تفکر سیستمی در طراحی پایپینگ صنعتی

سعید فلاحی[1]
سرپرست بخش پایپینگ سیستم های کولینگ،گروه تخصصی پایپینگ، معاونت مهندسی، گروه مونکو
احمدرضا عابدبان
مدیر گروه تخصصی پایپینگ، معاونت مهندسی، گروه مونکو
حمیدرضا رنجبریان
کارشناس بخش پایپینگ سیستم های کولینگ،گروه تخصصی پایپینگ، معاونت مهندسی، گروه مونکو

چکیده
کاهش زمان و هزینه بر اساس چهارچوب پروژه های صنعتی از امور اساسی در انجام آنها می باشد. برای این مهم پیاده سازی تفکر سیستمی به معنی ایجاد رویکرد فرآیندی بسیار مهم و راهگشا خواهد بود. رویکرد فرآیندی در طراحی پیپینگ و یا همان تفکر سیستمی در طراحی، بیان می دارد که در مرحله طراحی، صرفاً توجه به ابتدا و انتهای طراحی و تحویل محصول یا همان نقشه ها، کافی نبوده و می بایست به ورودی ها و منابع ورودی و خروجی ها و گیرندگان خروجی و ذینفعان و موارد مد نظر ایشان توجه کافی مبذول شود. در این مقاله سعی شده تا در بخش مدیریت هزینه، با به کارگیری ترفندهایی، راهکاری برای سیستماتیک کردن و فرآیندی نگاه کردن به مبحث هزینه در بطن طراحی و سه بعدی سازی ایجاد گردد. از نتایج این مهم می توان به کاهش و مدیریت هزینه های طراحی، تامین، نصب، اجرا، تحویل، انبارگردانی، تعمیرات و نگهداری اشاره نمود.

واژگان کلیدی: طراحی مهندسی پایپینگ، رویکرد فرآیندی، مدلسازی اطلاعات ساخت، مدیریت هزینه

[1] Saeid.fallahi@monencogroup.com

1- مقدمه

با گسترش استفاده از ابزارآلات کامپیوتری و نرم افزاری در علوم مهندسی و طراحی و مدیریت پروژه، پاسخ های مناسبی به درخواست های متعدد پروژه نظیر انسجام و تطابق پروژه با چهارچوب ها، مدیریت بهینه منابع، مدیریت منظم زمانبندی و پیشبرد پروژه بر اساس پیش بینی ها و تخمین های انجام شده و . . . فراهم شده است. با عمیق تر شدن ارتباط فنآوری ها با پروژه و بروز رسانی درس آموخته ها در هم تنیده از مراحل مختلف پروژه -از تأمین و تخصیص منابع، طراحی و . . . تا اجرای و بهره برداری و نگهداری- ؛ با بررسی تعارضات و مخاطرات به وجود آمده و مطالعه محصولات نامنطبق با اهداف و برنامه ریزی ها و طراحی ها، رفته رفته ایجاد یک هسته متمرکز؛ که اثر و تصویر تمامی مراحل و فرآیندهای طراحی، تأمین، اجرا و بهره برداری و . . . را در خود منعکس نموده و قابلیت رصد و محک زدن تاثیر پذیری هر بخش با تغییرات مختصر و یا کلی بخش های دیگر را به صورت پویا و برخط داشته باشد؛ خود را به عنوان راه حلی مفید و فراگیر به ذینفعان و متولیان پروژه ها دیکته نموده و نیاز به یکپارچه سازی تمامی اطلاعات در یک بستر منسجم را به سرفصلی اجتناب ناپذیر در تمامی نظامنامه ها و استانداردهای مرتبط با مدیریت پروژه تبدیل نمود.

از طرفی ابزار مدلسازی سه بعدی مدتهاست که پاسخگوی عمده نیازهای مهندسی پروژه بوده و ایدهٔ اینکه باقی اطلاعات مهندسی مورد نیاز در مدیریت پروژه را بتوان به آن ضمیمه نمود، تفکری جاه‌طلبانه و وسوسه انگیز برای ذینفعان و طراحان در این زمینه شد. مقاله مذکور به نحوه پیاده سازی روش منسجم نمودن اطلاعات مدیریت هزینه پروژه و مدلسازی سه بعدی در بخش پایپینگ پروژه پرداخته و سعی در بیان مزایای این طرح دارد.

شایان ذکرست که به همین طریق امکان ضمیمه نمودن باقی معیارهای مدیریت پروژه با مدلسازی سه بعدی وجود دارد.

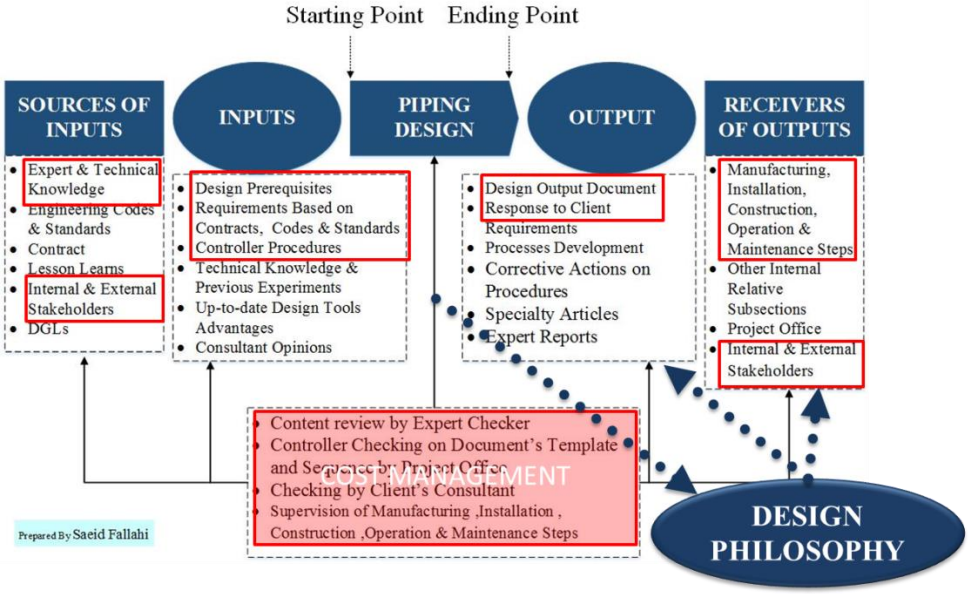
در این مقاله ابتدا به چرایی اهمیت هزینه و اقدمات انجام گرفته مربوط به آن در گروه مونکو ارائه گردیده و سپس به ارائه توضیحاتی پیرامون نظامنامه مدلسازی اطلاعات ساخت[1] می پردازد. پس از آن ویژگی ها و محدودیت های مدلسازی سه بعدی با به‌روزترین ابزارهای موجود را بررسی و نحوه ادغام هزینه و به عبارتی قیمت هر المان را به مدل سه بعدی که اولین قدم مراحل اصلی مدیریت هزینه در پروژه می باشد را تبیین می نماید.

1-1- تفکر سیستمی، اهمیت هزینه

هر پروژه صنعتی که در محدوده سه ضلع مثلث چهارچوب[2]، زمانبندی[3] و هزینه[4] حرکت نموده و توقعات این سه مهم را فراهم نماید، یک پروژه بهینه و صحیح خواهد بود. در این مقاله تمرکز بر روی مبحث هزینه بوده و به دنبال راهکاری برای انسجام تخمین های هزینه پروژه با بخش های دیگر پروژه می باشد. همان گونه که فلاحی و همکاران در سال 1399 پیاده سازی رویکرد فرآیندی در طراحی پایپینگ را توضیح داده اند، در شکل 1 مشخص شده که مبحث هزینه به نوعی در تمامی مراحل فرآیند طراحی سایه افکنده و هر اقدامی در تمامی مراحل طراحی و پروژه صورت پذیرد، یا بر روی هزینه اثر گذارست و یا از جوانب مربوط به هزینه اثر پذیری دارد. این شکل ترجمه

[1] BIM: Building Information Modeling
[2] Scope
[3] Time
[4] Cost

اقدامات رویکرد فرآیندی ذیل نظامنامه مدیریت کیفیت در طراحی پایپینگ می باشد. در تمامی مراحل آن می توان رد مباحث هزینه و مدیرتی آن را پیدا کرد. این مهم نشان میدهد که کنترل و مدیریت هزینه صرفاً بخشی از ابتدای پروژه برای برنامه ریزی و برآورد و مبحثی از انتهای پروژه برای بررسی اقدامات و مقایسه واقعیت و برنامه ریزی ها نیست. بلکه می توان و البته می بایست در تمامی مراحل پروژه تطابق اقدامات با انتظارات مدیریت هزینه را رصد نموده و هرجا که انحرافی مشاهده شد بلافاصله ضمن بررسی آن اقدام اصلاحی و مناسب آنرا در فهرست برنامه ها و اقدامت آتی جانمایی و برنامه ریزی نمود.



شکل 1: دامنه اثر هزینه در رویکرد فرآیندی در طراحی مهندسی

مبحث فلسفه طراحی از اقدامات مفید و مناسب صورت گرفته در زمینه کنترل هزینه ها در گروه مونکو است که همانطور که در شکل 1 اشاره شده در مراحل مختلف رویکرد فرآیندی اثر گذارست. این مدارک عبارتند از بررسی گزینه های موجود در طراحی و سنجش مزیت ها و معایب هر یک و نهایتاً انتخاب یک طرح با منظور نمودن هزینه آن برای انجام اقدامات آتی که منجر به معرفی طرح بهینه و مقرون به صرفه می شود.

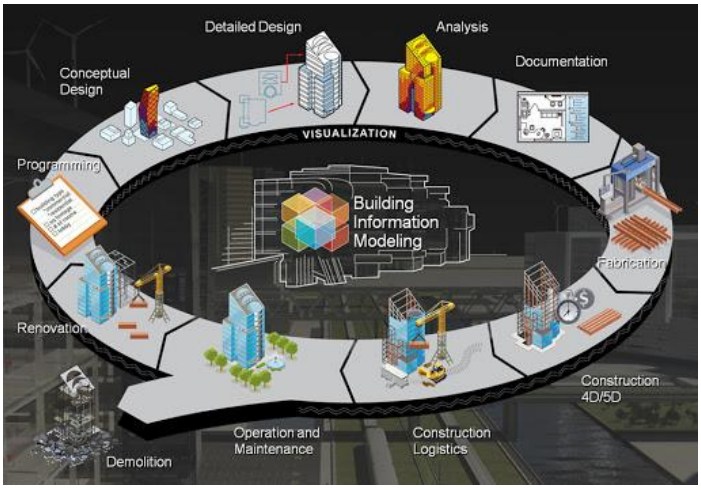
در ادامه این مقاله اثر این مدارک بر مدیریت هزینه در رویکرد فرآیندی و دست آخر اثر آن بر قیمت گذاری اقلام پایپینگ در مدلسازی سه بعدی تبیین می گردد.

2- مدلسازی اطلاعات ساخت

به زبان ساده مدلسازی اطلاعات ساخت عبارتست از مصور نمودن – سه بعدی نمودن- ، یکپارچه نمودن و توأمان نمودن تمامی داده ها و اطلاعات مراحل مختلف پروژه به نحوی که در هر مقطع از آن بتوان تغییرات در هر زمینه و اثر آن بر زمینه های دیگر پروژه را سنجیده تا با بررسی همه جانبه تغییرات در تمامی ابعاد، بتوان تصمیمات لازم، متناسب و بهینه را اتخاذ و اقدامت آتی را باز تعریف و مجدداً برنامه ریزی نمود.

از آنجایی که ساخت و نهایی نمودن مراحل مختلف تولید یک واحد صنعتی از جمله طراحی، تامین هزینه و . . . و اجرا و بهره برداری در چند مرحله صورت می پذیرد، با در دست داشتن تخمین هزینه و زمانبندی مراحل مختلف

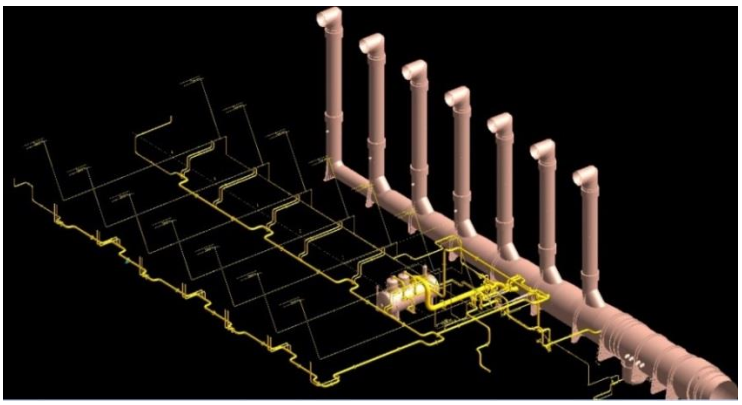
اجرای طرح صنعتی در مرحله طراحی و ضمیمه نمودن این موارد به مدل سازی سه بعدی آنها می تواند به یکپارچه سازی ابعاد مختلف کنترلی و برنامه ریزی طرح کمک کرده بسیاری از اهداف مدیریت پروژه را تامین نماید. در شکل 2 ابعاد مختلف مدلسازی اطلاعات ساخت مشخص شده است.



شکل 2: چرخه ابعاد مدلسازی اطلاعات ساخت

مدلسازی در 7 بعد اصلی تعریف شده که عبارتند از:

- بعد اول تا سوم: این ابعاد همان مدلسازی طرح در سه بعد فضای کارتزین می باشد. از مزایای این مدلسازی سه بعدی بررسی مصور طرح، رفع تداخلات احتمالی، مشخص نمودن جانمایی کلی و جزئی و . . . می باشد. برای طرح های در دست طراحی مدل سه بعدی توسط تیم طراحی تهیه و مدلسازی می گردد و برای طراح های موجود از ابزارهای متنوعی نظیر اسکن لیزری و . . . می توان استفاده نمود. در شکل 3 نمونه ای از مدل سه بعدی یک پروژه نیروگاهی مشاهده می گردد.



شکل 3: نمونه ای از مدلسازی سه بعدی

- بعد چهارم: این بعد از مدلسازی اطلاعات ساخت متمرکز بر مباحث کنترل زمانبندی و مدیریت زمان پروژه می باشد. با ضمیمه نمودن زمانبندی و برنامه ریزی فازبندی, توالی وترتیب به مدل سه بعدی به نحوی که این اطلاعات در همان پایگاهی درج شوند که اطلاعات جنس و هندسه المانها درج گردیده است، می تواند موجبات کنترل تصویری مراحل مختلف پروژه و میزان پیشرفت هر جزیره را مشخص نماید.

- بعد پنجم: این بعد مشتمل بر ضمیمه نمودن هزینه ها، برنامه ریزی هزینه, مهندسی ارزش, استخراج مقادیر جهت انجام برآوردها, بهینه سازی پیش از ساخت, تائیدات بازرگانی و تامین تجهیزات و . . می باشد. این موارد به تطابق و ضمیمه شدن به مدل سه بعدی میتوانند به صورت مصور و سه بعدی در کنار باقی اطلاعات ساخت درج گردیده و به نوعی جزئی از مدل سه بعدی و در آن نهادینه شوند. سابق بر این، اطلاعات مهندسی هزینه در بستر های جداگانه بررسی (شکل 4) و مدل سه بعدی هم در محیط خود تکمیل و نهایی می شدند. هدف از این اقدامات ضمیمه نمودن مباحث مهندسی هزینه و متعلقات آن بر مدل سه بعدی بعدی بوده که اولین گام آن درج قیمت اقلام و خدمات مربوط به این اقلام در مدل سه بعدی و یکپارچه سازی آنها می باشد.

Case:		B31A – 2x1 CT NGCC w/o CO_2					Estimate Type: Conceptual				
Plant Size (MW,net):		630					Cost Base: Jun 2011				
Item No.	Description	Equipment Cost	Material Cost	Labor Direct	Labor Indirect	Bare Erected Cost	Eng'g CM H.O.& Fee	Contingencies Process	Contingencies Project	Total Plant Cost $/1,000	Total Plant Cost $/kW
11.4	Conduit & Cable Tray	$0	$982	$2,830	$0	$3,812	$343	$0	$623	$4,778	$8
11.5	Wire & Cable	$0	$3,156	$1,795	$0	$4,951	$446	$0	$809	$6,206	$10
11.6	Protective Equipment	$0	$722	$2,506	$0	$3,228	$291	$0	$352	$3,871	$6
11.7	Standby Equipment	$128	$0	$120	$0	$248	$22	$0	$27	$297	$0
11.8	Main Power Transformers	$12,475	$0	$190	$0	$12,666	$1,140	$0	$1,381	$15,186	$24
11.9	Electrical Foundations	$0	$164	$417	$0	$581	$52	$0	$127	$760	$1
	Subtotal	$21,337	$5,025	$11,466	$0	$37,828	$3,405	$0	$4,388	$45,621	$72
12		Instrumentation & Control									
12.4	Other Major Component Control	$900	$0	$573	$0	$1,473	$133	$0	$241	$1,846	$3
12.6	Control Boards, Panels & Racks	$269	$0	$164	$0	$433	$39	$0	$71	$543	$1
12.7	Computer & Accessories	$4,304	$0	$131	$0	$4,435	$399	$0	$483	$5,318	$8
12.8	Instrument Wiring & Tubing	$0	$801	$1,417	$0	$2,217	$200	$0	$363	$2,779	$4
12.9	Other I & C Equipment	$1,604	$0	$3,715	$0	$5,319	$479	$0	$580	$6,378	$10
	Subtotal	$7,077	$801	$6,000	$0	$13,878	$1,249	$0	$1,737	$16,864	$27
13		Improvements to Site									
13.1	Site Preparation	$0	$110	$2,335	$0	$2,445	$220	$0	$533	$3,198	$5
13.2	Site Improvements	$0	$1,008	$1,331	$0	$2,339	$210	$0	$510	$3,059	$5
13.3	Site Facilities	$2,057	$0	$2,158	$0	$4,215	$379	$0	$919	$5,514	$9
	Subtotal	$2,057	$1,117	$5,824	$0	$8,999	$810	$0	$1,962	$11,770	$19
14		Buildings & Structures									
14.1	Combustion Turbine Area	$0	$303	$160	$0	$463	$42	$0	$76	$581	$1
14.2	Steam Turbine Building	$0	$2,477	$3,295	$0	$5,772	$519	$0	$944	$7,235	$11
14.3	Administration Building	$0	$568	$385	$0	$952	$86	$0	$156	$1,194	$2
14.4	Circulation Water Pumphouse	$0	$190	$94	$0	$283	$26	$0	$46	$355	$1
14.5	Water Treatment Buildings	$0	$419	$382	$0	$801	$72	$0	$131	$1,004	$2
14.6	Machine Shop	$0	$493	$315	$0	$807	$73	$0	$132	$1,012	$2
14.7	Warehouse	$0	$318	$192	$0	$510	$46	$0	$83	$639	$1
14.8	Other Buildings & Structures	$0	$95	$69	$0	$165	$15	$0	$27	$206	$0
14.9	Waste Treating Building & Str.	$0	$373	$665	$0	$1,038	$93	$0	$170	$1,301	$2
	Subtotal	$0	$5,235	$5,557	$0	$10,791	$971	$0	$1,764	$13,527	$21
	Total	$255,176	$26,995	$71,067	$0	$353,237	$31,791	$0	$45,902	$430,931	$685

شکل 4: نمونه ای از لیست خدمات و قیمت هریک از مراحل آن

ویژگی لازم برای این یکپارچه سازی اینست که قیمت ها بتوانند به صورت برخط و در حین پروژه در هر زمان که ذینفان اراده نمودند قابل استحصال و بررسی باشد.

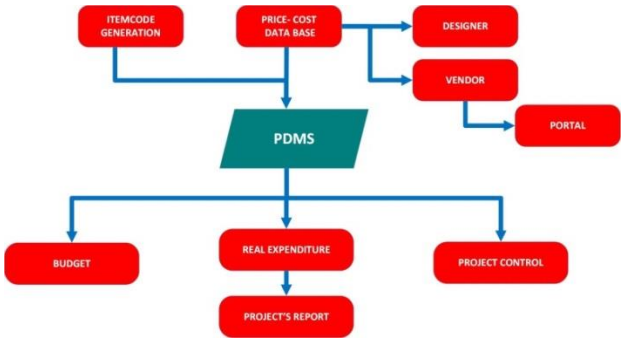
- بعد ششم: این بعد شامل بر تحلیل مصرف انرژی تطابق با استانداردهای طراحی محیطی می باشد.
- بعد هفتم: بهره برداری و نگهداری، طی چرخه عمر, برنامه ریزی های تعمیر و نگهداری, مدارک چون ساخت, دستورالعمل های O&M و . . . از مباحث این بعد از مدلسازی اطلاعات ساخت می باشند.

3- تفکر سیستمی در مدیریت هزینه و مدلسازی سه بعدی

همانطور که عنوان شد بسیاری از این فرآیندها و رویه های مربوط به مدیریت پروژه ذیل نظامنامه ها و استانداردهای مختلف نظیر گستره مدیریت دانش[1] و یا سیستم مدیریت یکپارچه[2] در بخش های مختلف گروه مونتکو جاری و ساری می باشد. لذا برای پیاده سازی یک رویهٔ جدید در آن دو راهکار وجود دارد. اول اینکه رویهٔ جدید به تنهایی و جداگانه در فرآیندهای داخلی مجموعه پیاده سازی شده و اقدامات مربوطه، پایش ها و بررسی ها و بازنگری های مربوط به آن جداگانه صورت پذیرد. دوم اینکه سرفصلهای مشترک این رویهٔ جدید با اقدامات نهادینه شده در مجموعه استخراج و اقدامات مشترک، یک مرتبه ولی برای رویهٔ جدید و فرآیندهای قدیمی به صورت توأمان صورت پذیرد. در اینجا با توجه به توضیحات داده شده اقدامات مشترک شناسایی شده و مراحل مختلف پیاده سازی

[1] PMBOK: Project Management Body Of Knowledge
[2] IMS: Integerated Management System

بعد پنجم BIM با فعالیتهای داخلی مشترک تطابق داده شده و نهایتاً رویهٔ سازگار با فرهنگ سازمانی و اقدامات داخلی و پوشش دهنده سرفصلهای اقدامات جدید به صورت فلوچارت شکل 5 ارائه می گردد.

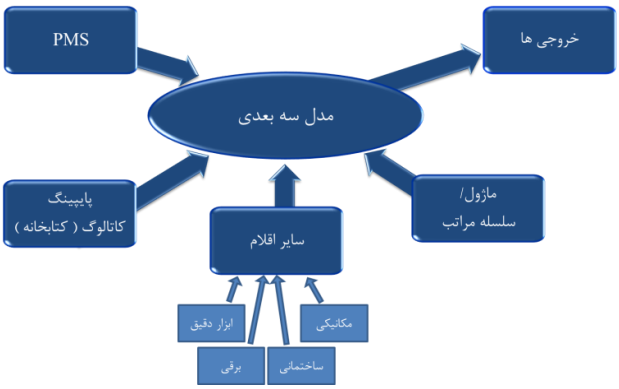


شکل 5: فلوچارت کلی پیاده سازی بعد BIM 5

در هسته این فلوچارت سه بعد مربوط به مدلسازی سه بعدی مشاخص شده و مباحث مربوط به بعد پنجم BIM نیز در نیمه بالایی این فلوچارت درج گردیده است. در نیمه پایینی نیز مواردی وجود دارند که با پیاده سازی بعد پنجم BIM ، قابل استخراج از مدل سه بعدی گردیده و میتواند به موارد دیگر پروژه در زمینه های کنترلی و برنامه ریزی اطلاعات بهینه و بازخوردهای مناسب را ارائه نماید.

3-1- مدلسازی سه بعدی

همانطور که عنوان شد سه بعد اول BIM همان مدلسازی سه بعدی می باشد. مدل سه بعدی، محل مدلسازی اقلام نیروگاه در بستر مجازی بوده و هر نرم افزار مدلسازی سه بعدی دارای قابلیت ها و مشخصات منحصر به خود می باشد و هریک در یک زمینه قوت بیشتر داشته و در زمینه های دیگر در جزئیات کمتری ورود می نمایند. در گروه مونکو و در این مقاله تمرکز بر روی نرم افزار PDMS[1] می باشد. همانطور که در شکل 6 مشاهده می گردد این نرم افزار دارای ویژگی ها و انواع ورودی و خروجی می باشد.



شکل 6: شمای کلی ویژگی های یک مدل سه بعدی

عمدهٔ تمرکز این نرم افزار بر روی مدلسازی پایپینگ بوده و البته این نرم افزار قابلیت طراحی تمامی بخش های یک واحد صنعتی را در خود دارا می باشد. همچنین برای گرفتن خروجی های مطلوبی نظیر لیست خرید و جزئیات ساخت و اجرا می توان از ویژگی های منحصر بفرد آن در بخش پایپینگ استفاده بیشتری برد. از این رو ورودی ها

[1] Plant Design Management System

پایپینگ در آن جدا شده است. طراحی اقلام پایپینگ با توجه به تکرار پذیری هر قلم جنس و ویژگی های متشابه بعضی از اقلام در شرایط بیرونی عملیاتی نظیر دما، فشار، سیال داخلی و . . . باعث شده تا دسته بندی های کلی در این اقلام بر اساس تشابه در این شرایط صورت پذیرد. از این رو مدرک PMS1 در پروژه های پایپینگ تولید و به سان یک کتابخانه اولیه در طراحی پایپینگ عمل می کند. نرم افزار مذکور این قابلیت را دارد که این کتابخانه را درون خود مدون سازد و هر زمان طراح نیاز پیدا کرد، المان درخواستی را با شرایط عملکردی منطبق بر در اختیار او قرار دهد. در نتیجه می توان برای تمامی المان های موجود در مدرک PMS به صورت اختصاص و بدون تکرار مشخصاتی، قیمت را مشخص و با آن اختصاص داد.

3-2- دقت در قیمت گذاری و تفکیک قیمت ها

همانطور که عنوان شد می توان برای تمامی المان های موجود در مدرک PMS به صورت جداگانه قیمتی را مشخص و به آنها اختصاص داد. اما تطبیق پذیری قیمت ها برای سایر المان ها به این اقلام محدود نگردیده و می بایست پارامتر هایی نظیر سلسله مراتب طراحی نرم افزاری، سطح توسعه و . . . را مد نظر قرار داد.

- عمق سلسله مراتب مدلسازی

مطابق تمامی نرم افزارهای مدل سازی سه بعدی این نرم‌افزار نیز دارای ساختار سلسله مراتبی می باشد. همانطور که در شکل 7 نمایش داده شده است، ساختار سلسله مراتبی بدین معنی است که برای مدل سازی اقلام جزئی و کوچک ابتدا می بایست وارد جزیره مورد نظر از طرح صنعتی به عنوان مثال در نیروگاه وارد سالن توربین بخار شده و پس از آن ناحیه های مختلفی را تشکیل داده تا بتوان پس از مدلسازی هر یک را بر اساس عملکرد و وظیفه آنها تشخیص داده و ردیابی نمود. سپس در داخل این نواحی مدل سازی سه بعدی؛ به فراخور ماهیت اقلام؛ جز به جز انجام می گردد. مطابق انتظار هر یک از این سلسله مراتب دارای ویژگی های مختص به خود هستند و بر اساس این ویژگی ها و رفتارها می توان طریقهٔ قیمت گذاری و تفکیک آیتم ها را تبیین و مشخص نمود. در نتیجه هرچه بتوان یک المان را در ساختار سلسله مراتب پایین تر درج نماید می توان جزئیات بیشتری را برای هر المان اختصاص داد و هرچه محدودیت در نفوذ در سلسله مراتب وجود داشته باشد به معنی طراحی کلی تر و با جزئیات کمتر می باشد. از طرفی هم عنوان شد که هرچه بتوان در سلسله مراتب پایین تر ،یک المان را جایگذاری کرد امکان تخصیص قیمت به جزئیات آن بیشتر خواهد شد و اگر یک المان در سلسله مراتب بالاتر قرار بگیرد به معنی عدم درج جزئیات بوده و می بایست قیمت تمام آن مجموعه به آن اختصاص داده شود.

[1] Piping Material Specification

شکل 7: عمق سلسله مراتب مدل سه بعدی

- سطح توسعه LOD[1] :

سطح توسعه به نوعی بیانگر دقت در ارائه جزئیات و تمرکز بیشتر در بیان ریزه کاری ها می باشد. در روند مدل سازی سه بعدی تلاش طراح بر آن است که مدلسازی را در سلسله مراتب پایین تر انجام داده و جزئیات بیشتری را به تفکیک هر آیتم درج نماید. این کار اصطلاحاً طراحی با LOD بالاتر می گویند. بدیهی است که با طراحی با دقت بالاتر امکان درج قیمت اقلام برای تک تک آیتم ها وجود داشته، می‌توان به هر یک قیمت لازم را ضمیمه نمود. اما در شرایطی که امکان درج جزئیات وجود نداشته و یا از مدل موجود جزئیات قابل قبولی وجود ندارد می بایست طراحی را با سطح دقت پایین تر انجام داد و دسته ای از اقلام را به همراه همدیگر در سلسله مراتب بالاتر به عنوان مثال در یک ناحیه به صورت یکپارچه منظور نمود.

شکل 8: مقایسه سطوح توسعه مدل سه بعدی

3-3- محدودیت های پیش روی تفکر سیستمی

علاوه بر ملزومات عنوان شده در بخش قبل، محدودیت هایی نیز با توجه به ماهیت المان های طراحی در مدلسازی وجود داشته که بر روی نحوه قیمت دهی و اختصاص هزینه اثر گذار می باشند. این موارد عبارتند از:

- سطوح متفاوت توسعه طراحی در مدل سه بعدی در گروه های مختلف:

این مهم بدان معناست که در برخی بخش های طراحی تمرکز محاسبات و گرفتن لیست اقلام در داخل مدل سه بعدی می باشد- نظیر بخش خطوط لوله پایپینگ- و در بخشی دیگر نیز به دلیل عدم تمرکز محاسبات و متره و برآورد لیست اقلام در بسترهای دیگر، طراحی و تهیه لیست اقلام سه بعدی در یک نرم افزار انجام نشده- مانند تجهیزات و یا المان های ساختمانی- و از وحدت رویه در بخش های مختلف مهندسی جلوگیری به عمل می آید. لذا در بحث های قیمت دهی و ضمیمه نمودن قیمت به المان ها در بستر یکپارچه مدل سه بعدی این تفاوت ها می بایست منظور شده و راه حلی که پوشش دهنده هر دو روش برآورد اقلام باشد را تبیین نمود.

- گسترش طراحی در جزایر مختلف:

[1] Level Of Development

برخی اقلام قابل گنجایش در یک جزیره و یا به عبارت توضیحات قبل، در یک سلسله مراتب نیستند. به دلیل امتداد برخی اقلام طراحی در چند جزیره در مدل سه بعدی می بایست نحوه قیمت دهی و این المان ها نیز به فراخور خود به نحوی تبیین شوند که با روش های قبلی قیمت دهی نیز سازگار باشند.

- گستردگی و پیوستگی اقلام :

تعداد بسیار بالای المان ها در برخی اقلام نظیر یک المان داخل خط در طراحی پایپینگ و پیوستگی برخی اقلام نسبت به مواد اولیه ساخت نظیر مخازن یا کفسازی ساختمان ها، بینانگر گسترگی و پیوستگی متعدد برخی المان ها داشته و مجدداً از اتخاذ یک رویهٔ همسان برای همه المان ها جلوگیری می نماید. لذا این مهم نیز می بایست در درج قیمت بر روی مدل سه بعدی مد نظر قرار گیرد.

با بررسی ملزومات و محدودیت های عنوان شده وقت آنست که به نحوه پیاده سازی بعد پنجم BIM بر روی مدلسازی سه بعدی، به نحوی که تمامی نیازمندی ها را کفایت نماید، پرداخته شود.

4- پیاده سازی تفکر سیستمی در مدیریت هزینه

در کنار ملزومات بیان شده، یکی از ویژگی های مهم مورد انتظار نظامنامه BIM و اهداف داخلی هر مجموعه مشاوره، طراحی، اجرا، ساخت و . . . واحد صنعتی در بحث قیمت گذاری؛ انعطاف، چابکی و پارامترپذیری سامانه قیمت گذاری می باشد؛ به نحوی که اولاً بتوان قیمت مربوط به چندین تأمین کننده را در آن وارد نمود، ثانیاً بتوان در لحظه و به صورت برخط با تغییر قیمت تغییرات را در مدل سه بعدی اعمال و اثرات کلی آن را دید و ثالثاً بتوان برای مقاصد دیگر پایش و پالایش اطلاعات قیمتی و حصول بهره برداری های لازم از آن، تمهیدات لازم را در آن اندیشید. از این رو درج قیمت در خود مدل سه بعدی به صورت دستی، در هر مرحله و با هر تغییر، امری زمانبر بوده و عملاً مقرون به صرفه نیست. لذا می بایست بتوان قیمت ها را در بستری موازی وارد کرده و ارتباط آن را با مدل سه بعدی به صورت نظیر به نظیر تضمین نمود. برای این کار نیاز به تعریف پارامتری منحصر به هر المان تعریف شده در مدل سه بعدی وجود دارد که بتوان آن را نماینده مدل سه بعدی دانست که هم از اقلام مدل سه بعدی بتوان به آن کدها رسید و هم از آن کد بتوان به قلم مشخص در مدل سه بعدی دست پیدا کرد. به همین منظور ویژگی جدیدی به اقلام مدل سه بعدی به نام آیتم کد ضمیمه شده است. در آینده این آیتم کد به المان واسط بین مدل سه بعدی و سایز بسترهای پویش، پایش و پالایش اطلاعات از جمله در بحث قیمت گذاری، تبدیل خواهد شد.

پیشتر عنوان شد که قرارست آیتم کد المان واسط بین مدل سه بعدی و بستر قیمت گذاری باشد. به منظور ایجاد ارتباط بین اقلام موجود در مدل سه بعدی و بستر موازی قیمت‌گذاری المانی تحت عنوان آیتم کد ایجاد می گردد. این المان به صورت یک کد ظاهر گردیده که توانایی دربرگرفتن تک تک اقلام را داشته و همچنین به صورت منحصر به فرد و به این تکرار می باشد.

مطابق شکل 9 این کد گذاری با توجه به ویژگی های بالا دارای خاصیت رفت و برگشتی بین مدل سه بعدی و بستر موازی قیمت گذاری می باشد.

از طرفی خاصیت دربرگیرندگی برای تک تک اقلام موجود در مدل سه بعدی باید به گونه‌ای باشد که بتوانند تمامی اقلام سلسله مراتب مختلف و ویژگی های متعدد با نامگذاری و بدون نامگذاری شامل شود.

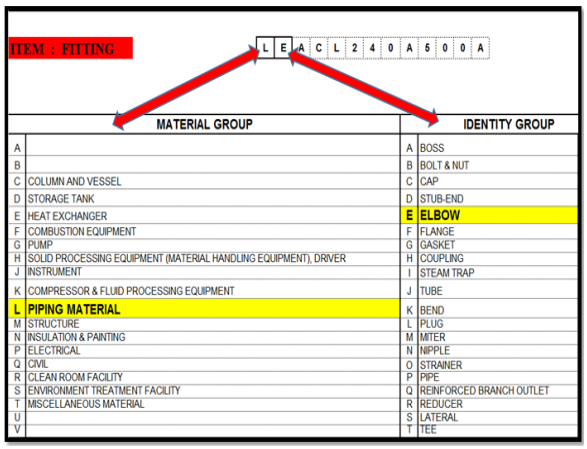
شکل 9: آیتم کد-المان واسط

1-4- روش های کد گذاری آیتم کد

با در نظر گرفتن شرایط و ملزومات اشاره شده برای طراحی و مدلسازی سه بعدی برای تدوین روش کدگذاری به نحوی که تمامی مقاصد را پوشش دهد، سه الگو برای تدوین آیتم کد به شرح زیر تدوین شده است:

- روش کدگذاری منحصر بفرد برای اقلام پایپینگ:

چون که در این نرم افزار طراحی پایپینگ با جزئیات بالاتر صورت می پذیرد و همانطور که عنوان شد دارای کتابخانه جداگانه بوده و قابلیت مشخص نمودن به صورت تک تک در آنها وجود دارد می توان اقلام را بر اساس PMS مشخص نموده و کد لازم را به آنها اختصاص داد. لذا در این روش تمام المانهای پایپینگ که در PMS وجود دارند تفکیک شده و بر اساس نوع ، اندازه ، نحوه اتصال و . . . هر المان بصورت مجزا کد دهی می شوند. در این روش مطابق شکل 10 حرف اول نشان دهنده گروه تخصصی بوده که عموماً برابر P یعنی گروه تخصصی پایپینگ می باشد و باقی حروف نوع المان را تفکیک می نمایند.


ITEM : FITTING

L E A C L 2 4 0 A 5 0 0 A

	MATERIAL GROUP		IDENTITY GROUP
A		A	BOSS
B		B	BOLT & NUT
C	COLUMN AND VESSEL	C	CAP
D	STORAGE TANK	D	STUB-END
E	HEAT EXCHANGER	**E**	**ELBOW**
F	COMBUSTION EQUIPMENT	F	FLANGE
G	PUMP	G	GASKET
H	SOLID PROCESSING EQUIPMENT (MATERIAL HANDLING EQUIPMENT), DRIVER	H	COUPLING
J	INSTRUMENT	I	STEAM TRAP
K	COMPRESSOR & FLUID PROCESSING EQUIPMENT	J	TUBE
L	**PIPING MATERIAL**	K	BEND
M	STRUCTURE	L	PLUG
N	INSULATION & PAINTING	M	MITER
P	ELECTRICAL	N	NIPPLE
Q	CIVIL	O	STRAINER
R	CLEAN ROOM FACILITY	P	PIPE
S	ENVIRONMENT TREATMENT FACILITY	Q	REINFORCED BRANCH OUTLET
T	MISCELLANEOUS MATERIAL	R	REDUCER
U		S	LATERAL
V		T	TEE

شکل 10: کد گذاری آیتم کد اقلام پایپینگ بر اساس مدرک PMS

- روش کدگذاری بر اساس KKS[1]:

در برخی بخش‌های مدل سازی بر اساس مدارک پایه نظیر P&ID2برخی اقلام دارای شماره یا اصطلاحاً KKS می باشد. این اقلام به صورت شماره دار به همراه اطلاعات مربوطه در خصوص KKS آنها در مدل سه بعدی درج می گردد.

---

[1] مخفف عبارت آلمانی "Kraftwerk Kennzeicen System" به معنای سیستم شناسایی نیروگاه بوده و به منظور کدگذاری جهت شناسایی اجزاء نیروگاه و سیستم های کمکی به کار می رود .

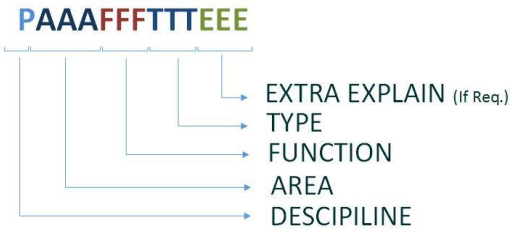
[2] Piping and Instrument Diragram

در اقلامی نظیر المان های دارای مشخصات جدا نسبت به اقلام متداول پایپینگ که KKS داشته و شرایط مطلوب متناسب با آیتم کد دهی نظیر تطابق با نحوه و دسته بندی قیمت دهی و نحوه دسته بندی مدلسازی را دارا می باشند از KKS آن المان بشرح شکل 11 استفاده می شود:

شکل 11: کد گذاری آیتم کد تجهیزات بر اساس KKS

- روش توسعه آیتم کد:

برای اقلامی مانند کفسازی و المانهای ساختمانی و برقی که دارای گستردگی و پیوستگی بالا هستند و همچنین سازگاری لازم با روش های بالا را نداشته، از این روش استفاده می شود. همچنین در خصوص باقی اقلام که دارای KKS نیستند و یا اقلامی که شامل چندید KKS هستند و به منظور ارضای شرایط گروه های تخصصی و تطابق با موارد ذکر شده نظیر نحوه قیمت دهی و نحوه مدلسازی، از روش توسعه یافته آیتم کد گذاری به شرح شکل 12 استفاده شده است:

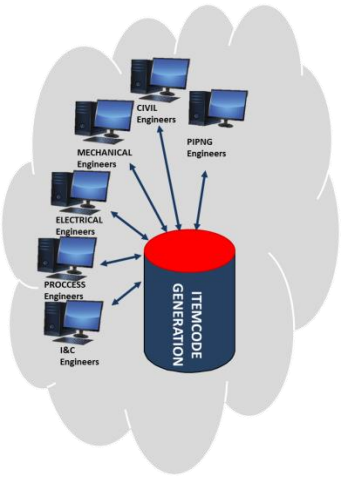


شکل 12: کد گذاری آیتم کد سایر اقلام بر اساس روش توسعه آیتم کد

به عنوان مثال آیتم کد CSTHBULFON000 اشاره دارد به فونداسیون ساختمان سالن توربین که مربوط به طراحی ساختمان می باشد. و یا EACCHOTCBLAAA نشان دهنده بخش برقی سیستم کابل گذاری پکیج تخلیه هاتول سیستم خنک کن مربوط به پمپ اول(AAA) -از دو پمپ موجود- می باشد.

2-4- تولید آیتم کد های المان های سه بعدی

با توجه به اقلام گسترده و پیوسته و بر اساس یکی از روش های تولید آیتم کد؛ تهیه و اختصاص آیتم کد برای تمامی اقلام موجود در جزایر مختلف و سلسله مراتب گوناگون در گروه های تخصصی (شکل 13) صورت گرفته و دست آخر اختصاص آیتم کد برای موارد طراحی شده در یک پروژه نیروگاهی تکمیل و به هسته اصلی تولید و نگهداری ارجاع می گردد. همچنین با توجه به اینکه در طول پروژه بخش های مختلف در جزایر مختلف طراحی دارای پیشرفت و تکمیل هستند، بدیهیست که می بایست بروزرسانی آیتم کد ها با پیشرفت طراحی صورت پذیرد.



شکل 13: تهیه آیتم کد توسط کارشناسان خبره گروه های تخصصی

در این مرحله تمامی آیتم کدها به همراه توضیحات هریک مستند شده و جهت اقدامات آتی در یک بانک اطلاعاتی ثبت می گردند. این المان ها از بخش های مختلف طراحی و مربوط به تمامی جزایر واحد صنعتی در یک مخزن منسجم نگهداری و در دسترس ذینفعان و متولیان قرار می گیرد. حال، این بانک اطلاعاتی؛ بسته به نوع استفاده و اهداف مورد نظر؛ می تواند یک سامانه تحت وب، و یا یک فایل صفحات گسترده و یا هرسامانه دیگری در بستر دسترسی متناسب با کاربردهای مورد انتظار باشد.

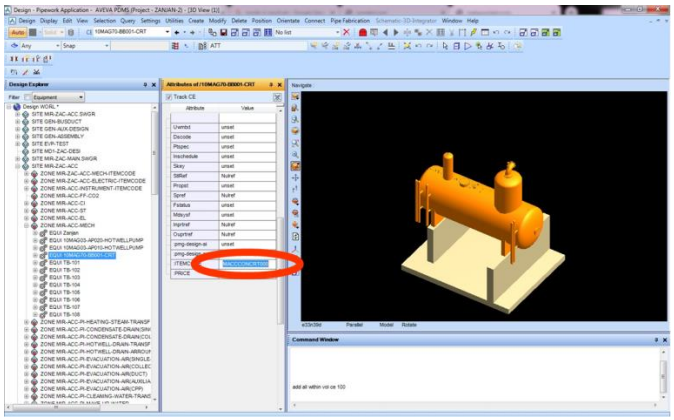
نهایتاً با تکمیل این اقدامات؛ مطابق شکل 14 آیتم کدها بر روی اقلام دارای آیتم کد درج گردیده و آماده قیمت گذاری و طی مراحل آتی و درج در مدل سه بعدی؛مطابق اهداف اولیه؛ می شوند.

آیتم کد	توضیحات
CSTHBULSTR000	STEAM TURBINE HALL STR
CSTHBULFUN000	STEAM TURBINE HALL FOUNDATION
CSTHBULSLB000	STEAM TURBINE HALL_FLOOR_SLAB
CSTHBULARC000	STEAM TURBINE HALL ARCH
CSTHPLTSTR000	STEAM TURBINE HALL PALTFORMS STRUCTURE
CSTHPLTFUN000	STEAM TURBINE HALL PALTFORMS FOUNDATION
CSTHTRSFUN000	MAIN-TRANSFORMER-FO-STEAM-PORTION
CSTHGCRSTR000	STEAM TURBINE HALL GCR STR - STEAM PORTION

AREA NAME	DESCRIPTION
IWTPTOTTOT000	تمامی تجهیزات داخل ساختمان WTP
IYRDRWRTOT000	تمامی تجهیزات روی مخزن آب خام و تجهیز مربوط به آن
IYRDCNWTOT000	تمامی تجهیزات روی تانک کنداس و نزدیک به آن (داخل ساختمان CEP هم آورده شده است)
IYRDPOTTOTSUP	تمامی تجهیزات روی مخزن Potable water supply و تجهیز مربوط به آن
IYRDPOTTOTELV	تمامی تجهیزات روی مخزن Potable elevated
IYRDDMWTOT000	تمامی تجهیزات روی مخازن آب دمین
IYRDOILTOT000	تمامی تجهیزات سیستم OILY
IYRDCLNTOT000	تمامی تجهیزات سیستم CLEAN
ICEPCPPTOT000	تمامی تجهیزات سیستم CPP

شکل 14: نمونه ای از آیتم کدهای تولید شده به همراه توصیحات هر آیتم

با تکمیل فرآیندهای بالا یعنی الصاق آیتم کد ها به اقلام مدل سه می توان با توجه به منحصربفرد بودن آیتم کدها با انجام رفت و برگشت یعنی استخراج اقلام مد نظر و بررسی این اقلام در بستر موازی شامل قیمت و بازگرداندن قیمت آنها به مدل سه بعدی، فرآیند قیمت گذاری را تکمیل نمود. با تهیه و تدوین آیتم کد های مربوط به هر المان یا دسته ای از المانها نوبت به درج آنها در مدل سه بعدی در محل مناسب و متناسب با آن المان می رسد. هر المان در بستر سه بعدی (نرم افزار PDMS) دارای ویژگی ها و توضیحات مختص خود می باشد. در حال حاضر ویژگی به نام آیتم کد در بخش Attribute هر المان ایجاد شده و آیتم کد های تدوین شده در این بخش مطابق شکل 15 وارد می شوند.



شکل 15: ضمیمه شدن آیتم کد به مدل سه بعدی هر المان

4-3- بستر موازی قیمت گذاری

این بستر محلی است که در آن لیست تمامی اقلام (پایپینگی) موجود در مدل سه بعدی درج و قیمت آن ها بر اساس ویژگی های مورد نیاز از لحاظ دقت و صحت و به روزآوری و از مراجع مورد تائید کارفرمایان؛ به هر یک ضمیمه می گردد.

پس از انجام مدلسازی مرحله قیمت هر یک از اقلام فرا می رسد. در این مرحله نیازمند مشخص شدن قیمت هر یک از اقلام چه به صورت جزئی و چه به صورت یکپارچه وجود دارد. این قیمت گذاری بر اساس قیمت روز اقلام و از تامین کنندگان مورد تایید کارفرما اخذ می گردد. لذا؛ همانطور که عنوان شد؛ باید قابلیت درج اقلام به صورت پویا در مدل سه بعدی وجود داشته باشد و بتوان قیمت ها را با توجه به تغییر آنها به روز رسانی نمود. از طرفی با توجه به این نکته که کارفرمایان معمولاً دارای چندین تأمین کننده و به عبارتی لیست تامین کنندگان معتمد هستند، قیمت هر یک از این تامین کنندگان برای اقلام متفاوت بوده و می بایست مد نظر قرار گیرد. از طرفی به منظور مقایسه برخط قیمت اقلام از طرف تامین کنندگان مختلف شرایط ویژه ای پیرامون بحث پردازش داده ها[1] و اطلاعات موجود مورد نیاز است. لذا می بایست این مقایسه در حین درج قیمت اقلام در مدل سه بعدی و یا قبل از آن فراهم آید.

با توجه به امکانات موجود در نرم افزارهای مدل سازی سه بعدی قیمت هریک از اقلام را به آنها به صورت جداگانه و دقیق ضمیمه نمود. این امر امکانپذیر بوده اما دارای فرآیندی زمان‌بر می باشد. از طرفی فراهم آوردن شرایطی که ویژگی های قیمت گذاری را بر اساس بند قبلی در مدل سه بعدی مد نظر قرار دهد در مدل سه بعدی وجود نداشته و اگر داشته باشد نیز در هر مرحله نیاز به صرف زمان بسیار و روند طاقت فرسا جهت بارگذاری چند باره دارد. برای درج قیمت یک از اقلام از تامین کنندگان مختلف می بایست فضای خالی برای درج این اقلام در مدل سه بعدی فراهم آید و همچنین قابلیت دسترسی به مدل سه بعدی و تغییر برخط قیمت هر یک از اقلام؛ با توجه به سطح توانایی تامین کنندگان آن و زمان بر بودن این امر میسر نمی باشد. لذا با توجه به شرایط توضیح داده شده، نیاز است که بستری مرتبط و به موازات مدلسازی سه بعدی منظور گردیده تا بتوان فرآیند قیمت گذاری، پالایش و تجزیه و تحلیل قیمتها را در آن به منصهٔ ظهور رساند.

[1] Data Mining

5- استخراج قیمت از مدل سه بعدی

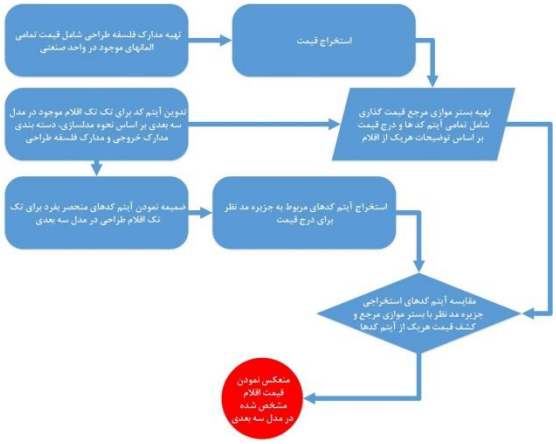
همانطور که در مقدمهٔ این مقاله عنوان شد اقدامات مربوط به فلسفه طراحی منجر به استخراج طراحی بهینه، مقرون بصرفه و عموماً پیشنهاد با هزینهٔ کمتر می گردد. در نتیجه در فرآیند قیمت گذاری و نهایتاً درج قیمت در مدل سه بعدی، یکی از حلقه های اساسی، می تواند مباحث فلسفه طراحی و خروجی های آن باشد.

با منظور نمودن مراتب فوق و فراهم سازی بستری برای درج بعد پنجم BIM در مدل سه بعدی که همان مباحث هزینه می باشد، و توجه به ویژگی های مد نظر برای سامانه قیمت گذاری نظیر در دسترس بودن، به روز بودن، منعطف بودن و . . . روند ضمیمه نمودن قیمت به مدل سه بعدی تدوین و به شرح بخش **Error! Reference source not found.** فلوچارت قیمت گذاری، در مدل سه بعدی درج می گردد.

5-1- فلوچارت قیمت گذاری

پس از مرحله درج قیمت و مشخص شدن قیمت هریک از آیتم کدهای مد نظر در بستر موازی خارج از مدل سه بعدی، با طراحی یک ماکرو در بخش برنامه نویسی نرم افزار مدلسازی سه بعدی، با فراخوانی قیمت ها از بستر موازی، می توان قیمت اقلام متناظر با آیتم کدهای موجود را در مدل سه بعدی ضمیمه نمود.

همانطور که عنوان شد با توجه به تولید مدارک فلسفه طراحی و درج قیمت تمامی اقلام مدل سه بعدی در این مدارک و پوشش حد اکثری موجود در آنها؛ می توان قیمت اقلام را با توجه به روند بهینه طراحی و به صورت اولیه، قبل از درج توسط تامین کنندگان؛ از این مدارک استخراج نمود. پس از انجام این اقدامات و طی مراحل موجود در فلوچارت شکل 16 نهایتاً قیمت هریک از اقلام در مدل سه بعدی بر روی اقلام مد نظر درج می گردند.



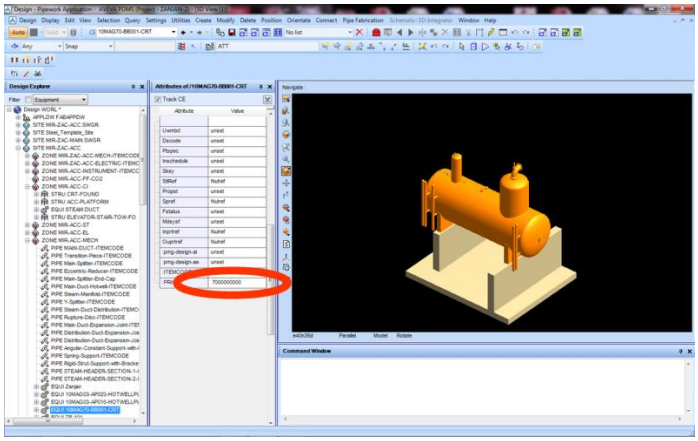
شکل 16: فلوچارت استخراج قیمت

پس از طی مراحل فوق، در هر مرحله از تغییر قیمت هریک از اقلام موجود و در زمانی که نیاز به استخراج مقاله از مدل سه بعدی در زمینه پیشرفت فیزیکی و البته میزان هزینه و قیمت هریک از مراحل خرید، نصب و . . . هریک از اقلام، می توان از مدل سه بعدی المانهای مد نظر را انتخاب و قیمت تمامی موارد منتخب و مجموع آن را ملاحظه نموده و از ان جهت اقدامات آتی برنامه ریزی و . . . استفاده نمود.

MCRMHVCPLM0	Compressor ترله کلی آب سرویس Room,Galvanized Pipe + HDPE Pipe + Gate Valve + Check Valve + Ball Valve	50000000
MDSGHVCPLM0	Diesel Generator ترله کلی آب سرویس Room,Galvanized Pipe + HDPE Pipe + Gate Valve + Check Valve + Ball Valve	30000000
E0DUEH00GP101	UNLOADIN HOUSE NORMAL PANEL	175000000
E0DUEH00GP201	UNLOADIN HOUSE EMERGENCY PANEL	87500000
EUNDDSTTRY000	UNLOADIN HOUSE CABLE TRAY	75000000
EUNDGRDSCD000	UNLOADIN HOUSE SECONDARY GROUNDING	62500000
E0DUEL00GP101	FORWARDING HOUSE NORMAL PANEL	700000000
E0DUEL00GP201	FORWARDING HOUSE EMERGENCY PANEL	162500000
EFRWDSTTRY000	FORWARDING HOUSE CABLE TRAY	137500000
EFRWGRDSCD000	FORWARDING HOUSE SECONDARY GROUNDING	112500000
E0DULD00GP101	CEP&CCP NORMAL PANEL	600000000
E0DULD00GP201	CEP&CCP EMERGENCY PANEL	125000000
ECEPDSTTRY000	CEP&CCP CABLE TRAY	145000000
ECEPGRDSCD000	CEP&CCP SECONDARY GROUNDING	145000000
00UGD00GP101	WTP NORMAL PANEL	1750000000
00UGD00GP201	WTP EMERGENCY PANEL	637500000
00UGD00GP401	WTP HVAC PANEL	425000000
EWTPDSTTRY000	WTP CABLE TRAY	500000000
EWTPGRDSCD000	WTP SECONDARY GROUNDING	425000000
EWTPLGNFRD000	WTP LIGHTNING PROTECTION	500000000
E0DUHB00GP102	COMPRESSED AIR NORMAL PANEL	1000000000
E0DUHB00GP202	COMPRESSED AIR EMERGENCY PANEL	225000000

شکل 17: تشخیص قیمت هر المان و الصاق به آیتم کد

با تکمیل فرآیندهای بالا یعنی الصاق آیتم کد ها به اقلام مدل سه بعدی و همچنین درج قیمت تمامی المانها دربرابر آیتم کد هر یک از آنها در بستر موازی می توان با توجه به منحصربفرد بودن آیتم کدها با انجام رفت و برگشت یعنی استخراج اقلام مد نظر و بررسی این اقلام در بستر موازی شامل قیمت و بازگرداندن قیمت آنها به مدل سه بعدی، فرآیند قیمت گذاری را تکمیل نمود. با تهیه و تدوین ایتم کد های مربوط به هر المان یا دسته ای از المانها نوبت به درج آنها در مدل سه بعدی در محل مناسب و متناسب با آن المان می رسد. هر المان در بستر سه بعدی (نرم افزار PDMS) دارای ویژگی ها و توضیحات مختص خود می باشد. در حال حاضر ویژگی به نام آیتم کد در بخش PRICE هر المان ایجاد شده و قیمت های استخراج شده در این بخش مطابق شکل 18 وارد می شوند.



شکل 18: درج قیمت المان مورد نظر در مدل سه بعدی

6- نتیجه گیری

در این مقاله روند درج قیمت بر روی اقلام مدل سه بعدی پایپینگ و به نوعی پیاده سازی بعد پنجم BIM در فرآیند طراحی پایپینگ، به همراه ایجاد مزایای جانبی و ارزش افزوده توضیح داده شد. به استفاده از این روش علاوه

بر امکان استعلام قیمت و هزینه در مدل سه بعدی؛ با توجه به اختصاص یک کد منحصر بفرد به هر المان مجزا در آن؛ می توان مزیتها متعددی از مدل سه بعدی یکپارچه استخراج نمود.

از مزایای بکارگیری این روش و ایجاد آیتم کد برای اقلام در مدل سه بعدی می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- توانایی ایجاد ارتباط بین مدل سه بعدی و بستر موازی

با تعریف آیتم کد، امکان ردیابی المان ها از مدل سه بعدی به سمت بستر موازی و دریافت قیمت و استعلام یک المان مشخص شده از بستر موازی در مدل سه بعدی و استخراج محل قرارگیری از جمله مختصات و جزیره قرارگیری آن فراهم می گردد.

- ویژگی تکرار پذیری و استفاده در پروژه های آتی

بسیاری از المان های پایپینگ در صورتیکه سیال عامل و شرایط عملکردی آنها یکسان باشند، عموماً بصورت یکسان بکار برده می شوند. البته نیازهای ذینفعان و شرایط بازار نیز بر این مهم اثر گذار خواهد بود. به هرحال در صورتی که تشابهی در پروژه های متعدد وجود داشته باشد امکان استفاده از خواص و البته آیتم کد اقلام مشابه از پروژه پیشین در پروژه جدید وجود دارد. این مهم منجر به صرفه جویی در وقت و هزینه طراحی پروژه خواهد شد.

- توانایی بررسی قیمت ها به صورت آنلاین

زمانی که بتوان در فضایی خارج از محیط مدلسازی برای هر المان یک کد اختصاصی نسبت داده و آنها را لیست نمود؛ می توان با انعطاف پذیری لازم نسبت به تغییر قیمت ها، به روزرسانی لازم را در تمامی قیمت ها اعمال نمود.

- توانایی مقایسه قیمت اقلام از تأمین کننده های مختلف

پیش تر عنوان شد که برای یک المان ممکن است چندین تأمین کننده وجود داشته باشد. با وجود کد اختصاصی برای هر المان می توان قیمت هر یک را از تأمین کننده های مختلف گردآوری و در سامانه ای منسجم درج نمود. لذا امکان مقایسه هزینه ها با تأمین آنها از مجاری مختلف را بررسی و مقایسه نمود.

- توانایی بررسی روند قیمت اقلام

با تغییر قیمت اقلام در طول زمان و به روزرسانی قیمت ها، با در دست داشتن کد هر المان می توان سابقه قیمتی آن را بررسی و روند تغییرات قیمت را مشخص نمود. این مهم در تصمیم گیری های آتی و ثبت بازخورد ها در طراحی های بعدی مؤثر خواهد بود.

- نیاز به ایجاد کد پذیری جهت دیجیتال سازی

با گسترش و توانمند شدن نرم افزارها و توسعه فضای مجازی و دیجیتال، فرآیند های دیجیتال سازی و هوشمند سازی رویه ها در شرکت ها و پروژه های مهندسی نیز گسترش یافته است. اختصاص دادن هر کد به هر شیء در این فضا، اولین گام برای ورود به فرآیند دیجیتال سازی می باشد. اختصاص آیتم کد منحصر بفرد به هر المان در مدل سه بعدی نیز مابه ازای این اقدام در مدلسازی سه بعدی در جهت توسعهٔ دیجیتال سازی می باشد.

- ورود به فضای تحول دیجیتال (هوش مصنوعی, پردازش داده ها و سایر مزیت های جانبی)

در بند قبلی عنوان شد که نحوه ورود به فضای دیجیتال و ایجاد فرآیند های دیجیتال سازی, با تدوین آیتم کد تسهیل شده است. پس از نهادینه سازی تحول دیجیتال، فضا برای اقدامات مربوط به مدیریت فنآوری اطلاعات[1]

[1] Information Technology

فراهم می آید. از اهم این موارد می توان به ورود به حوزه بکارگیری هوش مصنوعی در رویه های طراحی و پردازش داده ها و سایز مزیت های جانبی آن، اشاره نمود.

دست آخر عنوان می شود که فرآیندها، رویه ها و اقدامات معرفی شده در این مقاله در یکی از پروژه های نیروگاهی طراحی شده در گروه مونتکو به صورت کامل وارد شده و نتایج مربوط به قیمت گذاری و به مفهوم کامل تر آن، پیاده سازی بعد پنجم BIM در محیط مدلسازی سه بعدی مورد استفاده برای سه بعد اول آن، استخراج و مورد پایش ، مقایسه و بررسی قرار گرفته است. همچنین این فرآیندها منحصر به طراحی نیروگاهی نبوده و در تمامی واحدهای صنعتی که به صورت سه بعدی و با استفاده از این ابزارآلات طراحی می شوند، قابل اجرا و پیاده سازی می باشد. این فرآیندها در پروژه های در دست طراحی و تکمیل گروه مونتکو جاری و ساری بوده در دست تکمیل و بهره برداری می باشد.

منابع

1- پیاده سازی تفکر مبتنی بر ریسک در فرآیند طراحی پایپینگ؛ سعید فلاحی، نسرین الوندی، احمدرضا عابدیان؛ دهمین همایش سالیانه ملی و دانشجویی مهندسی مکانیک در ایران؛ آذر 1399

SYSTEMIC THINKING IN INDUSTRIAL PIPING DESIGN

Saeid Fallahi[1]
Head of piping of cooling Systems section, Piping Department, Engineering Deputy, Monenco Group
Ahmadreza Abedian
Piping Department manager, Engineering Deputy, Monenco Group
HamidReza Ranjbarian
Expert in piping of cooling Systems section, Piping Department, Engineering Deputy

Abstract

Reducing time and cost based on scope of industrial projects is one of the basic things in doing them. Implement system thinking will mean creating a very important and path-breaking process approach is neccesary for this issue. The process approach states that in the design phase, it is not enough just to pay attention to the beginning and end of the design and delivery of the product or the drawings. Adequate attention should be paid to inputs, input sources, outputs, output receivers, stakeholders and their requirements. This paper tries to make a solution to create a systematic and process approche at the issue of cost in during of design and three Dimensional modeling, by using tricks, In the cost management section. One of the important results of this is to reduce and manage the costs of design, supply, installation, execution, delivery, warehousing, operatig and maintenance.

Keywords: Piping Engineering Design, Process Approache, Building information Modeling, Cost Canagement.

[1] Fallahi.saeid@monencogroup.com