

مقایسه کارکردی قراردادهای متعارف سه عاملی و EPC

(طراحی، تدارک و ساخت) با ابزار تحلیل شبکه ای

سروش شبانی

چکیده

امروزه بسیاری از پروژه های مهندسی و ساختمانی اطراف ما پیچیده و زمانبر هستند. بکارگیری مصالح جدید و استفاده از تکنولوژی و روشهای پیشرفته اجرایی دائما بر این پیچیدگی می افزاید. تغییر در شرایط طراحی و ساخت پروژه های عمرانی، لزوم تجدید نظر در روشهای عقد قرارداد را اجتناب ناپذیر می نماید. در این مقاله سعی شده دو روش قراردادی متعارف (سه عاملی) و EPC (طرح و تدارک و ساخت) معرفی گردیده و ضمن مقایسه ساختاری و عملکردی، مزیتها و معایب هر یک به منظور تسهیل نمودن شرایط کارفرمایان در انتخاب روشهای قراردادی، ذکر گردد. ابزار مورد استفاده در مقایسه بین روشها، آنالیز شبکه های اجتماعی با استفاده از نرم افزار Gephi می باشد که ضمن ارائه نمایشی تصویری از ارتباط بین ارکان پروژه با کارکنان و سایر ذینفعان، روابط قراردادی یا جریان اطلاعات موجود در پروژه را با سنجه های ریاضی آنالیز می نماید.

1- مقدمه

امروزه بسیاری از پروژه های مهندسی و ساختمانی اطراف ما پیچیده و زمانبر هستند. بکارگیری مصالح جدید و استفاده از تکنولوژی و روشهای پیشرفته اجرایی دائما بر این پیچیدگی می افزاید. با توجه به شرایط کنونی، نیاز پروژه ها در حال حاضر به مفاهیمی چون زمان، هزینه و کیفیت پروژه ختم نمی شود بلکه استفاده از فاکتورهایی چون نظام مندی، مدیریت صحیح و انتخاب صحیح روشهای قراردادی برای اجرای پروژه اجتناب ناپذیر می باشد. تا قبل از اواسط دهه ۱۹۸۰ اکثر کشورهای توسعه یافته در صنعت ساختمان از روش سنتی سه عاملی (کارفرما، مشاور، پیمانکار) برای اجرای پروژه های خود استفاده می نمودند. اما امروزه بسیاری از کارفرمایان از این رویکرد سنتی و خصوصیات عملیاتی آن ناراضی بوده و مصرانه در جستجوی روشهای جایگزین قراردادی، مدیریتی و سازمانی هستند که به واسطه آن بر پیچیدگی پروژه های خود فایق آیند. از جمله نتایج حاصله ایجاد و توسعه جهانی قراردادهای جدید و جایگزین می باشد، که می توان آنها را بر مبنای ارتباط بین پروسه طراحی و ساخت و نحوه مدیریت آنها دسته بندی کرد. (۳)

در کشور ما نیز نظام های مختلفی جهت اجرای پروژه ها از دیر باز وجود دارد که شامل پیمان امانی، روش مدیریت پیمانی، روش سنتی سه عاملی (Design – Bid – Built) و می شود. روشهای طرح و ساخت دو عاملی (طرح و ساخت)، EPC (طرح و تدارک و ساخت)، بیع متقابل و ... نیز به تازگی در اجرای طرحهای عمرانی مرسوم گردیده است.

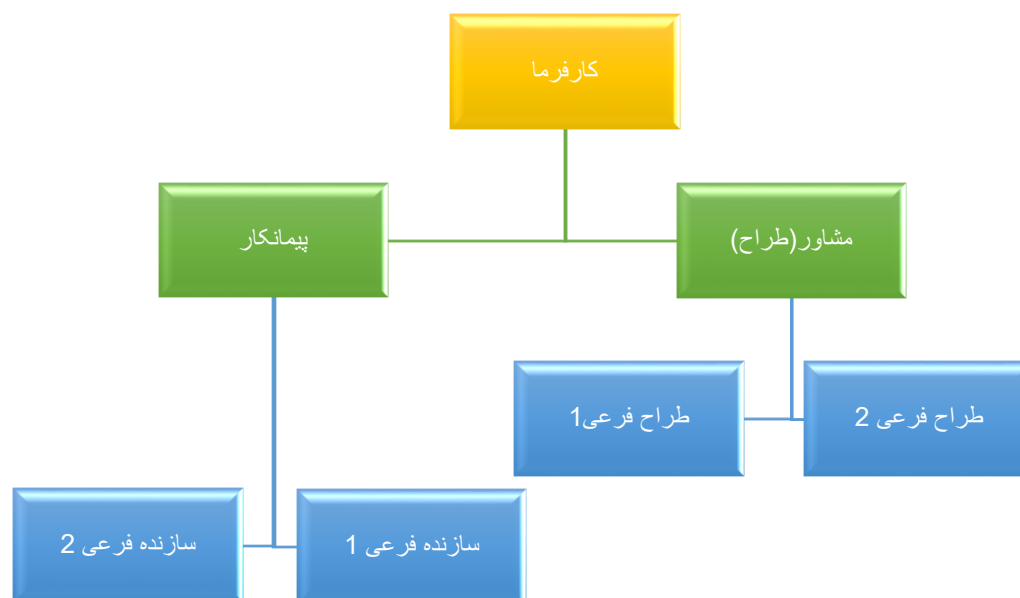
در این مقاله سعی شده مقایسه ای مختصر بین روشهای سنتی (سه عاملی) و نوین (EPC) و نتایج حاصله از بکارگیری آنها در پروژه های عمرانی صورت پذیرد. جهت مقایسه این روشها علاوه بر استناد به نشریات سازمان برنامه و بودجه کشور و سایر مقالات فارسی و انگلیسی موجود، از روش آنالیز شبکه ای (Network Analysis) که از جمله ابزارهای نوین ارزیابی سازمانها و پروژه ها می باشد، استفاده شده است.

۲- معرفی قرارداد سه عاملی متعارف

روش متعارف روش جدیدی نیست بلکه سالها در سراسر جهان مورد استفاده بوده است و در قرن های گذشته تنها روش در دسترس برای اجرای پروژه ها بوده است. رد پای روش متعارف در بین النهرین قدیم نیز دیده شده است، جایی که حمورابی (۱۸۰۰ پیش از میلاد) مسئولیت کامل طراحی و اجرا را برعهده افراد قرار داده است. (منصوری کیوج: ۱۳۸۷، ۴)

این روش در دوره انقلاب صنعتی که تخصصهای مختلف شامل معماری، مهندسی و پیمانکاری از هم تفکیک شدند، ایجاد گردید و برای سال های متمادی، روشی استاندارد برای انجام پروژه ها بوده است. مشخصه اصلی سه مرحله ای بودن و وجود قراردادهای جداگانه بین مشاور با کارفرما و پیمانکار با کارفرماست. (نشریه ۷۱۷)

غالباً سه مرحله این روش (طراحی، مناقصه و ساخت) به صورت مستقل و متوالی صورت می گیرد بگونه ای که پیمانکاران پیشنهاد قیمت خود را بر مبنای طراحی و اسناد آماده شده توسط مشاور ارائه داده و کارفرمایان ضمن انتخاب ارائه دهنده کمترین قیمت، مرحله ساخت پروژه را ابلاغ می نمایند. (۱)



دیاگرام شماره ۱- قرارداد سه عاملی

مطابق نظر Jody Becker and Tim Murphy در مقاله " روشهای جایگزین تحویل ساختمانها" استفاده از این قراردادها دارای چند مزیت است . کارفرمایان و مشاوران معمولاً آشنایی بیشتری با ساختار سنتی قرارداد دارند و طی اجرای آن کارفرمایان و مشاوران به درستی با وظایف خود آشنا هستند. تکمیل بودن نقشه ها قبل از پروسه مناقصه قطعیت مفروضات و ریسکها را برای پیمانکاران بیشتر نموده و در ارائه قیمت دقیقتر راهگشاست. اگر چه جدا بودن پروسه طراحی و ساخت از جمله مضرات این روش است که باعث تاخیر در پیشرفت کلی پروژه می گردد. از آنجاییکه پیمانکار و مشاور در طراحی پروژه با یکدیگر همکاری نمی نمایند، ایجاد تعارض در هنگام تفسیر و اجرای طراحی ها امری طبیعی به شمار می آید. علاوه بر این چون مشاور به عنوان نماینده کارفرما و تفسیر کننده اسناد طراحی خود در سایت مشغول به فعالیت است، کشمکش ذاتی ناشی از کسب سود، بالا خواهد گرفت و طی آن مشاور بدون توجه به گفته های پیمانکار از طرح ارائه شده توسط خود دفاع خواهد نمود. در نهایت این کارفرماست که با ریسک بیشتر مالی و زمانی مواجه خواهد شد. (۴)

۳- معرفی قرارداد EPC

پیش از وارد شدن به بحث EPC ذکر چند تعریف لازم می‌باشد.

پیمانکار عمومی (GENERAL CONTRACTOR):

پیمانکاری است که مسئول آماده سازی، هماهنگی و تکمیل تمامی کارهای یک پروژه است. (ISO 6707-2)

GC به شرکت هایی گفته میشود که در هدایت و مدیریت طرح و پروژه های صنعتی زیر بنایی دارای تجربه و تخصص بوده و با تکیه بر

دانش و ابزارهای مدیریتی خود، اجرای پروژه ها را به صورت EPC یا TURN-KEY بر عهده میگیرند. (۹)

از دیدگاه مک کارتی یکی از مهمترین نقشهایی که برای یک پیمانکار عمومی می توان متصور شد همراهی با کارفرمای پروژه به

منظور بررسی تمامی راهکارها در زمان برنامه ریزی برای طراحی و ساخت پروژه است. (۱)

نظام مورد استفاده در کشور عمدتاً بصورت سه عاملی طراحی، مناقصه، ساخت بوده است که در حال حاضر مطابق سیاستهای دولت

اخیراً به سمت اجرای پروژه به روش دو عاملی طرح و ساخت سوق یافته است. (۹) با توجه به نیاز کشور به اجرای پروژه های

ساخت به روش دو عاملی در سال 1384 بخش نامه ی ضوابط اجرایی در پروژه های طرح و ساخت صنعتی از سوی سازمان

مدیریت و برنامه ریزی ارائه گردید. (۸)

در این روش منظور از دو عامل، کارفرما و پیمانکار است. طرح و ساخت نوعی از روش انجام پروژه است که در آن کارفرما با

یک نهاد طراح-سازنده، پیمان منعقد می کند، تا خدمات طراحی و همچنان ساخت را ارائه دهد. ویژگی اصلی روش طرح و ساخت

واحد بودن نهاد مسئول، امکان همپوشانی مراحل و در نتیجه صرفه جویی در زمان است. با توجه به اینکه نهاد طراح و سازنده در این

روش توأماً مسئول ارائه خدمات طراحی و ساخت در یک پیمان است، کاهش تعداد نهادهای حاضر در پروژه از سه به دو، سبب

کاهش زمان لازم برای تهیه مدارک مناقصه، برگزاری مناقصه و در نهایت مدت زمان تحویل نهایی کار می گردد. (نشریه ۱۷۱)

مسئولیت ریسک کارفرما در این روش به حداقل میرسد و پیمانکار اصلی مسئولیت تمامی خدمات طراحی، تدارک و ساخت

را به عهده دارد. در این روش کارفرما نظارت کلی تری بر روند اجرا خواهد داشت و در صورت ورود مشاور به پروژه،

تحت عنوان نماینده کارفرما فعالیت خواهد نمود. (۸)

در روش دیگر از طرح و ساخت که با نام روش " طراحی، تدارک، ساخت" (EPC) یا کلیدگردان شناخته می شود، کارفرما با یا

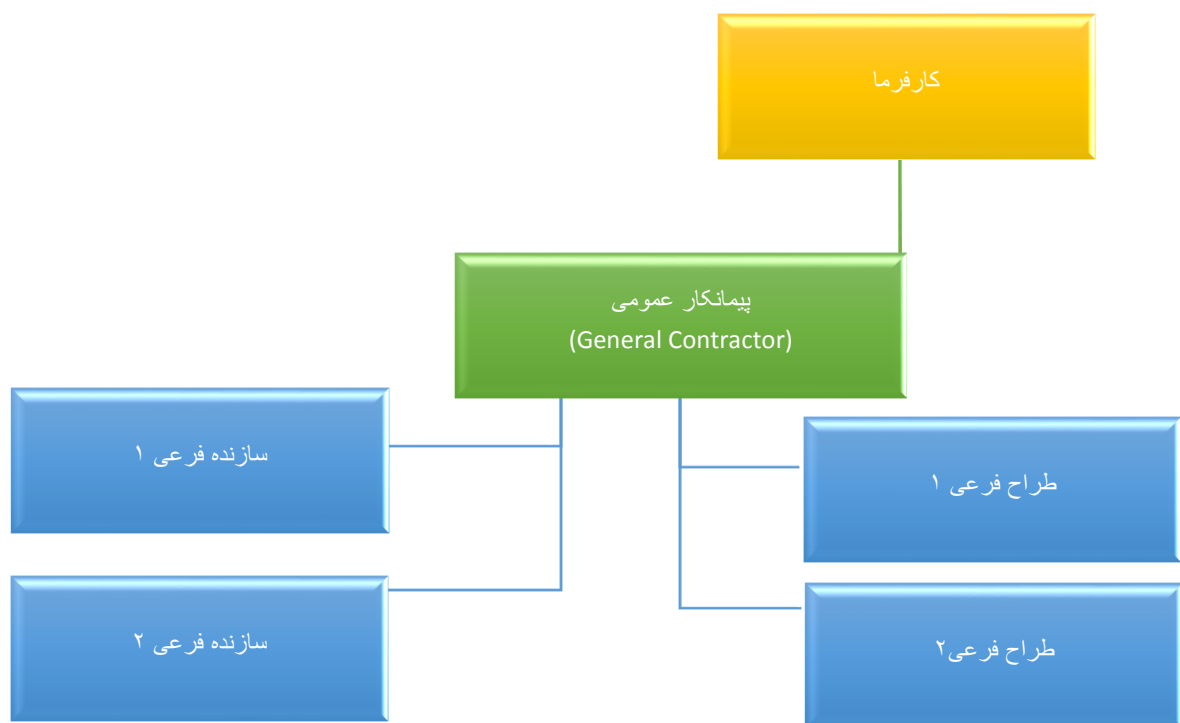
بدون کمک مشاور محدوده کار، استانداردهای مورد نظر و سیمای کلی طرح و احتمالاً طرح مقدماتی را تحت عنوان "خواسته های

کارفرما" همراه با دیگر مدارک مناقصه تهیه می کند و سپس با برگزاری مناقصه، ادامه طراحی و ساخت را بر عهده پیمانکار کلید

گردان قرار می دهد. پیمانکار در این روش مسئولیت کلیه کارهای مهندسی (طراحی)، تدارک کالا و ساخت را تا تکمیل کامل

تاسیسات و آماده بهره برداری شدن (با گرداندن کلید) بر عهده دارد. (نشریه ۱۷۱)

EPC در واقع حروف ابتدای این واژگان است: Engineering/procurement/construction که به سادگی می توان آنرا به مهندسی (طراحی)، تامین کالا و ساخت و اجرا تعبیر کرد.(۹).



دیاگرام شماره ۲- قرارداد طرح و ساخت (EPC)

۴- مقایسه قراردادها

در این مقاله سعی بر آن است که با مقایسه قراردادهای پیش گفته (متعارف و EPC) و ارزیابی آن طبق شرایط موجود، به بهترین راهکار برای اجرای پروژه های آتی نائل آییم. به منظور اجرای مستند و دقیق این مقایسه در قسمت های آتی از ابزار تحلیل شبکه ای (Network Analysis) استفاده می گردد.

تحلیل شبکه ای ترکیب جذابی از ریاضی، آبی تی و جامعه شناسی است. (Stephen Pryke, 2012) این تحلیل قابلیت نمایش الگوهای ارتباطی بین گروهها و ارائه نمای کلی جریان اطلاعات را دارا می باشد. (Garton, 1997) به واسطه این ابزار مفید تمامی فعالیتهای صورت گرفته در یک گروه با فرمت گراف به نمایش در می آیند که طی آن بازیگران (اشخاص، سازمانها و...) با گره و جریان اطلاعات یا هر گونه ارتباط دیگر بین بازیگران (گره ها) با یالهای ارتباطی نمایش داده می شوند. پس از رسم گرافهای مربوطه،

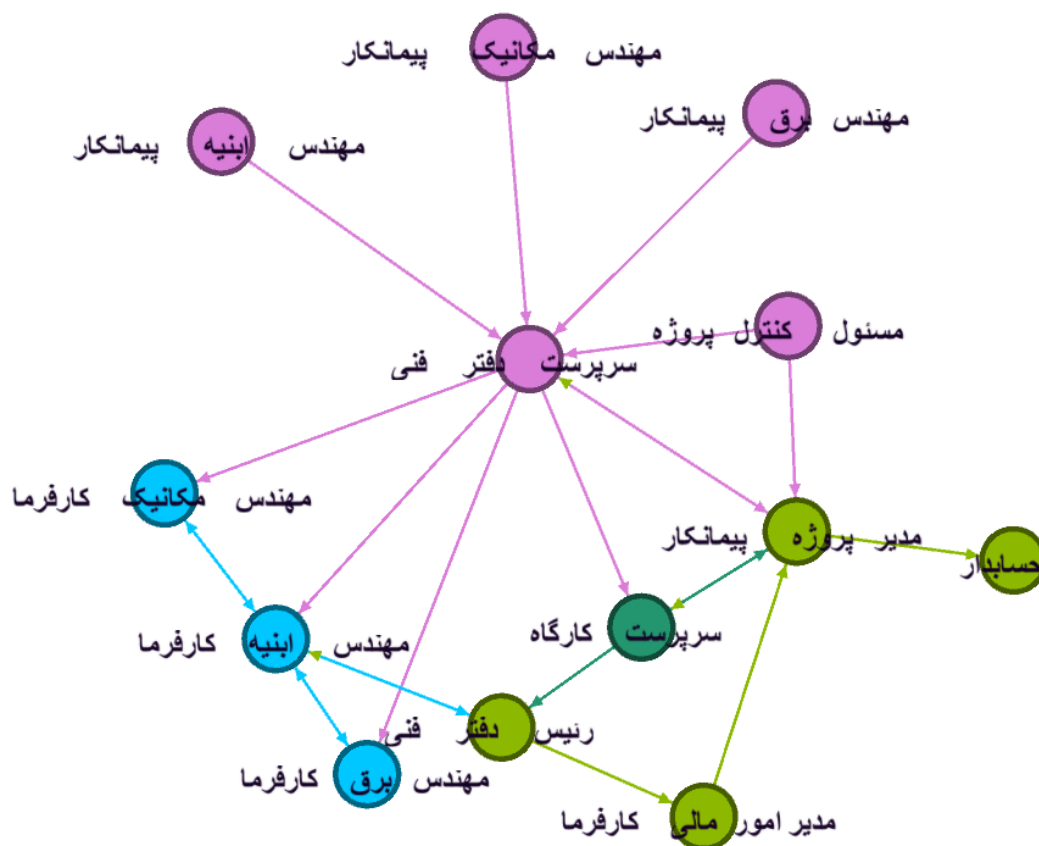
نقاط ضعف یا قوت هر یک از گروهها با سنجه‌هایی (Metrics) ریاضی مورد بررسی قرار می‌گیرد. سنجه‌های مورد استفاده در این مقاله به قرار ذیل می‌باشد.

- سنجه تراکم (Density): که میزان تعامل بین افراد را نشان می‌دهد. تراکم بیشتر، نشاندهنده حجم بیشتر ارتباط در شبکه است. (Andreas Malisiovas, 2014)
- سنجه مرکزیت درجه (Centrality Degree): نشاندهنده تعداد بازیگرانی است که مجاور (در ارتباط مستقیم) با یک بازیگر هستند. با توجه به وابستگی این سنجه به تعداد بازیگران شبکه، با تقسیم این سنجه به تعداد کل بازیگران منهای یک، این سنجه نرمال میشود. (جعفری ریزی و ۱۳۹۲)

$$\text{مرکزیت نرمال شده} = 1 - \frac{\text{تعداد یالهای هر بازیگر}}{\text{تعداد کل بازیگران شبکه}}$$

- سنجه متوسط کوتاهترین طول مسیر (Average Shortest Path): عبارت است از میانگین کوتاهترین مسیرها بین هر زوج از گره‌ها. شبکه‌هایی که دارای مقدار کمتری از این کمیت هستند اطلاعات را به صورت دقیقتر و سریعتر مبادله می‌نمایند که این امر باعث ارتباطات بهتری در شبکه می‌گردد.

لازم بذکر است که کلیه اطلاعات لازم جهت رسم شبکه‌های موجود در این مقاله از مدارک و مستندات مربوط به پروژه‌های EPC و متعارف انجام شده توسط شرکت بنای راستین و همچنین مصاحبه با کارکنان شاغل در این پروژه‌ها، استخراج گردیده است. همچنین کلیه اشکال رسم شده و اطلاعات و آنالیز ارائه شده در خصوص شبکه‌ها از نرم افزار Gephi استخراج گردیده که از ابزارهای معتبر در بخش آنالیز شبکه می‌باشد.



شکل شماره ۲- شبکه بین فردی صورت وضعیتهای پیمانکار در پروژه EPC (خروجی از نرم افزار Gephi)

مشخصات	پروژه EPC	پروژه متعارف
تعداد گره ها	37	14
تعداد یالها	78	23
سنجه متوسط طول کوتاهترین مسیر	3.078	2.34

جدول شماره ۱- مقایسه سنجه های شبکه صورت وضعیت در قراردادهای مختلف

همانگونه که از مندرجات جدول شماره ۱ و مقایسه اشکال شماره ۱ و ۲ پیداست تنظیم و بررسی صورت وضعیت در قراردادهای متعارف (سه عاملی) نیاز به تعداد نیروهای (گره های) بیشتری دارد. گماردن نیروهای بیشتر در این زمینه، ارتباطات (یالهای) بیشتری را نیز ایجاد می کند که به افزایش سنجه متوسط کوتاهترین طول مسیر می انجامد. بدیهیست تعدد نفرات لازم برای انجام کار واحد و طولانی شدن مسیر متوسط شبکه مربوطه، نشانگر بهره وری پایتزر سیستم و باعث ایجاد هزینه های ریالی و زمانی قابل توجهی برای کارفرمایان می گردد. لذا می توان نتیجه گیری نمود که استفاده از قرارداد EPC در این بخش دارای مزیت بیشتری می باشد.

لازم به ذکر است که چون تعداد گره ها و یالها در دو شبکه ترسیم شده دارای اختلاف فاحشی می باشد، استفاده از سنجه های تراکم و مرکزیت کمک شایانی به تحلیل این سیستمها نمی نماید. لذا در این بخش از سنجه های مذکور استفاده نشده است.

ایجاد ارتباطات زاید و طولانی شدن پروسه های عملیاتی ایجاد شده در قراردادهای سه عاملی را می توان ناشی از رویکرد تقابلی این سیستم از قرارداد و ایجاد تضاد منافع در ارکان اصلی پروژه دانست. بدیهیست در چنین چهارچوبی اقدامات نظارتی بیش از اقدامات اجرایی بوده و بدین ترتیب تسریع در عملیات اجرایی و یا واکنش سریع و انعطاف سیستم در هنگام تغییر شرایط بیرونی امری مشکل به نظر می رسد.

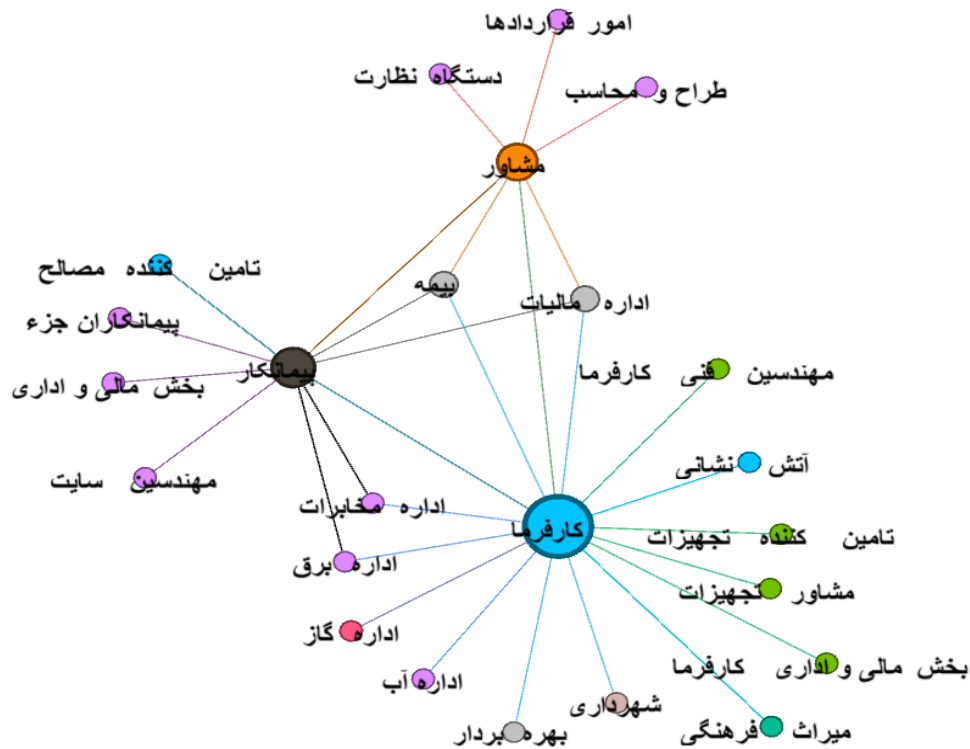
گرافهای فوق جهت احداث یک بیمارستان ۲۸۰ تختخوابی ترسیم گردیده اند. برای مقایسه بهتر هزینه های متناظر با رسیدگی و تنظیم صورت وضعیتها در دو حالت مختلف می توان اقدام به وزن دهی یالهای موجود در گرافها نمود. بدین طریق که می توان با تقریب اعلام نمود که هر یال نمایانگر صرف انرژی ۸ نفرساعت در مراحل مختلف تنظیم و رسیدگی به صورت وضعیتها می باشد. (معادل صرف ۴ ساعت زمان در یک تعامل دو نفره). آنگاه هزینه ای که برای هر صورت وضعیت در یک پروژه سنتی فهرست بهایی صرف می گردد، با فرض هزینه متوسط هر نفر ساعت معادل ۲۵۰،۰۰۰ ریال به قرار ذیل است:

$$\text{ریال } 78 \times 8 \times 250,000 = 156,000,000$$

که با فرض مدت زمان ۳ سال برای اجرای پروژه و ارسال صورت وضعیتها به صورت ماهیانه، نیاز به ارسال تقریباً ۳۶ عدد صورت وضعیت برای هر پروژه هزینه کلی معادل ۵،۶۱۶،۰۰۰،۰۰۰ ریال را برای این بخش از پروژه در بر خواهد داشت. این درحالیست با تکرار محاسبات فوق برای قراردادهای EPC هزینه مذکور به ۱،۶۵۶،۰۰۰،۰۰۰ ریال تقلیل خواهد یافت.

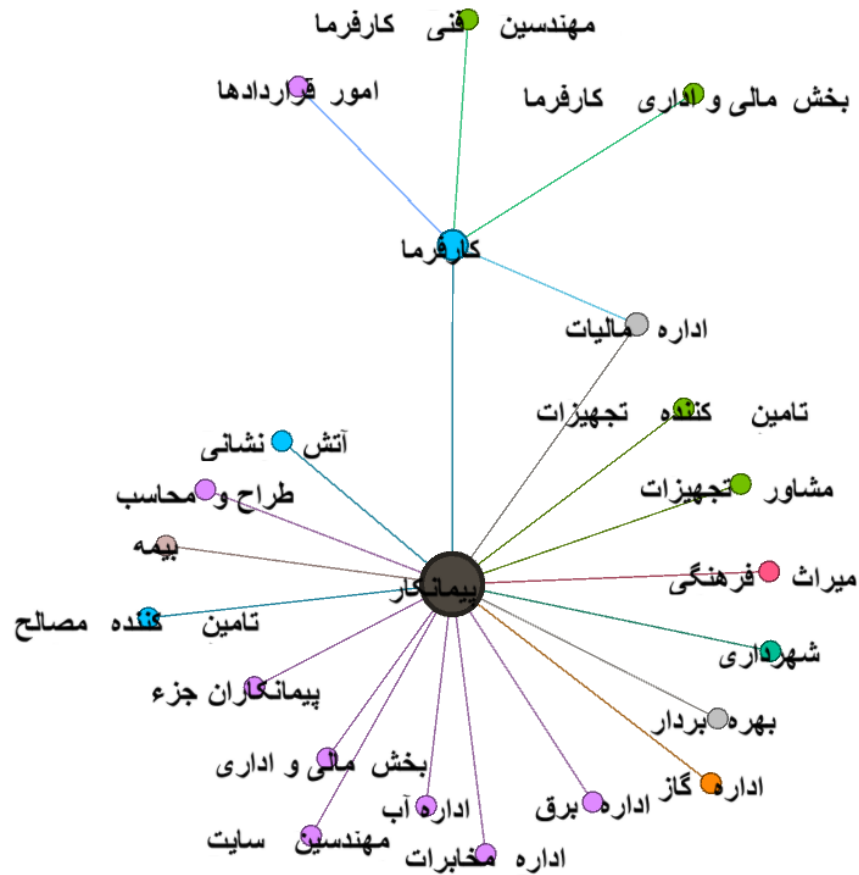
۴-۲- مقایسه قراردادها از لحاظ تقسیم بهینه و متعادل مسئولیتها و ریسکها بین ارکان پروژه:

شکل شماره ۳ نشاندهنده شبکه ارتباطات قراردادی بین ارکان پروژه با موسسات و گروههای کاری، در یک پروژه احداث بیمارستان با قرارداد متعارف می باشد. منظور از ارتباطات قراردادی، ارتباط مستقیم حقوقی جهت پیشبرد عملیات پروژه یا اخذ مجوزهای لازم می باشد. شکل شماره ۴ نیز نشان دهنده همین شبکه برای احداث بیمارستان با قرارداد EPC میباشد.



شکل ۳- شبکه قراردادهای انعقاد شده توسط ارکان پروژه با موسسات بیرونی و گروههای کاری در روش متعارف (خروجی از نرم افزار Gephi)

همانگونه که از شکل شماره ۳ پیداست مرکزیت شبکه قراردادهای رسمی در روش متعارف به عهده کارفرماست. (میزان مرکزیت هر گره با قطر دایره موجود در گره رابطه مستقیم دارد). زیرا مطابق قانون، کارفرما میبایست ارتباط قراردادی بیشتری را با موسسات و گروههای کاری ذینفع در پروژه برقرار نماید. اما از آنجاییکه معمولاً کارفرمایان اشراف کمتری به مسایل فنی، قراردادی و حقوقی دارند، محول نمودن مسئولیت برقراری ارتباط با طیف وسیعی از موسسات جهت پیشبرد پروژه منطقی به نظر نمی رسد. همچنین با توجه به محدودیتهای قانونی موجود ارتباط سایر ارکان پروژه (مشاور و پیمانکار) با اکثر موسسات حقوقی و یا گروههای ذینفع (مانند مشاور و تامین کنندگان تجهیزات) میبایست از طریق کارفرمای پروژه صورت پذیرد که این امر تعاملات زایدی را در شبکه های ارتباطی ایجاد می نماید. اما با دقت در شکل شماره ۴ مبرهن می گردد که این نقیصه در قراردادهای EPC رفع گردیده و مرکزیت عقد قرارداد با ذینفعان پروژه یا سایر موسسات به عهده پیمانکار عمومی قرار گرفته است.



شکل شماره ۴- شبکه قراردادهای انعقاد شده توسط ارکان پروژه با موسسات بیرونی و گروههای کاری در روش EPC (خروجی از نرم افزار Gephi)

بدین ترتیب با توجه به تسلط و تجربه بیشتر پیمانکار پروژه بر امور فنی، قراردادی و حقوقی، مسئولیت و ریسک بیشتری برای پیمانکار در نظر گرفته شده است.

از دیگر نکات قابل توجه در مقایسه دو نمودار این است که مهندسین طراح و محاسب در روش های متعارف با مشاور و در روش EPC با پیمانکار قرارداد منعقد می نمایند. این بدان معناست که در طی قراردادهای طرح و تدارک و ساخت روابط مهندسین طراح و اجرا از برون سازمانی به درون سازمانی تغییر یافته است. (از یک سازمان دستور می گیرند) فلذا ارتباط هماهنگتر و منسجم تری بین بخش طراحی و ساخت ایجاد شده است. طراحیها قابلیت بیشتری برای اجرا کسب کرده و مراحل ساخت تطابق بیشتری با طراحیهای اولیه خواهند داشت.

مشخصات	پروژه EPC	پروژه متعارف
تعداد گره ها	22	24
تعداد یالها	22	28
سنجه تراکم	0.095	0.101
مرکزیت درجه پیمانکار	18	8
مرکزیت درجه کارفرما	5	16
سنجه متوسط طول کوتاهترین مسیر	2.113	2.246

جدول شماره ۲- مقایسه سنجه های شبکه قراردادی در روشهای مختلف

همانگونه که در جدول شماره ۲ نمایش داده شده سنجه های تراکم و متوسط طول کوتاهترین مسیر، دستخوش تغییر چندانی در روشهای مختلف عقد قرارداد نمی گردند. تفاوت تعداد گره ها و یالها در دو روش نیز ناشی از حذف گره های مشاور و دستگاه نظارت می باشد که آنگونه که مشهود است اختلاف زیادی در تعداد نهایی یالها و سنجه های تراکم و متوسط طول کوتاهترین مسیر ایجاد نمی نماید. میزان تغییر مسئولیتها و میزان روابط کارفرما و پیمانکار با سایر ذینفعان پروژه نیز از طریق کمیتهای مرکزیت درجه کارفرما و پیمانکار قابل دستیابی است.

در مجموع می توان گفت در روش EPC بار زیادی از مسئولیتها و ریسکها برای پیمانکار در نظر گرفته می شود ولی در روش سنتی متعارف این ریسکها و مسئولیتها متوجه کارفرما می باشد. با توجه به توان و تجربه فنی پیمانکاران، تسهیم ریسک و مسئولیت در روش EPC منطقی تر به نظر می رسد و این امر به یکپارچه سازی بیشتر مراحل پروژه کمک شایانی می نماید.

به عنوان مثال در یک پروژه بیمارستانی اگر از ابتدای امر طراح و سازنده پروژه با مشاور و تامین کنندگان تجهیزات بیمارستانی در ارتباط بوده و ریسک عدم کارآیی تجهیزات بیمارستانی به عهده پیمانکار باشد، ریسک مربوط به دوباره کاریهای ناشی از اعمال تغییر در فضای استقرار تجهیزات (از نظر مصالح یا ابعاد) و حتی کاهش راندمان دستگاه ها، با کاهش چشمگیری مواجه خواهد گردید.

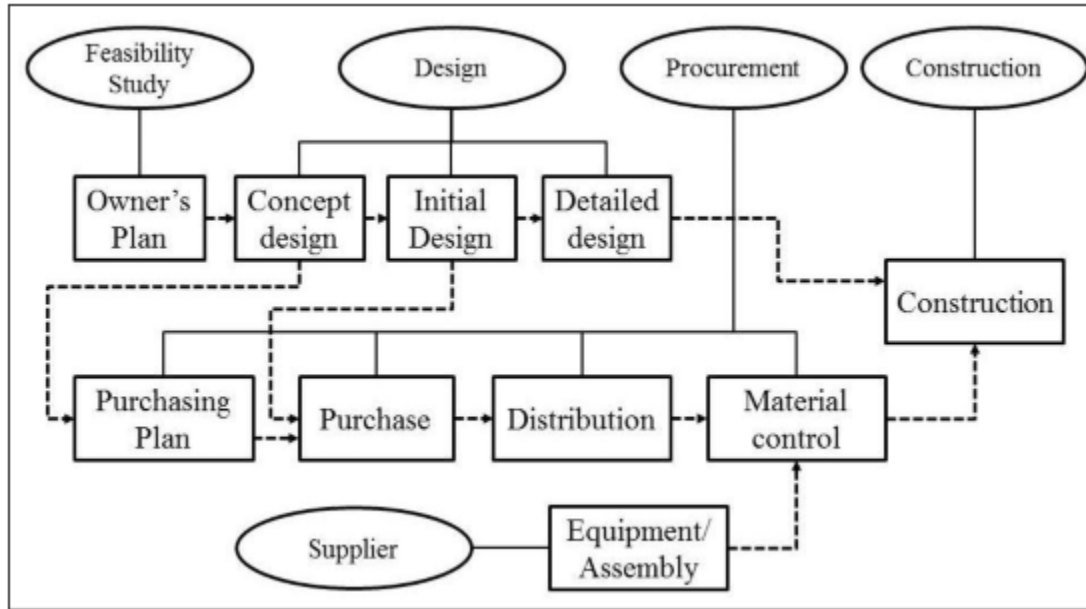
۴-۳- مقایسه روشهای قراردادی از سایر جنبه ها:

در نشریه شماره ۷۱۷ سازمان برنامه و بودجه، مزایای استفاده از روش طرح و ساخت به جای روش متعارف به صورت مبسوط درج گردیده که بعضی از آنها به شرح ذیل می باشد:

- وجود نهاد یگانه مسئولیت، ریسک کارفرما را به حداقل می رساند، احتمال دستورهای تغییر را کاهش می دهد و باعث پایین آمدن تاخیر در ساخت می گردد. معمولاً در قراردادهای سنتی پیمانکار در فازهای میانی به پروژه ملحق می شود و پس از برنده شدن مناقصات زمان زیادی برای بازبینی طراحیها یا پیشنهاد اصلاحی احتمالی در اختیار ندارد. لذا عمده تغییرات در طراحیها و شاید اسکوپ کاری پروژه در حین اجرا صورت خواهد پذیرفت که هزینه های ریالی و زمانی قابل توجهی را به پروژه اعمال می

- نماید. اما در پروژه های EPC چون پیمانکار از همان ابتدا درگیر فاز طراحی است، کلیه تغییرات مورد نیاز را ضمن مشورت با کارفرما در همان فاز ابتدایی اعمال می نماید که این امر هزینه های به مراتب کمتری را برای پروژه در بردارد.
- سرعت انجام پروژه افزایش می یابد. امکان هم پوشانی زمانی طراحی و ساخت و نیز ادغام شدن تیم طراحی با تیم پیمانکار، به بهبود ارتباطات و در نتیجه افزایش سرعت انجام کارها می شود.
 - با توجه به حضور پیمانکار در دوره طراحی تفصیلی، ساخت پذیری طراحی ها بیشتر مورد توجه قرار می گیرد.
 - زمینه های نوآوری در طراحی، انتخاب مصالح و روشهای ساخت بهبود می یابد. به دلیل اینکه پروژه های EPC معمولاً در قالب سیستم فاینانس اجرا می گردد، نرخ بازگشت سرمایه در این قراردادها طی فازهای مختلف به عنوان فاکتوری تاثیر گذار مورد توجه قرار می گیرد. به عنوان مثال در هنگام طراحی یک بیمارستان در مدل EPC، هزینه های بهره برداری نیز مورد توجه قرار گرفته و ضمن اعمال روشهای نوین یا خلاقانه هزینه های مذکور با کاهش قابل توجهی مواجه می گردد. استفاده از انرژیهای تجدید پذیر در سرمایه و گرمایش بیمارستان مانند انرژیهای خورشیدی، تنظیم مصرف انرژی با لوازم کنترلی هوشمند در ساختمان (BMS) و یا بکارگیری مصالح بومی تطبیق پذیر از جمله روشهایی است که در فاز طراحی، هزینه های بهره برداری آتی بیمارستان را کاهش می دهد.
 - با توجه به اینکه میزان خدمات اداری و مدیریتی کارفرما کاهش می یابد، کارفرما می تواند با منابع انسانی کمتر و به تبع آن با منابع مالی کمتر، پروژه را مدیریت نماید.
 - میزان تعارض ها و ادعاها و تاخیرهای ناشی از دستور کارها و تغییرهای در حین ساخت کاهش می یابد.
 - اختلاف بین متخصصان مختلف پروژه، داخلی است و کارفرما درگیر آنها نمی شود.
 - با ادغام فرآیندهای طراحی و ساخت، امکان به کارگیری تکنیکهای مهندسی ارزش افزایش می یابد. بونایان در مقاله ای تحت عنوان " آنالیز نکات کلیدی برای کنترل هزینه های ساخت پروژه های بیمارستان مدل EPC " یک مطالعه موردی از ساخت بیمارستان ۷۲۸ تختخوابه Shougang Shuigang به روش EPC در چین را ارائه نموده که طی آن نیاز به وجود یک "مهندس کنترل هزینه" در پروژه را اعلام می دارد که این شرایط را دارا باشد: ۱- از ابتدای پروژه به آن ملحق شده و در مذاکرات و توافقات اولیه پروژه حضور فعال داشته باشد. ۲- در تنظیم قرارداد اصلی مشارکت داشته باشد. ۳- نظارت کافی را در طراحی پروژه (از نظر هزینه داشته باشد). ۴- در پروسه ساخت نظارت کافی در اجرای صحیح اسکوپ کاری، مطابقت کار با نقشه ها، استانداردها، برنامه زمانبندی و خواسته های کارفرما را داشته و مسئولیت تایید تسویه حساب نهایی پیمانکاران جزء مطابق فاکتورهای ذکر شده بر عهده او باشد. بدیهیست وجود چنین مدیریت یکپارچه ای از فاز عقد قرارداد تا تحویل نهایی باعث کاهش قابل توجهی در هزینه های پروژه خواهد شد. همچنین نکته قابل توجه دیگر آنکه بستر وجود چنین نقشی (مهندس کنترل هزینه) تنها در مدل های EPC وجود دارد چون امکان حضور پیمانکار از ابتدای پروژه میسر است.
 - اقلامی از پروژه که دارای زمان تامین طولانی است، می توان همزمان با طراحی تفصیلی و پیش از شروع مرحله ساخت سفارش داد. به عنوان مثال عامل تاخیر بسیاری از پروژه های بیمارستانی، تعویق در تحویل تجهیزات و اجناس خارجی (از قبیل چیلرها،

لوازم کنترل، اعلام حریق و ...) می باشد. این مشکل معمولاً به علت نوسانات شدید نرخ ارز، تورم بالا، تغییر مداوم بخشنامه های مربوط به گمرکات، تحریمها و ایجاد می گردد. استفاده از قراردادهای EPC، مطابق شکل شماره ۵ باعث تسریع در خرید این تجهیزات (حتی همزمان با فاز طراحی) و جلوگیری از بروز ریسکهای زمانی و مالی آتی خواهد گردید.



شکل شماره ۵- روند فعالیت در یک مدل EPC

۶- نتیجه گیری

Qi GUOUI, Zhong-ping XUI, Guang-fei ZHANG, Ting-ting TU در مقاله ای تحت عنوان "آنالیز مقایسه ای قراردادهای EPC و سنتی بر مبنای هزینه های تبادل" اقدام به بسط تئوری رونالد کوز در خصوص هزینه های تبادل در پروژه های عمرانی نمودند. طبق این مقاله هزینه تبادل (Transaction cost) در پروژه های ساختمانی عبارت است از کلیه هزینه هایی که جهت ارتباط بین ارکان اصلی پروژه صرف می شود. این هزینه به سه بخش تقسیم می شود: ۱- هزینه های قراردادی ۲- هزینه های نظارتی ۳- هزینه های هماهنگی.

همانگونه که در بخش ۴-۱ نشان داده شد به دلیل رویکردهای تقابلی موجود، هزینه های نظارتی در پروژه های متعارف (سه عاملی) سنتی بسیار بیشتر از پروژه های طراحی، تدارک و ساخت می باشد. در بخش ۴-۲ نیز صرف هزینه های قابل توجه در پروژه های متعارف سنتی جهت هماهنگی ارکان پروژه در قسمت طراحی و اجرا و همچنین سایر قسمتها مورد توجه قرار گرفت. در بخش هزینه های قراردادی نیز به علت ماهیت پروژه های سنتی، هزینه زمانی زیادی متوجه کارفرمایان خواهد بود. لذا با توجه به هزینه های تبدالی پایبتر، استقبال کارفرمایان پروژه ها از روش طراحی و تدارک و ساخت بیشتر می باشد.

ذکر این نکته لازم است که روش سه عاملی ذاتاً روشی اشتباه و ناکارآمد نمی باشد و تصمیم دولتمردان سابق تصمیمی اشتباه نبوده است. بلکه اندیشه انتخاب این روش در دوره گذار کشور را می توان در زمان خود بسیار نوپرداز و درست دانست ، بهر حال همانطور که گفته شد این روش جهت یک برهه زمانی خاص مناسب بوده و در حال حاضر با توجه به دلایل (پیش گفته) دیگر کارائی لازم را ندارد. (۹)

1- Bo Calbert. "Six Alternative Construction Project Delivery Methods" McCarthy Southwest Region President

2- Qi GUOI, Zhong-ping XUI, Guang-fei ZHANG, Ting-ting TU. "Comparative Analysis between the EPC Contract Mode and the Traditional Mode Based on the Transaction Cost Theory"
College of Hydraulic & Environmental Engineering, China Three Gorges University, Yichang, P. R. China

3- Natasa Turina, Mladen Radujkovic, Diana Car. "DESIGN AND BUILD" IN COMPARISON WITH THE TRADITIONAL PROCUREMENT METHOD AND THE POSSIBILITY OF ITS APPLICATION IN THE CROATIAN CONSTRUCTION INDUSTRY" University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering, Croatia
2 University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering, Croatia

4- Jody Becker and Tim Murphy. "Alternative Construction Delivery Methods"

۵ - نشریه شماره ۷۱۷ " راهنمای انتخاب روش تدارک پروژه " معاونت فنی و توسعه امور زیر بنایی امور نظام فنی و اجرایی

۶- مهدی جعفری‌ریزی و علی شائمی برزکی و محمدحسین یارمحمدیان. " ارائه يك روش براي پشتيباني مديريت اطلاعات در شرکتهای مهندسی مشاور: تحلیل شبکه‌های سازمانی ". فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران - زمستان ۱۳۹۲

۷- بررسی مزایا و معایب روش‌های قراردادی چند عاملی

<https://www.farsnews.com/news/13930330000530/%D8%A8%D8%B1%D8%B1%D8%B3%DB%8C-%D9%85%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D8%A7-%D9%88-%D9%85%D8%B9%D8%A7%DB%8C%D8%A8-%D8%B1%D9%88%D8%B4%E2%80%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D9%82%D8%B1%D8%A7%D8%B1%D8%AF%D8%A7%D8%AF%DB%8C-%DA%86%D9%86%D8%AF-%D8%B9%D8%A7%D9%85%D9%84%DB%8C-%D8%A7%D8%AC%D8%B1%D8%A7%DB%8C-%D9%BE%D8%B1%D9%88%DA%98%D9%87>

۸- منصور قلعه نوي ، مرتضی ثابت کوشکی نیان. " بررسی قراردادهای طرح و ساخت بر اساس نظام فنی و اجرایی کشور "

۹- "مقایسه روش‌های اجرایی پروژه ، سه عاملی و EPC "

<http://www.karniksystem.com/fa/%D9%85%D9%82%D8%A7%DB%8C%D8%B3%D9%87-%D8%B1%D9%88%D8%B4%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%A7%D8%AC%D8%B1%D8%A7%DB%8C%DB%8C->

%D9%BE%D8%B1%D9%88%DA%98%D9%87-%D8%8C-%D8%B3%D9%87-
/%D8%B9%D8%A7%D9%85%D9%84%DB%8C-%D9%88

10- Stephen Pryke. "Social Network Analysis in Construction". A John Wiley & sons, Ltd & publication

11- Andreas Malisiovas, Xinyi Song. "Social Network Analysis (SNA) for Construction Projects' Team Communication Structure Optimization". Conference: Construction Research Congress 2014

12-Bu NaYan, "Analysing the Key Points For Cost Control of EPC Model Hospital Construction Project" . China IPPR International Engineering Co.Ltd. , Beijing , 100089,China