

ترجمه انگلیسی این مقاله با عنوان:

Spatial Layout Management in Increasing Office Efficiency:

Structural Equation Analysis (Case Study: Tehran City)

در همین شماره به چاپ رسیده است.

مدیریت چیدمان فضایی در افزایش راندمان ادارات: تحلیل معادلات ساختاری (مطالعه موردی: شهر تهران)*

فرازین سلطانی گردهرامری^۱، مهرداد متین^{۲*}، وحید قبادیان^۳

۱. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

ارگونومی و معماری

مقاله پژوهشی

چکیده:

پژوهش حاضر بر پایه بررسی نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری با تأکید بر ابعاد انرژی، ارگونومی، تعاملات اجتماعی و بهره‌وری کارکنان تدوین شده است. ساختمان‌های اداری به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین انواع ساختمان‌ها، علاوه بر سهم قابل توجه در مصرف انرژی، نقش مستقیمی در کیفیت محیط کار و عملکرد سازمانی دارند. در این مطالعه تلاش شده است تا با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) و ابزارهای نرم‌افزاری نظیر Smart PLS و SPSS، ارتباط میان خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی با شاخص‌های کلیدی شامل آسایش محیطی، تعاملات اجتماعی، پایداری و بهینه‌سازی انرژی، و بهره‌وری کارکنان ارزیابی شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که بهینه‌سازی سازماندهی فضایی می‌تواند تأثیر معناداری بر کاهش مصرف انرژی، ارتقای آسایش حرارتی و بصری، تقویت ارتباطات انسانی در محیط کار، و در نهایت افزایش راندمان کلی ساختمان‌های اداری داشته باشد. نتایج این تحقیق تأکید می‌کند که نگاه به چیدمان فضایی نباید صرفاً در بعد کالبدی یا زیبایی‌شناختی محدود شود، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزاری مدیریتی و راهبردی برای ارتقای بهره‌وری، پایداری و کیفیت زندگی کاری کارکنان در محیط‌های اداری به‌کار گرفته شود. بر این اساس، پژوهش حاضر ضمن ارائه شواهد تجربی از شهر تهران، الگویی نوین برای طراحی و مدیریت ساختمان‌های اداری ارائه می‌دهد که می‌تواند راهنمایی ارزشمند برای معماران، مدیران سازمانی و سیاست‌گذاران شهری در مسیر توسعه پایدار و بهره‌ور باشد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۶/۱۰

تاریخ بازنگری:

//

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۶/۱۴

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۳/۲۹

واژگان کلیدی:

چیدمان فضای معمارانه،
راندمان ساختمان‌های اداری،
سازماندهی فضایی،
ارگونومی و آسایش محیطی،
تعاملات اجتماعی.

* این مقاله برگرفته از متن رساله دکتری معماری نویسنده اول با عنوان "تبیین نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری شهر تهران با استفاده از تحلیل و ارزیابی نحو فضا" است که به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی تدوین شده است.

**

نویسنده مسئول: +989123134965، mehrdad.matin@iaua.ac.ir

مقدمه

پژوهش حاضر با تمرکز بر نقش چیدمان فضای معمارانه در ارتقای راندمان ساختمان‌های اداری، بر اهمیت روزافزون توجه به ابعاد عملکردی و پایداری محیط‌های کاری تأکید دارد. ساختمان‌های اداری به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین گونه‌های ساختمانی در حوزه انرژی و همچنین از حیث تأثیرگذاری بر بهره‌وری و رضایت کاربران، جایگاه ویژه‌ای در مطالعات معماری و مدیریت منابع دارند. در این میان، نحوه سازماندهی و چیدمان فضاهای داخلی نه تنها بر کیفیت تجربه کاربر اثر می‌گذارد، بلکه به‌طور مستقیم بر شاخص‌هایی همچون مصرف انرژی، آسایش حرارتی و بصری، تعاملات اجتماعی کارکنان، و در نهایت عملکرد سازمانی مؤثر است. بدین ترتیب، چیدمان فضا صرفاً یک مقوله زیبایی‌شناختی یا کارکردی محدود نیست، بلکه عنصری کلیدی در پیوند میان معماری، مدیریت منابع و پایداری محسوب می‌شود.

تحولات جهانی در حوزه انرژی و محیط زیست، ضرورت بازنگری در طراحی و بهره‌برداری از ساختمان‌ها را دوچندان کرده است. رشد مصرف انرژی و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از آن، پژوهشگران و طراحان را به سمت جستجوی الگوهای جدیدی سوق داده که در آن‌ها کارایی انرژی، آسایش کاربران و تعاملات اجتماعی به‌طور هم‌زمان مدنظر قرار گیرد. در همین راستا، تحقیقات متعددی طی سال‌های اخیر نشان داده‌اند که نحوه سازماندهی فضایی، بهینه‌سازی نورگیری و تهویه طبیعی، و نیز مدیریت ارتباطات عملکردی میان فضاهای مختلف می‌تواند به کاهش چشمگیر مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری منجر شود. افزون بر این، در بافت شهری پیچیده‌ای چون تهران که مطالعه حاضر بر آن تمرکز دارد، فشار مضاعف ناشی از تراکم، محدودیت منابع و نیازهای عملکردی سازمان‌ها اهمیت چنین رویکردی را بیشتر آشکار می‌سازد.

از سوی دیگر، راندمان ساختمان‌های اداری تنها به معیارهای فنی یا انرژی محدود نمی‌شود، بلکه ابعاد انسانی و سازمانی نیز نقش پررنگی در آن ایفا می‌کنند. مطالعات نشان داده‌اند که طراحی مبتنی بر ارگونومی و آسایش محیطی، افزایش رضایت شغلی و کاهش استرس کاربران را به دنبال دارد و این امر در نهایت بر بهره‌وری نیروی انسانی تأثیر مستقیم

می‌گذارد. همچنین، الگوهای فضایی که امکان تعاملات اجتماعی سازنده را فراهم می‌آورند، فرهنگ سازمانی را تقویت کرده و نوآوری و همکاری را در محیط‌های کاری ارتقا می‌بخشند. بنابراین، چیدمان فضایی نه تنها متغیری کالبدی، بلکه ابزاری مدیریتی برای تحقق اهداف کلان سازمانی است. در کنار این ابعاد، شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی جایگاهی اساسی در مطالعات جدید یافته‌اند. استفاده از فناوری‌های نوین در طراحی و بهره‌برداری ساختمان‌ها، از جمله ادغام مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) با مدل‌سازی انرژی (BEM) یا بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی چیدمان‌ها، نشان می‌دهد که نگاه به فضای معماری در عصر حاضر به شدت فناورانه و داده‌محور شده است. این رویکردها با فراهم آوردن امکان تحلیل دقیق ارتباط میان فرم فضایی، اقلیم، مصرف انرژی و رفتار کاربران، بستری فراهم می‌آورند تا تصمیم‌گیری‌های طراحی و مدیریتی با دقت و اثربخشی بالاتری انجام گیرد.

پیشینه پژوهش

Du و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی نظام‌مند رابطه میان آرایش فضایی معماری و تقاضای انرژی ساختمان پرداختند. آن‌ها روشی محاسباتی برای تولید و ارزیابی آرایش‌های فضایی توسعه دادند و با طراحی آزمایش و تحلیل داده‌ها، چهار شاخص طراحی برای ارزیابی این رابطه معرفی کردند. نتایج بهینه‌سازی نشان داد که تغییر در چیدمان فضا می‌تواند تا ۵۴٪ کاهش در تقاضای روشنایی، ۵۱٪ در گرمایش و ۳۸٪ در سرمایش ایجاد کند. همچنین نسبت سطح نما به زیربنا بیشترین همبستگی را با تقاضای انرژی داشت. این پژوهش تأکید می‌کند که طراحی هدفمند چیدمان فضا می‌تواند به‌طور چشمگیری عملکرد انرژی ساختمان را بهبود دهد.

Zou و همکاران (۲۰۲۱) روشی جامع برای بهینه‌سازی طراحی معماری منظم با هدف صرفه‌جویی انرژی، حفاظت محیط‌زیست و ارتقای کیفیت محیط زندگی ارائه کردند. این روش در سه گام انجام شد: ایجاد پایگاه داده با تولید شبیه‌سازی نمونه‌ها، آموزش مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای پیش‌بینی سریع عملکرد ساختمان، و اجرای

بهینه‌سازی چندهدفه با در نظر گرفتن محدودیت‌های واقعی. مطالعه موردی در طراحی کلاس درس با ۳۰ پارامتر نشان داد که روش پیشنهادی سرعت محاسبات را تا ۲۵۷۰ برابر افزایش داده و بهینه‌سازی‌ها در ۳۵۰ ثانیه کامل شدند. نتایج نشان‌دهنده همخوانی بالا با شبیه‌سازی و بهبود میانگین ۲۴،۶، ۱۸،۷ و ۱۴،۲ درصدی نسبت به راه‌حل مرجع بودند. این پژوهش اثبات می‌کند که روش پیشنهادی ابزاری کارآمد و قابل اعتماد برای بهینه‌سازی طراحی ساختمان است.

Latha و همکاران (۲۰۲۳) در یک مرور نظام‌مند با بررسی ۵۵ مقاله از پایگاه Scopus به نقش آرایش فضایی و متغیرهای پیرامونی در عملکرد انرژی ساختمان پرداختند. نتایج نشان داد که بهبود پیکربندی فضایی و طراحی پیرامونی می‌تواند صرفه‌جویی چشمگیری در انرژی ایجاد کند. عوامل کلیدی مؤثر بر مصرف انرژی شامل جهت‌گیری ساختمان، اقلیم، الگوی اشغال و فرم ساختمان شناسایی شدند. همچنین مشخص شد بیمارستان‌ها به دلیل نیازهای خاص بیشترین مصرف انرژی را دارند، اما مطالعات کمی در زمینه پیکربندی فضایی آن‌ها انجام شده است. این پژوهش تأکید می‌کند که طراحی مناسب آرایش فضایی علاوه بر جلوگیری از مصرف غیرمنطقی انرژی، موجب ارتقای پایداری ساختمان و کاهش اثرات تغییر اقلیم می‌شود.

Emre Ilgin (۲۰۲۱)، به بررسی کارایی فضایی در ساختمان‌های فرامرتفع (بیش از ۳۰۰ متر) به‌ویژه برج‌های اداری پرداخت. داده‌های ۴۴ ساختمان از طریق مرور متون و مطالعه موردی تحلیل شد. نتایج نشان داد که هسته مرکزی متداول‌ترین نوع در این ساختمان‌ها بوده، فرم‌های آزاد و باریک شونده رایج‌اند، و سازه‌های مرکب بیش از فولاد یا بتن به کار رفته‌اند. سیستم سازه‌ای غالب نیز قاب مهاربندی شده با اوت‌ریگر بوده است. یافته‌ها بیان کردند که با افزایش ارتفاع، کارایی فضایی کاهش می‌یابد و عوامل اصلی این کاهش شامل سطح اشغال هسته و نحوه برنامه‌ریزی فضایی هستند. همچنین تفاوت معناداری میان انواع فرم معماری و سیستم‌های سازه‌ای بر کارایی فضایی مشاهده نشد. این پژوهش می‌تواند به معماران در برنامه‌ریزی و توسعه برج‌های اداری فرامرتفع کمک کند.

Orikpete و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی ادغام فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر (مانند فتوولتائیک، توربین‌های بادی،

سامانه‌های حرارتی خورشیدی و ذخیره‌سازی انرژی) در طراحی ساختمان‌های هوشمند پرداختند. این ادغام همراه با سامانه‌های مدیریت انرژی، اتوماسیون ساختمان و حسگرهای پیشرفته می‌تواند مصرف انرژی و ردپای کربنی را به‌طور چشمگیر کاهش داده و خودکفایی انرژی ساختمان را افزایش دهد. مرور جامع و مطالعات موردی نشان داد که هم‌افزایی این فناوری‌ها تأثیر تحول‌آفرینی بر بهره‌وری انرژی ساختمان دارد. پژوهش همچنین به چالش‌ها و موانع اجرایی پرداخته و راهبردهایی برای رفع آن‌ها ارائه کرده است. در مجموع، مطالعه بر ضرورت پژوهش‌های بیشتر و حمایت‌های سیاستی برای گسترش این رویکرد تأکید می‌کند.

Rane (۲۰۲۳)، به بررسی نقش تحول‌آفرین هوش مصنوعی زایشی، در صنعت ساخت‌وساز پرداخته است. این مدل‌ها در حوزه‌هایی چون طراحی و BIM، بهینه‌سازی چیدمان‌ها، شبیه‌سازی ساخت، پیشنهاد مصالح پایدار، و توسعه فناوری‌های نوین نقش‌آفرین هستند. همچنین در اتوماسیون، رباتیک ساختمانی و مدیریت پروژه (زمان‌بندی، برآورد هزینه، تخصیص منابع، ایمنی و مدیریت ریسک) کاربردهای گسترده دارند. توانایی آن‌ها در کنترل کیفیت، شناسایی نقص‌ها، و بهینه‌سازی زنجیره تأمین نیز برجسته شده است. با وجود این مزایا، چالش‌هایی همچون مسائل اخلاقی، امنیت داده، حفظ حریم خصوصی و نیاز به آموزش و نگهداری مطرح‌اند. در مجموع، این پژوهش نشان می‌دهد که مدل‌های هوش مصنوعی زایشی می‌توانند صنعت ساخت‌وساز را کارآمدتر و پایدارتر سازند، اما تحقق کامل این پتانسیل مستلزم مدیریت و پیاده‌سازی دقیق است.

Mao و همکاران (۲۰۲۳) رویکردی جامع در حوزه هوش ترکیبی برای همکاری انسان و هوش مصنوعی در طراحی مولد ارائه کردند. این رویکرد شامل سه بخش است: ایجاد زبان مشترک برای بازنمایی اهداف طراحی، طراحی چرخه آموزشی مستمر با محوریت انسان، و تدوین روایت هوش ترکیبی برای تقویت آمادگی روان‌شناختی افراد. با استفاده از مدل HI-TAM و همکاری هشت معمار حرفه‌ای در طراحی نقشه‌های کف ساختمان اداری، نتایج نشان داد که این رویکرد امکان تعامل مستقیم با اهداف طراحی، ایجاد فضای

داد که ایستگاه‌ها عمدتاً با سقف‌های منحنی و ساختمان‌های سه‌بعدی منحنی طراحی شده‌اند و ایستگاه‌های سریع‌السیر به عناصر فرهنگی محلی و بهبود جریان مسافر توجه دارند. پایان‌نامه‌ها بر طراحی مفهومی و عملکردی تمرکز دارند، اما صرفه‌جویی اقتصادی کمتر مورد توجه است. شفافیت، ارتباط، تحرک کارآمد و بهره‌وری هزینه‌زمان از نکات کلیدی طراحی آینده هستند، در حالی که کمبودهایی در طراحی کاربرمحور برای راحتی حرارتی و قابلیت دسترسی فراگیر مشاهده شد. این پژوهش تأکید می‌کند که توجه به این جنبه‌ها برای ارزیابی و بهبود طراحی پایدار ایستگاه‌های ریلی ضروری است.

Ghasaban و همکاران (۲۰۲۵) به بررسی تأثیر تفکیک زمین به فضاهای ساخته‌شده و باز و افزودن فضاهای سبز بر راحتی حرارتی و بصری و مصرف انرژی در محیط‌های اداری پرداختند. با استفاده از شبیه‌سازی‌های Ladybug Tools، چهار استراتژی بهینه شامل تعادل فضاهای باز و بسته، تمرکز فضاهای باز در یک طبقه، توزیع بهینه در طبقات بالایی و ایجاد فضای سبز روی پشت‌بام شناسایی شد. نتایج نشان داد که این رویکردها می‌توانند تا ۶۷٪ شاخص PMV را بهبود داده و تابش خیره‌کننده را تا ۳۷٪ کاهش دهند. پژوهش تأکید می‌کند که ادغام فضاهای باز و سبز علاوه بر ارتقای کیفیت زندگی، مصرف انرژی را بهینه کرده و به توسعه پایدار شهری کمک می‌کند.

Tugrul Okbaz (۲۰۲۵)، به بررسی معیارهای معماری و سازه‌ای مؤثر بر کارایی فضایی در ساختمان‌های بلندمرتبه (۱۰۰-۳۰۰ متر) در ترکیه پرداخت. مطالعه موردی ۴۲ ساختمان نشان داد که کارایی فضایی بین ۶۵٫۲٪ تا ۸۲٫۷٪ با میانگین ۷۳٫۲٪ متغیر است، و ۸۳٪ ساختمان‌ها از طراحی‌های عمود بر هم با هسته مرکزی استفاده کردند. افزایش تراکم آسانسورها موجب کاهش کارایی فضایی شد. ساختمان‌های اداری عمدتاً سیستم قاب بتن‌آرمه و ساختمان‌های مسکونی سیستم دیوار برشی بتن‌آرمه داشتند. با افزایش ارتفاع، مساحت هسته و آسانسورها نیز افزایش یافت. یافته‌ها راهنمایی ارزشمند برای طراحی و برنامه‌ریزی ساختمان‌های بلندمرتبه فراهم می‌کند.

روانی امن، و افزایش اعتماد و تمایل به استفاده از ابزارهای هوش افزوده را فراهم می‌کند. به‌طور کلی، حتی متخصصان غیر فنی می‌توانند با این روش از طراحی مولد مبتنی بر هوش ترکیبی بهره‌مند شوند.

Rane (۲۰۲۳)، به بررسی چالش‌ها و مسیرهای آینده ادغام فناوری‌های نوین شامل هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و داده‌های کلان در صنعت معماری، مهندسی و ساخت‌وساز (AEC) با هدف ایجاد ساخت هوشمند و پایدار پرداخته است. پژوهش نقش این فناوری‌ها در بهینه‌سازی مدیریت منابع، تسهیل فرآیندهای عملیاتی، ارتقای تصمیم‌گیری و هم‌افزایی با بلاک‌چین برای افزایش شفافیت و امنیت را تحلیل کرده است. همچنین، هم‌راستایی نوآوری‌ها با اهداف توسعه پایدار (SDGs) به عنوان چارچوب حیاتی برجسته شده است. نتایج نشان می‌دهد که ادغام هوشمند این فناوری‌ها می‌تواند پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی صنعت AEC را تقویت کند و مطالعه به عنوان نقشه راهی برای ذی‌نفعان، سیاست‌گذاران و پژوهشگران ارائه شده است.

Alhammad و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی نقش ادغام مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) با مدل‌سازی انرژی ساختمان (BEM) در بهینه‌سازی مصرف انرژی، به‌ویژه در مراحل طراحی، پرداخته‌اند. مرور نظام‌مند مقالات ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۳ نشان داد که این ادغام می‌تواند مصرف انرژی را بهینه کند، به‌ویژه با بهره‌گیری از داده‌های سیستم‌های اتوماسیون موجود، اگرچه برای پروژه‌های کوتاه‌مدت کمتر مناسب است. چالش‌های اصلی شامل محدودیت ابزارهای تبادل داده و نیاز به تعامل بین نرم‌افزارهاست که ترجمه دودویی به عنوان روش مناسب شناسایی شد. ابزار Green Building Studio بیشترین کاربرد را در این زمینه دارد. پژوهش نشان می‌دهد که ادغام BIM و BEM فرصتی نوآورانه برای کاهش مصرف انرژی و حمایت از طراحی و اجرای پروژه‌های پایدار فراهم می‌کند.

Tetiranont و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی طراحی معماری پایانه‌های ریلی در تایلند (۱۹۸۳-۲۰۲۲) با تمرکز بر جنبه‌های پایدار اقلیم‌های استوایی پرداختند. تحلیل‌ها نشان

روش پژوهش

در صورتی که ارزیابی زیر بخش های مدل مطلوب گزارش شود (کالیبرا سیون)، خروجی های مدل به شرح زیر خواهند بود:

- نمایه های بار بیرونی که به نوعی تعیین کننده کیفیت ارتباط میان هریک از متغیرهای آشکار با زیر فاکتورهای متناظر می باشد.

- وزن بیرونی که مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه را بصورت "جامع" و "تفکیکی" (به ازای هریک از فاکتورهای نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثرات و پاسخ ها) برای کلیه واحد های نمونه بردای مشخص می نماید.

پس از مشخص شدن کمیت مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه، براساس نوع و ماهیت داده ها آزمون مناسبت آماری استفاده خواهد شد. بر این اساس اقدامات مدیریتی انجام شده در طی این سالها می تواند بطور موثری مورد مقایسه قرار گیرد. لازم به توضیح است، ابزار تجزیه و تحلیل داده ها در تحقیق حاضر شامل نرم افزارهای SPSS و Microsoft office Smart_PLS (جهت مدیریت اطلاعات، ارزیابی و مدلسازی معادلات ساختاری) خواهد بود.

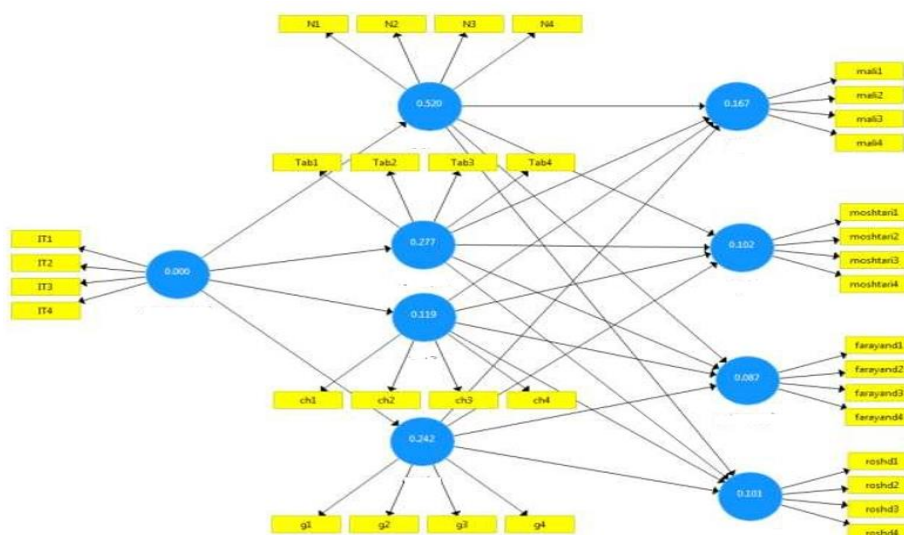
بحث

در این بخش با استفاده از الگوریتم بوت استارپ به محاسبه آماره T پرداخته شد. در صورتی که مقدار آماره T از ۱/۹۶ بیشتر شود، نشان از صحت رابطه ی بین سازه ها و در نتیجه تایید فرضیه های پژوهش در سطح اطمینان ۹۵٪ است (اعداد معناداری در سطوح اطمینان ۹۹٪ و ۹۹/۹٪ به ترتیب ۲/۵۸ و ۳/۲۷ می باشد).

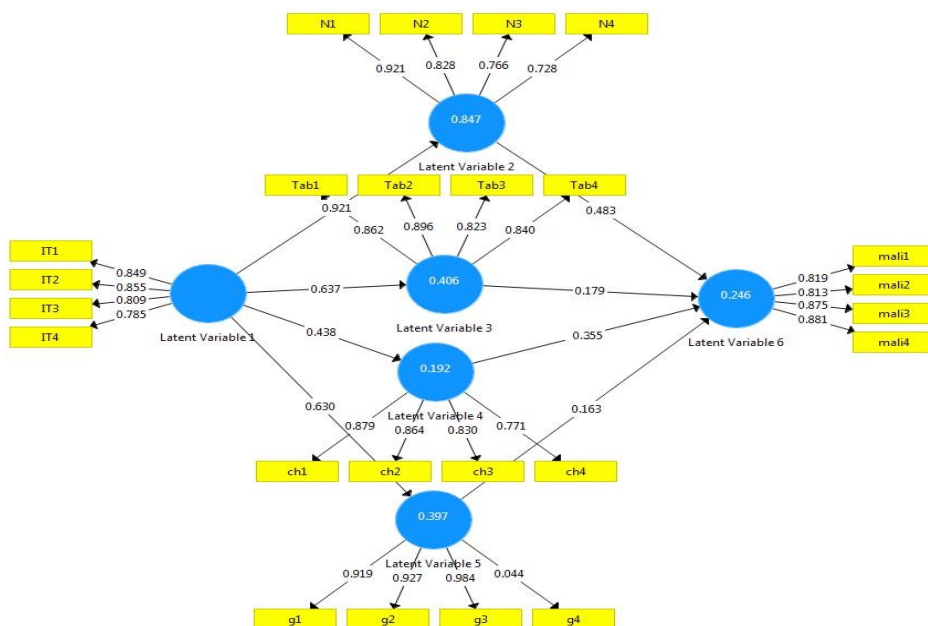
❖ ضرایب مسیر

برای محاسبه ضرایب مسیر بین سازه ها باید از الگوریتم پی ال اس استفاده نمود. ضرایب استاندارد شده بین متغیر مستقل و وابسته نشان می دهد که متغیر مستقل این میزان درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می کند. ضرایب مسیر اگر بالای ۰/۶ باشد بدین معناست که ارتباطی قوی میان دو متغیر وجود دارد؛ اگر بین ۰/۳ تا ۰/۶ باشد، ارتباط متوسط و اگر زیر ۰/۳ باشد، ارتباط ضعیفی وجود دارد.

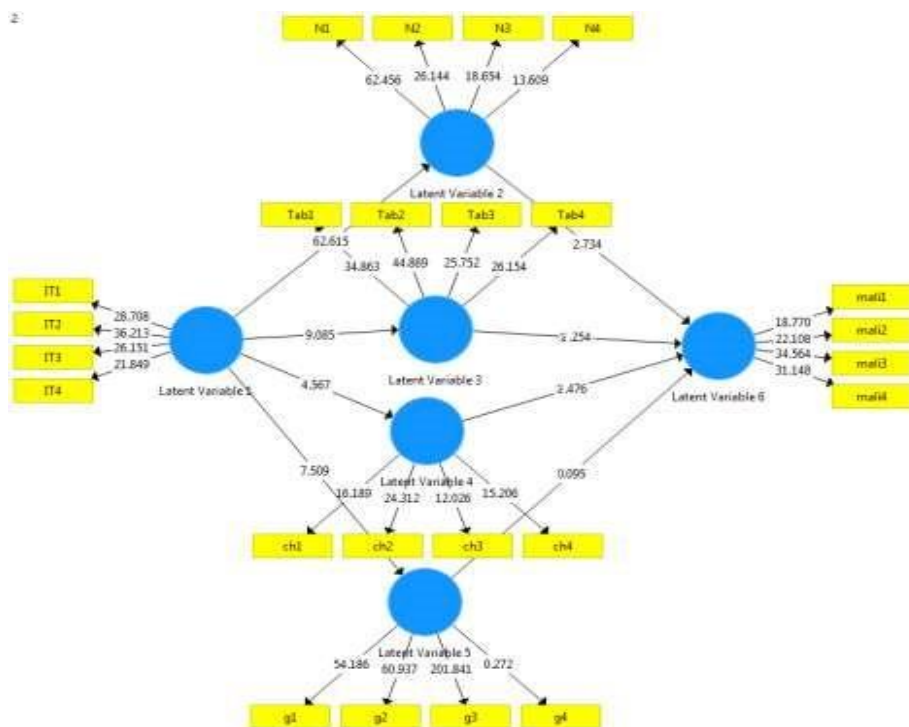
آزمون فرضیه اول: تأثیر مولفه خصوصیات چیدمان سازماندهی فضایی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری معنادار می باشد.



شکل شماره ۱) ارزیابی اعتبار مدل تأثیر خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری



شکل شماره ۲) ضرائب مسیر تاثیر خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری



شکل شماره ۳) آماره t-value تاثیر تاثیر خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری

مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری با بکارگیری معادلات ساختاری (مطالعه موردی: شهر تهران)

جدول شماره ۱) ضریب مسیر و آماره t تاثیر خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری و تاثیر این چهار رویکرد روی عملکرد از منظر مالی

ردیف	از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
۱	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۹۱۹	۶۸/۲۰۹	تایید
۲	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۶۴۰	۹/۸۵۹	تایید
۳	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	مولفه های شاخص های پایداری و بهینه سازی انرژی	۰/۴۳۸	۴/۸۱۲	تایید
۴	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	مولفه های بهره وری و عملکرد کارکنان	۰/۶۲۸	۷/۷۴۲	تایید

مقدار ضریب مسیر در اثر غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می شود. جدول شماره ۲ ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری را نشان می دهد.

توضیح نتایج آزمون فرضیه اول:

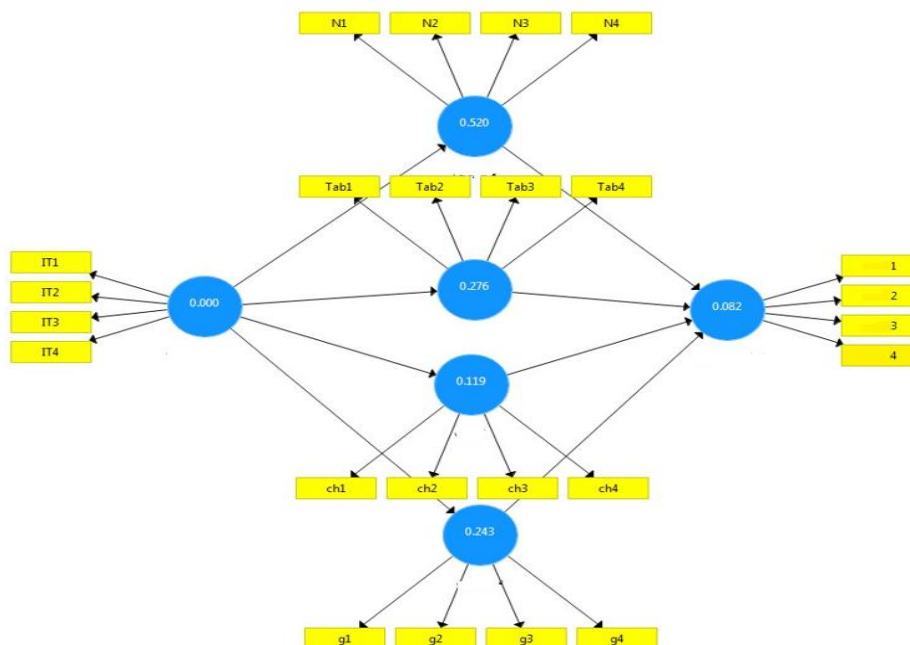
با توجه به **جدول شماره ۱** به این نتیجه می رسیم که خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی بر رویکرد های

چهار گانه عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری با اطمینان ۹۵٪ تاثیر مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹۶ است. همچنین با توجه به **(شکل شماره ۳)** مربوط به ارزیابی اعتبار، اعداد مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که در این نمودار مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

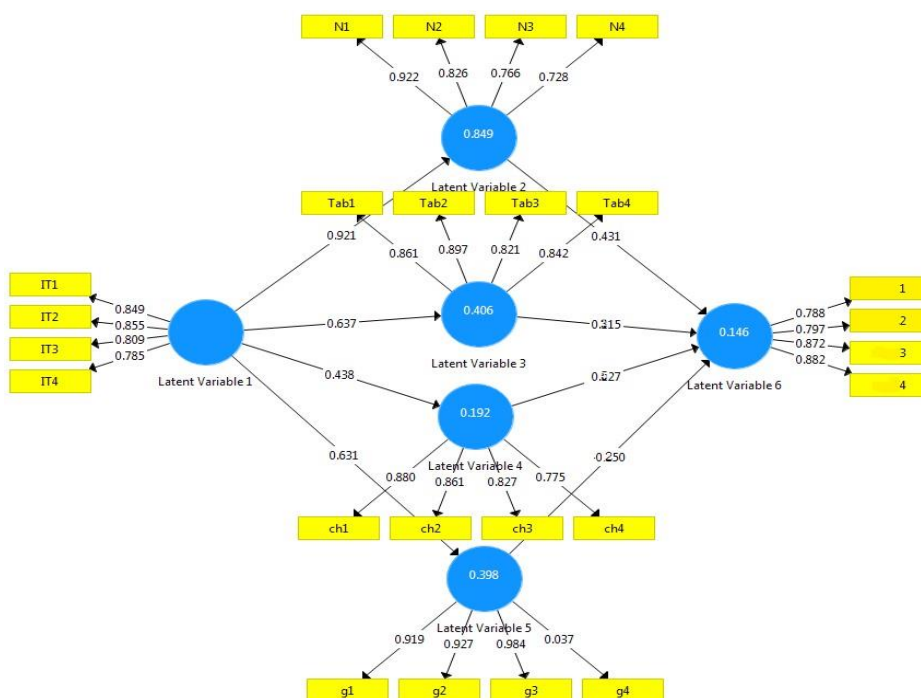
جدول شماره ۲) نتایج فرضیه اول

ردیف	مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
۱	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۴۴۳	تایید
۲	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۱۱۴	تایید
۳	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	مولفه های شاخص های پایداری و بهینه سازی انرژی	۰/۱۵۵	تایید
۴	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	مولفه های بهره وری و عملکرد کارکنان	-	عدم تایید

آزمون فرضیه دوم: تاثیر مولفه رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری معنا دار می باشد.

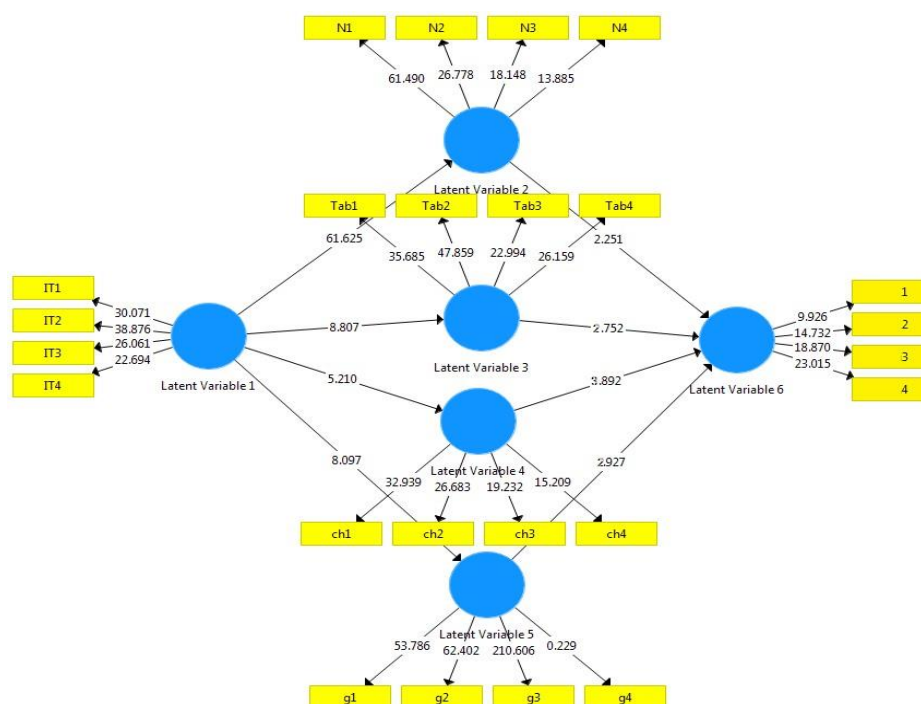


شکل شماره ۴) ارزیابی اعتبار مدل تاثیر رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری



شکل شماره ۵) ضرائب مسیر تاثیر رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری

مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری با بکارگیری معادلات ساختاری (مطالعه موردی: شهر تهران)



شکل شماره ۶) آماره t-value تاثیر رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری

جدول شماره ۳) ضریب مسیر و آماره t تاثیر رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری

ردیف	از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
۱	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۹۱۹	۶۸/۲۰۹	تایید
۲	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۶۴۰	۹/۸۵۹	تایید
۳	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	مولفه های شاخص های پایداری و بهینه سازی انرژی	۰/۴۳۸	۴/۸۱۲	تایید
۴	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	مولفه های بهره وری و عملکرد کارکنان	۰/۴۳۱	۷/۷۴۲	تایید

توضیح نتایج آزمون فرضیه دوم:

با توجه به **جدول شماره ۳** به این نتیجه می رسیم که رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی بر رویکرد های عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری با اطمینان ۹۵٪ تاثیر

مقدار ضریب مسیر در اثر غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می شود. جدول شماره ۴ ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری را نشان می دهد.

همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

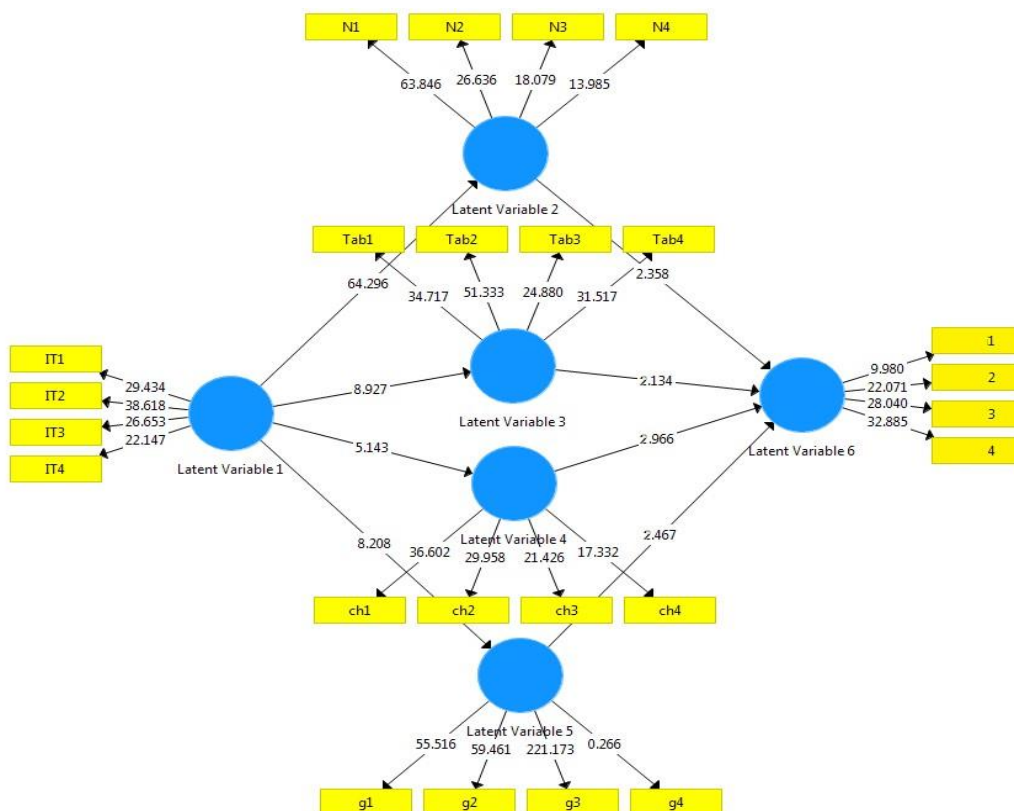
آزمون فرضیه سوم: تاثیر مولفه عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری معنادار می باشد.

مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹۶ است.

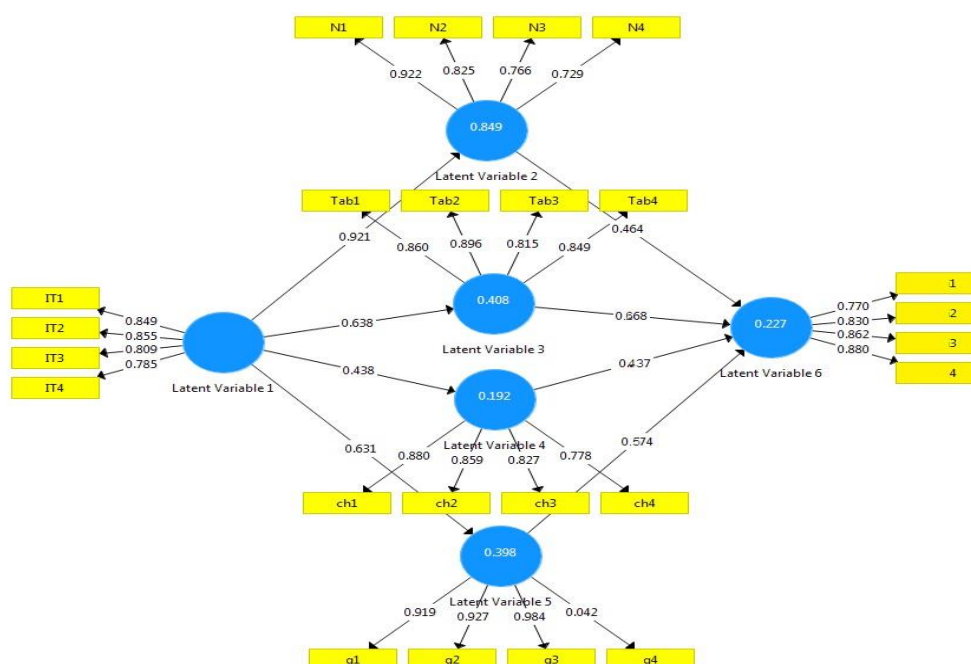
همچنین با توجه به (شکل شماره ۵) مربوط به ارزیابی اعتبار مدل، اعداد مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که مشاهده شده است

جدول شماره ۴) نتایج فرضیه دوم

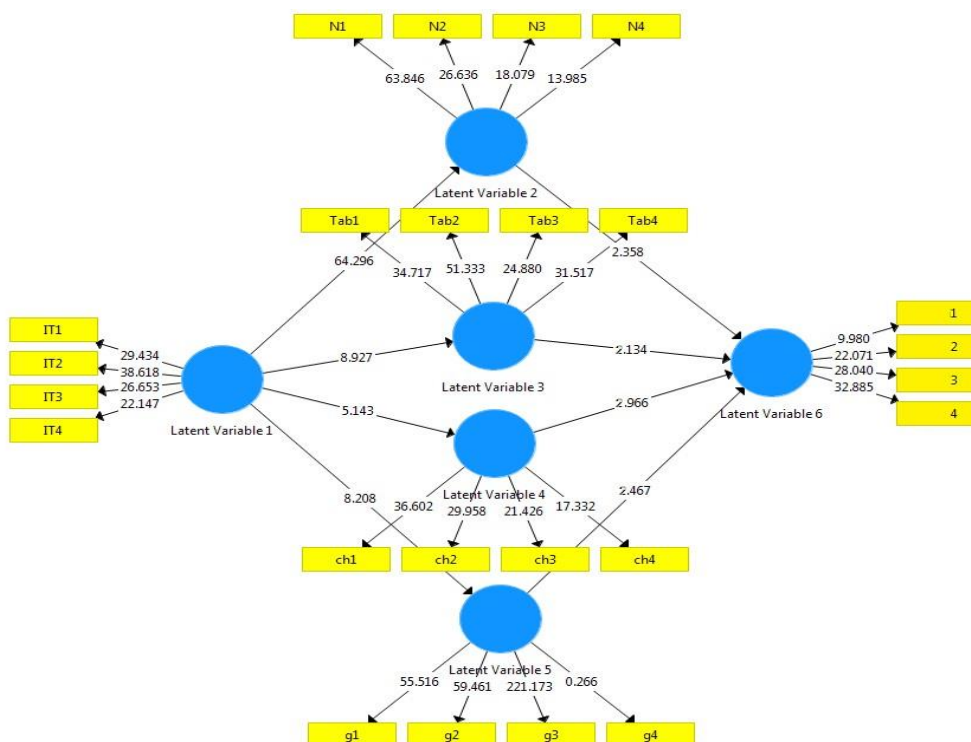
ردیف	مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
۱	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۳۹۶	تایید
۲	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۲۰۲	تایید
۳	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	۰/۴	تایید
۴	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	۰/۱۵۷	تایید



شکل شماره ۷) ارزیابی اعتبار مدل تاثیر عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری



شکل شماره ۸) ضرائب مسیر تاثیر عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری



شکل شماره ۹) آماره t- value تاثیر عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری

چهارگانه عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری با اطمینان ۹۵٪ تاثیر مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹۶ است همچنین با توجه به (شکل شماره ۷) مربوط به ارزیابی اعتبار مدل، اعداد، مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

مقدار ضریب مسیر در اثر غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می شود. جدول شماره ۵ ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری را نشان می دهد.

توضیح نتایج فرضیه سوم:

با توجه به جدول شماره ۵ به این نتیجه می رسیم که عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی بر رویکرد های

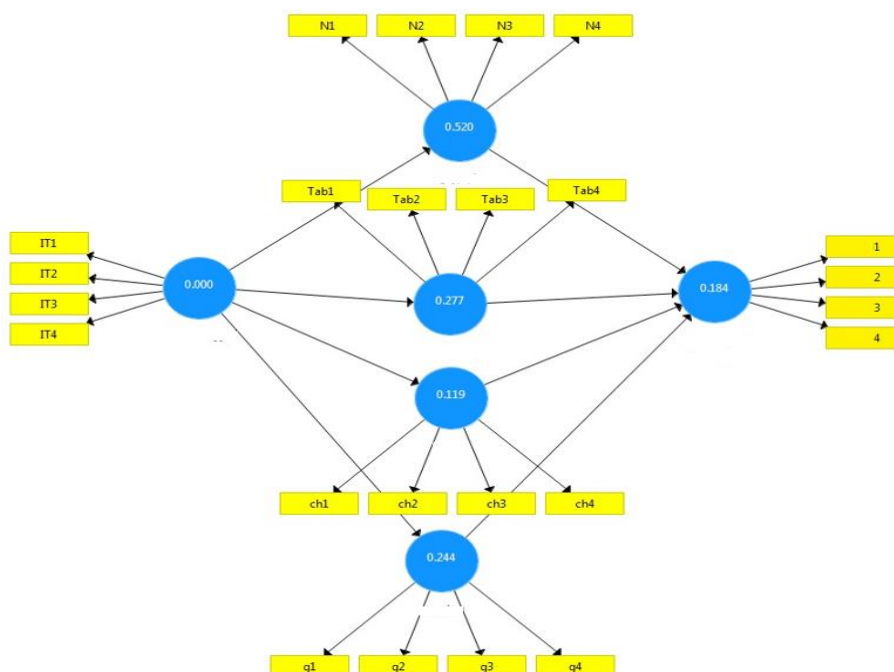
جدول شماره ۵) ضریب مسیر و آماره t تاثیر عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری

ردیف	از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
۱	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	عوامل اقتصادی	۰/۹۱۹	۶۸/۲۰۹	تایید
۲	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۶۴۰	۹/۸۵۹	تایید
۳	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	مولفه های شاخص های پایداری و بهینه سازی انرژی	۰/۴۳۸	۴/۸۱۲	تایید
۴	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	مولفه های بهره وری و عملکرد کارکنان	۰/۶۲۸	۷/۷۴۲	تایید

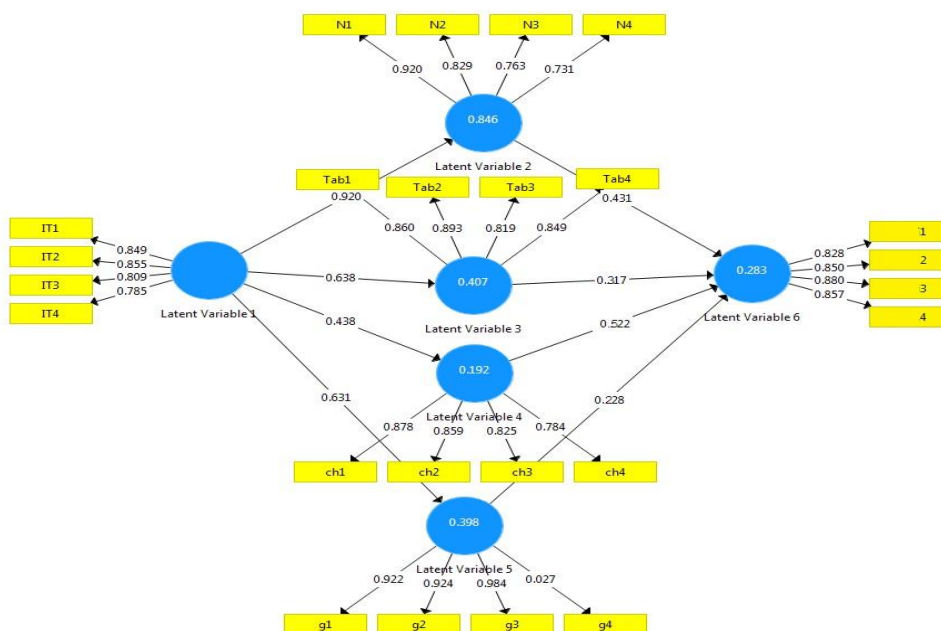
جدول شماره ۶) نتایج فرضیه سوم

ردیف	مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
۱	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۴۲۶	تایید
۲	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۴۲۸	تایید
۳	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	مولفه های شاخص های پایداری و بهینه سازی انرژی	۰/۱۹۱	تایید
۴	عوامل مولفه های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	مولفه های بهره وری و عملکرد کارکنان	۰/۳۶۱	تایید

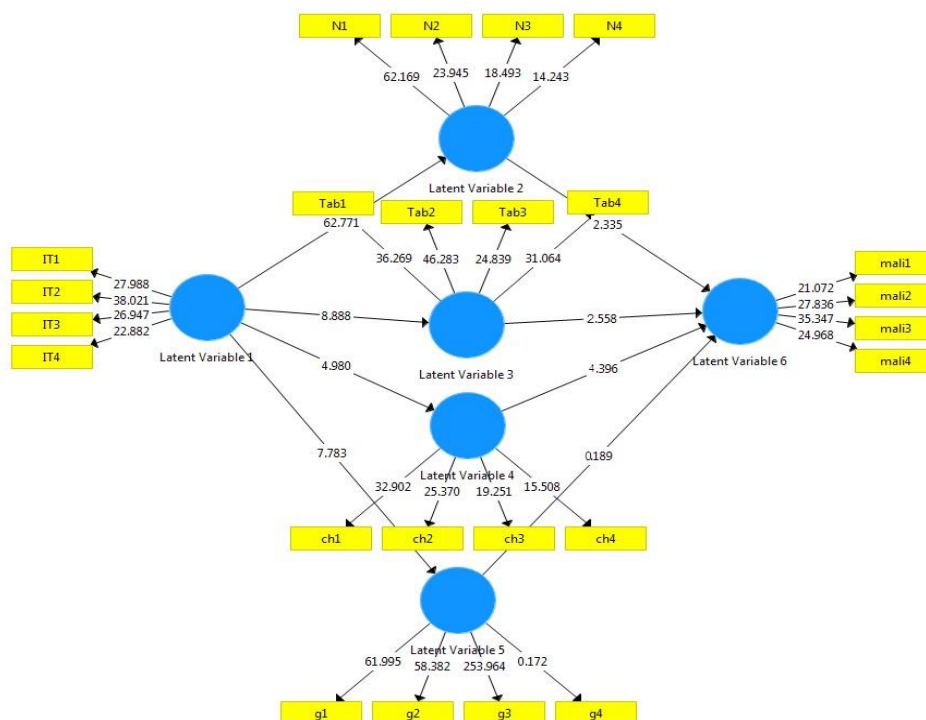
آزمون فرضیه چهارم: تاثیر مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضایی معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری معنادر می باشد.



شکل شماره ۱۰) ارزیابی اعتبار مدل تاثیر مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضایی معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری



شکل شماره ۱۱) ضرائب مسیر تاثیر مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضایی معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری



شکل شماره ۱۲) آماره t-value تاثیر مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری

جدول شماره ۷) ضریب مسیر و آماره t تاثیر مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری

ردیف	از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
۱	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۹۱۹	۶۸/۲۰۹	تایید
۲	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۶۴۰	۹/۸۵۹	تایید
۳	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۴۳۸	۴/۸۱۲	تایید
۴	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	۰/۶۲۸	۷/۷۴۲	تایید

سازماندهی فضایی روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری را نشان می‌دهد.

مقدار ضریب مسیر در اثر غیر مستقیم از ضرب دو اثر مستقیم تشکیل دهنده آن حاصل می‌شود. جدول شماره ۸ ضرب ضریب مسیر دو مسیر تاثیر خصوصیات چیدمان و

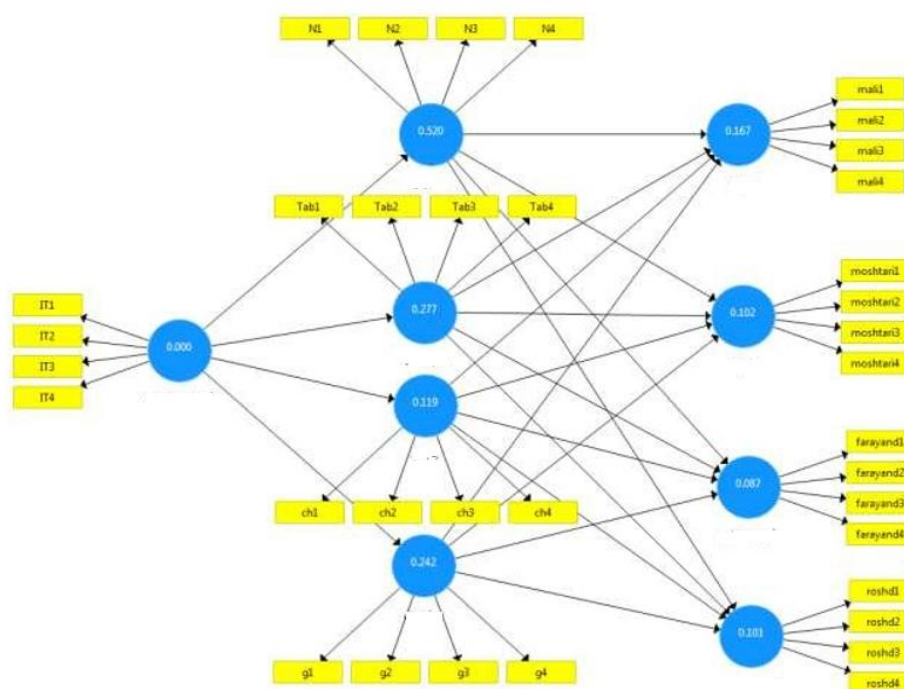
جدول شماره ۸) نتایج فرضیه چهارم

ردیف	مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
۱	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۳۹۶	تایید
۲	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۲۰۲	تایید
۳	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۲۲۹	تایید
۴	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	-	تایید نشد

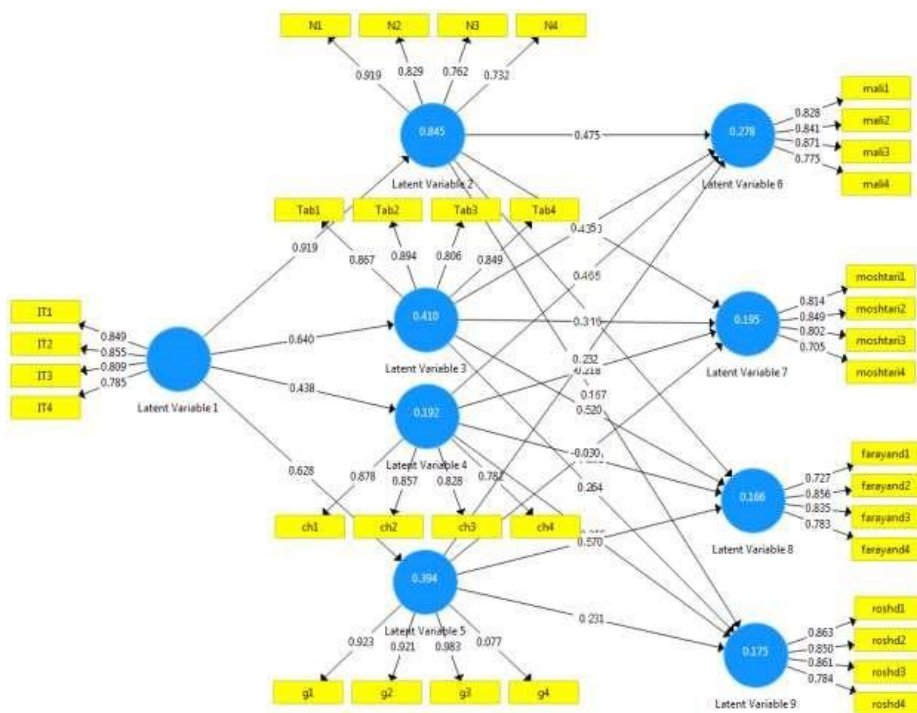
توضیح نتایج فرضیه چهارم:

با توجه به **جدول شماره ۶** به این نتیجه می‌رسیم که مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی بر رویکرد های چهارگانه مد نظر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری با اطمینان ۹۵٪ تاثیر مستقیم و معنی داری دارد، زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹۶ است. همچنین با توجه به **(شکل شماره ۱۰)** ارزیابی اعتبار مدل، اعداد مربوط به متغیرهای نامشهود شاخص CV-Red

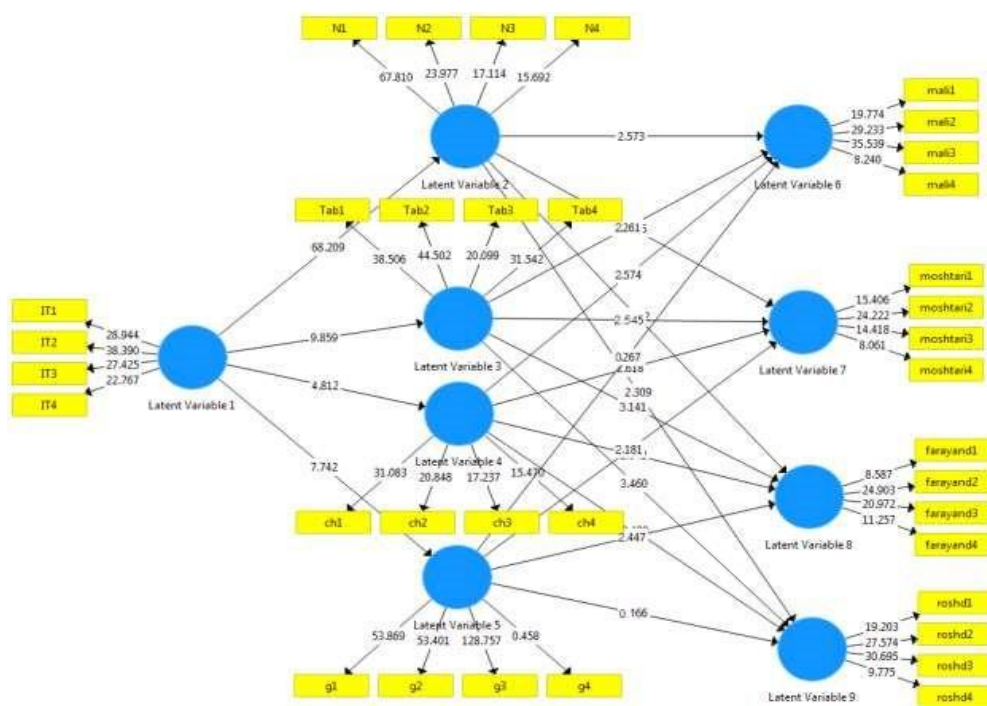
هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است. **آزمون فرضیه پنجم:** ارزیابی تاثیر مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری معنادار می باشد.



شکل شماره ۱۳) برازش اعتبار مدل ارزیابی تاثیر مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان های اداری



شکل شماره ۱۴) ضرائب مسیر تاثیر مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری



شکل شماره ۱۵) آماره t-value تاثیر مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان بر عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری

جدول شماره ۹) ضریب مسیر و آماره t تاثیر مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان روی چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری

ردیف	از	به	ضریب مسیر	آماره T	نتیجه آزمون
۱	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۹۱۹	۶۸/۲۰۹	تایید
۲	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۶۴۰	۹/۸۵۹	تایید
۳	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	۰/۴۳۸	۴/۸۱۲	تایید
۴	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	۰/۶۲۸	۷/۷۴۲	تایید

جدول شماره ۱۰) نتیجه فرضیه پنجم

ردیف	مستقل	وابسته	ضریب مسیر	نتیجه آزمون
۱	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	رویکردهای ارگونومی و آسایش محیطی	۰/۴۴۳	تایید
۲	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	عوامل مولفه‌های ارتباطات و تعاملات اجتماعی	۰/۱۱۴	تایید
۳	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	مولفه‌های شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی	۰/۱۵۵	تایید
۴	مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان	خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی	-	عدم تایید

جدول شماره ۱۱) شاخص‌های برازش مدل تعدیل‌گری

ردیف	مقدار قابل قبول	مقدار بدست آمده
۱	Good if $p < 0.05$	$APC = 0.149, P = 0.011$
۲	Good if $p < 0.05$	$ARS = 0.344, P < 0.001$
۳	Good if $AVIF < 5$ Ideally ≤ 3.3	$AVIF = 2.291$

توضیح نتایج فرضیه پنجم:

با توجه به **جدول شماره ۹** مولفه‌های بهره‌وری و عملکرد کارکنان روی هر یک از چهار رویکرد عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معمارانه در افزایش راندمان ساختمان

های اداری تاثیر مستقیم و معنی داری دارد زیرا عدد آماره t متغیرها بیشتر از ۱/۹۶ است. همچنین با توجه به **(شکل شماره ۱۳)** مربوط به ارزیابی اعتبار مدل، اعداد مربوط به متغیرهای نامشهود، شاخص CV-Red هستند که باید بزرگتر از صفر باشند. اعداد مثبت

مستقیم و بسیار نیرومند بر «ارگونومی و آسایش محیطی» و اثر قوی بر «بهره‌وری و عملکرد کارکنان»، در کنار اثرهای متوسط تا قوی بر «تعاملات اجتماعی» و «پایداری انرژی»، تصویر روشنی از اهرم‌بودن چیدمان برای بهبود همزمان شاخص‌های انسانی و زیست‌محیطی ارائه می‌کند. این یافته‌ها با سطوح بالای آماره‌های t و ضرایب مسیر استاندارد شده تأیید شدند و از منظر کفایت مدل نیز شاخص‌های اعتبار هم‌چون CV-Red برای سازه‌های نهان مثبت ارزیابی شد که نشانه‌ی کیفیت مناسب مدل اندازه‌گیری و ساختاری است. علاوه بر آن، براساس ارزیابی برازش کلی در Warp PLS، مقدار GoF در سطح «بزرگ» گزارش شد ($GoF \approx 0.498$) و شاخص‌های APC، ARS و AVIF، همگی در کران‌های قابل قبول قرار گرفتند؛ بنابراین، تبیین روابط نظری طرح شده و قدرت تعمیم نتایج در بافت مطالعه (ادارات شهر تهران) از پشتوانه‌ی آماری کافی برخوردار است. این امر به‌طور ضمنی دلالت می‌کند که دستورکار بهبود راندمان در ادارات—در شرایط فشارهای انرژی، اقلیمی و فضایی—باید از «چیدمان» آغاز شود و سپس با راهبردهای مکمل مدیریتی و فناورانه پشتیبانی گردد.

از نظر ریزساختِ اثرات، مسیر «چیدمان» → ارگونومی/آسایش قوی‌ترین پیوند مشاهده شده بود؛ به این معنا که ترکیب صحیح نسبت‌های پر/خالی، سازماندهی شبکه‌ی حرکتی، جانمایی فضاهای کار متمرکز/تعاملی و بهینه‌سازی نور طبیعی و تهویه، مستقیماً بر شاخص‌های آسایش حرارتی، بصری و آکوستیکی اثر می‌گذارد و با کاهش استرس ادراک‌شده، بهبود تمرکز و کاستن از خستگی شغلی، زمینه را برای ارتقای عملکرد فردی و جمعی فراهم می‌کند. هم‌چنین، مسیر «چیدمان» → تعاملات اجتماعی» معنادار و با اندازه‌اثر متوسط تا قوی مشاهده شد؛ به‌طوری که پیوستگی فضایی هوشمندانه، دسترسی‌های کوتاه‌مسیر، و «اتصال‌پذیری» مناسب میان واحدها، فرایندهای اشتراک دانش، هم‌آفرینی و حل مسئله را تسهیل می‌کند. در کنار آن، مسیر «چیدمان» → پایداری و بهینه‌سازی انرژی» نیز معنادار به‌دست آمد و موید این است که تصمیمات شکل‌دهی پلان، نسبت سطح نما به زیربنا، عمق پلان، جهت‌گیری و سلسله‌مراتب فضاها، در بارهای گرمایش/سرمایش/روشنایی نقش چشمگیر دارند. نهایتاً، مسیر «چیدمان» → بهره‌وری

نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. همانطور که مشاهده شده است همه اعداد مثبت هستند، بنابراین مدل از کیفیت مناسب برخوردار است.

آزمون تعدیل‌گری رویکردهای عوامل ایجاد و مدیریت نقش چیدمان فضای معماری در افزایش راندمان ساختمان‌های اداری

در اینجا با استفاده از نرم افزار warp pls که از خانواده نرم افزارهای pls است به بررسی نقش تعدیلگری م پرداخته شد. به دلیل آن که روش نرم افزار warp pls در بررسی روایی و پایایی و به طور کلی بررسی برازش مدل با نرم افزار smart pls یکی است و نتایج همان است تنها به بررسی نقش تعدیل‌گری پرداخته شده است. در نرم افزار Warp PLS بر خلاف Smart PLS، برازش مدل را به طور کلی محاسبه کرده که با توجه به خروجی نرم افزار این مقدار برابر است با: $GoF = 0.498$, small ≥ 0.1 , medium ≥ 0.25 , large ≥ 0.36

بنابراین با توجه به اینکه مقدار این شاخص 0.498 بدست آمده بنابراین مدل تحقیق حاضر از برازش مناسبی برخوردار است. همچنین جهت سنجش برازش مدل سه شاخص دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفت: ضرائب متوسط مسیر (APC)، ضریب تعیین تعدیل شده (ARS) و متوسط عوامل تورم واریانس (AVIF). بر طبق فرضیات تناسب مدل ارائه شده توسط کوک (۲۰۱۹) که در قالب **جدول شماره ۱۱** نمایش داده شده است، مدل مفهومی تحقیق حاضر از تناسب خوبی برخوردار است.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌گیری این پژوهش نشان داد که «چیدمان و سازماندهی فضایی» نه تنها یک متغیر کالبدی منفک از عملکرد است، بلکه سازوکاری راهبردی برای ارتقای همزمان بهره‌وری انرژی، کیفیت تجربه کاربر و عملکرد سازمانی در ساختمان‌های اداری به‌شمار می‌آید. تحلیل مبتنی بر معادلات ساختاری نشان داد تمامی مسیرهای اصلی فرض شده میان «خصوصیات چیدمان و سازماندهی فضایی» و «چهار حوزه‌ی کلیدی «ارگونومی و آسایش محیطی»، «تعاملات و ارتباطات اجتماعی»، «شاخص‌های پایداری و بهینه‌سازی انرژی» و «بهره‌وری و عملکرد کارکنان» معنادار هستند؛ به‌ویژه اثر

به صورت پیوسته اندازه گیری و بازخورد آن به چرخه طراحی برگردانده شود.

محدودیت های پژوهش نیز شایان توجه است: نخست، زمینه مندی داده ها به بافت ادارات تهران می تواند بر قابلیت تعمیم در اقلیم ها و فرهنگ های سازمانی متفاوت اثر بگذارد. دوم، ماهیت مقطعی داده ها و اتکای آن ها به مدل های علی-تفسیری SEM، امکان نتیجه گیری های قطعی علت و معلولی را محدود می سازد؛ هرچند همسوسازی نظری و شواهد چندمسیره، استحکام استنباط ها را افزایش داده است. سوم، سنججه های برخی سازه ها (مانند تعاملات اجتماعی یا بهره وری) می تواند از سوگیری ادراکی متأثر شود؛ لذا مطالعات آتی پیشنهاد می شود از سنججه های عینی تر (حسگرهای حضور، داده های سامانه های مدیریت ساختمان، و خروجی های عملکردی) بهره گیرند. چهارم، اگرچه برازش مدل قوی گزارش شد، اما برای دقت بیشتر، آزمون های چندگروهی (بر حسب کاربری های سازمانی، تیپ های پلان، یا سن بنا) و تحلیل های طولی می تواند مسیرهای پنهان و پویایی های زمانی را آشکارتر سازد.

یافته های حاضر با روندهای بین المللی هم خوان است. نخست، همسوتر با Du و همکاران (۲۰۲۲)، که نشان دادند آرایش های فضایی هدفمند می تواند کاهش چشمگیر در تقاضای روشنایی، گرمایش و سرمایش ایجاد کند، پژوهش حاضر نیز معناداری مسیر «چیدمان → پایداری/انرژی» را تأیید می کند و بر حساسیت نسبت سطح نما به زیربنا و عمق پلان نسبت به تقاضای انرژی صحنه می گذارد. دوم، مشابه روش شناسی سرعت بخش Zou و همکاران (۲۰۲۱) که با استفاده از ANN، چرخه ارزیابی/بهبودسازی طراحی را تسریع کردند، توصیه های این پژوهش نیز بر یکپارچه سازی تصمیمات چیدمان با ابزارهای شبیه سازی و بهینه سازی داده محور تأکید دارد. سوم، نتایج با مرور نظام مند Latha و همکاران (۲۰۲۳) سازگار است که جهت گیری، اقلیم، الگوی اشغال و فرم را عوامل اصلی مصرف انرژی معرفی کردند؛ در مدل حاضر نیز این عوامل در لایه «چیدمان» و پیامدهای انرژی منعکس شده اند. چهارم، از منظر «کارایی فضایی»، همسویی با Emre Ilgin و Tugrul Okbaz (2021) و قابل مشاهده است: با افزایش پیچیدگی/ارتفاع، حساسیت به طراحی هسته و تراکم آسانسور بالا می رود و این

کارکنان» با اندازه اثر قوی تأیید شد و بیانگر آن است که چیدمان مناسب، از طریق بهبود همزمان آسایش و تعاملات، به نتایج عملیاتی (خروجی، کیفیت، چابکی تصمیم گیری) می انجامد. مجموعه ای این شواهد در آزمون های فرضیه های اول تا پنجم با ضرایب مسیر و آماره های t معنادار ارائه و گزارش شد.

از حیث کیفیت روش شناختی، افزون بر معناداری مسیرها، شاخص های برازش و اعتبار، توان تبیین مناسبی را برای مدل مفهومی نشان دادند: مقادیر مثبت CV-Red برای سازه های پنهان، کیفیت همگرایی/واگرایی اندازه گیری ها را تأیید کرد؛ و در ارزیابی تعدیل گری و برازش کل، مقدار GoF بزرگ، همراه با APC معنادار ($p < 0.05$)، ARS قوی ($p < 0.001$) و AVIF کمتر از آستانه های پیشنهادی، نشان داد که مدل نه تنها از نظر نظری سازگار است، بلکه در داده های تجربی نیز کارآمد عمل می کند. این نتایج، اعتماد پذیری توصیه های اجرایی استخراج شده از پژوهش را برای سیاست گذاران، مدیران تاسیسات و طراحان افزایش می دهد.

پیامدهای عملی کلیدی بدین شرح است: نخست، در سطح سیاست گذاری و استانداردهای طراحی در تهران، لازم است «اصول چیدمان بهره ور» به صورت الزام های قابل سنجش (نسبت های پلان، عمق مؤثر، سطوح بازتاب، سلسله مراتب دسترسی، نسبت نما به زیربنا و الگوهای نشستن/حرکت) وارد دستورالعمل های طراحی ادارات شود. دوم، در سطح سازمانی، بازچیدمان مرحله ای فضاها با هدف ارتقای آسایش حرارتی/بصری و کاهش تداخل آکوستیکی، همراه با افزایش نقاط تماس اجتماعی هاب های (hub) تیمی، فضاهای نیمه عمومی، و نقاط ملاقات غیررسمی (باید در برنامه نویسی ادارات موجود قرار گیرد. سوم، در سطح فناوری، توصیه می شود چرخه تصمیم گیری چیدمان به طور نظام مند با ابزارهای شبیه سازی انرژی و تحلیل رفتاری و نیز سامانه های مبتنی بر داده (BIM/BEM) و الگوریتم های بهینه سازی یکپارچه شود تا پیش از مداخله، نتایج بهینه ای چندهدفه (انرژی-آسایش-بهره وری) به دست آید. چهارم، برای پیش ارزش آفرینی مداخلات، لازم است شاخص های کلیدی عملکرد (KPI) شامل شدت مصرف انرژی، شاخص های آسایش (PMV/PPD) و شاخص های خیرگی و سنججه های بهره وری انسانی (کیفیت خروجی، خطایابی، رضایت شغلی)

- construction sector: a review.** Environmental Chemistry Letters, 22(2), 751-784.
- Bouncken, R. B., Aslam, M. M., & Qiu, Y. (2021). **Coworking spaces: Understanding, using, and managing sociomateriality.** Business Horizons, 64(1), 119-130.
- Takva, Y., Takva, Ç., & İlerisoy, Z. (2023). **Sustainable adaptive reuse strategy evaluation for cultural heritage buildings.** International Journal of Built Environment and Sustainability, 10(2).
- Agostinelli, S., Cumo, F., Guidi, G., & Tomazzoli, C. (2021). **Cyber-physical systems improving building energy management: Digital twin and artificial intelligence.** Energies, 14(8), 2338.
- Megahed, N. A., & Ghoneim, E. M. (2021). **Indoor Air Quality: Rethinking rules of building design strategies in post-pandemic architecture.** Environmental research, 193, 110471.
- Voordt, T. V. D., & Jensen, P. A. (2023). **The impact of healthy workplaces on employee satisfaction, productivity and costs.** Journal of Corporate Real Estate, 25(1), 29-49.
- Peldon, D., Banihashemi, S., LeNguyen, K., & Derrible, S. (2024). **Navigating urban complexity: The transformative role of digital twins in smart city development.** Sustainable Cities and Society.
- Khan, M. G., Huda, N. U., & Zaman, U. K. U. (2022). **Smart warehouse management system: Architecture, real-time implementation and prototype design.** Machines, 10(2), 150.
- Du, T., Turrin, M., Jansen, S., van den Dobbelsteen, A., & De Luca, F. (2022). **Relationship analysis and optimisation of space layout to improve the energy performance of office buildings.** Energies, 15(4), 1268.
- Zou, Y., Zhan, Q., & Xiang, K. (2021). **A comprehensive method for optimizing the design of a regular architectural space to improve building performance.** Energy Reports, 7, 981-996.
- Latha, H., Patil, S., & Kini, P. G. (2023). **Influence of architectural space layout and building perimeter on the energy performance of buildings: A systematic literature review.** International Journal of Energy and Environmental Engineering, 14(3), 431-474.
- Emre Ilgin, H. (2021). **Space efficiency in contemporary supertall office buildings.** Journal of Architectural Engineering, 27(3), 04021024.
- Orikpete, O. F., Ikemba, S., & Ewim, D. R. E. (2023). **Integration of renewable energy technologies in smart building design for enhanced energy efficiency and self-sufficiency.** The Journal of Engineering and Exact Sciences, 9(9), 16423-01e.

امر ضرورت راهبردهای چیدمانی هوشمند برای حفظ کارایی و درآمدهای ادارات را تقویت می‌کند. پنجم، یافته‌ها با خط‌مشی‌های فناورانه‌ی نوین هم‌راستا است: ادغام RETs در ساختمان‌های هوشمند نزد Orikpete و همکاران (۲۰۲۳)، هم‌افزایی BIM-BEM نزد Alhammad و همکاران (۲۰۲۴)، و به‌کارگیری هوش مصنوعی زایشی/هوش ترکیبی در طراحی مولد نزد Rane و Mao (2023) و همکاران (۲۰۲۳) همگی نشان می‌دهند که «چیدمان بهینه» در عصر داده، باید در کنار اکوسیستم فناوری‌های شبیه‌سازی، یادگیری ماشین و مدیریت هوشمند انرژی قرار گیرد. حتی در حوزه‌ی طراحی ایستگاه‌های ریلی در اقلیم‌های استوایی (Tetiranont و همکاران، ۲۰۲۴)، الگوهای فرم و پوشش سقف که به جریان و آسایش می‌انجامد، اهمیت سازوکارهای فضایی پایدار را برجسته می‌کنند. نهایتاً، نتایج شبیه‌سازی‌محور Ghasaban و همکاران (۲۰۲۵) درباره‌ی ادغام فضاهای باز و سبز با پوسته‌ی ساختمان برای بهبود PMV و کاهش خیرگی، مؤید همان حلقه‌ی اتصال «چیدمان-آسایش-بهره‌وری» است که در مدل حاضر به صورت تجربی در ادارات تهران مستند شد. این هم‌خوانی گسترده، جایگاه یافته‌های پژوهش را در مرز دانش تثبیت می‌کند و مسیر انتقال آن‌ها به عمل را هموار می‌سازد. برآیند کلی این است: برای ارتقای راندمان ادارات، باید «چیدمان فضایی» را به‌عنوان اهرم اولویت‌دار سیاستی و مدیریتی پذیرفت؛ این اهرم، هندگامی که با فناوری‌های شبیه‌سازی انرژی و داده‌های واقعی بهره‌برداری پیوند می‌خورد، می‌تواند به بسته‌های مداخله‌ای کم‌هزینه-بیش‌اثر بدل شود و در مقیاس کلان شهرهایی مانند تهران، به کاهش شدت انرژی، بهبود سلامت و رفاه کارکنان و افزایش بهره‌وری سازمانی بینجامد.

فهرست منابع:

- Zhang, X., Chen, H., Sun, J., & Zhang, X. (2024). **Predictive models of embodied carbon emissions in building design phases: Machine learning approaches based on residential buildings in China.** Building and environment, 258, 111595.
- Chen, L., Hu, Y., Wang, R., Li, X., Chen, Z., Hua, J., ... & Yap, P. S. (2024). **Green building practices to integrate renewable energy in the**

- building information modeling (BIM) and building energy modeling (BEM) integration: A systematic review.** Buildings, 14(3), 581.
- Tetiranont, S., Sadakorn, W., Rugkhaman, N. T., & Prasittisopin, L. (2024). **Enhancing sustainable railway station design in tropical climates: Insights from Thailand's architectural theses and case studies.** Buildings, 14(3), 829.
- Ghasaban, M., Mirjalili, P., & Yeganeh, M. (2025). **Integration of building envelope with open spaces and greenery to enhance thermal and visual comfort and energy efficiency in office buildings.** Results in Engineering, 25, 103660.
- Tugrul Okbaz, F. (2025). **Evaluation of space efficiency criteria in high-rise buildings based on functions: a case study of Türkiye.** Architectural Engineering and Design Management, 21(1), 60-77.
- Chu, T., Park, S., & Fu, K. (2021). **3D printing-enabled advanced electrode architecture design.** Carbon Energy, 3(3), 424-439.
- Rane, N. (2023). **Role of ChatGPT and similar generative artificial intelligence (AI) in construction industry.** Available at SSRN 4598258.
- Mao, Y., Rafner, J., Wang, Y., & Sherson, J. (2023). **A hybrid intelligence approach to training generative design assistants: partnership between human experts and AI enhanced co-creative tools.** In HHAI 2023: augmenting human intellect (pp. 108-123). IOS Press.
- Rane, N. (2023). **Integrating leading-edge artificial intelligence (AI), internet of things (IOT), and big data technologies for smart and sustainable architecture,** engineering and construction (AEC) industry: Challenges and future directions. Engineering and Construction (AEC) Industry: Challenges and Future Directions (September 24, 2023).
- Alhammad, M., Eames, M., & Vinai, R. (2024). **Enhancing building energy efficiency through**

