

بررسی تاثیر اجرای نظام نامه کنترل کیفی و مهندسی کارگاهی در افزایش کیفیت اجرای سازه های بتنی : مطالعه موردی پروژه های عمرانی زیر زمینی

علی اکبر شیرزادی جاوید*^۱، علیرضا وردی^۲، محمد حسن امیدي^۳

*^۱ نویسنده رابط، دانشجوی دکتری مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه علم و صنعت ایران

Email: shirzad@iust.ac.ir

^۲ مدیر بخش نظارت و مهندسی کارگاهی، موسسه مهندسين مشاور ساحل

Email: a.verdi@sahel.com

^۳ سرپرست مهندسی کارگاهی، موسسه مهندسين مشاور ساحل

Email: omidi.mh@gmail.com

چکیده:

تامین کیفیت اجرای سازه های بتنی یکی از دغدغه های اساسی دست اندرکاران پروژه های عمرانی است. در صورتی که سازه بتنی پس از اجرا، کیفیت پیش بینی شده از قبل را نداشته باشد هزینه های سنگین تعمیر آن گاهی حتی نزدیک به هزینه ساخت مجدد است. لذا چند سالی است که در پروژه های عمرانی کشور بویژه در پروژه هایی که به صورت طرح و ساخت اجرا می شوند مهندس مشاور همکار پیمانکار، سیستم نظام نامه کنترل کیفی و مهندسی کارگاهی را جهت اطمینان از اجرای با کیفیت سازه بتنی اجرا می کند. در این تحقیق اثر استقرار این سیستم کنترل کیفی در برخی از پروژه های عمرانی زیرزمینی مانند تونل و مترو بررسی شده است. نتایج نشان می دهد در پروژه هایی که نظام نامه کنترل کیفی بطور کامل مستقر و اجرا شده است، کیفیت اجرای پروژه به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافته است. همچنین تعداد قطعات بتنی که پس از اجرا نیاز به تعمیر داشته اند در پروژه های دارای سیستم کامل کنترل کیفی بسیار کمتر از پروژه هایی است که سیستم کنترل کیفی در روند اجرای آن ها بطور ناقص اجرا شده است.

کلمات کلیدی: نظام نامه کنترل کیفی، پروژه های عمرانی، سازه بتنی، مهندسی کارگاهی

۱- مقدمه

سازه های بتنی از مرحله انتخاب مواد و مصالح جهت ساخت تا اجرا و پس از اجرا و در مرحله بهره برداری باید مورد ارزیابی قرار بگیرند تا از عملکرد صحیح آنها اطمینان حاصل شود. اگر این کنترل کیفی و ارزیابی ها به درستی اجرا نشود زیانهای جبران ناپذیری بر پروژه وارد می شود. تعمیرهای اساسی و هزینه بر و حتی گاهی تخریب سازه نمونه ای از این زیانهای می باشد. به همین دلیل، استانداردها و آیین نامه های مرتبط با سازه های بتنی بخشی را برای ضوابط و نحوه کنترل کیفی و اجرای نظام نامه کنترل کیفی قرار داده اند.

هدف نظام نامه کیفیت عبارت است از استحکام بخشیدن به فرآیند عملیات اجرایی پروژه جهت حصول اطمینان از کیفیت طرح و ساخت، به نحوی که محصول نهایی با شرایط فنی پیمان و استانداردهای مرتبط، کاملاً مطابقت داشته باشد.

بر اساس این نظام نامه کلیه فعالیت های اجرایی انجام شده در پروژه در سه بخش کلی مورد بازرسی و کنترل قرار می گیرند:

- **بازرسی^۱**: مواد اولیه و فرایندهای تولید، انبار داری و حمل، ترمیمات، نصب و کنترل پس از نصب و سایر عملیات مربوطه
- **آزمایش^۲**: مواد اولیه و مصالح تولیدی، کنترل تولید مصالح و روش های ساخت و آزمایش های عملکردها و...
- **ممیزی^۳**: روش های اجرا و تجهیزات و ماشین آلات مورد استفاده، آموزش نیروی انسانی و غیره. این بخش بصورت کنترلی و توسط کمیته راهنمای کیفیت، مشاور کارفرما و یا نمایندگان مجاز کمیته انجام می شود.

در آیین نامه بتن ایران (آبا) [۱]، کنترل و بازرسی به سه بخش تقسیم بندی شده است. بخش اول شامل کنترل و بازرسی مواد و مصالح، بخش دوم شامل کنترل و بازرسی در حین اجرا و بخش سوم شامل کنترل و بازرسی تجهیزات ساخت و انتقال بتن می باشد. کمیته 121R-04 انجمن بتن آمریکا^۴ (ACI) [۲] مربوط به نحوه استقرار سیستم های مدیریت کیفیت در سازه های بتنی می باشد. در این کمیته به مسئولیت های کارفرما، مشاور و پیمانکار در رابطه با کنترل کیفیت سازه بتنی اشاره شده و نحوه بازرسی و ممیزی تشریح شده است. کمیته 311R-05 این انجمن [۳] نیز به طور کامل به نحوه بازرسی از مرحله پیش از تولید، در حین تولید و پس از تولید بتن پرداخته است. وجود این کمیته ها و نشریات از طرف انجمن های معتبر بین المللی و کشوری نشان دهنده اهمیت بحث کنترل کیفی در سازه های بتنی است.

در سالهای اخیر در کشور ما نیز استفاده از سیستم های نوین اجرای پروژه مانند طرح و ساخت^۵ (D.B)، طرح و تامین و ساخت^۶ (E.P.C) و کلید در دست^۷ در پروژه های عمرانی کشور رایج شده است. علیرغم منافع و مزایای متعدد این سیستم های نوین اجرای پروژه (کاهش زمان اجرای پروژه) هنوز مسائل و مشکلات متعددی گریبانگیر مسئولین شاغل در این حوزه است [۴] - [۱۱]. مرجع [۴] در تحقیق خود به این نتیجه رسیده اند که گلوگاه اصلی در دست یابی به اهداف طرح و ساخت چون افزایش کیفیت اجرا، کاهش هزینه، قطعیت زمان و هزینه، کاهش ریسک کارفرما و کاهش دعاوی، نبود یک سیستم کنترل کیفیت در ساختار پروژه است. استقرار سیستم کنترل کیفی باعث می شود قدرت نظارت بر روند اجرا و کنترل و کاهش هزینه و

¹ Inspection

² Lab Test

³ Audit

⁴ American Concrete Institute

⁵ Design and Building

⁶ Engineering , Procurement and Construction

⁷ Turn Key

زمان در اختیار پیمانکار قرار بگیرد. اگرچه محققین این مقاله اذعان داشته اند که تعریف این سیستم کنترل کیفیت نیازمند تعریف سازمان کنترل، ارتباطات آن با سازمان پروژه و نحوه تعامل بین مهندس مشاور همکار و پیمانکار پروژه است.

۲- اهمیت تحقیق

در این تحقیق سعی شده است با توجه به اهمیت مبحث سیستم های کنترل کیفی در پروژه های عمرانی بویژه در پروژه های بزرگ بتنی کشور، اثر استقرار نظام نامه های کنترل کیفی مورد ارزیابی قرار بگیرد. شاخص های ارزیابی شامل اثر استقرار این سیستم ها بر کاهش انحراف معیار مقاومت فشاری بتن تولیدی و همچنین کاهش تعداد قطعات بتنی مردود شده از نظر کیفیت بوده است.

۳- پروژه های مورد بررسی و روند کنترل کیفی

روش انجام گرفته در این تحقیق مبتنی بر بررسی و آنالیز گزارش های کارگاهی است که بصورت ماهیانه از طرف واحد مهندسی کارگاهی و کنترل کیفی مستقر در کارگاه ها به بخش نظارت و مهندسی کارگاهی مستقر در دفتر مرکزی ارسال شده است. در این گزارش ها همه مسائل مرتبط با کنترل کیفی و آزمایش های انجام گرفته در بازه ای که گزارش تهیه شده است قید می شود. جدول ۱، مشخصات پروژه های بررسی شده در این تحقیق را نشان می دهد. همانطور که از این جدول مشاهده می شود در پروژه های A و B سیستم کامل نظام نامه کنترل کیفی برقرار بوده است. درحالیکه در پروژه C در کارخانه تولید سگمنت های بتنی، سیستم کنترل کیفی بصورت کامل اجرا نشده است اما در کارگاه اصلی پروژه که سگمنت ها پس از انتقال در محل خود نصب می شوند سیستم نظام نامه بطور کامل اجرا شده است. شکل شماره ۱ از (الف) تا (د) نمونه ای از روند کنترل کیفی برای اجزاء مختلف یکی از پروژه ها را نشان می دهد. شکل (الف) در واقع شمول و یا عدم شمول بازرسی، آزمایش و ممیزی را به اجزاء ساخت بتن و حتی افراد درگیر پروژه های بتنی نشان می دهد. شکل (ب) نمونه ای از نحوه کد گذاری فرم های کنترل کیفی را نشان می دهد. شکل (ج) فرآیند تهیه چک لیست های کنترل کیفی را به تصویر کشیده است. شکل (د) نیز مربوط به نمونه ای از فرم انجام آزمایش بر روی مواد و مصالح ساخت بتن می باشد.

جدول ۱: مشخصات پروژه های بررسی شده در این تحقیق

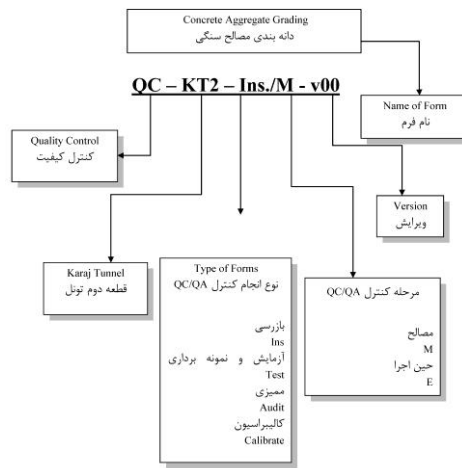
نام پروژه	نوع پروژه از نظر قرارداد	نوع پروژه از نظر حوزه اجرایی	کارگاه های فعال در پروژه	فعالیت اصلی کارگاه	وضعیت استقرار نظام نامه کنترل کیفی
A	E.P.C	تونل انتقال آب	A	کارخانه تولید سگمنت	استقرار کامل سیستم نظام نامه کنترل کیفی
B	E.P.C	کانال انحرافی آب	B	کارخانه تولید سگمنت	استقرار کامل سیستم نظام نامه کنترل کیفی
C	E.P.C	مترو	C1	کارخانه تولید سگمنت	عدم استقرار کامل سیستم نظام نامه کنترل کیفی
			C2	کارگاه اصلی اجرای پروژه	استقرار کامل سیستم نظام نامه کنترل کیفی

(الف)

ردیف	نوع عملیات	روش QC/QA		
		بازرسی	ممیزی	نمونه برداری و آزمایش
۱	کیفیت سنگدانه ها	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲	کیفیت آب	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۳	کیفیت سیمان	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۴	طرح اختلاط	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۵	عملیات تولید قطعه	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۶	کیفیت بتن تازه و سخت شده	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۷	کیفیت درجا بریزی بتن	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۸	کیفیت قالب	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۹	کیفیت عمل آوری	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۰	قطعات تولید شده در کارخانه	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۱	کیفیت تردیم	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۲	کیفیت طاهری قطعات	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۳	حمل و نقل قطعات تولیدی	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۴	کیفیت ایستادگی و حمل	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۵	کیفیت عملیات حفاری	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۶	کیفیت شاتکریت	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۷	کیفیت رهنکشی تونل	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۸	کیفیت نصب در تونل	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۱۹	کیفیت تزیینات	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۰	ایستگاه تولید بتن	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۱	آزمایشگاه	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۲	تجهیزات تولید	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۳	صورت جلسات	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
۲۴	پرسنل	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(ب)

- نحوه کد گذاری فرمهای کنترل فرایندها



(ج)

فرآیند تهیه و تکمیل چک لیستهای کنترل کیفیت فعالیتهای حین اجرا و اخذ تاییدیه های گسی و گینگی و تهیه مستندات

شرح فعالیت	انجام کننده	پیشکنترل		موقع اجرا	مطلوبه اصلی
		فنی	اجرایی		
ارائه مستندات مربوط به ورود مصالح مرتبط با عملیات اجرایی	مستوراد دستورالعمل آرم جهت آزمایشات و مستندات بازرسی مصالح وارده به کارگاه (IFT)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
تهیه چک لیستهای مربوط به هر عملیات اجرایی پس از کنترل اولیه	لیستهای IFT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
کنترل دستی مراحل عملیات اجرایی از تهیه مصالح و تجهیزات و انجام آزمایشات کنترل کیفی و تهیه آمارهای مربوط به چک لیستهای گسی نهایی، چک لیست های کنترل شده از طرف کنترل کیفی توسط مستوراد کارفرما		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
نگهداری مستندات مربوط به چک لیستها و توزیع نسخه ها		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
تهیه و ارسال فرمهای معاینات های کنترل کیفی جهت رفع نقص (IQC)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
بررسی و اظهار نظر مستوراد کارفرما و ارسال به پیمانکار		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
نگهداری مستندات مربوط به چک لیستها و توزیع نسخه ها		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
گسی و اظهار نظر کارکن کیفی و ارسال گزارش (IQC) مستوراد کارفرما جهت تصویب نهایی		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
بررسی و اظهار نظر مستوراد کارفرما و تصویب نهایی و ارسال به پیمانکار (تاییدیه)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
نگهداری مستندات فنی و اجرایی و توزیع نسخه پیمانکار		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

- تهیه
- کنترل
- نگهداری مستندات

(د)

پروژه تونل انتقال آب
 آزمایش بتن / زمان گش و دانسیته سیمان

QC-KT2-TM5-01 SETTING TIME/BLAIN&DENSITY-HYDRAULIC CEMENT
 (ASTM C 311 Method A)
 (ASTM C204-89 & ASTM C185-85)

Report No.: KS-LA-TM-EC-0094-00 Sample No.:
 DATE: Origin:
 Description: Cement Type:

Factor	Laboratory Conditions	Allowable Limits	
		Min.	Max.
Air Temperature		20	27.5
Temperature of Cement		20	27.5
Temperature of Mixing Water		21.5	24.7
Relative Humidity		80	100

Remarks: Allowable limits related to test specification ASTM C 118-02

Time (min)	Free-set Limit	Time (min)	Free-set Limit
0	315		
30	330		
45	345		
60	360		
75	375		
90	390		
105	405		
120	420		
135	435		
150	450		
165	465		
180	480		
195	495		
210	510		
225	525		
240	540		
255	555		
270	570		
285	585		
300	600		

Blain (cm ² /g)	Allowable Limits	
	Min.	Max.
Initial Setting Time (min)		
Final Setting Time (min)		

Remarks: Allowable limits related to test specification ASTM C 118-02

BLAIN		DENSITY	
Blain (cm ² /g)		گرمات لوله	cm ³
Blain (cm ² /g)		گرمات نهایی	cm ³
Blain (cm ² /g)		گرمات سیمان	cm ³
Blain (cm ² /g)		حجم سیمان	g ³
		حجم سیمان سیمان	g/cm ³

LABORATORY(S): DATE: _____
 QC/QC(S): DATE: _____
 CE: DATE: _____

شکل ۱: نمونه فرم ها و روند کنترل کیفی سازه های بتنی مورد بررسی شده در این تحقیق

بر اساس نظام نامه کنترل کیفیت در پروژه های مورد بررسی، کلیه فعالیت های انجام شده در قسمت های اجرایی، آزمایشگاه و پرتال تبدیل به فرم هایی می گردد که بررسی، پردازش و تایید آنها و همچنین اقداماتی که جهت کنترل چند باره صحت کار انجام می شود در این بخش مورد بررسی قرار می گیرد.

فعالیت های انجام شده در این بخش به شرح ذیل می باشد.

- مطابقت اطلاعات درج شده داخل فرم ها با کار واقعی انجام شده و بررسی صحت این اطلاعات و نتیجه گیری و اعلام نظر بر روی آنها
- تهیه گزارش های روزانه، هفتگی و ماهیانه مطابق استاندارد های مصوب و همچنین تهیه گزارش فعالیت ها و آزمایش های انجام شده مانند گزارش های تست مواد و مصالح جدید برای طرح اختلاط و ...
- تهیه و جمع آوری اسناد کار های انجام شده نظیر گزارش آزمایشگاه های مرجع
- مکاتبه با مسئولین اجرایی جهت رفع نقایص کار در صورت لزوم

روند و مراحل کنترل کیفی در پروژه های مورد بررسی به صورت خلاصه شرح زیر بوده است:

- **کنترل های قبل از بتن ریزی:** شامل کنترل مواد و مصالح ورودی به کارگاه، کنترل قالب ها، کنترل تجهیزات جانبی
- **کنترل های حین بتن ریزی:** شامل کنترل کیفیت بتن تازه، کنترل کیفیت میلگرد های داخل بتن
- **کنترل های بعد از بتن ریزی:** شامل کنترل کیفیت بتن سخت شده، کنترل دستگاه های عمل آوری



شکل ۲: کارخانه تولید قطعات سگمنت پروژه و روند کنترلی کیفی توسط پرسنل آزمایشگاه

۴- نتایج و تفسیر

۴-۱- تاثیر استقرار نظام نامه کنترل کیفی بر مستند سازی

یکی از مزایای بسیار خوب برقراری سیستم نظام نامه کنترل کیفی، مستند سازی همه مباحث و مسائل مرتبط با کیفیت سازه های بتنی می باشد. این مطلب بویژه زمانی که مشکلی در روند اجرای سازه وجود داشته و یا ایرادی در تجهیزات بوجود آمده مزیت خود را از حیث زمان ایجاد مشکل، شماره نامه تنظیم شده جهت رفع مشکل، موضوع نامه و مخاطب آن نشان می دهد. جدول ۲ نمونه ای از مکاتبات انجام شده توسط مدیریت کنترل کیفی مستقر در کارگاه که توسط پرسنل کنترل کیفی مشاور همکار پیمانکار انجام شده است را در بازه زمانی تقریباً ۱۰ روزه نشان می دهد. همانطور که مشخص است در این بازه زمانی، همه مشکلات موجود در مواد و مصالح و تجهیزات بصورت کامل توسط کارشناسان کنترل کیفی که وظیفه بازرسی و کنترل کیفی را دارند مورد نظر بوده و بصورت مستند در آرشیو نگهداری می شود تا در زمان مورد نیاز به آن استناد شود.

جدول ۲- لیست مکاتبات انجام شده توسط مدیریت کنترل کیفیت

ردیف	شماره نامه	تاریخ	موضوع نامه	مخاطب
۱	QC-۹۵	۱۳۹۱/۹/۱۴	عدم تمیزی مصالح	مدیر کارخانه سگمنت
۲	QC-۹۷	۱۳۹۱/۹/۱۵	رفع ایرادات بچینگ- صدور TN	مدیر کارخانه سگمنت
۳	QC-۹۸	۱۳۹۱/۹/۱۶	عدم رعایت اصول ساخت و ریختن بتن در کارگاه	سرپرست کنترل کیفیت
۴	QC-۹۹	۱۳۹۱/۹/۱۸	دمای آب کیورینگ	مدیر کارخانه سگمنت
۵	QC-۱۰۰	۱۳۹۱/۹/۱۸	عدم توجه به رفع نقص بچینگ	مدیر کارخانه سگمنت
۶	QC-۱۰۱	۱۳۹۱/۹/۲۳	شکستن نمونه ها بر خلاف روش استاندارد	سرپرست کنترل کیفیت

۴-۲- ارتباط اجرای نظام نامه کنترل کیفی و انحراف معیار مقاومت فشاری بتن

شکل ۳ و ۴ به ترتیب نتایج آزمایش مقاومت فشاری نمونه ای بتنی گرفته شده از کارخانه سگمنت پروژه های A و B را نشان می دهند. همانطور که از نتایج مشخص است در این پروژه ها بدلیل حضور و استقرار سیستم کامل نظام نامه کنترل کیفی، انحراف معیار مقاومت فشاری نمونه های بتنی بسیار پایین بوده است. به عبارت دیگر روند تولید قطعات تقریباً در طول یکسال علیرغم تغییرات دمایی و فصول سال، یکسان بوده است که بسیار حائز اهمیت است. انحراف معیار نمونه ها (S) از فرمول زیر حساب شده است.

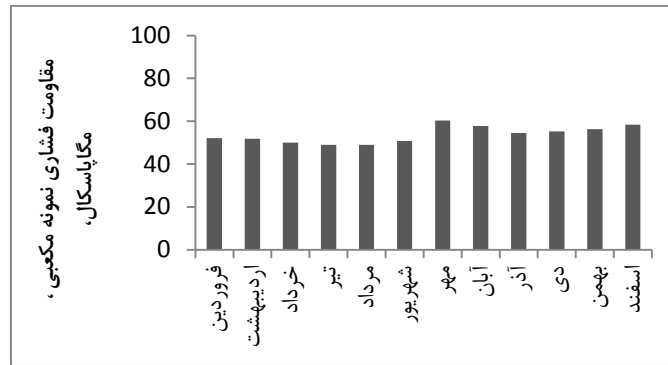
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

که در آن :

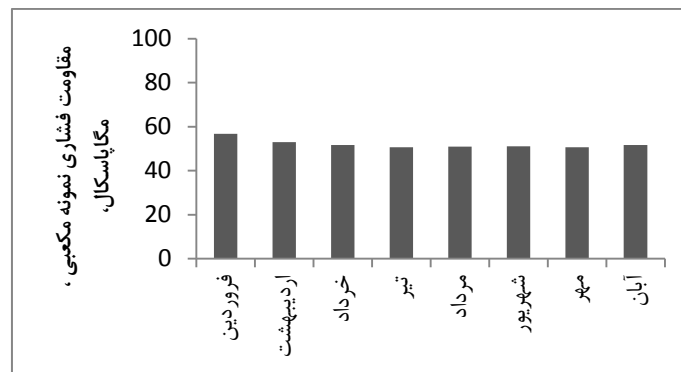
X : مقاومت فشاری نمونه

m : میانگین مقاومت فشاری نمونه ها

n : تعداد نمونه ها



شکل ۳: میانگین مقاومت فشاری ماهیانه نمونه های اخذ شده در پروژه A

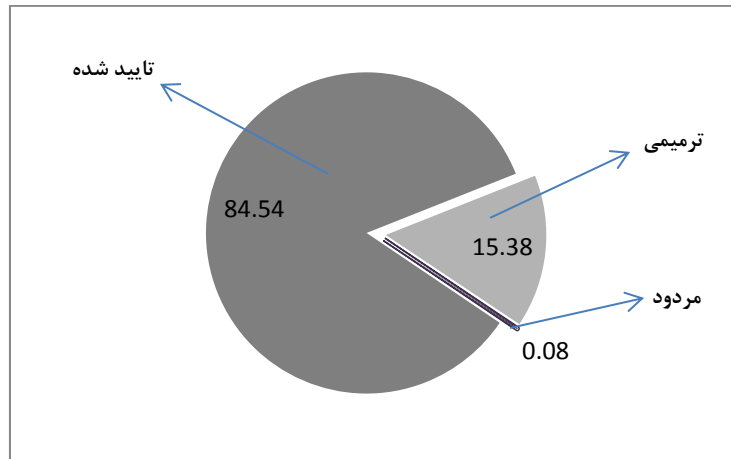


شکل ۴: میانگین مقاومت فشاری ماهیانه نمونه های اخذ شده در پروژه B

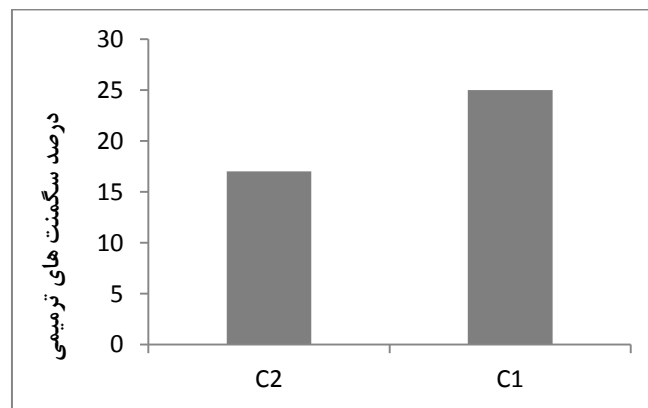
انحراف معیار نتایج بدست آمده در شکل های ۳ و ۴ به ترتیب برابر $3/88$ و $2/03$ بوده است که با توجه به رده مقاومت مشخصه بتن این پروژه ها که ۴۰ مگاپاسکال می باشد اعداد بدست آمده انحراف معیار برای کارگاه های با رتبه الف می باشد. کارگاه های رتبه الف کارگاهی هستند که روند کنترل کیفی در آنها بسیار خوب انجام می شود. این مطلب تایید می کند که استقرار نظام نامه کنترل کیفی به طرز قابل ملاحظه ای باعث کاهش انحراف معیار بتن تولیدی در زمان های مختلف می شود.

۳-۴- ارتباط اجرای سیستم کنترل کیفی و تعداد قطعات مردودی

شکل ۵ درصد سگمنت های تایید شده، ترمیم و مردودی پروژه A را نشان می دهد. همانطور که مشخص است با استقرار سیستم کامل کنترل کیفی در این پروژه تنها $0/08$ درصد کل قطعات مردود شده اند که نشانگر کنترل کیفیت بسیار خوب است. شکل ۶ درصد سگمنت های ترمیمی در پروژه C در دو کارگاه C1 و C2 را بطور مجزا نشان می دهد. همانطور که به وضوح مشخص است، این درصد در کارگاه C1 که سیستم ناقص کنترل کیفی برقرار است بیشتر از درصد سگمنت های ترمیمی در پروژه C2 که سیستم کامل کنترل کیفی در آن اجرا شده است می باشد.



شکل ۵: درصد سگمنت های تایید شده، ترمیمی و مردودی در پروژه A



شکل ۶: درصد سگمنت های ترمیمی در پروژه C

۵- نتیجه گیری

بر پایه مطالب مطرح شده در این تحقیق نتایج زیر بیان می شود :

- یکی از مزایای استقرار سیستم نظام نامه کنترل کیفی، مستند شدن همه مشکلات و مسائل موجود در کارگاه با ذکر تاریخ، شماره نامه، موضوع مشکلات بوجود آمده و مسئول پاسخگویی می باشد.
- در پروژه هایی که در آنها سیستم کنترل کیفی بطور کامل استقرار پیدا کرده و اجرا شده است، انحراف معیار مقاومت فشاری نمونه های بتنی به طور چشمگیری کاهش یافته است. این مطلب نشان دهنده بهبود قابل ملاحظه یکنواختی کیفیت تولید و اجرای سازه بتنی است.
- در پروژه هایی که در آنها سیستم کنترل کیفی بطور کامل استقرار پیدا کرده و اجرا شده است، درصد سگمنت های مردودی در حد بسیار پایینی (تنها ۰/۰۸ درصد کل سگمنت های تولیدی) بوده است. این روند باعث کاهش هزینه های پروژه و افزایش بهره وری گردیده که حاشیه سود پیمانکار را افزایش داده است.

- کیفیت قطعات بتنی یک پروژه حتی در کارگاه های مختلف آن که شیوه اعمال سیستم نظام نامه کنترل کیفی متفاوت بوده است دارای تفاوت است. درصد سگمنت های ترمیمی در کارگاهی که سیستم کنترل کیفی در آنها بطور ناقص اجرا شده است (کارگاه C1) بسیار بیشتر از درصد سگمنت های ترمیمی در کارگاهی است که سیستم کنترل کیفی به خوبی وبا سازماندهی مناسب در آنها اجرا شده است (C2).

۶- مراجع

- [۱] آیین نامه بتن ایران (آبا)، نشریه شماره ۱۲۰، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ۱۳۸۳.
- [2] ACI 121R-04, Quality Management System for Concrete Construction, ACI Committee 121, 2004.
- [3] ACI 311R-05, Guide for Concrete Inspection, ACI Committee 311, 2004.
- [۴] خانزادی، مصطفی، خزائی، گرشاسب، " استقرار سیستم کنترل کیفیت، گلوگاه توسعه سیستم طرح و ساخت " ، کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، اسفند ۱۳۸۵.
- [۵] فاطمی، سید محمد هادی، کفایت، ویدا، " ارزیابی مدیریت منابع انسانی در پروژه های بزرگ نفت و گاز ایران و آرایه راهکارهای اصلاحی "، کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، اسفند ۱۳۸۵.
- [۶] فدایی، محمد علی، " ارتقاء سطح توانمندی عوامل اجرایی پروژه با استفاده از کلیدهای اصلی توانا سازی " ، ششمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.
- [۷] پرهیزکار، سید حسن، " بررسی عوامل موثر بر کیفیت خدما ن مهندسین مشاور ساختمان در مرحله طراحی پروژه های عمرانی کشور، ششمین کنفرانس مدیریت پروژه.
- [8] Chan A. P. C.; Scott D.; Lam E.; "Framework of Success Criteria for Design/Build Projects", Journal of Management in Engineering, Vol. 18, No.3, July 1, 2002.
- [۹] سبط، محمد حسن، گلبابا پور، وحید، " شناخت و تحلیل مشکلات اجرایی روش طرح و ساخت در ایران "، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.
- [۱۰] کیانی، مجید، " بررسی ویژگیها و دامه کاربرد روش طرح و ساخت با نگرشی بر قرارداد طرح و ساخت پروژه تونل نوسود "، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.
- [۱۱] بریری، یاسر، سبط، محمد حسن، جولانی، شهاب، " تعیین عوامل موثر بر انگیزش کارکنان شرکت های مهندسین مشاور "، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه.

The effects of implementing a system of quality control and site engineering in the improvement of the quality of the concrete structures:
a case study of underground construction projects

Abstract:

Ensuring quality of concrete structures is one of the major concerns of those involved in the construction of projects. If after construction of the concrete structure it is determined that the building has structural defects, cost of the repair of structure may be increased even higher than a new structure. So recently, a quality control procedure has been implemented by consulting engineer of contractor in design and builds method of project construction. In this research the effects of the establishment of quality control procedure in construction projects such as tunnels and underground projects have been investigated. Results indicate that when in the project a fully quality control system is established and implemented; the quality of the project has increased considerably. The number of segments that need to be repaired in the projects with fully implemented quality control procedure is very little comparing with those projects that a partially implemented quality controls has been established.

Keywords: quality control procedure; construction projects; concrete structures; site engineering