعالیت‌های انسان در فضایی منفرد حاصل نمی‌شود، بلکه بعضی از آن‌ها در رابطه با چیدمان فضا و سازمان فضایی اطراف اتفاق می‌افتد، بنابراین تلاش اصلی در تحقیقات روش چیدمان فضا به دست آوردن سازمان‌دهی فضایی و روابط فضایی میان فضاهای تشکیل‌دهنده یک بناست (سیادتان و پورجعفر، ۱۳۹۳). نمونه‌های مورد مطالعه این پژوهش، دو نمونه بارز از مدارس دوره قاجار و پهلوی هستند که در ادامه با بهره‌گیری از روش چیدمان فضا و نرم‌افزار تخصصی آن، به بحث درباره نمودارها و تحلیل‌های گرافیکی مربوط به شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، وضوح و اتصال (شفافیت) بر اساس رویکردهای نقشه محوری و گراف نمایانی در این مدارس پرداخته می‌شود.

جدول ۲. تحلیل شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در مدرسه دارالفنون

نوع آنالیز	شاخص	پلان مدرسه	تحلیل نرم‌افزار	الگوی شکلی پلان
نقشه محوری	هم‌پیوندی			
نقشه محوری	عمق			
نقشه محوری	اتصال (نفوذپذیری)			
گراف نمایشی (VGA)	اتصال بصری (شفافیت)			
نقشه محوری	وضوح			

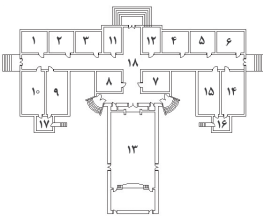
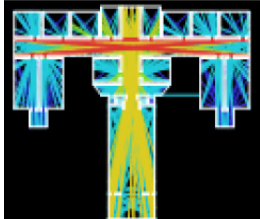
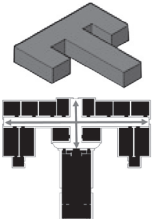
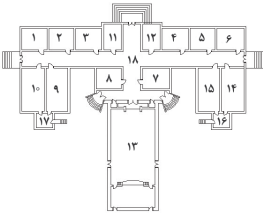
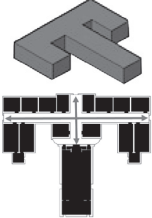
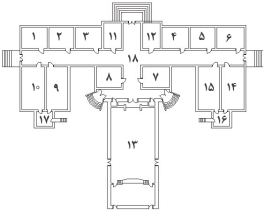
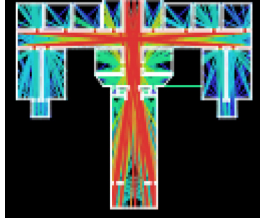
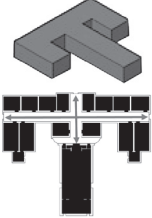
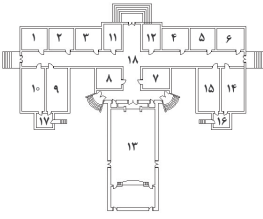
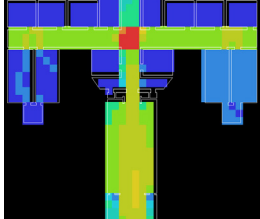
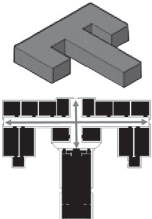
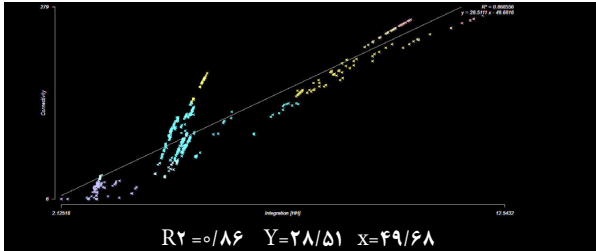
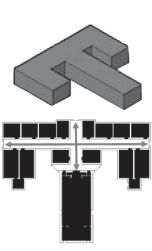
مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. آمار عددی مربوط به شاخص هم پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در مدرسه دارالفنون

نام کاربری	Ruf Number	میزان هم پیوندی	عمق	اتصال (نفوذپذیری)	وضوح
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	.....
آمفی تئاتر	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	.....
تمام مدرسه	حداقل	۲/۷۳	۱/۳۷	۳	۰/۹۱
	میانگین	-----	۱۳/۵۷	۳۸۲۵/۴۲	
	حداکثر	۲۸/۸۲	۴/۹۶	۷۴۶۱	

مآخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۴: تحلیل شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در مدرسه شاهپور

نوع آنالیز	شاخص	پلان مدرسه	تحلیل نرم‌افزار	الگوی شکلی پلان
نقشه محوری	هم‌پیوندی	 ۱. کلاس ۱ ۲. کلاس ۲ ۳. کلاس ۳ ۴. کلاس ۴ ۵. کلاس ۵ ۶. کلاس ۶ ۷. کلاس ۷ ۸. کلاس ۸ ۹. اتاق کلاس ۱۰. کتابخانه ۱۱. اتاق مدیر ۱۲. اتاق معاون ۱۳. اتاق ناظر ۱۴. آزمایشگاه ۱۵. آزمایشگاه ۱۶. بوفه ۱۷. یاتکنی ۱۸. تالار		
نقشه محوری	عمق	 ۱. کلاس ۱ ۲. کلاس ۲ ۳. کلاس ۳ ۴. کلاس ۴ ۵. کلاس ۵ ۶. کلاس ۶ ۷. کلاس ۷ ۸. کلاس ۸ ۹. اتاق کلاس ۱۰. کتابخانه ۱۱. اتاق مدیر ۱۲. اتاق معاون ۱۳. اتاق ناظر ۱۴. آزمایشگاه ۱۵. آزمایشگاه ۱۶. بوفه ۱۷. یاتکنی ۱۸. تالار		
نقشه محوری	اتصال (نفوذپذیری)	 ۱. کلاس ۱ ۲. کلاس ۲ ۳. کلاس ۳ ۴. کلاس ۴ ۵. کلاس ۵ ۶. کلاس ۶ ۷. کلاس ۷ ۸. کلاس ۸ ۹. اتاق کلاس ۱۰. کتابخانه ۱۱. اتاق مدیر ۱۲. اتاق معاون ۱۳. اتاق ناظر ۱۴. آزمایشگاه ۱۵. آزمایشگاه ۱۶. بوفه ۱۷. یاتکنی ۱۸. تالار		
گراف نمایی (V/GA)	قابلیت اتصال بصری (شفافیت)	 ۱. کلاس ۱ ۲. کلاس ۲ ۳. کلاس ۳ ۴. کلاس ۴ ۵. کلاس ۵ ۶. کلاس ۶ ۷. کلاس ۷ ۸. کلاس ۸ ۹. اتاق کلاس ۱۰. کتابخانه ۱۱. اتاق مدیر ۱۲. اتاق معاون ۱۳. اتاق ناظر ۱۴. آزمایشگاه ۱۵. آزمایشگاه ۱۶. بوفه ۱۷. یاتکنی ۱۸. تالار		
نقشه محوری	وضوح			

مآخذ: یافته‌های پژوهش

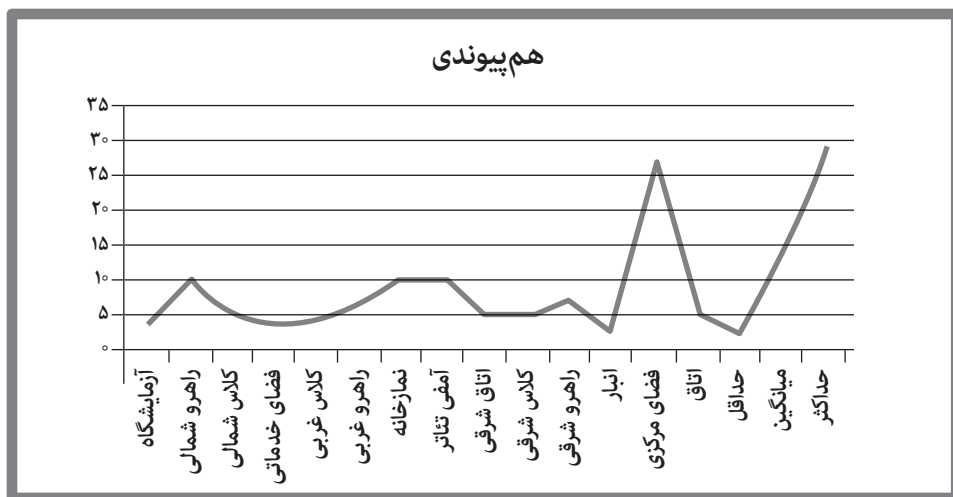
جدول ۵. آمار عددی مربوط به شاخص هم پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در مدرسه شاهپور

نام کاربری	Ruf Number	میزان هم پیوندی	عمق	اتصال (نفوذپذیری)	وضوح
کلاس درس ۱	۵۳۳	۲/۹۹	۳/۱۶	۲۸	.....
کلاس درس ۲	۴۴۳	۲/۷۸	۳/۳۳	۷	.....
کلاس درس ۳	۴۲۶	۴/۷۱	۲/۳۷	۵۵	.....
کلاس درس ۴	۱۳۹	۴/۶	۲/۳۸	۶۱	.....
کلاس درس ۵	۱۳۰	۲/۹۵	۳/۱۹	۲۱	.....
کلاس درس ۶	۲۴	۲/۷	۳/۲۴	۸	.....
کلاس درس ۷	۲۱۰	۵/۲	۲/۲۴	۱۳۳	.....
کلاس درس ۸	۲۵۳	۵/۲۱	۲/۲۴	۱۳۴	.....
اتاق کنفرانس	۴۷۴	۵/۱۵	۲/۲۵	۹۵	.....
کتابخانه	۴۹۳	۳/۰۷	۳/۱۱	۴۰	.....
مدیر	۳۸۰	۸/۴۶	۱/۷۶	۱۸۷	.....
معاون	۶	۸/۴۴	۱/۷۶	۱۸۶	.....
آمفی تئاتر	۱۸۲	۱۰/۱۲	۱/۶۴	۲۵۴	.....
آزمایشگاه	۷۳	۲/۹	۳/۲۳	۲۰	.....
آزمایشگاه	۸۳	۳	۳/۱۶	۳۲	.....
بوفه	۷۴	۲/۹۷	۳/۱۸	۳۰	.....
بایگانی	۴۶۱	۳/۰۳	۳/۱	۳۷	.....
راهرو	۳۲	۱۲/۲۳	۱/۵۳	۳۷۲	.....
تمام مدرسه	۱۹۸	۲/۱۲	۱/۵۱	۶	۰/۸۶
	.....	۵/۶۳	۲/۳	۱۱۰/۹۵	
	۴۱	۱۲/۵۴	۴/۰۵	۲۷۹	

مآخذ: یافته‌های پژوهش

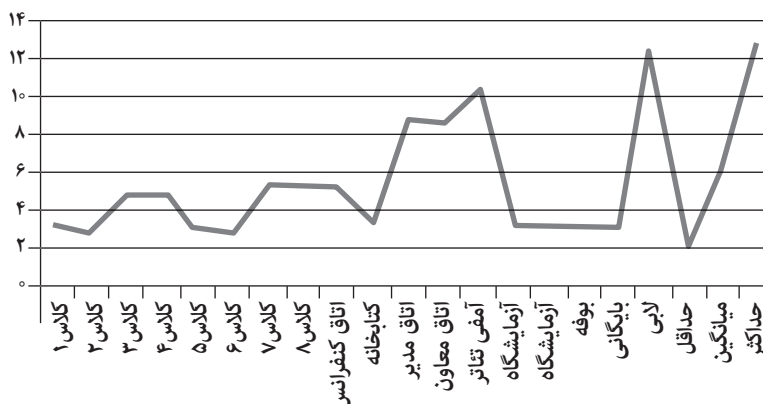
● بررسی شاخص هم‌پیوندی در مدارس مورد مطالعه

در تحلیل بر اساس شاخص هم‌پیوندی، نرم‌افزار رنگ‌های گوناگونی را ارائه می‌کند که رنگ قرمز نشان‌دهنده بیشترین و رنگ آبی تیره، نشان‌دهنده کمترین میزان هم‌پیوندی یک فضا با سایر فضاهاست. با توجه به اینکه الگوی سازمان‌دهی پلان در مدرسه دارالفنون به شکل ترکیب چیدمان مرکزی و خطی است، تحلیل حاصل از نرم‌افزار برای شاخص هم‌پیوندی در این مدرسه نشان می‌دهد (جداول ۲ و ۳، نمودار ۱) که قوی‌ترین هم‌پیوندی در پلان مدرسه مربوط به فضای حیاط مرکزی است که بیشینه آن برابر با $28/82$ است. این بدان معناست که حیاط مرکزی با سایر فضاهای یکپارچگی و پیوستگی بیشتری دارد و مرکزیت این فضا سبب انسجام آن با سایر فضاهای شده است. کمترین میزان هم‌پیوندی در مدرسه نیز مربوط به فضاهای خدماتی است که در گوشه‌های پلان واقع شده و به صورت غیرمستقیم با حیاط مرکزی مرتبط می‌شوند و مقدار آن برابر $2/73$ است. همچنین میزان هم‌پیوندی کلاس‌ها و سایر فضاهای آموزشی که در اطراف حیاط شکل گرفته‌اند میان ۳ تا ۱۰ است. راهروها و مفصل‌های ارتباطی در مدرسه نیز به نسبت کلاس‌ها از میزان هم‌پیوندی بیشتر با فضای مرکزی برخوردارند که تأییدکننده عملکرد این فضاهای است. در مدرسه شاهپور (بهشتی) الگوی سازمان‌دهی پلان به صورت خطی است و کلاس‌ها در اطراف راهروهایی با چیدمان خطی شکل گرفته‌اند. تحلیل حاصل از نرم‌افزار برای شاخص هم‌پیوندی در مدرسه شاهپور نشان می‌دهد (جداول ۴ و ۵، نمودار ۲) که قوی‌ترین هم‌پیوندی در مدرسه شاهپور در قسمت مرکزی فضای راهرو صورت پذیرفته است که بیشینه آن برابر با $12/54$ است همچنین میزان هم‌پیوندی کلاس‌ها با سایر فضاهای در مدرسه میان ۲ تا ۶ است که حداقل میزان هم‌پیوندی مربوط به کلاس‌های واقع شده در انتهای راهروها و حداکثر میزان آن مربوط به کلاس‌هایی است که نزدیک راهرو مرکزی هستند.



نمودار ۱. شاخص هم‌پیوندی در مدرسه دارالفنون (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

هم‌پیوندی

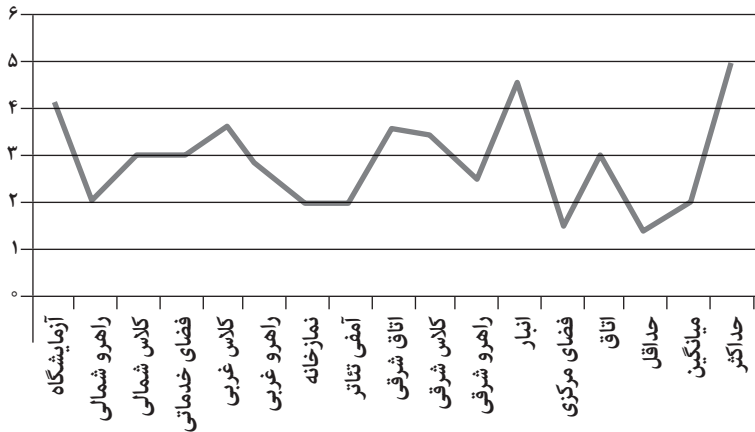


نمودار ۲. شاخص هم‌پیوندی در مدرسه شاهپور (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

● بررسی شاخص عمق در مدارس مورد مطالعه

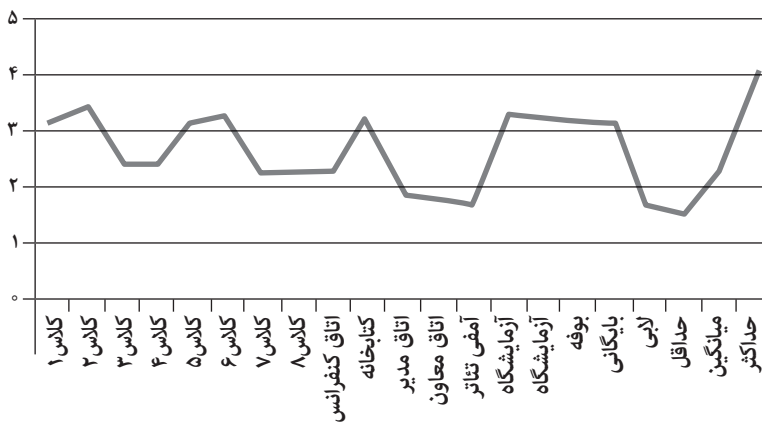
جداول و نمودارهای مربوط به شاخص عمق در مدرسه دارالفنون نشان می‌دهد (جداول ۲ و ۳، نمودار ۳) که بیشترین میزان عمق در مدرسه مربوط به فضاهای خدماتی و حداکثر مقدار عددی آن برابر با ۴/۹۶ است. این بدان معناست که برای رسیدن به این فضاهای خدماتی در مدرسه باید از تعداد فضاهای واسطه بیشتری عبور کرد و این فضاها در بخش‌های دورافتاده و گوشه‌های پلان واقع شده و به‌صورت غیرمستقیم با سایر فضاها مرتبط می‌شوند. 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 فضاهاست. همچنین کلاس‌ها که عرصه‌های خصوصی برای تدریس و آموزش محسوب می‌شوند، دارای عمق زیاد هستند که مقدار عددی آن میان ۳ تا ۴ است و راهروها و مفصل‌های ارتباطی در مدرسه به دلیل نوع عملکردشان به نسبت کلاس‌ها دارای عمق کمتر با مقدار عددی ۲ تا ۳ هستند. با توجه به جداول ۴ و ۵ و نمودار ۴ بیشترین میزان عمق در مدرسه شاهپور (بهشتی) با حداکثر مقدار عددی ۴/۰۵، مربوط به فضاهای قرارگرفته در انتهای راهروها (کلاس‌ها، کتابخانه، آزمایشگاه‌ها) است که نشان‌دهنده قرارگیری این فضاها در عرصه‌های خصوصی‌تر پلان است. همچنین کمترین میزان عمق مربوط به فضای مرکزی راهرو با حداقل مقدار عددی ۱/۵۱ است که نشان‌دهنده در دسترس بودن این فضا و ارتباط قوی این فضا با سایر فضاها است.

عمق



نمودار ۳. شاخص عمق در مدرسه دارالفنون (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

عمق

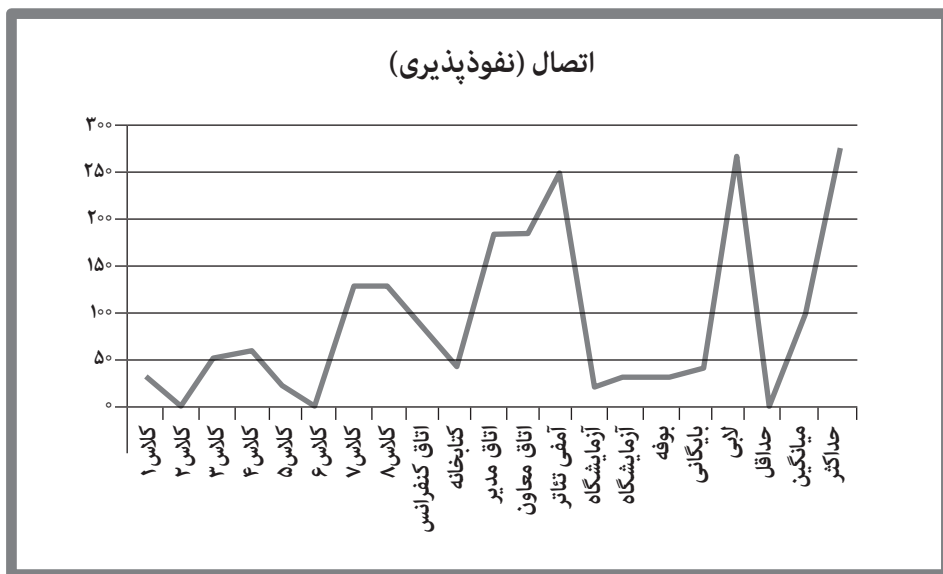


نمودار ۴. شاخص عمق در مدرسه شاهپور (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

● بررسی شاخص اتصال (نفوذپذیری) در مدارس

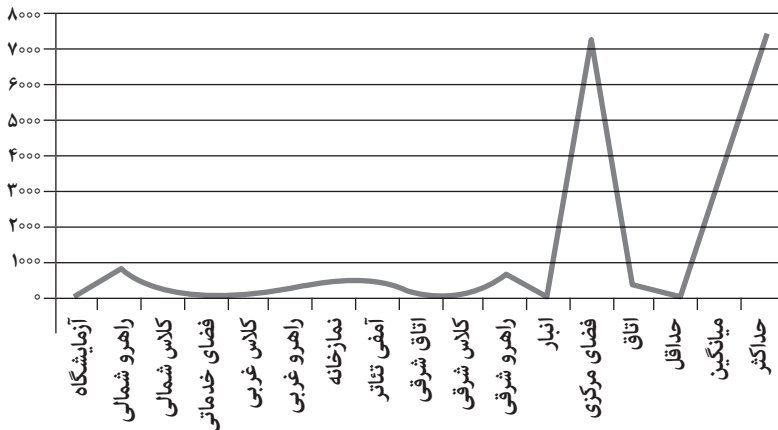
در خروجی‌های نرم‌افزار مربوط به شاخص اتصال (نفوذپذیری) بر اساس رنگ، رنگ قرمز به معنای بیشترین اتصال و ارتباط و رنگ آبی تیره به معنای کمترین اتصال و ارتباط است. بر این اساس، همان‌گونه که در جداول ۲ و ۳ و نمودار ۵ دیده می‌شود فضای حیاط در مدرسه دارالفنون به رنگ قرمز درآمده و بیشترین مقدار عددی اتصال (نفوذپذیری) مربوط به این فضا است که برابر با ۷۴۶۱ است. این بدان معناست که تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای حیاط مرکزی در مدرسه زیاد است. همچنین با توجه به جداول و نمودارها کمترین میزان اتصال (نفوذپذیری) مربوط به فضاهای خدماتی است که حداقل مقدار عددی آن برابر با ۳ است. حداکثر مقدار اتصال (نفوذپذیری) برای کلاس‌ها نیز برابر ۲۰۰ است که نشان‌دهنده ارتباط نسبتاً کم میان آن‌ها و فضای مرکزی در مدرسه است. در مدرسه شاهپور نیز بیشترین میزان اتصال (نفوذپذیری) مربوط به فضای مرکزی راهرو است که حداکثر مقدار عددی آن برابر با ۲۷۹ است (جداول ۴ و ۵ نمودار ۶). که نشان‌دهنده زیاد بودن تعداد دسترسی‌های منتهی به این فضا نسبت به سایر فضاهاست.

همچنین مقدار عددی اتصال (نفوذپذیری) برای فضاهای قرارگرفته در راهروها از جمله کلاس‌ها میان ۵ تا ۱۰۰ است و برای فضاهای کلاس‌ها قرارگرفته در اطراف لابی مرکزی میان ۱۰۰ تا ۲۵۰ است که نشان می‌دهد فضاهای کلاس‌های قرارگرفته در انتهای راهروها نسبت به فضاهای واقع شده در مرکز پلان دسترسی کمتری دارند.



نمودار ۵. شاخص اتصال در مدرسه دارالفنون (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

اتصال (نفوذپذیری)



نمودار ۶. شاخص اتصال در مدرسه شاهپور (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

● بررسی شاخص وضوح در مدارس

همبستگی میان هم‌پیوندی و میزان اتصال، میزان قابلیت درک فضایی را مشخص می‌کند و اگر میزان این همبستگی بیشتر از ۰/۷ باشد نشان‌دهنده قابلیت فهم فضایی بالا و در نتیجه میزان وضوح و خوانایی بالا در فضا است (کریمی، ۲۰۱۲). با توجه به جداول ۲ و ۴ همبستگی میان هم‌پیوندی و میزان اتصال در مدرسه دارالفنون برابر با ۰/۹۱ و در مدرسه شاپور برابر با ۰/۸۶ است بنابراین در هر دو مدرسه مقدار آن بالاتر از ۰/۷ است و این نشان‌دهنده خوانایی بالا در فضای هر دو مدرسه و قابل ادراک بودن فضا برای افراد است.

● بررسی شاخص قابلیت اتصال بصری (شفافیت) در مدارس

برای تحلیل این شاخص از آزمون بصری استفاده شده است. در تحلیل بصری، اتصال نشان‌دهنده تعداد فضاهایی است که به یک فضا قابلیت اتصال بصری دارند و رنگ قرمز نشان‌دهنده قابلیت اتصال بصری (شفافیت) بالای یک فضا با فضاهای دیگر است. با توجه به تحلیل بصری می‌توان نتیجه گرفت که هرچه میزان اتصال بصری یک فضا زیاد باشد، شفافیت آن فضا بیشتر است (ماینا و آدو، ۲۰۱۶). جداول ۲ و ۶ و نمودار ۷، نشان می‌دهند که در مدرسه دارالفنون بیشترین میزان قابلیت اتصال بصری (شفافیت) برابر با ۳۹۶۷ است که مربوط به فضای حیاط مرکزی و نشان‌دهنده اتصال بصری بالا و شفافیت بالای این فضا نسبت به سایر فضاها در پلان مدرسه است. همچنین کمترین مقدار اتصال

بصری (شفافیت) نیز مربوط به فضاهای خدماتی با حداقل مقدار عددی ۲ است قابلیت اتصال بصری (شفافیت) کلاس‌ها نیز در مدرسه میان ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ است که نشان‌دهنده دسترسی بصری بالای کلاس‌ها به فضای مرکزی و در نتیجه شفافیت بالا در این فضاهاست.

در مدرسه شاهپور بالاترین میزان اتصال بصری (شفافیت) مربوط به قسمت مرکزی راهرو در پلان با حداکثر مقدار عددی ۷۳۷ است (جداول ۴ و ۷، نمودار ۸) که نشان‌دهنده اتصال بصری بالا و شفافیت بالای این فضا نسبت به سایر فضاها در پلان مدرسه است. همچنین میزان اتصال بصری (شفافیت) در کلاس‌های مدرسه پایین‌تر از صد است که نشان‌دهنده شفافیت پایین در این فضاهاست.

جدول ۶. آمار عددی مربوط به شاخص اتصال بصری (شفافیت) در مدرسه دارالفنون

نام کاربری	Ruf Number	میزان قابلیت اتصال بصری (شفافیت)
آزمایشگاه	۵۵۰۵۱۰۷	۱۲۸
راهرو شمالی	۲۹۴۹۲۱۰	۱۵۵۰
کلاس شمالی	۴۳۲۵۴۵۷	۲۱۵۴
فضای خدماتی	۱۳۱۱۷۰	۳۹
کلاس غربی	۱۲۴۵۲۳۷	۱۴۱۴
راهرو غربی	۷۸۶۵۱۷	۲۴۵
نمازخانه	۲۱۶۲۶۹۸	۲۲۷۰
آمفی تئاتر	۴۱۹۴۳۱۰	۲۳۶۲
اتاق شرقی	۴۷۸۴۱۶۱	۱۳۸۶
کلاس شرقی	۳۹۹۷۷۸۰	۱۳۹۳
راهرو شرقی	۵۱۱۱۸۸۳	۲۷۶
انبار	۶۲۲۵۹۴۳	۸۶
راهرو مرکزی	۲۷۵۲۵۶۱	۳۹۴۴
اتاق	۵۷۰۱۷۳۰	۱۴۳
تمام مدرسه	حداقل	۲
	میانگین	۲۳۶۶ / ۸۱
	حداکثر	۳۹۶۷

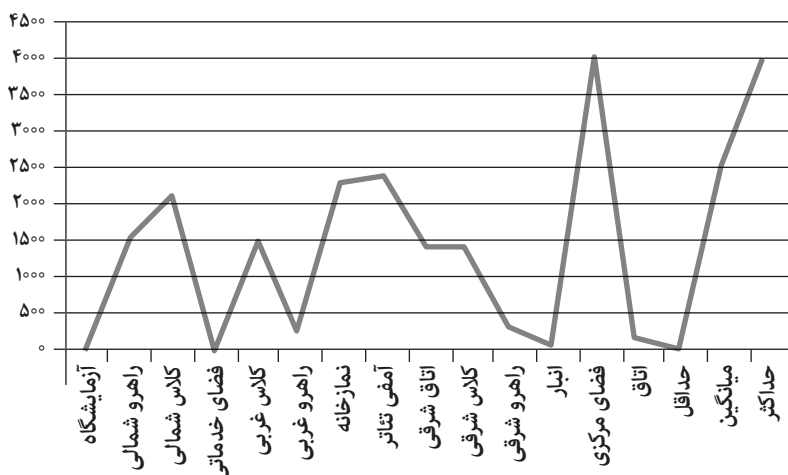
مآخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۷. آمار عددی مربوط به شاخص اتصال بصری (شفافیت) در مدرسه شاهیپور

نام کاربری	Ref Number	میزان اتصال بصری (شفافیت)
کلاس درس ۱	۲۶۲۱۹۸	۸۳
کلاس درس ۲	۸۵۲۰۲۲	۶۶
کلاس درس ۳	۱۴۴۱۸۴۶	۶۶
کلاس درس ۴	۳۲۷۶۸۵۴	۶۶
کلاس درس ۵	۳۸۶۶۶۷۸	۷۳
کلاس درس ۶	۴۴۵۶۵۰۲	۶۱
کلاس درس ۷	۲۸۱۸۰۸۹	۹۲
کلاس درس ۸	۱۸۳۵۰۴۹	۸۸
اتاق کنفرانس	۷۲۰۹۳۵	۱۲۲
کتابخانه	۱۹۶۶۴۷	۱۲۴
مدیر	۱۹۰۰۵۹۹	۵۶
معاون	۲۷۵۲۵۶۷	۶۵
آمفی تئاتر	۲۳۵۹۳۱۲	۵۶۴
آزمایشگاه	۴۴۵۶۴۸۶	۱۲۱
آزمایشگاه	۳۹۹۷۷۳۳	۱۲۰
بوفه	۴۲۵۹۸۶۸	۱۱۵
بایگانی	۴۵۸۷۸۰	۹۴
راهرو	۲۳۵۹۳۴۴	۷۰۹
تمام مدرسه	۲۶۸۷۰۰۹	۷
	.....	۲۶۰/۵۳
	۲۲۹۳۸۰۶	۷۳۷
حداقل		
میانگین		
حداکثر		

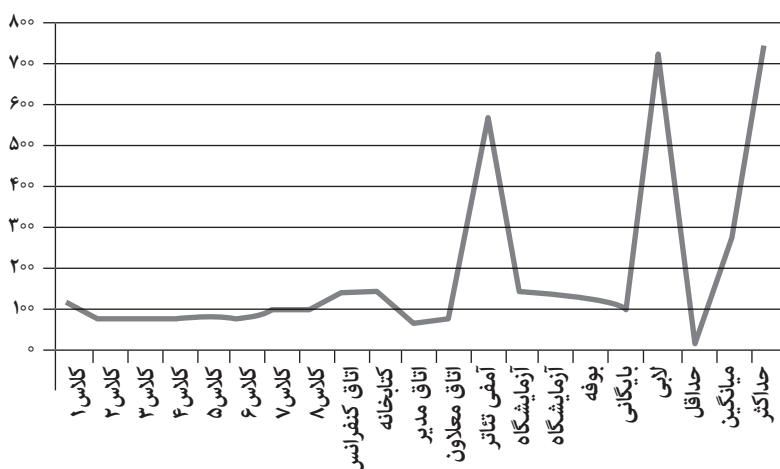
مأخذ: یافته‌های پژوهش

قابلیت اتصال بصری (شفافیت)



نمودار ۷. شاخص اتصال بصری (شفافیت) در مدرسه دارالفنون (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

قابلیت اتصال بصری (شفافیت)



نمودار ۸. شاخص اتصال بصری (شفافیت) فضاهای اصلی مدرسه شاهپور (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

■ جمع‌بندی

● مقایسه شاخصه‌ها با یکدیگر در مدارس مورد مطالعه

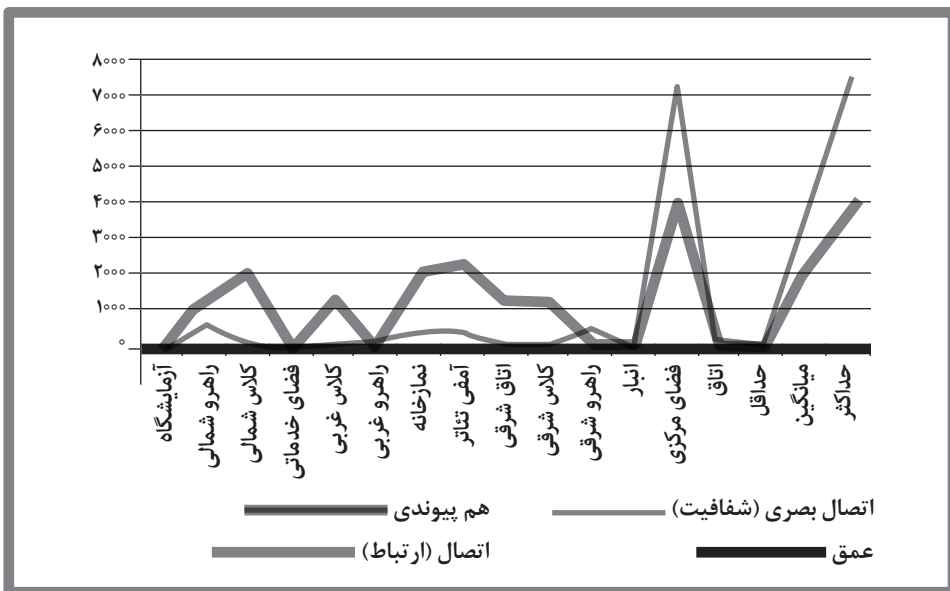
جدول و نمودارهای مقایسه شاخص‌های مدارس مورد مطالعه نشان می‌دهند (جدول ۸، نمودار ۹ و ۱۰) که با توجه به قرارگیری این مدارس در دو دوره قاجار و پهلوی هر دو مدرسه در داشتن فضای مرکزی مشترک‌اند، اما ابعاد آن در پلان مدرسه دارالفنون نسبت به مدرسه شاهپور بزرگ‌تر است. در هر دو مدرسه سه شاخص هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) در فضای مرکزی پلان دارای حداکثر مقدار و شاخص عمق در این فضاها دارای حداقل مقدار عددی است و بیشینه شاخص‌های ذکر شده در فضای مرکزی مدرسه دارالفنون که دارای سازمان‌دهی مرکزی در پلان است، بیشتر از میزان آن شاخص‌ها در فضای مرکزی مدرسه شاهپور با سازمان‌دهی خطی است. همچنین مقدار عددی شاخص وضوح در هر دو مدرسه بالاتر از ۰/۷ و میزان آن در مدرسه دارالفنون بالاتر از مدرسه شاهپور است که نشان‌دهنده تأثیر سازمان‌دهی مرکزی پلان نسبت به سازمان‌دهی خطی در افزایش میزان وضوح در مدارس مورد مطالعه است.

جدول ۸. مقایسه شاخص هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) و وضوح با یکدیگر در ???????

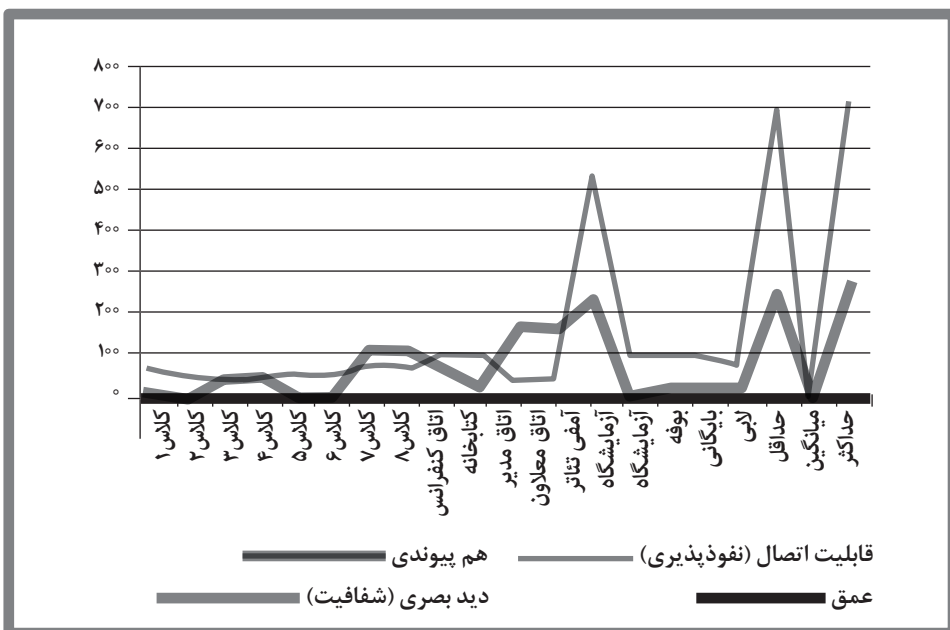
شاخص	نام مدرسه	حداقل	میانگین	حداکثر
هم‌پیوندی	مدرسه دارالفنون	۲/۷۳	۱۳/۵۴	۲۸/۸۲
	مدرسه شاهپور	۲/۱۲	۶/۶۳	۱۲/۵۴
وضوح	مدرسه دارالفنون	.....	.....	۰/۹۱
	مدرسه شاهپور	.....	.....	۰/۸۶
اتصال (نفوذپذیری)	مدرسه دارالفنون	۳	۳۸۲۵/۴۲	۷۴۶۱
	مدرسه شاهپور	۶	۱۱۰/۹۵	۲۷۹
قابلیت اتصال بصری (شفافیت)	مدرسه دارالفنون	۲	۲۳۶۶/۸۱	۳۹۶۷
	مدرسه شاهپور	۷	۲۶۰/۵۳۵	۷۳۷
عمق	مدرسه دارالفنون	۱/۳۷	۱/۹۵	۴/۹۶
	مدرسه شاهپور	۱/۵۱	۲/۳	۴/۰۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مقایسه تطبیقی ریخت‌شناسی مدارس معاصر ایران با استفاده از روش چیدمان فضا



نمودار ۹. مقایسه شاخص هم پیوندی، عمق، نفوذپذیری و شفافیت



نمودار ۱۰. مقایسه شاخص هم پیوندی، عمق، نفوذپذیری و شفافیت با یکدیگر در مدرسه دارالفنون (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

پژوهش) با یکدیگر در مدرسه شاهپور (مآخذ: یافته‌های پژوهش)

■ بحث و نتیجه‌گیری ■

هدف از پژوهش حاضر تجزیه و تحلیل ویژگی پیکره‌بندی فضایی و بررسی تأثیر نوع چیدمان و سازمان‌دهی فضایی در الگوی شکلی (ریخت‌شناسی) پلان مدارس مورد مطالعه بر میزان شاخص‌های هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح است. نتایج حاصل از داده‌ها و مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر (نمودار ۹، ۱۰) بیانگر این است که در مدرسه دارالفنون، بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) با مقدار عددی ۲۸/۸۲، ۷۴۶۱، ۳۹۶۷ مربوط به حیاط مرکزی است. و این فضا به دلیل جانمایی در مرکز پلان و قرارگیری سایر فضاها در اطراف آن دارای بیشترین میزان دسترسی، شفافیت، پیوستگی و انسجام فضایی با سایر فضاها در مدرسه است. همچنین نتایج بررسی میزان شاخص‌های یادشده، میان کلاس‌ها و فضای مرکزی نشان می‌دهد که میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) میان کلاس‌ها و فضای مرکزی به دلیل دسترسی غیرمستقیم کلاس‌ها به فضای مرکزی پایین است. نتایج بررسی شاخص عمق، نشان‌دهنده این است که در مدرسه دارالفنون کمترین میزان عمق با مقدار عددی ۱/۳۷ مربوط به فضای حیاط مرکزی است. کلاس‌ها که عرصه‌های خصوصی برای تدریس و آموزش به شمار می‌آیند، دارای عمق زیادند. همچنین چیدمان مرکزی فضاها سبب ایجاد وضوح بالا با مقدار عددی ۰/۹۱ در مدرسه شده است. در مدرسه شاهپور نیز بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) با مقدار عددی ۱۲/۵۴، ۲۷۹، ۷۳۷ و کمترین میزان عمق با مقدار عددی ۱/۵۱ مربوط به فضای راهرو در مرکز پلان است و این فضا دارای بیشترین میزان دسترسی، شفافیت، پیوستگی و انسجام فضایی با سایر فضاها در مدرسه است. نتایج بررسی میزان شاخص‌های یادشده، میان کلاس‌ها و سایر فضاها در مدرسه شاهپور نیز نشان می‌دهد که میزان شاخص‌های هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و اتصال بصری (شفافیت) در کلاس‌ها به دلیل قرارگیری آن‌ها در راهروها با چیدمان خطی کمتر از فضای مرکزی است و این مقادیر برای کلاس‌هایی که در انتهای راهروها قرار دارند، کمتر از کلاس‌های واقع شده در نزدیکی راهرو مرکزی است. همچنین کلاس‌ها به‌منزله عرصه‌های خصوصی برای تدریس و آموزش، نسبت به راهرو مرکزی عمق بیشتری دارند که تأییدکننده عملکرد آن‌هاست در

این مدرسه نیز مقدار عددی شاخص وضوح بالاتر از $0/7$ و برابر $0/86$ است. از مقایسه مقدار عددی شاخص‌های دو مدرسه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که مقدار عددی شاخص‌های فضای مرکزی مدرسه دارالفنون با سازمان‌دهی مرکزی و خطی در پلان، بیشتر از مقدار عددی شاخص‌های فضای مرکزی مدرسه شاهپور با سازمان‌دهی خطی در پلان است. بنابراین می‌توان گفت رابطه‌ای معنادار میان نوع سازمان‌دهی فضایی و میزان هم‌پیوندی، عمق، اتصال (نفوذپذیری) و وضوح و قابلیت اتصال بصری (شفافیت) در مدارس مورد مطالعه وجود دارد و سازمان‌دهی مرکزی با شاخص‌های هم‌پیوندی، وضوح، اتصال (نفوذپذیری) و قابلیت اتصال بصری (شفافیت) همبستگی مثبت و با شاخص عمق همبستگی منفی دارد و هر چه فضا دارای چیدمان مرکزی‌تر باشد، میزان شاخص‌های یادشده در آن بیشتر است. در سازمان‌دهی مرکزی، فضای مرکزی نسبت به سایر بخش‌ها اهمیت بیشتری دارد و سایر فضاها که از لحاظ عملکرد می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند، به صورت مستقیم یا غیرمستقیم با حیاط مرتبط‌اند. با توجه به ارتباط همه فضاها با فضای مرکزی، این فضا دارای بیشترین میزان هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری) و قابلیت اتصال بصری (شفافیت)، در مجموعه است. همچنین در این نوع سازمان‌دهی سلسله‌مراتب و توالی فضایی وجود دارد و به دلیل وجود تقارن و تعادل در فضاها با سازمان‌دهی مرکزی قابلیت وضوح و خوانایی مجموعه بالاست. در سازمان‌دهی خطی، فضاها اصلی و فرعی حول یک محور خطی گسترش می‌یابند. در این نوع سازمان‌دهی امکان ارتباط مستقیم و هم‌ارز میان محور اصلی و عناصر تشکیل‌دهنده وجود دارد و مجموعه قابلیت توسعه حول محور اصلی یا محورهای فرعی را دارد. از ویژگی‌های منفی این نوع سازمان‌دهی، وجود یکنواختی در محورها، عدم وجود سلسله‌مراتب، دوری فاصله میان عناصر ابتدا و انتهای محورهاست. همچنین با توجه به نتایج تحلیل‌ها در مدرسه شاهپور که دارای سازمان‌دهی خطی است، بیشترین میزان شاخص‌های هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری)، قابلیت اتصال بصری (شفافیت) و وضوح در فضاهای ارتباطی (راهروها) مدرسه است که مقدار آن‌ها نسبت به سازمان‌دهی مرکزی کمتر است. در این نوع سازمان‌دهی، هر چه فضای راهرو از حالت خطی خارج شده و دارای گشایش‌های فضایی باشد میزان شاخص‌های یادشده در آن قسمت‌ها بیشتر می‌شود. با توجه به اینکه هم‌پیوندی با عمق

رابطه معکوس دارد در چیدمان مدارس برای ایجاد فضاهایی با عمق زیاد و قرارگیری کاربری‌های مناسب در آن می‌توان از چیدمان خطی استفاده کرد. در ادامه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش می‌توان راهکارهای زیر را پیشنهاد کرد.

- ایجاد سازمان‌دهی مرکزی در پلان مدارس برای ایجاد هم‌پیوندی، اتصال (نفوذپذیری)، اتصال بصری (شفافیت) و وضوح بالا در فضای مدرسه،
- قرار دادن فضاهای عمومی مانند کاربری اداری در اطراف چیدمان مرکزی برای ایجاد حداکثر میزان یکپارچگی، انسجام و دسترسی با سایر فضاها،
- استفاده از سازمان‌دهی خطی در ترکیب با سازمان‌دهی مرکزی برای ایجاد فضاهایی با عمق زیاد و خصوصی،
- قرار دادن کاربری‌هایی مانند کاربری آموزشی (کلاس‌ها) و کتابخانه در فضاهایی با عمق زیاد و خصوصی،
- عدم استفاده از راهروهای طولانی و باریک برای بالا بردن میزان وضوح و اتصال بصری (شفافیت) در مدرسه.

منابع

- آزاد بخت، جاسم. نور تقانی، عبدالمجید. (۱۳۹۶). رابطه سیستم فعالیت‌های جمعی و پیکربندی خانه‌های کوه دشت با رویکرد نحو فضا، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی. ۲۲(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. ۱۴۱-۹، ۱۵۷
- بهپور، زهرا. شعاعی، حمیدرضا. نبی‌میلادی، مسعود. (۱۳۹۷). نحو فضا رهیافتی برای ادراک عرصه بندی خانه در شهر یزد. نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، ۶(۸)، 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. ۳(۶)، ۲۲-۳۲
- حیدری، علی‌اکبر. پیوسته‌گر، یعقوب. محبی‌نژاد، 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، ۸(۱۶)، ۵۱-۶۸
- حیدری، علی‌اکبر. اکبری، الهه. اکبری، آرمان. (۱۳۹۸). مقایسه تطبیقی رانده‌مان عملکردی پیکره‌بندی فضاها در سه نظام خانه با پیمون بزرگ، کوچک و خرده پیمون با استفاده از تکنیک چیدمان فضا. نشریه معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، 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. ۱۲(۳۷)، ۶۱-۷۴
- دیده‌بان، محمد، پور دیهیمی، شهرام. ریسمنانچیان، 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، ۱۱(۲)، ۳۷۲-۳۹۱
- رضوی پور، مریم سادات. ذاکری، محمدمهدی. (۱۳۹۶). تأثیر تحول نظام آموزش بر هویت معماری مدارس دوره قاجار و پهلوی (۱۲۵۵-۱۳۲۰). فصلنامه مطالعات ملی. ۴(۷۲)، ۵۹-۷۷
- ریسمنانچیان، امید. بل، سایمون. (۱۳۹۰). بررسی جدا افتادگی فضایی بافت‌های فرسوده در ساختار شهر تهران به روش نحو فضا. فصلنامه علمی-پژوهشی باغ نظر. مرکز پژوهشی هنر، معماری و شهرسازی نظر. ۸(۱۷)، ۸-۶۹
- سلطانی فرد، هادی. حاتمی‌نژاد، حسین. عباس‌زادگان، مصطفی. پوراحمد، احمد. (۱۳۹۳). تحلیل دگرگونی بافت تاریخی شهر سبزوار با استفاده از تئوری چیدمان فضا. فصلنامه فضای جغرافیایی. ۱۴(۴۸)، ۱۶۳-۱۷۹
- سعادت‌نوی، قار. پوریا. زرغامی، 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. ۴۸(۳)، ۴۷۵-۴۹۱
- سهیلی، جمال‌الدین. رسولی، نسترن. (۱۳۹۵). مطالعه تطبیقی نحو فضای معماری کاروانسراهای دوره قاجاریه، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی. ۲۶(۲)، ۴۷-۶۸
- سیادتان، سعید رضا. پور جعفر، محمدرضا. (۱۳۹۳). آزمون کاربرد گراف توجهی در معماری ایرانی-اسلامی (نمونه‌های موردی: خانه رسولیان یزد، خانه‌ای در ماسوله). فصلنامه علمی پژوهشی نقش جهان. ۳(۴)، 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 سیم، 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. ۳(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
- عظمتی، حمیدرضا، صباحی، سمانه، عظمتی، سعید، (۱۳۹۱). عوامل محیطی مؤثر بر رضایتمندی دانش آموزان از فضاهای آموزشی، نشریه علمی پژوهشی نقش جهان، (۱۳۹۱)، ۲(۲)، ۳۱-۴۲
- فخار تهرانی، فرهاد. نوروزی جمشید. (۱۳۷۵). مدرسه بهشتی رشت، فصلنامه مدرسه نو، شماره ۲۱، ۴-۲۶
- کامل نیا، حامد. (۱۳۸۸). دستور زبان طراحی محیط‌های یادگیری. تهران. انتشارات سبحان نور
- کلاتری، سعیده، اخلاصی، احمد، اندجی، علی. 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 ۱۳۸، ۳-۱۶
- کیانی، مهدخت. سلطانزاده، حسین. حیدری، علی اکبر. (۱۳۹۸). سنجش انعطاف‌پذیری نظام فضایی با استفاده از تکنیک چیدمان فضا، مجله باغ نظر، ۱۶(۷۱)، ۶۱-۷۶
- 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. ۱۲(۳۴)، ۹۷-۱۱۰
- ملازاده، عباس. پسیان، وحید. خسروزاده، محمد. (۱۳۹۱). کاربرد نحو فضایی در خیابان ولیعصر شهر باشت. مدیریت شهری. ۱۰(۲۹)، ۸۱-۹۰
- همدانی گلشن، حامد. (۱۳۹۴). بازاندیشی نظریه نحو فضا رهیافتی در معماری و طراحی شهری مطالعه موردی: خانه بروجردی‌ها کاشان. نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی. ۲۰(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. ۷(۶۷)، ۵۸-۶۷
- 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
- Hillier, Bill and Honson, Juilian (1998) The Social Logic Of Space, 5th Edition, Cambridge University Press, Cambridge
- 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, www.palgrave-journals.com/udi
- 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

پی‌نوشت‌ها

- | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Lawson | 8. Depth Map | 16. Integration |
| 2. Space Syntax | 9. Space Morphology | 17. Intelligibility |
| 3. Bafna | 10. Hillier, B. & Hanson, J. | 18. Depth |
| 4. Mustafa, F. A., & Rafeeq, D. A. | 11. Rismanchian, Omid And Bell, Simon | 19. Connectivity |
| 5. 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. | 12. Bartlet School | 20. Axial Map Analysis |
| 6. Al-Mohannadi | 13. Hanson | 21. Visibility Graph Analysis |
| 7. Zerouati, W., & Bellal, T. | 14. Steadman | 22. Connectivity |
| | 15. Montello | 23. Maina,J.J.And Audu,M.T |