

## بزرگراه طبقاتی صدر

### شرح پروژه

بر اساس مطالعات انجام شده بدلیل عدم وجود شبکه بزرگراه شرقی و غربی در شمال بزرگراه همت، ترافیک شرقی غربی تهران در محدوده شمال همت بر بزرگراه های شمالی و جنوبی تحمیل گردید و از این رو بزرگراههای مدرس - چمران با حجم زیادی از ترافیک عبوری شرقی و غربی درگیر شده است.

افزایش ظرفیت بزرگراه صدر یک انتخاب نبوده بلکه یک الزام برای زنده نگه داشتن شهر تهران برای آینده ای نه چندان دور خواهد بود. لزوم افزایش ظرفیت ترافیکی بزرگراه صدر با توجه به ترافیک موجود حدود 8000 معادل سواری در هر جهت در ساعات پیک که بیش از ظرفیت و گنجایش خطوط موجود بزرگراه می باشد که با احداث پل حدود 3500 دستگاه به روی پل و 4500 دستگاه در صدر موجود تردد خواهد داشت.

### اهداف افزایش ظرفیت بزرگراه با احداث پل به عنوان بزرگراه طبقاتی

با توجه به مسائل و مشکلات گزینه‌های تعریض وضع موجود بزرگراه شهید صدر و همچنین احداث تونل، احداث پل طبقاتی با توجه به محاسن ذیل انتخاب گردید.

- ◀ هزینه نگهداری به مراتب کمتر نسبت به تونل
- ◀ هزینه احداث مناسب و در نتیجه تحقق پذیری طرح
- ◀ حداقل معارض مسکونی در طول مسیر
- ◀ منافع حاصل از جابجایی دکل‌های برق فشارقوی
- ◀ لزوم استفاده از تکنولوژی مدرن برای احداث پل
- ◀ تامین دسترسی های مناسب در طول مسیر و در نتیجه افزایش کارایی ترافیکی طرح

### مشخصات ترافیکی پروژه

پل بزرگراه طبقاتی شهید صدر در ارتفاع مثبت یک ترافیکی از بزرگراه موجود احداث خواهد شد. بزرگراه طبقاتی صدر در منتهی‌الیه غربی از تونلهای دوگانه صدر - نیایش واقع در تقاطع بزرگراههای شهید مدرس و شهید صدر آغاز و به طول 6 کیلومتر تا تقاطع با بزرگراه امام علی (ع) در منتهی‌الیه شرقی امتداد می یابد. به عبارت دیگر تونل جنوبی نیایش - صدر پس از عبور از تراز منهای یک ترافیکی بدون هیچگونه دسترسی به طور مستقیم به پل بزرگراه طبقاتی شهید صدر متصل می گردد. همچنین ترافیک عبوری در باند شمال بزرگراه طبقاتی در منتهی‌الیه غربی وارد تونل شمالی صدر - نیایش خواهد شد.

در طول مسیر بزرگراه طبقاتی شهید صدر با حفظ دسترسی‌های بزرگراه شهید صدر موجود، دسترسی‌های بخش غربی، تقاطع بلوار کاوه و تقاطع بزرگراه امام‌علی (ع) در نظر گرفته شده است.

بزرگراه طبقاتی شهید صدر شامل دو خط عبور 3/5 متری و یک خط توقف اضطراری 2/5 متری در دو باند شمالی و جنوبی در داخل پوسته 45 متری بزرگراه شهید صدر می‌باشد. همچنین کلیه رمپهای اتصال به عرض حداقل 8 متر احداث شده اند.

## دستاوردهای احداث پل طبقاتی

### دستاوردهای ترافیکی

- ◀ تکمیل و توسعه شریانهای ارتباطی شرقی- غربی شهر تهران خصوصاً در نیمه شمالی کلانشهر تهران
- ◀ توزیع ترافیک ورودی از شمال شرق شهر تهران (ورودی از بزرگراههای پردیس و شهید بابایی) از طریق تونل و بزرگراههای نیایش و بزرگراه شهید همت و انتقال آن به محدوده شمال غرب تهران
- ◀ کاهش ترافیک در بزرگراههای شهید صدر و مدرس و بهبود دسترسی شهروندان ساکن شمال شرق به مناطق مرکزی و غربی شهر و بالعکس
- ◀ تکمیل شریانهای اصلی ترافیکی شهر با اتصال بزرگراههای شهید صدر، نیایش و کردستان
- ◀ اتصال بزرگراه شهید صدر به بزرگراه نیایش و کاهش طول و زمان سفر و در نتیجه کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا
- ◀ احداث بزرگراه سریع‌السیر شرقی - غربی از طریق کریدور صدر-نیایش در حفاصل میدان نوبنیاد تا بزرگراههای کردستان و نیایش
- ◀ استفاده از ظرفیت‌های موجود بزرگراهها برای احداث مسیر جدید شرقی و غربی بدون استملاک اراضی
- ◀ کاهش بار ترافیکی بزرگراههای شرقی - غربی موازی با این بزرگراه شهید صدر (همت - حکیم)

### دستاوردهای فنی، مهندسی و اجتماعی

- ◀ بومی سازی روشهای نوین پل سازی
- ◀ ثبت دانش فنی و ارائه به بخشهای دانشگاهی و پیمانکاری کشور
- ◀ کمک به ارتقاء سطح کیفی پروژه‌های عمرانی
- ◀ اصلاح منظر شهری به واسطه حذف دکلهای انتقال برق فشار قوی
- ◀ حذف اثرات نامطلوب زیست محیطی به واسطه حذف دکلهای انتقال برق فشار قوی
- ◀ تولید کابل‌های برق 230 کیلوولت و ادوات و تجهیزات مورد استفاده در تونل انتقال کابل برای اولین بار در کشور

### چالش‌های اساسی در پروسه طراحی

- ❖ وجود دکلهای انتقال کابل فشارقوی 230 کیلوولت در طول مسیر ( منجر به احداث تونل به طول 6 کیلومتر در مدت 6 ماه با احجام: حفاری تونل: 6210 مترطول، آرماتوربندی: 6500 تن، بتن‌ریزی: 15000 مترمکعب، عایقکاری: 36000 مترمربع، نصب کابل: 38000 متر ، نصب مفصل: 72 عدد گردید)
- ❖ مشکلات اجرایی احداث با توجه به ترافیک جاری در بزرگراه صدر ( طراحی براساس استفاده حداکثری از قطعات پیش ساخته ، طراحی ستونهای پل اصلی به صورت تک پایه، استفاده از دستگاه لانچینگ گنتری کرین برای نصب تابلیه پل اصلی، استفاده از تولیدات با کیفیت کارخانه ای و برنامه ریزی برای اجرای عملیات در شب)
- ◀ فشرده‌گی زمانی اجرای پروژه
- ◀ ضرورت توجه به زیبایی و کیفیت مناسب

در بخش رمپ‌های شرقی واقع در تقاطع بزرگراه‌های شهید بابائی و امام علی (ع) نیز بنا به ملاحظات ترافیکی مشابه استفاده از تیرهای دروازه‌ای که از نوع بتن خود متراکم (SCC) می باشد، در دستور کار قرار گرفت.

### تکنیک های ویژه استفاده شده در این پروژه برای سرعت بخشیدن به ساخت

- استفاده از دهانه های ساده به منظور عدم نیاز به کسب سریع مقاومت بتن درجا
- استفاده از کابل خارج از بتن به منظور راحتی ساخت قطعات عمومی و از بین رفتن احتمال عدم امکان عبور کابل در غلاف مسدود شده
- استفاده از درز خشک به منظور حذف زمان چسب کاری و زمان کسب مقاومت چسب

### احجام کلی عملیات اجرایی پروژه

بطور کلی احجام کلی عملیات اجرایی پروژه به شرح جدول ذیل می باشد:

ردیف	شرح	واحد	مقدار
1	طول کل پروژه با احتساب پل اصلی و رمپهای دسترسی	کیلومتر	11
2	طول پل اصلی به عرض 22/70 متر	کیلومتر	5
3	طول رمپهای دسترسی به عرض 6 الی 12 متر	کیلومتر	6
4	تعداد پایه های پل اصلی و رمپها	عدد	236
5	تعداد شفتها	حلقه	35
6	تعداد شمعها	حلقه	1705
7	تعداد سرشمعها	قطعه	202
8	تعداد تیرهای دروازه‌ای	دهانه	27
9	تعداد سرستونهای پیش ساخته	قطعه	7*114=798
10	تعداد سگمنتهای پل اصلی	قطعه	3372
11	تعداد سگمنتهای رمپهای دسترسی	قطعه	1598
12	طول پل های فلزی	متر	1200
13	طول زیرگذر قیطره به عرض 10 متر	متر	500
14	آرماتوربندی	تن	74000
15	بتن ریزی	مترمکعب	350000
16	قالب بندی	مترمربع	655325
17	کابلهای پیش تنیدگی	تن	7000
18	خاکبرداری	مترمکعب	426630
19	خاکریزی	مترمکعب	264125

## طراحی سیستم هوشمند کنترل ترافیک بر روی پل طبقاتی

- ❖ نصب تابلوهای VMS
- ❖ نصب دوربینهای تشخیص طول صف
- ❖ نصب سنسورهای هواشناسی
- ❖ ترافیک شمار
- ❖ نصب تابلوهای سرعت متغیر LCS و ...

## روشهای اجرایی

بر پایه نتایج حاصل از طراحی پروژه، اجزاء سازه‌ای پروژه عبارتند از:

### زیرسازه

زیرسازه پروژه پل طبقاتی شامل موارد ذیل می‌باشد:

- ✓ فونداسیون پایه‌های پل شامل شفتها، شمعها و سرشمع که بصورت دستی و ماشینی حفاری شده و عملیات آرماتوربندی و بتن ریزی آن بصورت درجا اجرا شده است.
- ✓ پایه‌های پل و تیرهای دروازه‌ای که در مراحل آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی درجا اجرا شده‌اند.
- ✓ سرستونها که در بخش پلهای رمپی به صورت درجا اجرا شده‌اند و در بخش پل اصلی نیز با توجه به احجام کار و عدم امکان انسداد ترافیکی به صورت پیش‌ساخته پیش تنیده ساخته و نصب شده‌اند.

از نکات شاخص و قابل توجه در عملیات اجرایی زیرسازه می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- طراحی قالبهای خاص برای تیرهای دروازه‌ای با توجه به حجم قابل توجه بتن‌ریزی در هر دهانه برابر 160 تا 200 متر مکعب با وزن معادل 400 تا 500 تن به گونه‌ای که عملیات اجرایی بدون هرگونه انسداد ترافیکی صورت پذیرفته است.
- استفاده از بتن خود متراکم (SCC) در احجام بسیار زیاد و کارگاهی در تیرهای دروازه‌ای و سرستونهای پیش‌ساخته
- عدم دسترسی به بستر مناسب در عمق کم در 80 درصد طول مسیر و در نتیجه استفاده از گروه شمع و یا شفت
- امکان استفاده از پی سطحی در 20 درصد باقیمانده مسیر که به دلیل مسایل اجرایی منتفی گردید
- طول متغیر شمع ها با توجه به عمق متغیر خاک دستی
- طرح های ویژه در نزدیکی ایستگاه مترو و پل های موجود

### روسازه

روسازه پروژه پل طبقاتی شامل صندوقه‌های بتنی پیش‌ساخته پیش تنیده طراحی شده‌اند که با دو روش جداگانه و به شرح ذیل در بخشهای پل اصلی و پلهای رمپی اجرا شده‌اند.

در بخشهایی از پل‌های رمپی به دلیل قوسهای تند و زمانبر بودن تهیه قالبهای خاص از یک طرف و محدودیتهای زمانی از صندوقه‌های فلزی استفاده شده است.

### روش نصب دهانه به دهانه با استفاده از دستگاه گنتری کرین



### نصب طره متعادل در عرشه با استفاده جرثقیل موبایل

باتوجه به مجموعه محاسن و معایب هر یک از روشهای فوق، نصب قطعات عرشه در پل‌های رمپی به روش طره متعادل و در پل اصلی به روش دهانه به دهانه صورت پذیرفته است.

### تولید قطعات پیش ساخته سرستونهای پل اصلی

اجرای سرستونهای پل اصلی به صورت درجا می‌توانست با توجه به تعداد (798=114\*7) و ابعاد (2/5\*4/90\*17/65) و تراکم قابل توجه آرماتوربندی آنها، مشکلات زیر را به همراه داشته باشد

☞ ضرورت انسداد ترافیکی در زمانهای اجرا

☞ تراکم بالای آرماتوربندی و تأثیر آن بر کیفیت بتن‌ریزی درجا

## تولید قطعات پیش ساخته عرشه پل های رمپی

تعداد کل قطعات بتنی پیش ساخته مورد نیاز برای عرشه پلهای رمپی برابر 1598 قطعه بوده است که با توجه به اینکه کارخانه‌ای به منظور تولید قطعات سایر پروژه‌های در حال اجرا در سطح شهر تهران در جاده مخصوص کرج در حال تولید بوده است، سگمنتهای عرشه پلهای رمپی بزرگراه طبقاتی شهید صدر نیز در این کارخانه صورت پذیرفته است.

## شاخص‌های اصلی تولید سگمنتهای عرشه پلهای رمپی

- ❖ قالب‌بندی سگمنتهای به صورت Match-Cast که متضمن درگیری و اتصال کامل سگمنتهای در زمان نصب می‌باشد.
- ❖ منحصر به فرد بودن هر کدام از قطعات تولید به گونه‌ای که هر سگمنت تولید شده فقط و فقط در یک نقطه خاص قابل استفاده و نصب می‌باشد.

مشخصات کلی انواع سگمنتهای عرشه پل اصلی به شرح جدول زیر می‌باشد:

ردیف	نوع سگمنت	تعداد کل	درصد از کل	وزن واحد (ton)	وزن واحد (ton)
1	Pier	448	13/28%	75	33600
2	Locator	224	6/64%	57	12768
3	Deviator	448	13/28%	65	29120
4	Standard	2252	66/80%	45	101340
	جمع	3372	100/00%	-	176828

در جدول زیر زمان ساخت قطعات عرشه پل اصلی در مقایسه با زمان پیش‌بینی شده توسط مشاور خارجی نشان داده شده است:

زمان مورد نیاز برای تولید هر قطعه سگمنت				شرح
Pier	Deviator	Locator	Standard	
72	72	48	24	تخمین مشاور خارجی
36	24	24	18	زمان واقعی

## شاخص‌های اصلی تولید سگمنتهای عرشه پل اصلی

- ❖ قالب‌بندی سگمنتهای به صورت Match-Cast که متضمن درگیری و اتصال کامل سگمنتهای در زمان نصب می‌باشد.
- ❖ منحصر به فرد بودن هر کدام از قطعات تولید به گونه‌ای که هر سگمنت تولید شده فقط و فقط در یک نقطه خاص قابل استفاده و نصب می‌باشد.
- ❖ استفاده از بتن خودمتراکم (SCC)
- ❖ رعایت توصیه‌های آئین‌نامه‌های معتبر در امر کنترل کیفیت و دوام بتن مورد استفاده در تولید قطعات در حد کنترلهای الزامی

## نصب قطعات پیش ساخته عرشه پل اصلی

پل اصلی بزرگراه طبقاتی شهید صدر به صورت تک پایه و شامل 112 دهانه می باشد که نصب عرشه آن به روش دهانه به دهانه و با استفاده از دستگاههای گنتری نصب شده است.

نصب عرشه پل اصلی توسط تعداد 2 دستگاه گنتری از منتهی الیه شرقی و 2 دستگاه گنتری از منتهی الیه غربی و در مراحل زیر صورت پذیرفته است:

- ❖ استقرار دستگاههای گنتری بر روی دهانه
- ❖ لیفت سگمنتهای دهانه
- ❖ تنظیم سگمنتهای دهانه
- ❖ نصب لوله های HDPE
- ❖ نصب کابل های پیش تنیدگی در داخل لوله های HDPE و کشش آنها
- ❖ تنظیم دهانه
- ❖ حرکت گنتری به سمت دهانه بعدی
- ❖ نصب نئوپرن های زیر عرشه و اجرای ملات ماتاژ روی آنها
- ❖ تزریق داخل غلاف های پیش تنیدگی

تاریخ بهره برداری : 1392/09/09











