دانشکده علوم انسانی

گروه مدیریت صنعتی

عنوان تحقیق:

رتبه بندی شاخص های مدلسازی اطلاعات ساختمان برای بهینه سازی ساختمان پایدار با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی(معیار های نگهداری پروژه های ساختمانی)

درس مربوطه:

کاربرد تئوری تصمیم گیری در مدیریت

استاد محترم:

جناب آقای دکتر صفری

محقق:

الناز شکوری

چکیده:

امروزه مدل سازی اطلاعات ساختمان کاربرد گسترده ای از طراحی و ساخت تا بهره برداری و حتی مرحله تخریب ساختمان ها پیدا کرده است. این فناوری با نمایش دیجیتال خصوصیات ساختمان مدیرپروژه و ذینفعان را در هرمرحله برای تصمیم گیری درست یاری می کند.مدلسازی اطلاعات ساختمان کلیه فعالیتهای مدیریت ساخت، بر اساس اسناد قرارداد، به دو مقوله نقشه ها و مشخصات وابسته هستند، به این صورت که به کمک نقشه ها کمیت کار و براساس مشخصات فنی، کیفیت آن تعریف می‌گردد .در واقع معیارهای ارزیابی عملکرد پیمانکاران بر اساس این دو مقوله، تعیین می‌گردند. ما از قبل می‌دانیم که در روش مرسوم مدیریت ساخت، از یک سو نقشه ها و مشخصات به صورت جداگانه ارائه می‌گردند و از سوی دیگر نقشه های اجرایی گروههای مختلف طراحی، به صورت جداگانه ولی هماهنگ با یکدیگر تهیه می‌شوند. مشکلات این روش بر همگان آشکار بوده و شاید برخی از بدترین آنها عدم هماهنگی‌ها، اشتباهات و دوباره کاری‌ها باشد که نهایتاً علاوه بر بالا بردن هزینه ساخت، منجر به پایین آمدن کیفیت کار می‌گردد. یکی از هیجان انگیزترین پیشرفت‌های اخیر در زمینه مدیریت ساخت، معرفی تکنولوژی «مدل سازی اطلاعات ساختمان» یا به اختصار BIM می‌باشد. در پژوهش حاضر سعی شده تا با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی وزن این شاخص ها را که بیشترین اهمیت را در مورد نگهداری پروژه های ساختمانی دارد ر ا بدست آورده ایم؛ چرا که باید توجه داشته باشیم که این شاخص ها اهمیت یکسانی ندارند. بدین وسیله دریافتیم که سهم هر یک از شاخص ها در مدل سازی ساختمان چقدر است و این پژوهش می تواند راهگشای تحقیقات آتی باشد.

واژگان کلیدی: مدلسازی اطلاعات ساختمان، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مدیریت ساخت

۱-مقدمه

BIM و نرم افزار های تحت متد آن وظیفه بازسازی تمامی شرایط را در n بعد ساختمان بر عهده دارند این وظیفه از اشتراک گذاری بین تمام متخصصان درگیر در پروژه شروع می شود، زبان تمامی افراد درگیر در پروژه یکسان نیست. هر کسی بنا به تخصص خود در پروژه درگیر می باشد. از جمله قابلیت بزرگ BIM یکسان سازی این زبان برای ایجاد ارتباط با تمام عوامل درگیر در پروژه می باشد. تمام افراد درگیر به طور همزمان بر روی یک پروژه کار می کنند و این تبادل اطلاعات و گردش اطلاعات نتیجه ای جز افزایش دقت پروژه نخواهد داشت. از دیگر مزایای BIM نگهداری منسجم و یکجای کل اطلاعات پروژه می باشد. سه بعد اول در راستای شبیه سازی تمام عوامل مورد استفاده در پروژه می باشد. بعد چهارم یا زمان در رابطه با زمانبندی پروژه به صورت مشخص با استفاده ازجزئیات گرافیکی موجود در BIM نمایش تمام موضوعات اجرائی را بر عهده می گیرد. بعد پنجم یا هزینه که با بودجه بندی بر اساس زمانبندی پروژه دید مالی مناسبی برای مدیران پروژه به ارمغان می آورد.و بعد های بعدی...

از جمله مزایای برتر استفاده BIM متره کردن با دقت بسیار زیاد قبل از اجرای پروژه و ایجاد دیدی وسیع برای مدیران ارشد در رابطه با هزینه اجرائی و تهیه منابع و تدارکات به میزان واقعی و .... می باشد.

۲-ادبیات تحقیق

شروع BIM با توسعه روز افزون گرافیکی و توان پردازش رایانه ها می باشد. در سال ۱۹۶۲ توسط Douglas C.Englebert یک دید از آینده BIM ارائه شد.

BIM با گذشت زمان و قدرت ترکیب رایانه به عنوان عامل محاسبه گر و پردازنده دقیق تر و سریع تر نسبت به انسان گسترش یافت. شرکت های بزرگ نرم افزاری نقشه کشی دنیا تمامی اهداف خود را برای افزایش بهره بری این علم قراردادند از جمله این شرکت ها , Autodesk (Revit, Auto cad), Tekla Bentley می باشند.

بعد از توضیحات گفته شده باید عنوان کرد که در کشور ما متاسفانه بعد از افتتاح وراه اندازی پروژه ها ، به حال خود رها می شوند وهمین امر باعث فرسایش وتخریب پروژ ه های انجام یا فته می شود و این امر سبب فرسایش واز بین رفتگی این پروژه هاکه با صرف میلیون ها تومان هزینه اجرا شده اندمی شوند

در زیر برخی از مهمترین معیار های نگهداری پروژه های ساختمانی را ذکر میکنیم:

این شاخص ها به طور کلی به سه دسته محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی تقسیم می شوند که زیر مجوعه های هر کدام مختصر بیان میکنیم.

۲-۱) اثرات زیست محیطی:

عواملی همچون پتانسیل گرم شدن زمین ، اسیدی شدن محیط، ازن و تخلیه آن و ...

۲-۲) انرژی و جو:

محل انرژی های تجدید پذیر، انرژی عملیاتی به عنوان نورپردازی و قدرت، سرمایش و گرمایش، حمل و نقل و دفع نهایی و ...

۲-۳) مواد و منابع:

استفاده از مواد تجدید پذیر،محتوای بازیافتی،فرسایش مصالح استفاده شده و ...

۲-۴) هزینه:

هزینه منابع و مواد، هزینه های نیروی کار، عملیات و تعمیر و نگهداری هزینه ها، هزینه نوسازی و ساخت و ساز.

۲-۵) معیار های سرمایه گذاری:

سرعت بازگشت سرمایه، سرمایه گذاری اولیه، مقدار ارز و ...

۲-۶) زمان:

منظور زمان ساخت تقریبی پروژه مورد نظر می باشد.

۲-۷) فاکتور های ساخت و ساز:

انعطاف پذیری، در دسترس بودن مواد و تجهیزات و ...

۲-۸) بهداشت داخلی:

آسایش محیط داخل ساختمان، استفاده از موادکم تشعشع: چسب، رنگ ها و پوشش،کف سازی مناسب، چوب وکامپوزیت وکنترل سیستم روشنایی و آسایش حرارتی.

۲-۹) فاکتورهای معماری و طراحی:

مسائل معماری و زیبایی شناسی، فضای فیزیکی و عملکرد، فرد و هویت اجتماعی، بهره وری، نور روز و نیمروز و..

۳ - تکنیک های تصمیم گیری چندشاخصه

این گونه فنون برای انتخاب یک گزینه از میان چند گزینه به کار می روند. در این فنون، تصمیم گیرنده از

بین تعداد محدودی گزینه به انتخاب، اولویت بندی و درجه بندی می پردازد. بنابراین به منظور انتخاب

مناسب ترین گزینه از میان m گزینه MADM استفاده می شود.

داده های MADM به دو بخش کلی مدل های جبرانی و مدل های غیر جبرانی تقسیم می شود. در مدلهای

جبرانی، امتیاز بالا روی یک معیار، امتیاز پایین روی معیار دیگر را جیران می کند، در حالی که در مدل های

غیر جبرانی، حداقل سطوح برای هر معیار لازم است.

در طراحی و فرموله نمودن این گونه مدل ها، به جای مدل های ریاضی از جداول توافقی (ماتریس تصمیم)

استفاده می شود. به همین دلیل این مدل ها را مدل های نرم نیز می نامند

.

۳-۱) فرایند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف ترین فنون تصمیم گیری چند شاخصه (MADM) است که

اولین بار توسط توماس ال.ساعتی عراقی الاصل در دهه ۰۵۱۱ ، جهت تخصیص منابع کمیاب و نیز جهت

نیازهای برنامه ریزی برای ارتش ابداع گردید. AHP از زمان معرفی اش تاکنون به یکی از پر کاربردترین

روش های تصمیم گیری چند معیاره MADM تبدیل شده و جهت حل مسائل بدون ساختار در حوزه های

مختلف علایق و نیازهای انسانی، مثل سیاست، اقتصاد و علوم اجتماعی و مدیریت به کار رفته است.

این روش امکان بررسی سناریو های مختلف را به مدیران می دهد و در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند

گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبروست، می تواند مورد استفاده قرار گیرد. AHP تصمیم گیرندگان را

قادر می سازد اثرات متقابل و همزمان بسیاری از وضعیت های پیچیده و نامعین را مشخص نمایند.

این فرآیند تصمیم گیرندگان را یاری می کند تا اولویت ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خود تنظیم

نمایند، بنحوی که احساسات و قضاوت های خود را بطور کامل در نظر گیرند.

AHP در آغاز برای تصمیم گیری های انفرادی در یک محیط متلاطم و فازی ارائه شد. این روش بر اساس

تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی ارائه گردید. AHP در تصمیم گیری های گروهی باعث خواهد

شد که نه تنها مزایای فنون تصمیم گیری گروهی حفظ شود بلکه معایب آن ها همانند سرعت هزینه ئ تک

فکری برطرف شود.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی دارای اصولی است که در ادامه به آنها اشاره می گردد:

اصل۱- شرط معکوسی (Reciprocal Condition)

اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر n خواهد بود.

این اصل باعث می شود مقایسات زوجی DM برای یک ماتریس n*n نیاز به n(n-1)/2 مقایسه خواهد

داشت.

اصل ۲- همگنی (Homogeneity)

عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل قیاس باشند. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی

نهایت یا صفر باشد.

اصل ۳- وابستگی (Dependency)

هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا

بالاترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴- انتظارات (Expectation)

هرگاه تغییر در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد پروسه ارزیابی باید مجددا انجام گیرد.

هرگاه AHP به عنوان ابزار تصمیم گیری استفاده شود، گروه در آغاز باید یک درخت سلسله مراتب مناسب

که بیان کننده مساله تحت مطالعه است فراهم کند. سلسله مراتب تصمیم درختی است که با توجه به مساله

تحت بررسی دارای سطوح متعدد است و عوامل مورد مقایسه و گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را

نشان می دهد. اختصاصا سطح اول هر درخت بیان کننده هدف تصمیم گیری است. سطح آخر هر درخت

بیان کننده گزینه هایی است که با همدیگر مقایسه می شوند و برای انتخاب در رقابت با همدیگر هستند.

دیگر سطوح میانی نشان دهنده معیارهایی است که ملاک مقایسه گزینه ها هستند.

۳-۱-۱) تشخيص سازگاري مقايسات زوجي

بدين جهت ابتدا تعريفي از ناسازگاري ارائه مي شود. ناسازگاري به دو صورت كلي ناسازگاري مطلق و ناسازگاري نسبي تقسيم مي گردد. ناسازگاري مطلق در حالتي رخ مي دهد كه به عنوان مثال تصميم گيرنده گزينه اول را به دوم و گزينه دوم را به سوم ترجيح دهد در حالي كه گزينه اول را به سوم ترجيح ندهد.

	A	B	C
A	a_{11}	a_{12}	a_{13}
B	a_{21}	a_{22}	a_{23}
C	a_{31}	a_{32}	a_{33}

شكل 1- ماتريس تصميم فرضي

ناسازگاري نسبي در شرايطي حاصل مي شود كه معادلات زير كه بعنوان شرط سازگاري بيان مي گردند

برقرار نباشند.

شرط سازگاری جدول مقایسات:

رابطه1

$$a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj} \qquad \text{و} \qquad a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$$

سازگاری در شرایطی است که بعنوان مثال اگر A دو برابر B اهمیت داشته باشد و B سه برابر C مهم باشد

آنگاه A شش برابر C اهمیت داشته باشد .هر مقداری غیر از شش بیانگر مقداری ناسازگاری است.

برای محاسبه نرخ ناسازگاری گام های زیر طی می شود:

الف- (بردار مجموع وزنی) WSV - (ماتریس مقایسات زوجی) D * (بردار وزن های نسبی) W)

ب- مولفه های WSV تک به تک بر وزن های نسبی شاخص ها تقسیم می شود تا بردار سازگاری CV

بدست آید.

ج- محاسبه میانگین حسابی عناصر CV که آن را با λmax نشان می دهیم. آقای ساعتی بیان می دارد که

λmax فقط و فقط در شرایط سازگاری برابر با n تعداد گزینه ها خواهد بود .

د- محاسبه شاخص ناسازگاری:

رابطه ۲

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

در صورتي كه از گروهي از تصميم گيرندگان جهت انجام مقايسات زوجي استفاده شود، مخرج كسر به n

تغيير مي يابد .

ه- محاسبه نرخ ناسازگاري:

رابطه ۳

$$\mathrm{CR} = \frac{CI}{RI}$$

كه IRI از جدول زير به دست می آيد:

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰	۰,۵۸	۰,۹	۱,۱۲	۱,۲۴	۱,۳۲	۱,۴۱	۱,۴۵	۱,۵۱

جدول۱- شاخص ناسازگاری تصادفی

اين مرحله را برای تمام جداول مقايسات زوجی به طور جداگانه انجام می دهيم، در صورتی كه IRI كوچكتر

از 0.1 باشد، ناسازگاری موجود در مقايسات زوجی قابل قبول است.

۴- روش تحقیق

برای شناسایی و ارائه شاخص ها از روش مصاحبه با گروه های کانونی استفاده شد .گروه کانونی یک روش

تحقیق کیفی است که بوسیله آن پژوهشگر می تواند نظر مشترک افراد را نسبت به پدیده مورد بررسی نمایان کند.

استفاده از روش گروه های کانونی در خصوص آسیب شناسی معضلات مبتلا به سازمان ها و مراکز دانشگاهی مسبوق به سابقه می باشد .از جمله در دانشگاه کانزاس ایالات متحده در جهت برقراری ارتباطات علمی مابین پژوهشگران در مراحل اولیه از این روش استفاده شده است.

همان طوری که ذکر شد پس از مطالعه ادبیات و استفاده از روش گروه های کانونی شاخص های سنجش

توسعه یافتگی شناسایی شدند از آنجا که اهمیت این شاخص ها نسبت به هم متفاوت می باشد، از تکنیک

AHP برای تعیین وزن های اهمیت هر یک از این شاخص ها بر توسعه یافتگی استفاده شد .

برای بدست آوردن وزن ها با استفاده از روش AHP ، از نظرات ۴ نفر از خبرگان دانشگاهی صاحب نظر در

حوزه عمران و آشنا به تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی(به عنوان تصمیم گیرنده)برای تشکیل ماتریس

مقایسه زوجی استفاده شد.

با توجه به نظر خبرگان به دلیل ناکارامدی برخی از شاخص ها در ایران ، آن ها را از محاسباتمان کنار

میذاریم و فقط ۶ شاخص را بررسی می کنیم.

لذه پس از حذف سه شاخص انرژی و جو، فاکتور های سرمایه گذاری، بهداشت داخلی ، ۶ شاخص باقی مانده را وارد سیستم AHP می کنیم.

نتایج مقایسات زوجی ۴ تصمیم گیرنده در مورد ۶ شاخص مختلف به شرح زیر است:

شاخص	اثرات زیست محیطی	مواد و منابع	هزینه	زمان	فاکتور های ساخت و ساز	طراحی و معماری
اثرات زیست محیطی	۱	۱,۲	۱,۶	۱,۵	۱,۲	۲
مواد و منابع		۱	۱,۴	۱,۳	۲	۲
هزینه			۱	۲	۳	۲
زمان				۱	۴	۳
فاکتور های ساخت و ساز					۱	۲
طراحی و معماری						۱

جدول۲-مقایسات زوجی تصمیم گیرنده اول

شاخص	اثرات زیست محیطی	مواد و منابع	هزینه	زمان	فاکتور های ساخت و ساز	طراحی و معماری
اثرات زیست محیطی	۱	۱,۳	۱,۷	۱,۸	۱	۳
مواد و منابع		۱	۱,۳	۱,۴	۳	۵
هزینه			۱	۱	۳	۶
زمان				۱	۵	۷
فاکتور های ساخت و ساز					۱	۲
طراحی و معماری						۱

جدول۳-مقایسات زوجی تصمیم گیرنده دوم

	اثرات	مواد	هزینه	زمان	فاکتور	طراحی

شاخص	زیست محیطی	و منابع			های ساخت و ساز	و معماری
اثرات زیست محیطی	۱	۱	۱,۶	۱,۶	۲	۳
مواد و منابع		۱	۲	۱,۳	۴	۵
هزینه			۱	۲	۴	۵
زمان				۱	۴	۶
فاکتور های ساخت و ساز					۱	۳
طراحی و معماری						۱

جدول۴-مقایسات زوجی تصمیم گیرنده سوم

شاخص	اثرات زیست محیطی	مواد و منابع	هزینه	زمان	فاکتور های ساخت و ساز	طراحی و معماری
اثرات زیست محیطی	۱	۱,۳	۱,۸	۱,۷	۱	۲
مواد و منابع		۱	۱,۴	۱,۳	۲	۴
هزینه			۱	۲	۵	۶
زمان				۱	۴	۵
فاکتور های ساخت و ساز					۱	۲
طراحی و معماری						۱

جدول۵-مقایسات زوجی تصمیم گیرنده چهارم

در نهایت برای تصمیم گیری داریم:

شاخص	اثرات زیست محیطی	مواد و منابع	هزینه	زمان	فاکتور های ساخت و ساز	طراحی و معماری
اثرات زیست محیطی	۱	۰,۴۸۳	۰,۱۴۴	۰,۱۵۶	۱	۲,۴۴۹
مواد و منابع		۱	۰,۳۱۹	۰,۳۰۹	۲,۶۳۲	۳,۷۶۱

۴,۳۵۶	۳,۶۳۳	۱,۶۸۲	۱		هزینه
۵,۰۰۹	۴,۲۲۹	۱			زمان
۲,۲۱۳	۱				فاکتور های ساخت و ساز
۱					طراحی و معماری

جدول۶-مقایسات زوجی تلفیقی

در مرحله بعد، باید وزن های نسبی را محاسبه کنیم. نتایج به صورت زیر خواهد بود:

اوزان نسبی	طراحی و معماری	فاکتور های ساخت و ساز	زمان	هزینه	مواد و منابع	اثرات زیست محیطی	شاخص
۰,۰۷	۲,۴۴۹	۱	۰,۱۵۶	۰,۱۴۴	۰,۴۸۳	۱	اثرات زیست محیطی
۰,۱۴۱	۳,۷۶۱	۲,۶۳۲	۰,۳۰۹	۰,۳۱۹	۱		مواد و منابع
۰,۳۵۵	۴,۳۵۶	۳,۶۳۳	۱,۶۸۲	۱			هزینه
۰,۳۰۷	۵,۰۰۹	۴,۲۲۹	۱				زمان
۰,۰۷۹	۲,۲۱۳	۱					فاکتور های ساخت و ساز
۰,۰۴۸	۱						طراحی و معماری

جدول۷-اوزان نسبی به دست آمده

در این مرحله باید نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی را بدست آوریم. نرخ ناسازگاری جدول نهایی برابر با ۰/۱۴۴ است، از آنجا که نرخ ناسازگاری کوچکتر از ۰,۱ است؛ پس در مقایسات زوجی، سازگاری

قابل قبولی وجود دارد.

نتیجه گیری

تحقیق حاضر به شناسایی و وزن دهی به شاخص های بهینه سازی ساختمان های پایدار می‌پردازد.نظریات

مختلفی درمورد توسعه تدوین و ارائه شده است.

اکثر نظریاتی که در سال های دهه 0591 و 0511 ارائه شدند تک بعدی بوده و همه جوانب را در نظر نمی

گرفتند، ولی به تدریج برای توسعه شاخص های کامل تری ارائه و جنبه های انسانی و کیفی هم به آن اضافه

شد.

تحقیق حاضر برای معرفی شاخص های توسعه از ادبیات تحقیق و نظرات خبرگان استفاده نموده است.

شاخص های معرفی شده در این تحقیق عبارتند از: اثرات زیست محیطی، مواد و منابع، هزینه، زمان،

فاکتورهای ساخت و ساز و طراحی و معماری.

هر یک از این شاخص های توسعه یافتگی دارای وزن و درجه اهمیت خاصی هستند .به منظور محاسبه اوزان

هر یک از این شاخص ها از تکنیک AHP استفاده شد که شاخص های هزینه و سپس زمان بیشترین وزن را

به خود اختصاص داده اند و پس از آن مواد و منابع در مکان سوم از نظر اهمیت وزنی قرار می گیرد.

شاخص های اثرات زیست محیطی و فاکتورهای ساخت و ساز اهمیت وزنی تقریبا یکسانی دارند و در نهایت

طراحی و معماری کمترین وزن را به خود اختصاص می دهد.

برای تحقیقات آتی پیشنهاد می گردد که شاخص های دیگری را مدنظر قرار دهند و از روش های دیگری

همچون تکنیک فرایند سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP) استفاده گردد .همچنین می توان از روش های

فرا ابتکاری همچون شبکه های عصبی مصنوعی، برای بهبود عملکرد پژوهش حاضر استفاده نمود.

منابع لاتین:

1) Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J., Sorenson, K., "Guide to decisionmaking

methods", developed for the department of energy, WSRC-IM-2002-00002, (2002.(

2) .Saaty, T.L.," The analytic hierarchy process", McGraw Hill, New York, (1980.(

3) Saaty, T.L., "Relative measurement and its generalization in decision making why pair wise comparison

are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network

process", RACSAM, statistics and operations research, vol 102 (2), pp 251-318, (2008.(

4) Saaty, T. L., "Fundamental of the analytic network process-Multiple networks with benefits, costs,

opportunities, risks", journal of systems science and systems engineering, vol. 13, no.3, pp 348-379,

.(۲۰۰۴)

منابع فارسی:

۱- اصغرپور، محمد جواد. تصمیم گیری های چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۰۱۵۱

۲- مومنی، منصور .مبحث نوین در تحقیق در عملیات .انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران

۳- محزون آزموده، ب.، سروقدمقدم، ع.، "پارامتر هاي مؤثر در ارزيابي گزينه هاي بهسازي لرزه اي ساختمانها"، همايش آشنايي با تكنولوژي هاي نوين بهسازي لرزه اي، نشريه شماره 371، دفتر امور فني، تدوين معيار ها و كاهش خطرپذيري ناشي از زلزله،