

گزارش کار گروه مهندسی ارزش نماسازی تونل بزرگراه رسالت

محمد صادق کیانی نژاد

سازمان مشاور فنی و مهندسی

شهر تهران

سعید معرب

سازمان مهندسی و عمران

شهر تهران

مقدمه

مهندسی ارزش بازنگری خلاق سازمان یافته ارزشها و هزینهها، به منظور دستیابی به گزینه با شاخص ارزش بیشینه - توسط کمی کردن ارزشها- می باشد، لذا:

هدف از کارگاه مطالعاتی مهندسی ارزش درباره نماسازی تونل رسالت، تعیین مناسب ترین نما یعنی گزینه با بیشترین شاخص ارزش (ارزش به هزینه) با استفاده از تجربه، اطلاعات و خلاقیت اعضای گروه است.

مراحل انجام بررسیهای مهندسی ارزش به شرح زیر است:

- جمع آوری و بررسی اطلاعات مربوط
- تعیین عوامل ارزش
- تعیین دامنه مطالعات
- تحلیل کارکرد
- پیشنهاد گزینهها با استفاده از خلاقیت اعضای گروه
- ارزیابی گزینهها
- بسط اطلاعات مربوط به گزینههای رقیب و تعیین شاخص ارزش آنها
- تهیه گزارش برای ارائه به کارفرما
- پس از اخذ تصمیم کارفرمای محترم در مورد گزینه منتخب، مراحل زیر انجام خواهد شد:
- تهیه نقشههای اجرایی گزینه منتخب
- اجرای کار
- بررسی وضعیت پس از اجرای کار و مقایسه با مفروضات انتخاب

گزینه

محمد رضا جبروتی

شرکت مهندسی مشاور

مهاب قدس

کارشناسان شرکت پرولیت



گزارش کار:

موضوع نحوه نماسازی درون تونل بزرگراه رسالت طی ۱۵ جلسه مهندسی ارزش با شرکت کارشناسان سازمان مهندسی و عمران شهر تهران (کارفرما)، سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران، شرکت پرلیت (پیمانکار) و مهندسی مشاور مهتاب قدس (مشاور بازرگاری طرح) مورد بررسی قرار گرفت. ضمن برگزاری جلسات، روش مطالعات مهندسی ارزش شرح داده شد و CD تصاویر دیجیتالی از نمای تونلهای ساخته شده موجود در شبکه جهانی اینترنت برای اعضای کمیته نمایش داده شد. ضمناً از کارخانه ساخت قطعات پیش ساخته بتن فولادی پیشنهادی پیمانکار واقع در جاده کرج بازدید به عمل آمد.

خلاصه نتایج جلسات به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- با توجه به آن که تونل بزرگراه رسالت یک تونل شهری است، وجه تمایز آن با تونلهای بیابانی می‌تواند وجود یک نوع نماسازی در داخل آن باشد.
- ۲- عملکرد اصلی نماسازی درون تونل، زیبایی و هماهنگی آن با سایر اجزای طرح است ولی سایر مواردی که در تصمیم‌گیری موثر می‌باشد عبارتند از:
 - ۱-۲- اکوستیک: پوشش تونل طبیعتاً نباید باعث افزایش شدت صدا در تونل گردد.
 - ۲-۲- قابلیت شستشو: پوشش تونل باید به آسانی و با هزینه کم و با کیفیت خوبی قابل شستشو باشد.
 - ۳-۲- پایداری در برابر آتش سوزی: در صورت بروز آتش سوزی پوشش تونل نباید سریعاً شعله‌ور و یا تولید گازهای سمی نماید.
 - ۴-۲- انعکاس نور مناسب: پوشش تونل باید درخشندگی کافی داشته باشد که منجر به صرف انرژی روشنایی اقتصادی در تونل گردد.
 - ۵-۲- اثر آن در تهویه: پوشش تونل باید حداقل مقاومت در برابر جابجایی هوا را ایجاد نماید.
 - ۶-۲- کیفیت و دوام: پوشش تونل باید با دوام بوده و از کیفیت خوبی برخوردار باشد.
 - ۷-۲- قابلیت تعمیر در طول زمان اجرا: در طول زمان اجرا، باید بتوان به راحتی پوشش تونل را تعمیر نمود.
 - ۸-۲- تعمیر و نگهداری در زمان بهره‌برداری: تعمیر یا تعویض پوشش تونل در طول زمان بهره‌برداری (عمر مفید) باید آسان و کم هزینه باشد، یعنی در صورت بروز حوادث و وارد شدن خسارت براحتی قابل تعویض یا ترمیم باشد.
- ۳- کلیه اعضای گروه اتفاق نظر دارند که گزینه‌ها باید از نظر ایمنی و قابلیت اجرا (سهولت تهیه مصالح و نحوه اجرا) قابل قبول باشند.

آنها، شاخص ارزش (ارزش به هزینه) هر یک از گزینه‌های رقیب محاسبه و به کارفرمای محترم به صورت کتبی و شفاهی گزارش شود.

۵- اعضای گروه مهندسی ارزش گزینه‌های مختلف زیر را برای نماسازی درون تونل پیشنهاد نمودند:

۵-۱- استفاده از قطعات پیش ساخته بتنی سازه‌ای باربر؛

۵-۲- استفاده از قطعات پیش ساخته فلزی فرم دار به عنوان نما؛

۵-۳- استفاده از پارچه برای نماسازی؛

۵-۴- نمای آجری با ترکیب بتن؛

۵-۵- نمای سنگ؛

۵-۶- نمای سرامیک؛

۵-۷- استفاده از پانل‌های نماسازی؛

۵-۸- استفاده از قطعات پیش ساخته بتنی به عنوان قالب و نما؛

۵-۹- قطعات پیش ساخته بتنی نما در قسمتهای ورودی و خروجی تونل و سرامیک در قسمت میانی؛

۵-۱۰- بتن اکسپوز دارای نمای مناسب (نماسازی از طریق فرم دادن به قالب)

۵-۱۱- ترمیم سطح بتن سازه‌ای طبق قرارداد جاری و استفاده از رنگ برای نماسازی.

۶- گزینه‌های یازده گانه (بند ۵) برحسب عوامل موثر در کیفیت (بند ۲ این گزارش) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده در جدول ۱ درج شده است. چنانکه ملاحظه می‌شود به هر یک از عوامل موثر در کیفیت، وزن خاصی نسبت داده شده است و هر گزینه نسبت به این وزن ارزیابی شده است.

۷- امتیازبندی گزینه‌ها از طریق معدل‌گیری نظرات نمایندگان سازمان مهندسی و عمران شهر تهران (یک رأی)، سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران (۲ رأی)، پیمانکار (یک رأی) و مهندس مشاور (یک رأی) بود.

شایان ذکر است در مورد امتیاز عوامل زیبایی و تناسب و انعکاس نور مناسب، سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران با دعوت از ۲ نفر آرشیتکت اقدام به امتیاز بندی نمود.

۸- یکی از طولانی‌ترین مراحل این بررسی، تعیین هزینه گزینه‌های مختلف بود که ابتدا از نظر ساخت پذیری و مقبولیت کلی، ۴ گزینه برای بررسی هزینه انتخاب شد.

این ۴ گزینه عبارت بودند از:

گزینه سرامیک، گزینه سنگ، گزینه قطعات پیش ساخته بتنی به عنوان قالب و گزینه بتن اکسپوز (با اضافه بهای نماسازی).

ضمناً گزینه‌های استفاده از قطعات پیش ساخته سازه‌ای به علت مشکلات فنی، استفاده از پارچه به علت دوام بسیار کم، نمای آجری با ترکیب بتن به علت خلل و فرج آجرکاری و معلوم نبودن جزئیات اجرایی و پانلهای نماسازی به علت فقدان اطلاعات اولیه بررسی نشدند.



البته مشخصات فنی و هزینه‌های گزینه استفاده از پانلهای نماسازی از طریق شبکه جهانی اینترنت پیگیری، اخذ و تصاویر تونلهای نماسازی شده در پیوست این گزارش ارائه شده است.

۹- پیمانکار قیمت گزینه‌های قطعات پیش ساخته بتنی، سنگ، سرامیک و بتن اکسپوز را تهیه و به گروه پیشنهاد داد. قیمت‌های پیشنهادی پیمانکار در گروه مهندسی ارزش تا حدودی که مورد توافق نمایندگان پیمانکار بود، بازنگری شد و با احتساب ضریب بالاسری و ضرایب صعوبت تونل در جدول شماره ۲ قرار گرفت.

۱۰- جدول ۲ نشان می‌دهد گزینه‌ها از لحاظ شاخص ارزش (ارزش به هزینه) صرفنظر از عامل زمان، دارای اولویتهای زیر میباشند:

اولیت ۱: نمای بتن اکسپوز که در آن نماسازی از طریق فرم دادن به قالب تأمین می‌شود.

اولویت ۲: نمای قطعات بتنی پیش ساخته که به عنوان قالب نیز به کار می‌رود.

اولویت ۳: نمای سرامیک که پس از بتن ریزی پوشش تونل اجرا می‌شود.

اولویت ۴: نمای سنگ که پس از بتن ریزی پوشش تونل اجرا می‌شود.

۱۱- در مورد تاثیر اجرای هر یک از گزینه‌ها در زمان‌بندی اتمام کار، به سبب معلوم نبودن ارزش زمان از لحاظ شرایط لازم و کافی برای تشویق یا جریمه به ازای تسریع در شروع بهره‌برداری یا تاخیر در آن شرایط قرار داد، بررسی انجام نشد.



ملاحظات	گزینه											درصد	عملکرد
	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
فقط رای نمایندگان سازمان مشور و پیمانکار	2	20	5	26	4	5	4	7	8	15	28	28	زیبایی و تناسب
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	5	5	6	6	6	7	6	4	5	5	7	7	قابلیت دستشو
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	6	6	5	6	1	4	5	5	4	6	7	7	ایمنی و پایداری در آتش سوزی
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	16	16	16	18	9	12	15	14	14	18	19	19	کیفیت دوام
فقط رای نمایندگان سازمان مشور و پیمانکار	2	3	1	4	2	1	1	2	2	3	4	4	نمایش نور مناسب
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	3	1	3	1	4	4	4	2	2	1	4	4	آثران بر تهیه
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	5	5	7	5	9	7	8	5	6	4	9	9	قابلیت تعمیر و نگهداری آن در طول اجرا
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	11	9	12	13	13	13	13	11	11	9	16	16	قابلیت تعمیر و نگهداری آن در طول زمان
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	3	3	3	5	4	1	2	5	3	5	6	6	اکوستیک
رای نمایندگان سازمان مشور ، کارفرما مشور و پیمانکار	53	68	58	84	52	54	58	55	66	66	100	100	جمع

گزینه ها

- 1 استفاده از قطعات پیش ساخته سازه ای
- 2 استفاده از قطعات پیش ساخته فلزی
- 3 استفاده از پارچه و قالب
- 4 نمای آجری یا ترکیب بتن
- 5 نمای سنگی
- 6 نمای سرامیک
- 7 پهل های ساندویچی
- 8 قطعات پیش ساخته بتنی به عنوان قالب
- 9 قطعات پیش ساخته بتنی در قسمتهای ورودی و خروجی تونل و سرامیک در قسمت میانی
- 10 بتن اکسپوز دارای نمای مناسب/سازه ای از طریق فرم دادن به قالب
- 11 ترمیم سطح بتن و استفاده از رنگ اپوکسی (یا انواع دیگر رنگ)

جدول شماره ۱ - ارزیابی کیفی گزینه های نماسازی تونل بزرگراه رسالت



محاسبه شاخص ارزش به هزینه گزینه‌های مختلف نامسازی تونل بزرگراه رسالت

تهیه: کمیته مهندسی ارزش
نامسازی تونل رسالت

جدول ۲- هزینه گزینه‌ها بر اساس پیشنهاد و توافق پیمانکار									
شاخص ارزش به هزینه	انتخاب کلی	ارزش فعلی کل	ارزش فعلی هزینه‌های نامسازی (۱۰ ساله)	جمع هزینه‌های نامسازی (۱۰ ساله)	جمع هزینه‌های نامسازی سالانه	تجربه	نور	تعمیرات	شستشو
2.35E+00	54	230E+10	10,571,420,000	2.23E+10	8.90E+08	2.40E+08	4.80E+08	1.20E+08	5.00E+07
2.05E+00	58	281E+10	11,973,024,000	2.52E+10	1.01E+09	2.70E+08	5.40E+08	1.40E+08	5.80E+07
2.98E+00	84	282E+10	12,210,584,000	2.57E+10	1.03E+09	2.90E+08	5.80E+08	1.00E+08	5.80E+07
2.14E+00	68	217E+10	12,471,900,000	2.63E+10	1.05E+09	2.90E+08	5.80E+08	1.10E+08	7.00E+07
جمع هزینه‌های ساخت									
هزینه قالب بندی بتن لایه‌بندی									
1.07E+10	24000	1.24E+10	1.72E+09	1.72E+09	1.72E+09	1.60E+10	9.20E+09	0.00E+00	0.00E+00
1.44E+10	24000	1.62E+10	1.72E+09	1.72E+09	1.72E+09	1.60E+10	9.20E+09	0.00E+00	0.00E+00
1.60E+10	24000	1.60E+10	1.60E+10	1.60E+10	1.60E+10	1.60E+10	9.20E+09	0.00E+00	0.00E+00
9.20E+09	24000	9.20E+09	9.20E+09	9.20E+09	9.20E+09	9.20E+09	9.20E+09	9.20E+09	9.20E+09
445711	سرلیک								
602074	سنگ								
665430	پیش ساخته								
383140	اکسپوز								

توجه ۱: قیمت واحد گزینه‌های مختلف بر اساس پیشنهاد‌های رسیده از طرف اعضای گروه مهندسی ارزش و اصلاحات انجام شده با توافق اعضای گروه و با احتساب ضریب بالاسری ۱,۴۳ و ضرایب صعوبت ۱,۲۵ و ۱,۳ (کار در تونل) ادر این جدول گنجانده شده است و در صورت هرگونه تغییر، شاخص ارزش تغییر مینماید

توجه ۲: برای تبدیل ممکوس قیمت‌های واحد به شاخص مبنای قرارداد باید ابتدا قیمت‌های واحد به ضرایب ۱,۴۳ و ۱,۲۵ و کلیه ضرایب پیمان (۱,۳، ۱,۱۸۴، ۱,۰۹۹) تقسیم و سپس در ضریب تبدیل ممکوس ضرب گردد.