

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

**عنوان پروژه :**

احداث خط جدید مترو تهران

**استاد درس :**

مریم رادمان

**فاز اول پروژه (اصلاح شده)**

**تیم مدیریت پروژه :**

محمد علی شجاعی

علی جعفری

سید محمد سجادی

پائیز 1401

# **شرح پروژه تأسیس خط جدید مترو**

به درخواست **وزارت راه و شهرسازی** به عنوان کارفرما و با پیمانکاری شهرداری تهران پروژه احداث خط جدید **شماره** **10 مترو** تهران به طول **45 کیلومتر** و مشتمل بر **7 ایستگاه اصلی** از محله **وردآورد** واقع در غرب تهران در امتداد غربی-شرقی شروع و پس از عبور از **مرزداران** و **میدان** **پونک** به سمت **خیابان** **دکتر** **شریعتی** حرکت کرده و از آنجا به سمت **میدان** **هروی** و **مترو** **جانبازان** و **میدان** **نبرد** در راستای شمالی-جنوبی ادامه مسیر خواهد داد و در راستای اتصال و ایجاد ایستگاه های مترو در محدوده غرب تا جنوب شرق شهر تهران و با هدف کوتاه نمودن زمان جابجایی میان خطوط فعلی مترو تهران می باشد.

از جمله مسائل بررسی شده در این پروژه میتوان به بررسی و محاسبه هزینه حفاری و ایجاد تونل بسته به سختی و جنس زمین و طول مسیر های انتخاب شده اشاره کرد که منجر به بهینه سازی هزینه برآورد شده نهایی پروژه شد. با توجه به هزینه زیاد و وجود مسائل مختلف اجرا و تأسیس ایستگاه ها به پیمان کاران زیر نظر شهرداری تهران سپرده شد تا بتوانیم در کنار مسئله بودجه، در زمان کمتری شاهد بهره برداری از این خط جدید مترو باشیم.

انتخاب ایستگاه ها و مسیر تونل مترو جدید بر اساس **بهینه سازی** نسبت به **حجم جابجایی** و **کاهش طول سفر** صورت گرفته است و همچنین میزان هزینه به ازای احداث هر کیلومتر از این خط مترو به میزان **1200 میلیارد تومان** برآورد شده است.

همچنین خط مورد نظر عمیق ترین و طولانی ترین خط نسبت به سایر خطوط می باشد و لازم به ذکر است این پروژه شامل حفاری تونلی، اجرای لاینینگ (آستر زنی داخلی تونل) و سازه های اصلی می باشد.

همچنین موارد زیر به عنوان سایر بخش های پروژه اجرا و پیاده سازی خواهد شد :

* احداث دسترسی تکمیلی ایستگاه ها و راه های ارتباطی اضطراری
* اجرای عملیات نازک کاری کلیه قسمت های احداثی
* اجرای تأسیسات برقی، مکانیکی و سیستم آتش نشانی
* تونل های ارتباطی با سایر خطوط برای تبادل مسافر و ناوگان

از آنجا که هر کدام از ایستگاه های مترو در یکی از **مناطق 22 گانه** تهران بنا میشوند میتوان با سپردن مسئولیت احداث ایستگاه به شهرداری منطقه مربوطه از نکات مثبتی مانند: استفاده بهینه تر از بودجه، معماری متناسب با فرهنگ آن منطقه و ایجاد امکانات رفاهی به فراخور ساکنین اشاره کرد.

# منشور پروژه

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ۱. اطلاعات پروژه | | | | | | |
| نام پروژه | | | تأسیس یک خط جدید مترو در تهران | | | |
| حامی پروژه | | | وزارت راه و شهر سازی | | | |
| مشتری پروژه | | | شهرداری تهران | | | |
| مدیر پروژه | | | علی جعفری – محمد علی شجاعی – سید محمد سجادی | | | |
| ۲. تیم پروژه | | | | | | |
| عنوان | گروه | | | وظایف | | |
| مدیر پروژه | کنترل و مدیریت پروژه | | | برنامه ریزی، هماهنگی، نظارت بر روی پروژه | | |
| مهندس عمران | تیم مهندسی | | | نظارت بر مراحل ساخت | | |
| مهندس برق | تیم مهندسی | | | هماهنگی و نظارت بر تاسیسات برقی | | |
| مهندس آب و فاضلاب | تیم مهندسی | | | طراحی و پیاده سازی نقشه آب و فاضلاب پروژه تونل | | |
| مهندس زمین شناسی | تیم مهندسی | | | بررسی ساختار و سختی لایه های زمین جهت حفاری | | |
| مهندس حفاری | تیم مهندسی | | | نظارت بر فرآیند حفاری | | |
| مهندس ریل | تیم مهندسی | | | بررسی نحوه قرار گیری و تقاطع دهی ریل ها و نظارت بر فرآیند ریل گذاری | | |
| مهندس تاسیسات | تیم مهندسی | | | نظارت بر خرید تجهیزات و اجرای تاسیسات | | |
| کارگر شرکت پیمانکاری | تیم ساخت و ساز | | | ساخت و اجرای عملیات پروژه | | |
| مسئول خرید | تیم تدارکات | | | تأمین مصالح و تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز پروژه | | |
| مدیرتأمین منابع انسانی | کنترل و مدیریت پروژه | | | استخدام و تأمین کادر مناسب و مجرب مورد نیاز پروژه | | |
| مدیر ارتباطات | کنترل و مدیریت پروژه | | | اجرا و نظارت بر برنامه های ارتباطی داخل و خارج از پروژه | | |
| ۳. ذی نفعان پروژه | | | | | | |
| شهرداری تهران | | | | | | |
| وزارت راه و شهرسازی | | | | | | |
| وزارت صنعت معدن و تجارت (صمت) | | | | | | |
| مدیران پروژه | | | | | | |
| پرسنل و تیم اجرایی پروژه | | | | | | |
| پیمانکاران پروژه | | | | | | |
| تأمین کنندگان مصالح و تجهیزات پروژه | | | | | | |
| ۴. اهداف محدوده، زمان، هزینه و کیفیت | | | | | | |
| محدوده پروژه | | | | | | |
| تأسیس خط دهم مترو تهران به طول 45 کیلومتر که مجموعه ایستگاه های شمال و شرق تهران را به هم متصل می کند؛ سطح مقطع تونل مترو 104 متر مربع؛ میانگین عمق (ارتفاع) از سطح زمین 35 متر و میانگین ارتفاع از سطح آب های آزاد 1.2 کیلومتر است. | | | | | | |
| زمان پروژه | | | | | | |
| زمان ساخت و اجرای اولیه 7 سال که آغاز آن آذر ماه ۱۴۰۱ تا پایان آذر ماه ۱۴۰8 میباشد (طبق قرارداد اجرا و ساخت پروژه قابل تغییر تا 15 درصد زمان اولیه و حداکثر 8 سال میباشد). | | | | | | |
| هزینه پروژه | | | | | | |
| هزینه اخذ مجوز ها **- به میزان 10 میلیون تومان خرج بستر سازی و اخذ مجوز های لازم**  حقوق مدیریت پروژه **- 641 میلیون تومان (ساعتی 40 هزار تومان)** حقوق مدیریت ارتباطات **- 448 میلیون تومان (ساعتی 30 هزار تومان)**  حقوق مدیریت منابع انسانی **- 5 میلیون تومان ( ساعتی 90 هزار تومان)** حقوق مسئولین خرید **- 115 میلیون تومان (ساعتی 20 هزار تومان)**  حقوق مهندس زمین شناسی **- 8 میلیون ( ساعتی 80 هزار تومان)** حقوق مهندسین حفاری **- 256 میلیون تومان ( ساعتی 40 هزار تومان)**  حقوق مهندسین ریل **- 152 میلیون تومان ( ساعتی 35 هزار تومان)** حقوق مهندسین عمران **- 860 میلیون تومان ( ساعتی 35 هزار تومان)**  حقوق مهندسین برق **- 180 میلیون تومان ( ساعتی 90 هزار تومان)** حقوق مهندسین آب و فاضلاب **- 49 میلیون تومان (ساعتی 25 هزار تومان)**  حقوق مهندسین تاسیسات **- 75 میلیون تومان (ساعتی 25 هزار تومان)** حقوق کارگران **- 9 میلیارد و 600 میلیون تومان (ساعتی 15 هزار تومان)**  بودجه خرید، تعمیر و سوخت ماشین آلات - 5 میلیارد و 500 میلیون تومان  بودجه خرید تجهیزات تاسیسات - 600 میلیون تومان  بودجه خرید تجهیزات ایمنی - 100 میلیون تومان  بودجه تهیه مصالح - 40 میلیارد و 500 میلیون تومان (900 میلیون تومان به ازای هر کیلومتر تونل)  مجموعا حدود 60000 میلیارد تومان مبلغ تخمینی اولیه می باشد. (طبق قرارداد قابل تغییر تا ۱۰ درصد مبلغ تخمینی). | | | | | | |
| کیفیت پروژه | | | | | | |
| تحویل خط جدید مترو با محدوده ذکر شده با مصالح درجه ۱ طبق قرارداد که براساس خواسته کارفرما بین کارفرما و پیمان کار تنظیم شد. | | | | | | |
| ۵. رخداد های کلیدی (مایلستون های پروژه) | | | | | | |
| عنوان | | توضیحات | | | تاریخ شروع | تاریخ پایان |
| نهایی کردن تیم پروژه و اخذ مجوز ها | | تکمیل کادر اجرایی و اخذ مجوزها | | | *01/۰9/۱۴۰۱* | 19/09/۱۴۰۱ |
| طراحی نقشه ها و چشم انداز پروژه | | تایید نهایی نقشه های تونل | | | *19/۰9/۱۴۰۱* | 09/12/۱۴۰۱ |
| تکمیل خرید تجهیزات و ماشین آلات | | **خرید تجهیزات و ماشین آلات** | | | 20/10/۱۴۰۱ | 21/01/۱۴۰2 |
| تکمیل گود برداری و حفاری | | **اتمام گودبرداری، حفاری و تسطیح** | | | 24/12/۱۴۰۱ | 24/08/۱۴۰5 |
| تکمیل فونداسیون | | تکمیل گود برداری ورودی تونل | | | *24/08/۱۴۰5* | 16/11/۱۴۰7 |
| ریل گذاری، تکمیل پروژه و تحویل | | ریل گذاری، کنترل نهایی و تحویل | | | *16/11/۱۴۰7* | 02/11/۱۴۰8 |
|  | | | | | | |
| ریسک های پر اهمیت | | | | | | |
| |  |  | | --- | --- | | پیامد های ریسک | ریسک | | افزایش قیمت ها و بالا رفتن بودجه مورد نیاز برای اتمام پروژه | تورم | | کمبود مصالح و مواد اولیه با کیفیت مناسب | تحریم | | تخریب و وارد شدن آسیب فیزیکی به پروژه و یا ایجاد تأخیر به دلیل مسائل ایمنی | آسیب های طبیعی (زلزله، سیل، طوفان و ... ) | | به مشکل خوردن بخشی مهم از پروژه و عقب ماندن از برنامه زمانی و یا عدم اتمام پروژه | عدم توانایی افراد کلیدی پروژه به ادامه کار | | | | | | | |
| محدودیت ها | | | | | | |
| محدودیت زمانی برای اتمام به موقع مراحل پروژه  محدودیت منابع انسانی کارآمد برای اجرای با کیفیت پروژه  محدودیت در سطح کیفی و پاس کردن استاندارهای بین المللی  محدودیت در اخذ مجوز های لازم و در نتیجه به محدود شدن اجرای پروژه طبق برنامه ریزی | | | | | | |
| ۶. استراتژی ارتباطات | | | | | | |
| جلسه مدیران پروژه با نمایندگان حامی و مشتری و انتقال پیشروی پروژه : هر ۳ ماه یکبار  جلسه مدیران پروژه با مدیر مالی، مدیر ارتباطات و مدیر منابع انسانی و مدیر تدارکات : هر یک ماه  جلسه مدیر تدارکات با تأمین کنندگان مصالح : هر یک ماه  جلسه مدیران پروژه با پیمانکاران برای نظارت و کنترل بر روند پروژه : هر دو هفته یکبار  جلسه پیمانکاران پروژه با عوامل اجرای برای اطمینان بر صحت اجرای فعالیت ها : یک روز در میان | | | | | | |
| ۷. اختیارات مدیران | | | | | | |
| **عزل و نصب نفرات کلیدي پروژه (مدیران، پیمانکاران و تیم اجرایی، به طور کلی تمام بخشها) به تشخیص نهایی مدیر پروژه.**  **زمان و نوع هزینه کرد درآمدهاي پروژه و صورت وضعیت ها در چارچوب بودجه نهایی مصوب.**  **انتخاب پیمانکار و عقد قرارداد.**  **تعیین نحوه اداره پروژه و تعامل با کارفرما و مشاور ناظر شرکت.** | | | | | | |

# ساختار شکسته پروژه ()

# روابط پیش نیازی و هم نیازی ( به همراه تخصیص منابع)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **منابع** | **زمان مورد نیاز** | **پیش نیاز** | **نام فعالیت** |  |
| **هزینه اخذ مجوز ها** | **1 هفته** | **ـ** | **اخد مجوز های لازم** | **1** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1 هفته** | **1** | **استخدام مهندس زمین شناسی** | **2** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام مهندس حفاری** | **3** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام مهندس ریل** | **4** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام مهندس عمران** | **5** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام آب و فاضلاب** | **6** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام مهندس برق** | **7** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام مهندس تأسیساتی** | **8** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام مسئول خرید** | **9** |
| **مدیر منابع انسانی** | **1** | **استخدام کارگران شرکت پیمانکاری** | **10** |
| **مهندس زمین شناسی** | **12 روز** | **2** | **طراحی نقشه زمین شناسی** | **11** |
| **مهندس حفاری و عمران** | **6 روز** | **3 ، 5 ، 11** | **طراحی نقشه مسیر تونل** | **12** |
| **مهندس حفاری و عمران** | **4 روز** | **12** | **طراحی نقشه ابعاد تونل** | **13** |
| **مهندس حفاری و عمران** | **2 روز** | **13** | **طراحی نقشه دسترسی ها** | **14** |
| **مهندس عمران** | **12 روز** | **14** | **طراحی نقشه ایستگاه** | **15** |
| **مهندس ریل و عمران** | **12 روز** | **15** | **طراحی نقشه ریل گذاری** | **16** |
| **مهندس تاسیسات و برق** | **5 روز** | **7 ، 8 ، 16** | **طراحی نقشه تأسیسات برق** | **17** |
| **مهندس تاسیسات و آب** | **5 روز** | **17** | **طراحی نقشه تأسیسات آب و فاضلاب** | **18** |
| **مهندس تاسیسات و عمران** | **2 روز** | **18** | **طراحی نقشه سیستم تهویه** | **19** |
| **مسئول خرید و مهندس حفاری و بودجه ماشین آلات** | **21 روز** | **9 ، 14** | **خرید ماشین آلات حفاری** | **20** |
| **مسئول خرید و مهندس حفاری و عمران و بودجه ماشین آلات** | **21 روز** | **9 ، 14** | **خرید سیستم ترابری تخلیه مصالح** | **21** |
| **مسئول خرید و مهندس عمران و بودجه مصالح** | **24 روز** | **9 ، 19** | **تهیه مصالح** | **22** |
| **مسئول خرید و مهندس برق و بودجه تجهیزات ایمنی** | **7 روز** | **17** | **روشنایی اضطراری** | **23** |
| **مسئول خرید و مهندس برق و بودجه تجهیزات ایمنی** | **7 روز** | **17** | **منبع تغذیه اضطراری** | **24** |
| **مسئول خرید و بودجه تجهیزات ایمنی** | **10 روز** | **19** | **آشکار ساز حریق** | **25** |
| **مسئول خرید و بودجه تجهیزات ایمنی** | **10 روز** | **19** | **تجهیزات اطفاء حریق** | **26** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **30 روز** | **10 ، 21 ، 22 ، 23 ، 24 ، 25 ، 26** | **گود برداری** | **27** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **7 روز** | **27** | **رمپ ماشین آلات حفاری** | **28** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران و مهندس حفاری** | **7 ورز** | **28** | **ایجاد دسترسی ورودی تونل** | **29** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات** | **41 روز** | **3 + SS 27** | **حمل خاک گود برداری** | **30** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران و مهندس حفاری** | **730 روز** | **30** | **حفاری** | **31** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات** | **727 روز** | **3 + SS 31** | **حمل خاک حفاری** | **32** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **240 روز** | **32** | **تسطیح** | **33** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **90 روز** | **22 ، 33** | **عایق و آب بندی** | **34** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات** | **390 روز** | **34** | **قالب بندی** | **35** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **390 روز** | **3 + SS 35** | **آرماتور بندی دیواره ها** | **36** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **390 روز** | **5 + SS 36** | **اجرای بتن کف** | **37** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **390 روز** | **7 + SS 37** | **اجرای بتن دیوار** | **38** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس عمران** | **390 روز** | **7 + SS 38** | **اجرای بتن طاق** | **39** |
| **کارگر و مهندس عمران** | **390 روز** | **7 + SS 39** | **قالب برداری** | **40** |
| **کارگر و مسئول خرید و مهندس تاسیسات و مهندس برق و بودجه تجهیزات تاسیسات** | **120 روز** | **40** | **تاسیسات برق** | **41** |
| **کارگر و مسئول خرید و مهندس تاسیسات و مهندس آب و فاضلاب و بودجه تجهیزات تاسیسات** | **120 روز** | **40** | **تاسیسات آب و فاضلاب** | **42** |
| **کارگر و مسئول خرید و مهندس تاسیسات و مهندس برق و بودجه تجهیزات تاسیسات** | **120 روز** | **40** | **تاسیسات تویه** | **43** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مهندس ریل** | **270 روز** | **43** | **بتن ریزی** | **44** |
| **کارگر و بودجه ماشین آلات و مسئول خرید و مهندس ریل و مهنس عمران** | **263 روز** | **7 + SS 44** | **نصب تراورس و ریل گذاری** | **45** |

**نکات**:

**مدیر پروژه و مدیر ارتباطات در تمامی فعالیت ها به صورت پیشفرض حضور دارند.**

**فعالیت های همرنگ، زیر مجموعه مایلستون های اصلی در ساختار شکسته پروژه و همنیاز می باشند.**

**لگ های زمانی :**

1. **حمل خاک گود برداری**
2. **حمل خاک حفاری**
3. **آرماتور بندی دیواره ها**
4. **اجرای بتن کف**
5. **اجرای بتن دیواره ها**
6. **اجرای بتن طاق**
7. **قالب برداری**
8. **نصب تراورس و ریل گذاری**