www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

www.jozve.org

گذارش کارآموزی

محل کارآموزی:

ایستگاه متروی میدان نیروی (F_3)

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر بنی هاشم

دانشجو:

محمد تقی نظری ۸۹۱۱۶۲۰۹۹

mn٦٧.nazari@yahoo.com

تابستان۹۱

www.jozve.org

بسم الله الرحمن الرحیم

فهرست

مقدمه ۴
مشخصات پروژه ۵
مشخصات فنی پروژه ۶
موقعیت و شرایط کارگاه ۷
خاکبرداری ۱۰
شاتکریت ۱۳
عایق کاری ۱۵
سازه نگهبان ۱۸
سازه نگهبان شفت مرکزی ۲۱
سازه نگهبان زیرزمینی ۲۴
پی ۲۷
دیوار ۳۰
سقف ۳۴
کرادر ۳۷
گذارش کار کارگاه ۴۱
مشکلات در حین کار ۴۲
نتیجه گیری ۴۴

mn٦٧.nazari@yahoo.com

مقدمه

امروزه با گسترش شهرها و جمعیت مناطق شهری, مشکلات ناشی از ازدحام و تراکم افراد از یکطرف و نیاز به گسترش خدمات حمل و نقل ریلی از سوی دیگر سبب شده است تا استفاده از فضاهای زیرزمینی و خصوصاً مترو بعنوان یکی از گزینه‌های مناسب مطرح باشد.از مزایای قطار شهری (مترو) می‌توان به حجم بالای جابجایی مسافر, عدم تداخل با سازه‌های سطحی و ترافیک شهری, عمر مفید نسبتاً بالای آن, ایمنی بسیار خوب سازه تونل در برابر زلزله و حوادث غیرمترقبه, کاهش آلودگی هوا, برقراری ارتباط مناسب و مستقیم بین مراکز مسکونی و مراکز کار و خرید, افزایش سرعت ترافیک روسطحی با کاهش تعداد سفرهای درون شهری و ... اشاره نمود.

یکی از نشانه‌های پیشرفت هر کشوری توسعه خطوط حمل و نقل می‌باشد. در درون شهرها با توجه به ازدحام جمعیت و از آن مهمتر محدود بودن زمین قابل تردد باعث شد تا کارشناسان به فکر راه حل‌هایی برای حمل ونقل مردم انجام دهند. یکی از راه حل هایی که مورد استقبال چشمگیر قرار گرفت استفاده از خطوط زیرزمینی یعنی مترو بود. به طور کل یکی از معیارهای پیشرفت و مقایسه هر کلان شهری در جهان خطوط حمل و نقل ریلی یعنی همان مترو می‌باشد.

امروزه در تمام نقاط جهان از فضای ایستگاه های مترو به عنوان یکی از مهمترین گذرگاه های عمومی برای ارائه خدمات و امر پیام رسانی فعالیت های بازرگانی و معرفی محصولات صنایع و بنگاه های خدمات رسانی به شیوه های مختلف استفاده مطلوب به عمل می آید و با توجه به پتانسیل های چشمگیر مترو نظیر حمل و نقل سبز، ایمن، سریع، ... همراه با آرامش و توسعه روزافزون شبکه و افزایش تردد قطارها، میزان استقبال شهروندان از این شبکه رو به افزایش بوده و پیوسته از رشد چشمگیری برخوردار می باشد.

از مهمترین مزایای استفاده از مترو می‌توان موارد زیر را نام برد:

- **امکان انجام سفرهای درون شهری و ارتباط حومه با مرکز تهران با سرعت مناسب**
- **تردد دقیق و ایمن با بالاترین فناوری ممکن**
- **توجه به مسائل زیست محیطی با کاستن از حجم شبکه های حمل و نقل آلوده کننده**
- **ایجاد و گسترش فرهنگ نظم با توجه به ارزش والای وقت در زندگی روزمره شهروندان**
- **ایجاد فضای اجتماعی آرام و آسوده**
- **صرفه جویی در مصرف سوخت**
- **کاهش تصادفات**
- **صرفه جویی در اتلاف وقت**
- **صرفه جویی در هزینه درمان و نظافت ناشی از آلودگی هوا**
- **صرفه جویی در هزینه مصرف لوازم یدکی و استهلاک خودروها**
- **مترو گامی در توسعه پایدار شهرها**

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

مشخصات پروژه

- **پروژه: ایستگاه متروی منیریه (خط ۳)**
- **نام کارفرما: راه آهن شهری تهران و حومه (مترو)**
- **مدیریت طرح: مهندس مشاور پژوهش**
- **مهندسین مشاور: مهندسین مشاور بادبند**
- **نام پیمانکار: شرکت آهاب**
- **قرارداد ساخت ایستگاه متروی میدان منیریه از نیمه دوم سال ۱۳۸۸ به مدت چهار سال به شماره قرارداد ۱۲۰۹۸/۸۱۱ کلید خورد.**
- **ایستگاه متروی منیریه در میدان منیریه در خیابان ولی‌عصر (عج) تهران در محدوه مرکزی شهر واقع شده است. ایستگاه متروی منیریه در خط سه مترو تهران واقع شده است. خط سه متروی تهران که یکی از مهمترین خطوط اصلی از خطوط ۷ گانه متروی تهران به شمار می‌رود، به طول ۳۵ کیلومتر و دارای ۲۸ ایستگاه از بزرگراه ایت الله سعیدی در جنوب غربی تهران تا شهرک شکوفه در شمال شرقی تهران ادامه دارد.**

مشخصات فنی پروژه

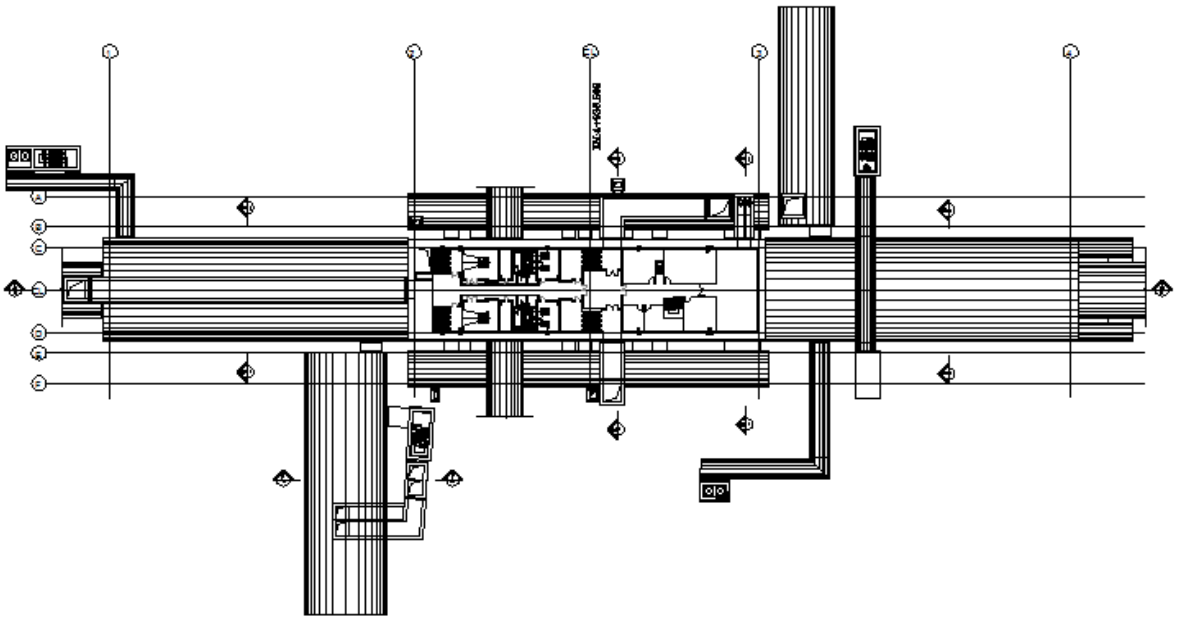
پروژه در مرحله سازه و سازه نگهبان و شروع نازک کاری می‌باشد. مجموعه سازه پروژه ایستگاه متروی منیریه از چهار قسمت تشکیل شده است:

- **قسمت اول: ورودی به ایستگاه**
- **قسمت دوم: هوارسان یا هواساز ایستگاه مترو**
- **قسمت سوم: سالن بلیط فروشی**
- **قسمت چهارم: محل عبور قطار شهری**

ایستگاه متروی منیریه از لحاظ سازه‌ای ، ایستگاه F_3 نامگذاری شده بود. سازه اصلی ایستگاه F_3 به صورت ترانشه باز و الباقی به صورت تونل و در داخل زمین با حفاری هایی احداث می‌شود.

سازه ایستگاه F_3 از موارد زیر تشکیل شده است:

۱-ورودی شرقی ۲- ورودی غربی ۳-شفت تهویه هواساز ۴-پله فرار ۵-ورودی معلولین ۶-نگهبانی و کنترل ۷-دروازه کنترل معلول ۸-سرویس بهداشت معلول ۹-آسانسور معلول ۱۰-شفت دهه پست کشش ۱۱-شفت مکش پست کشش ۱۲-شفت مکش تهویه چهارم ۱۳-شفت مکش تهویه چهارم ۱۴-محوطه عبور قطار ۱۵-تونل ۱۶-تونل تاسیساتی ۱۷-داکت اتاق هواساز نیم تونل شمالی ۱۸-اتاق هواساز نیم تونل شمالی ۱۹-کانال انتقال هوا به نیم تونل شمالی ۲۰-شفت انقال هوا به نیم تونل شمالی ۲۱-فضای نیم پله برقی سکوی شرقی ۲۲- فضای نیم پله برقی سکوی غربی ۲۳-اتاق مخزن و ذخیره آب ۲۴-اتاق توزیع برق ۲۵-اتاق اتفاع حریق ۲۶-آسانسور و...
پلان ایستگاه به صورت کلی به قرار زیر می‌باشد:



www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

موقعیت و شرایط کارگاه

تجهیز کارگاه در کارگاههای عمرانی جزء اولین کارهایی است که آغاز می شود.تجربه ثابت کرده است کسانی می توانند در این قسمت از پروژه موفق باشند که با نوع کاری که قرار است در آن پروژه استارت بخورد کاملاآشنا باشند . تهیه نقشه های مربوط به برپا کردن کارگاه که درقالب نقشه تجهیز کارگاه ارائه می شود در این زمینه راهگشا می باشد. معمولا احداث راههای دسترسی ـ انبارها ـ محل اسکان کارکنان پیمانکار ـ دفاتر مربوط به کارفرما و مشاور وپیمانکارجزء کارهای با اولویت می باشد . در کارگاههای بزرگ نیز احداث آشپزخانه و سالن غذا خوری از ضروریات می باشد که مورد توجه قرار می گیرد. نکته قابل توجه که در طراحی نقشه مربوط به تجهیز کارگاه باید چیدمان و استقرار دفاتر وماشین آلات به نحوی باشد که بتوان بیشترین بهره را از فضا و زمان بدست آورد و تأسیسات احداثی به گونه ای باشند که در روند احداث پروژه نه تنها به مانع تبدیل نشوند بلکه در صورت امکان بتوان در مدت بهره برداری نیز از آنها استفاده کرد.

کارگاه ایستگاه میدان منیره (F_3) خط سه متروی تهران دارای شرایط ویژه‌ای دارد. این کارگاه به دلیل وجود در یکی از مراکز حساس شهر و از مناطق پر رفت و آمد شهر تهران می‌باشد. به همین دلیل با مشکل کمبود فضای کار و راه اندازی کارگاه مواجه بود. پروژه هایی همچون این ایستگاه‌هایی، پروژه‌های خاص می‌باشند و احتیاج به فضای کافی برای راه‌اندازی کارگاه می باشند ولی به خاطر شرایطی که در بالا ذکر گردید، از فضای محدودی برای کارهای عمرانی برخوردار بود. همانطور که در عکس مشاهده می‌شود، تنها خود فضای قبلی میدان مورد استفاده قرار گرفت.

همانطور که در شکل هم مشاهده می‌شود، به خاطر محدودیت مکانی حتی برای دفاتر فنی و دفتر مهندسین و سرپرست کارگاه از کانکس‌هایی به صورت موقت استفاده می‌شد. از جمله کسانی که در گارگاه مستقر بودند، ناظر کارفرما بود که شرایط کار را مورد بازرسی و نتایج کلی ودرصد پیشرفت کار را گذارش می‌کرد. یکی دیگر از ناظرین مستقر در کارگاه، ناظر مشاور بود که به کارهای انجام شده توسط پیمانکار رسیدگی می کرد. همچنین ارائه نقشه‌های سازه ای از طرف مشاور طرح به پیمانکار بود. کارگاه به صورت کلی توسط سرپرست کارگاه اداره می‌شد که وظیفه آن هماهنگی بین عوامل انجام دهنده کارها و همچنین پیشبرد کار بود. کارهای اجرایی توسط مهندسین اجرایی کنترل و هماهنگ می‌شد. همچنین دفتر فنی متشکل از مهندسین باتجربه وظیفه برداشت کارهای روزانه و تهیه صورت وضعیت‌ها، چک کردن نقشه‌های اجرایی و اعمال آنها به مهندسین اجرایی برای پیشبرد کار بود. همچنین این گروه وظیفه داشتند تا اگر مشکل فنی در کارگاه پیش آمد، شرایط و نقشه‌ها با هماهنگی از مشور به صورت استاندارد عوض کنند و دوباره برای اجرا شدن به مهندسین اجرایی عودت دهند. در جدول زیر تمام نیروهای انسانی همچنین تمام ابزار و دستگاه‌های مورد استفاده در این پروژه به تصویر کشیده شده است.

نیروی انسانی		
شرح	شیفت روز	شیفت شب
سرپرست کارگاه	۱	۰
مهندس اجرایی	۳	۱
مهندس دفتر فنی	۷	۰
مهندس نقشه بردار	۱	۰
کمک نقشه بردار	۱	۰
HSE	۱	۰
امور اداری	۲	۰
انباردار	۲	۰
برق و تاسیسات	۳	۰
مسئول ماشین آلات	۰	۰
سر کارگر	۰	۰
نگهبان	۱	۱
آبدارچی	۲	۰
کارگر ساده	۴	۲
اکیپ بتن ریز	۰	۰
جوشکار	۱	۰
اپراتور پمپ	۰	۰
اپراتور جرثقیل دروازه ای	۱	۱
اپراتور جرثقیل ۵۰ تن	۲	۰
اپراتور بچینگ	۰	۰
راننده	۲	۷
اسکلت کار فلزی	۲	۰
پیمانکار عایق کاری و۰۰۰	۰	۰
اکیپ حفار	۱۲	۲
حفاری و تزریق	۰	۰
آرماتور بند ،قالب بند،داربست بند	۲۹	۰
جمع کل	۷۷	۱۴
شرکت سابیر بین الملل		
سرپرست	۱	۰
نقشه بردار	۰	۰
کمک نقشه بردار	۰	۰
استاد کار	۱	۰
کارگر ساده	۶	۰
جمع کل	**۸**	**۰**

ماشین آلات و تجهیزات				
نوع دستگاه	تعداد	واحد	فعال	غیر فعال
بیل مکانیکی	۱	دستگاه	۱	۰
لودر	۲	دستگاه	۲	۰
کامیون کمپرسی	۶	دستگاه	۶	۰
تراک میکسر	۰	دستگاه	۰	۰
بابکت	۰	دستگاه	۰	۰
پمپ (زهکش)	۱	دستگاه	۱	۰
پمپ بتن	۱	دستگاه	۰	۱
پمپ شات کریت	۲	دستگاه	۰	۲
ویبراتور	۱	دستگاه	۰	۱
کمپرسور	۲	دستگاه	۲	۰
جرثقیل دروازه ای	۱	دستگاه	۱	۰
جرثقیل ۵۰ تن	۱	دستگاه	۱	۰
بچینگ پلانت	۰	دستگاه	۰	۰
سیلو ۶۰ تن	۱	دستگاه	۱	۰
تانکر ۲۰۰۰۰ لیتری	۱	دستگاه	۱	۰
تانکر ۶۰۰۰ لیتری	۱	دستگاه	۱	۰
چکش (پیکور) بادی	۱۳	دستگاه	۴	۹
چکش (پیکور) برقی	۱	دستگاه	۱	۰
بالابر	۹	دستگاه	۰	۹
ست خم و برش آرماتور	۲	دستگاه	۲	۰
رکتیفایر	۳	دستگاه	۳	۰
موتور جوش	۳	دستگاه	۳	۰
جت فن	۲	دستگاه	۱	۱
هوابرش	۳	دستگاه	۱	۲
تریلی کفی	۰	دستگاه	۰	۰
دوربین توتال	۱	دستگاه	۰	۱
تیفور	۲	دستگاه	۰	۲
چین بلاگ	۳	دستگاه	۱	۲
دریل واگن	۱	دستگاه	۰	۱
مخلوط کن سیمان	۱	دستگاه	۰	۱
دوربین توتال (سابیر)	۰	دستگاه	۰	۰
هوابرش (سابیر)	۱	دستگاه	۱	۰
رکتیفایر (سابیر)	۳	دستگاه	۳	۰

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

خاکبرداری

آغاز هر کار عمرانی با خاکبرداری شروع میشود . لذا آشنایی با انواع خاک برای افراد الزامی است. خاکبرداری (برداشت سطحی خاک) و گود برداری (برداشت خاک بطور عمیق) یک کار تخصصی بوده که دارای ابزارها و روشهای اجرایی خاص خود میباشد . مهندسین متخصص در این زمینه علاوه بر دانش نحوه اجرای خاکبرداریهای تخصصی به مهارتهایی برای تثبیت خاک های جانبی و ساختمانهای مسکونی جانبی زمین از قبیل اجرای سازه های نگهبان نیز باید مسلط باشند تا بتوانند تا در عمق های زیاد به گود برداری اقدام کنند . تنوع سازه های نگهبان و شیوه های مختلف تثبیت خاک کاری تخصصی میباشد که لازمه دیدن دوره های دانشگاهی مرتبط و نیز کارهای اجرایی و تجربیات خاص خود میباشد .

در گودبرداری‌های حجیم مانند پروژه ایستگاه F_3، بادذ دقت عمل بسیاری انجام داد تا علاوه بر پیشرفت کار و انجام اصولی گودبرداری طبق نقشه‌های اجرایی، حفظ جان افراد و ایمنی مدنظر قرار گیرد. به طور معمول در کشور ما گودبرداری را آنطور که باید مورد توجه قرار نمی‌گیرد. لذا شاهد حوادثی از قبیل گودبردرای غیر اصولی و به طبع ریزش آن و در حوادثی باعث صدمه دیدن جان افراد و حتی موجب مرگ افراد می‌شود.

در پروژه‌های گودبرداری مترو باید دقت عمل زیادی به عمل آید تا صدمات نبشی از گودبرداری به حداقل برسد. لذا باید از موارد ایمنی توجه شود.

همانطور که مشخص است گودبرداری در بیشتر موارد باید با استفاده از ماشین آلات مخصوص خاکبرداری انجام شود و در مواردی که ماشین آلات توانایی انجام کار را ندارند، با استفاده از ابزار دستی و ساده خاکبرداری انجام می‌شود تا به ترازهای مورد نظر پروژه رسید.

ماشین‌هایی که در این پروژه قابل استفاده بودند می‌توان از لودر و بیل مکانیکی نام برد که هرکدام را می‌توان به اختصار در زیر توضیح داد:

بیل مکانیکی: از ماشین سنگین عمرانی و مهندسی است که شامل بازوی مفصلی، باکت و کابین گردان در قسمت بالا و زنجیر و یا چرخ لاستیکی در زیر می‌باشد. این ماشین ارتقاء یافتهٔ بیل‌های بخار است. از قابلیت‌های این ماشین می‌توان به نصب چکش که بسیار پرکاربرد است اشاره کرد. نصب چکش برقی یا پنوماتیک بجای باکت این دستگاه، این امکان را فراهم می‌کند که سطوح و احجام سنگی یا بتونی را که بنا به دلایلی نمی‌توان با مواد منفجره تخریب کرد، به‌وسیله مجموعه این دو وسیله (بیل و چکش) تخریب نمود. لازم به ذکر است به دلیل حجم کم باکت و هزینه‌های بالای نگهداری، برای خاکهای نرم و با حجم زیاد لودر وسیله اقتصادی تر و مناسب تری است.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

لودر: لودر یکی از کاربردی ترین ماشین‌آلات ساختمانی و عمرانی است. این ماشین به دلیل عملکرد و انعطاف پذیری زیادی که دارد و نیز با کمک تغییر جام می تواند بسیاری از کارها را انجام دهد. لودر موارد استفاده بسیاری دارد که برخی از آنها عبارتند از ایجاد خاکریزها، حفاری زیرزمین بناها، پرکردن خندقها، خاکریزی اطراف لوله های کارگذاشته شده در کانالها، بارکردن کامیونها، حمل بتن به محل قالبها و بلند کردن و حمل مصالح ساختمانی. به ماشین لودر می‌توان انواع ملحقات نظیر برف روب، کانال کن، لوله بر، لوله گذار، جرثقیل لیفت تراک را نصب کرد و کاربردهای دیگری ازآن گرفت.

انواع لودر:

۱) لودر چرخ لاستیکی:

این لودرها دراقسام خیلی بزرگ ساخته میشود. چرخهای بزرگ لاستیکی به این نوع لودرها قدرت تحرک وسرعت فراوانی می‌بخشد. فشار وارده برزمین توسط این لاستیکها کم بوده ومیتوان این فشار را با تغییر میزان باد لاستیکها تغییرداد باین همه درزمنیهای دارای سنگهای تیزامکان آسیب این لاستیکها وجود دارد. درضمن در زمینهای خیس و گل آلود نیز کار کردن با لودر چرخ لاستیکی مشکل است البته زنجیرهای سیمی مخصوص جهت حفاظت لاستیکها وجود دارد که میتوان برای ازدیاد اصطکاک لاستیک‌ها باسطح زمین آنها رابه کاربرد نوعی از لاستیکهای جدید ساخته شده اند که دارای عاجهای خیلی ضخیمی هستند و میتوانند درمناطق سنگی کار کنند این لودرها بر دو نوع معمولی وکمرشکن هستند.

۲) لودر زنجیری:

لودرهای چرخ زنجیری مانند لودرهای چرخ لاستیکی عمل می کنند. با این تفاوت که فشار کمی که بر زمین وارد می کنند باعث میشود که لودرهای با چرخ زنجیردار بتوانند در زمینهایی کار کنند که قابل استفاده برای لودرهای لاستیک در نیستند اصطکاک زیاد آنها با زمین باعث می‌شود که بتوانند نهایت استفاده را از قدرت موتور درکندن زمین بنمایند و چون زنجیر دارند هنگام کار در مناطق دارای سنگهای تیز خطرپاره شدن لاستیک وجود ندارد. لودرهای زنجیردار قادر به حرکت برروی سطحهای باشیب جانبی ٪۳۵میباشند در صورتی که این رقم برای لودر چرخ لاستیکی ٪۱۵ است همچنین لودر زنجیردار میتواند از شیب ٪۶۰ بالا برود در حالیکه این رقم برای لودر لاستیک دار به حدود ٪۳۰ محدود میشود سرعت لودر زنجیردار خیلی کمتر از لودر لاستیک داربوده به همین علت درمواردی که فاصله حمل مواد وبازگشت به محل بارگیری زیاد باشد راندمان این ماشین نسبت به نوع لاستیک دار پایین است.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

ایمنی در گودبرداری

یکی از مواردی که در خاکبرداری باید بسیار مورد توجه قرار گیرد و رابطه مستقیمی با جان افراد دارد، ایمنی می‌باشد . ایمنی از لحاظ‌های متعددی باید مورد توجه قرار گیرد.

موارد ایمنی مربوط به گودبرداری را می توان در سه دسته عمده زیر قرار داد:

- **ایمنی کارکنان داخل و اطراف گود و عابران و وسایل نقلیه در مقابل ریزش گود**
- **خطر آسیب دیدگی و تخریب ساختمان‌های مجاور گود**
- **خطر آسیب دیدگی تاسیسات و شریان‌های شهری در اثر گودبرداری**

یکی از ایمنی‌های مورد توجه اجرای سازه نگهبان است. همانطور که مشخص است خاک خاصیت ریزشی دارد و باید در گودبرداری‌های بیش از مقدار مشخص، سازه نگهبان به طور اصولی اجرا شود تا به طور فزاینده‌ای بتوان از ریزش خاک جلوگیری به عمل آید. همچنین از مواردی که در جلوگیری از ریزش خاک جلوگیری به عمل می‌آید، اجرای شاتکریت با استفاده از مش بندی می‌باشد که نحوه‌ی اجرای سازه نگهبان و انجام شاتکریت برای هر قسمت از سازه ایستگاه در قسمت‌های بعدی به طور مفصل شرح داده شده است.

در قسمت‌های که ماشین آلات راه سازی نمی‌تواند کاری انجام دهد یعنی به دلیل محدودیت مکانی یا موارد دیگر توانایی کار در قسمت مورد نظر را ندارد (مانند LPS ها ،گالری‌ها، شمع‌ها و ...) ، باید گودبرداری به صورت سنتی و با استفاده از وسایل ساده (مانند بیل، کلنگ، و...) انجام شود. در چنین مواردی باید افرادی که در قسمت‌های حفاری دستی کار می‌کنند از وسایل ایمنی مخصوصی استفاده کنند تا در هنگاه بروز حوادث حداقل خسارت به افراد برسد. از وسایلی که می‌توان نام برد، کلاه ایمنی می‌باشد. در چنین پروژه‌هایی که حجم کار بالا می‌باشد، حتما باید از کلاه ایمنی مناسب و استانداردی مورد استفاده قرار گیرد تا حساس ترین قسمت بدن انسان به خوبی مورد حفاظت قرار گیرد. همچنین در خاکبرداری‌هایی که به صورت دستی و سنتی استفاده می‌شود ، باید از کمربند ایمنی که به بیرون با استفاده از طناب مخصوصی متصل است استفاده کرد تا در هنگام ریزش خاک جان افراد را نجات داد.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

شاتکریت (بتن پاشیده)

همانطور که در قسمت خاکبرداری و گودبرداری نیز اشاره شد، برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های خاک و ایمنی در هنگام خاکبرداری از شاکتریت استفاده می‌کنند. شاتکریت را می‌توان وسیله‌ای بسیار مؤثر، پایا و اقتصادی برای کنترل زمین، کارهایی نظیر مرمت و بازسازی سازه‌های بتنی و ساختمان‌های قدیمی، ساخت پوشش‌های بتنی نگهداری اولیه در تونل‌سازی، پایدارسازی شیب‌های سنگی و خاکی و پایدارسازی بسیاری از سازه‌های زیرزمینی دانست. همچنین شاتکریت را می‌توان به عنوان ملات یا بتنی که با سرعت بالا توسط هوای فشرده روی یک سطح پاشیده می‌شود تعریف کرد. شاتکریت برای نگهداری زمین در تونل‌سازی و معدنکاری ایده‌آل است چرا که یک نگهداری سریع پس از حفاری و مقاومت زودرس مناسب، که باعث می‌شود به زمین اجازه‌ی جابه‌جایی را بدهد، ایجاد می‌کند. از جمله مزیت‌های شاتکریت عدم نیاز به قالب بندی یا قالب بندی بسیار کم نسبت به سایر روش‌های نگهداری، مناسب برای سطوح نامنظم و امکان حمل مواد برای محل‌های با دسترسی مشکل می‌باشد.

در هر قسمت از گودبرداری از پروژه باید بعد از عملیات خاکبرداری دیواره‌ها را توسط شاتکریت مهارکرد.

بتن پاشیده نام کلی است برای ملات یا بتن حاوی سیمان، ماسه و مصالح با دانه بندی مناسب که با هوای فشرده تحت سرعت بالا روی سطح پاشیده می‌شود. بتن پاشیده را می توان به دو دسته‌ی کلی از نظر روش اختلاط تقسیم کرد:

- **شاتکریت مخلوط مرطوب (تَر)**
- **شاتکریت مخلوط خشک**

مش

برای اینکه بتن پاشیده در هنگام پخش با جداره‌ی خاک به خوبی اتصال یابد و همچنین برای برای جبران ضعف تنش کششی بتن، ابتدا از مش بندی استفاده می‌کنند. این مش‌ها قبل از شروع کار با توجه با اندازه و نوع آن به کارخانه‌های مخصوص سفارش داده می‌شود. مش‌ها از میلگردهایی که به صورت شبکه می‌باشد تهیه شده‌اند. فواصل میلگردها در مش‌ها به چشمه معروف است.

در این پروژه از مش‌هایی با میلگردهای $\Phi 8$ و با چشمه ۱۰ سانتیمتری استفاده می‌شد.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

نحوه اجرای شاتکریت

بعد از اجرای کامل عملیات خاکی در هر قسمت، ابتدا شروع به نصب مش‌ها به جداره خاک می‌کنند. این عمل را به اصطلاح مش‌بندی می‌گویند. بعد از اتمام مش بندی عملیات شاتکریت انجام می‌شود. طی این عملیات، ماشین مخصوص شاتکریت، مخلوط بتون را که از طریق شیلنگهای لاستیکی حمل شده و با استفاده از هوای فشرده با سرعت زیاد به سطح مورد نظر پاشیده می شود.

بتن استفاده شده در فرآیند شاتکریت که دارای مخلوطی از آب و سیمان و مصالح سنگی می باشد، از روانی بیشتری نسبت به دیگر بتن‌های ساده را دارا می‌باشد. ماشین‌های مخصوص شاتکریت از پمپ‌های مخصوصی برخوردار هستند که این پمپ‌ها با فشار زیادی که تولید می‌کنند وظیفه حمل و پاشیدن بتن را به جداره خاک بر عهده دارند. ضخامت شاتکریت‌ها معمولا ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود. تا در هنگام پاشیدن بتن به جداره خاک، به خوبی مش‌ها در داخل بتن محفوظ شوند تا درگیری مناسبی بین بتن و مش ها به عمل آید.

در شکل زیرنمونه ای از انجام شاتکریت در این پروژه به تصویر کشیده شده است:

عایق کاری

یکی از مشکلات اساسی که در اکثر سازه ها به چشم می خورد مشکل نم و رطوبت می باشد که در بعضی مواقع خسارات جبران ناپذیری را به ساز ها و ساختمان وارد می نماید و یکی از راهکارهای مقابله با آن عایقکاری رطوبتی می باشد . عایق کاری نقش بسیار مهمی در برای جلوگیری از نفوذ نم رطوبت به داخل سازه دارد.

در پروژه‌های مترو به دلیل اینکه در زیر زمین ساخته می‌شود به طبع بیشتر از سازه‌های معمولی به دلیل وجود آب‌های زیرزمینی، مورد نفوذ رطوبت می‌باشد. ایستگاه متروی میدان منیریه هم از این مورد استثنا نمی‌باشد. در چنین مواردی باید به امر عایق کاری به خصوص عایق کاری رطوبتی بیشتر توجه کرد. به دلیل وجود آب‌های زیرزمینی اگر هرچقدر هم سازه‌ای محکم و استاندارد هم احداث کنیم اگر عایق کاری به صورت مناسب صورت نگیرد، سازه به صورت اساسی مورد مشکل قرار می‌گیرد و تمام زحمات به نوعی به هدر می‌رود. پس باید در این گونه سازه های حساس عایق بندی انجام داد تا در آینده به مشکل برنخوریم. اگر درآینده سازه از لحاظ عایق بندی مشکل داشت و باعث تخریب یا آسیب رساندن به سازه شد، انجام عملیات بازسازی مشکل خواهد بود. بنابراین نباید در این امر کوتاهی کرد.

در پروژه ایستگاه F_3 بنا به دلایلی که در بالا ذکر شد و همچنین شرایط خاص پروژه نمی‌توان از عایق بندی های رطوبتی که به طور معمول (مانند قیرگونی یا ایزوگام و ...) استفاده کرد. لذا باید از موادی که دارای انعطاف پذیری بالا و ایمن‌تر و همچنین دارای استحکام بیشتری هستند، مورد استفاده قرار گیرد. به طور کل در این سازه از دو نوع عایق بنا به شرایط و موقعیت خاص هر کدام مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر کدام در زیر با موارد استفاده از آن‌ها شرح داده می‌شود.

عایق کاری با نمد و PVC

این عایق کاری در بیشتری از موارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کل می‌توان گفت که عایق اصلی در کل سازه عایق کار با نمد و PVC می‌باشد. این عایق از سه لایه می باشد که هر کدام به طور جداگانه به محل کارگاه آورده شده و مورد استفاده و نصب می‌شود. عایق مورد نظر از سه لایه بر روی هم تشکیل شده است که دو لایه از نمد در طرفین یک لایه از PVC را احاطه کرده‌اند.

نحوه استفاده از عایق کاری با نمد و PVC:

نحوه کار به این صورت است که ابتدا در مکانی که قرار است این عایق مورد استفاده قرار گیرد، یک لایه از نمد پهن می‌کنند. سپس بعداز نمد یک لایه از PVC را بر روی نمد پهن می‌کنند. بعد از انجام این کار با استفاده از

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

اتوی مخصوصی که بر روی PVC قرار می‌دهند، این دو لایه را به متصل می‌کنند. سپس د لایه سوم که دوباره از خود نمد می‌باشد را بر روی PVC پهن کرده و مانند قبل با استفاده از اتو نمد را داغ کرده و به لایه میچسبانند.

موارد استفاده از عایق کاری با نمد و PVC:

همانطور که در ابتدا هم ذکر شد از این نوع عایق در بیشتر موارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کل درهر قسمت از سازه که با خاک اطراف در ارتباط باشد، در ابتدا از این عایق استفاده می‌شود. تقریبا در سه قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرد که به شرح زیر هستند:

- **در کف زمین قبل از اجرای بتن مگر**
- **در جداره‌های دیوارها قبل از اجرای دیوارهای سازه**
- **در داخل سازه زیرزمینی در قسمت روی سقف سازه**

آب بندی با استفاده از واتراستاپ

در هنگام اجرای سازه به دلیل حجم عملیات بالا نمی‌توان کل سازه را به یکباره اجرا کرد. بنابراین سازه را در هر قسمت اجرا کرده و بعد شروع به انجام مراحل بعدی می‌کنند. واضح است که در هنگام اجرای قسمت بعدی از سازه، بین دو قسمت یک درزی ایاد می‌شود که به خاطر عوامل احرایی، به درز اجرایی معروف است. این درزها به خصوص در سازه‌های زیرزمینی مانند مترو، محل مناسبی برای نفوذ نم و رطوبت می‌باشند.

برای آب بندی یک سازه بتنی باید دو کار اساسی صورت بگیرد:

- **آب بندی خود بتن توسط بتن مناسب**
- **آب بندی درزهای بتن توسط واتراستاپ**

در قسمت‌هایی که به صورت ساده می‌باشند و یا مورد نفوذ رطوبت نمی‌باشند می‌توان برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و آب‌های زیرزمینی از بتن استفاده کرد.

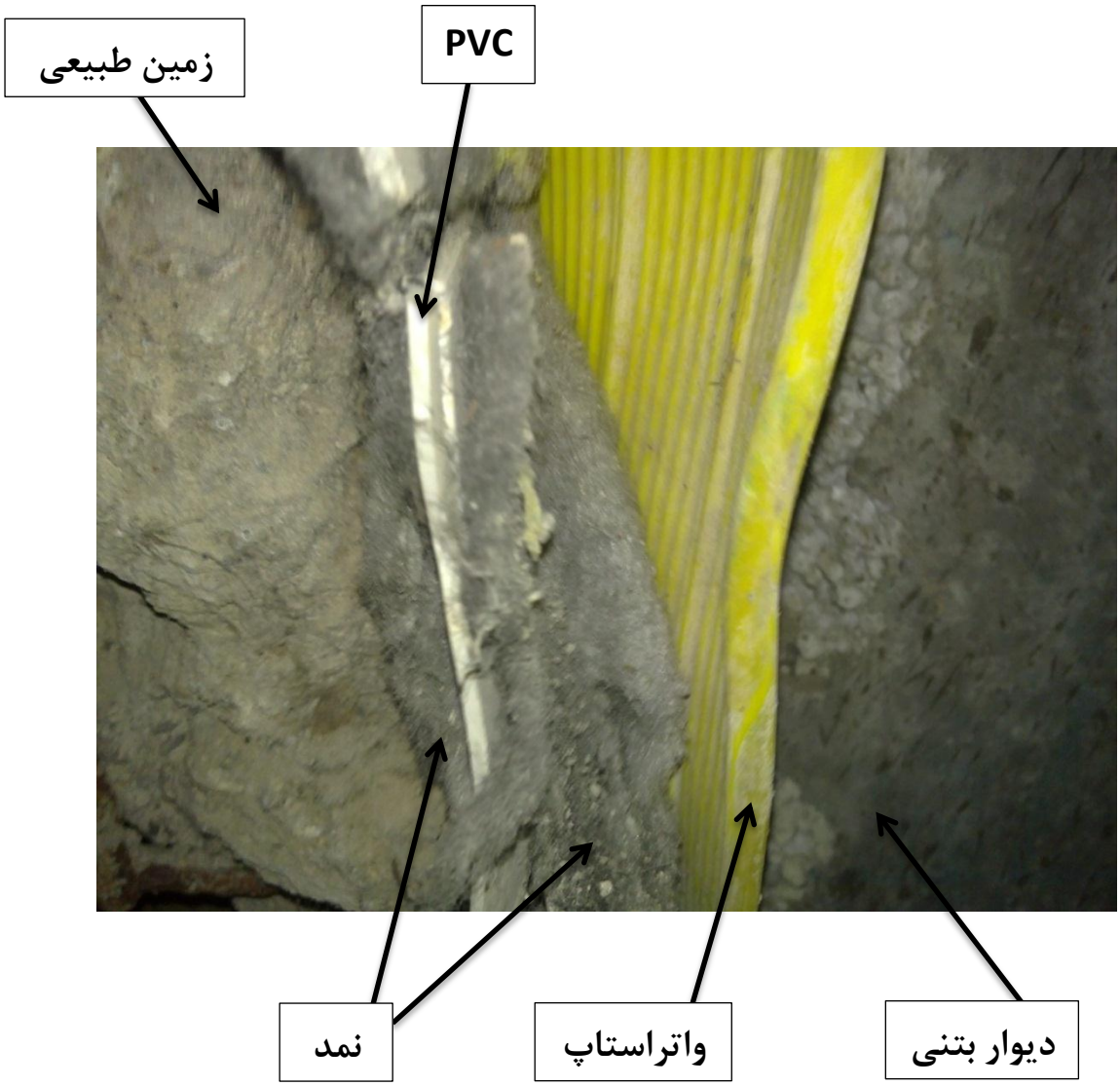
برای جلوگیری از ورود رطوبت و آب‌های زیرزمینی به سازه از ماده‌ای به شکل ورق به نام واتر استاپ استفاده می‌کنند. واتراستاپ‌ها معمولا به صورت زرد رنگ می باشند.

کاربرد واتراستاپ ها برای آب بندی درزهای اجرایی و درزهای انبساط در سازه های بتنی آبی و یا سازه‌هایی که زیاد در معرض رطوبت هستند مانند مترو و سازه‌های زیرزمینی استفاده می شود. اهمیت واتر استاپ ها را در این گونه سازه‌ها می توان به مانند بادبند ها در سازه ها عنوان نمود. واتر استاپ طول مسیر جریان و حرکت آب را طولانی می کند تا آب نتواند نشت کند. ضخامت بتن بر اساس میزان نفوذ پذیری از آن جهت اهمیت دارد که اگر ضخامتش بیشتر از میزان نفوذ پذیری آب باشد تا آب از آن عبور نکند.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

یکی از نکات در طراحی، عرض واتر استاپ است، که عمق نفوذ بیشتر از یک دور رفت و برگشت باشد. در این پروژه ، از هر طرف از درز به اندازه ۳۰ سانتیمتر به اطراف کار گذاشته می‌شوند تا مانع از نفوذ آب و رطوبت به داخل سازه شوند. همه واتر استاپ ها آج دارند که باعث چسبندگی و افزایش طول مسیر آب می باشند و نوع آنها با توجه به نوع درز تعیین می شوند.

در شکل زیر یک نوع از عایق کاری با نمد و PVC همراه با واتر استاپ مشاهده می‌شود که در محل درز در اجرای دیوار واقع می‌باشند:



همانطور که درشکل بالا هم مشاهده می‌شود، در ابتدا عایق کاری با نمد و PVC انجام شده است و به خاطر اینکه در محل درز اجرایی می باشد، از واتراستاپ استفاده شده است.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

سازه نگهبان

در بسیاری از پروژه های عمرانی لازم است که زمین به صورتی خاکبرداری شود که جداره های آن قائم یا نزدیک به قائم باشد. این کار ممکن است به منظور احداث زیر زمین ، کانال ، منبع آب و .. صورت گیرد. فشار جانبی وارد بر این جداره ها ناشی از رانش خاک بر اثر وزن خود آن ، و نیز سر بار های (surcharge) احتمالی روی خاک کنار گود می باشد. این سربارها می توانند شامل خاک بالاتر از تراز افقی لبه ی گود ، ساختمان مجاور ، بارهای ناشی از بهره برداری از معابر مجاور و ... باشند. به منظور جلوگیری از ریزش ترانشه و تبعات منفی احتمالی ناشی از این خاکبرداری ، سازه های موقتی را برای مهار ترانشه اجرا می کنند که به آن سازه های نگهبان (structures; support systems retaining) می گویند.

اهداف اصلی ایمن سازی جداره های گود با استفاده از سازه های نگهبان عبارتند از : حفظ جان انسانهای خارج و داخل گود ، حفظ اموال خارج و داخل گود و نیز فراهم آوردن شرایط امن و مطمئن برای اجرای کار.

موضوع گودبرداری و طراحی و اجرای سازه های نگهبان در مهندسی عمران دارای گستره وسیعی است و نیاز به بررسی ها و مطالعات و ملاحظات ژئوتکنیکی، سازه ای ، مواد و مصالح، تکنولوژیکی و اجرایی و اقتصادی و اجتماعی دارد. در نتیجه می توان گفت که انتخاب روش مناسب بستگی به جمیع شرایط تأثیرگذار دارد و می توان در شرایط مختلف، به صورت های گوناگونی باشد. از سوی دیگر، تئوری ها و روش های اجرایی گود برداری و سازه های نگهبان، هم مبتنی بر اصول تئوریک و هم متأثر از ملاحظات اجرایی و تجربی، توأماً است.

پایدارسازی جداره های گودبرداری به صورتها و روشهای مختلفی صورت می گیرد که از جمله آنها به روشهای : مهار سازی (anchorage) ، دوخت به پشت (tie back) ، دیواره دیافراگمی (wall diaphragm) ، مهار متقابل (support reciprocal) ، اجرای شمع (piling) ، سپر کوبی (piling sheet) ، و اجرای خرپا (construction truss) اشاره نمود.

روش حفاری زیرزمینی با توجه به نوع و رطوبت خاک، موقعیت قناتهای منطقه، فاصله تاج مقطع در حال حفاری تا سطح زمین، مشخصات هندسی مقطع، بار زنده موجود در سطح زمین و در بالای مقطع در حال حفاری و میزان تردد ماشین آلات در تونل در حال ساخت متفاوت است. در هر پروژه میتوان متناسب با شرایط موجود و بااستفاده از روش اجرای مناسب بر عوامل محدود کننده فوق غلبه نمود.در مطالعات صورت گرفته در مورد ایستگاه مترو F_3 بنا به موقعیت و شرایط پروژه و همچنین شرایط جغرافیایی محل احداث ایستگاه، از دو نوع سازه نگهبان اجرای شمع در شفت مرکزی یا همان محل میدان و سازه نگهبان زیر زمینی در اطراف میدان در زیر خیابان و در تونل‌ها استفاده شده است که هر کدام در مراحل بعد توضیح داده شده است.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

سازه نگهبان شفت مرکزی

در پروژه ایستگاه F_3 در قسمت میدان یا همان محل کارگاه گودبرداری که به شفت مرکزی معروف است، به صورت معمولی انجام شد که سازه نگهبان این قسمت با روش اجرای شمع انجام شد.

روش اجرای شمع:

در این روش، در پیرامون زمینی که قرار است گودبرداری شود در فواصل معینی از هم، شمعهایی را اجرا می کنیم. این شمعها می توانند از انواع مختلف مصالح سازه ای نظیر فولاد، بتن و چوب باشند. همچنین شمعهای بتنی را می توان به صورت پیش ساخته یا درجا اجرا کرد.

در این روش، شمعها فشار جانبی خاک را به صورت تیرهای یک سر گیردار تحمل می کنند. طول گیرداری لازم در انتهای شمعها چیزی در حدود ۰.۳ است.

از جمله مزایای اجرای شمع می توان به موارد زیر اشاره کرد:

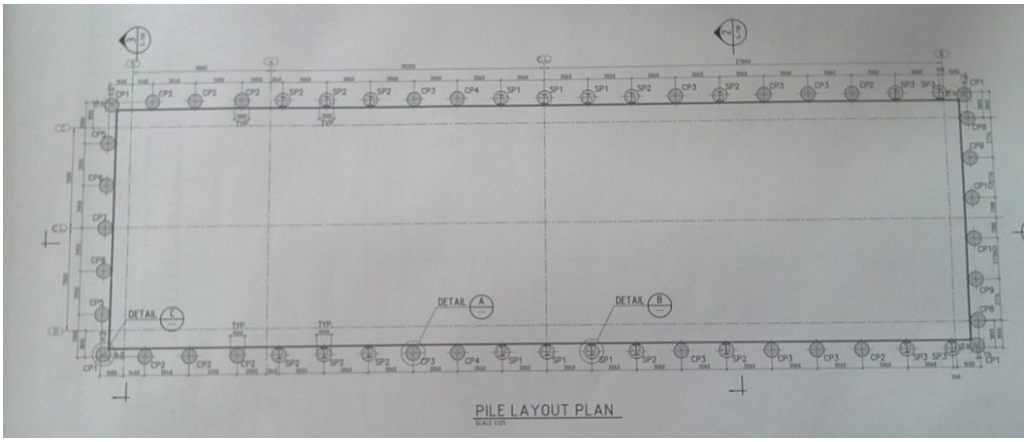
- **سرعت عملیات اجرایی بسیار بالا است.**
- **سیستم به هیچ وجه دست و پاگیر نیست.**
- **در احجام زیاد، هزینه ی عملیات کاهش می یابد.**
- **گاهی از اوقات می توان از شمع ها به عنوان سازه نگهبان دائم(نظیر دیوار حائل) یا بخشی از آن نیز استفاده کرد.**
- **شمع های پیش ساخته را پس از جمع آوری می توان در پروژه های دیگر نیز استفاده کرد.**
- **در گودهای با عمق تا حدود ۵ متر، معمولاً اقتصادی اند.**

همچنین معایب روش اجرای شمع نیز به قرار زیر می‌باشند:

- **در صورتی که ارتفاع گودبرداری زیادباشد، هم باید فواصل شمع‌ها از هم کم شود و هم باید از مقاطع سازه ای قویتری برای اجرای کار استفاده کرد.**
- **در بسیاری از پروژه های شهری، به دلیل مشکلات شمع کوبی، نمی توان از شمعهای پیش ساخته استفاده کرد و فقط باید شمعها را به صورت درجا اجرا کرد.**

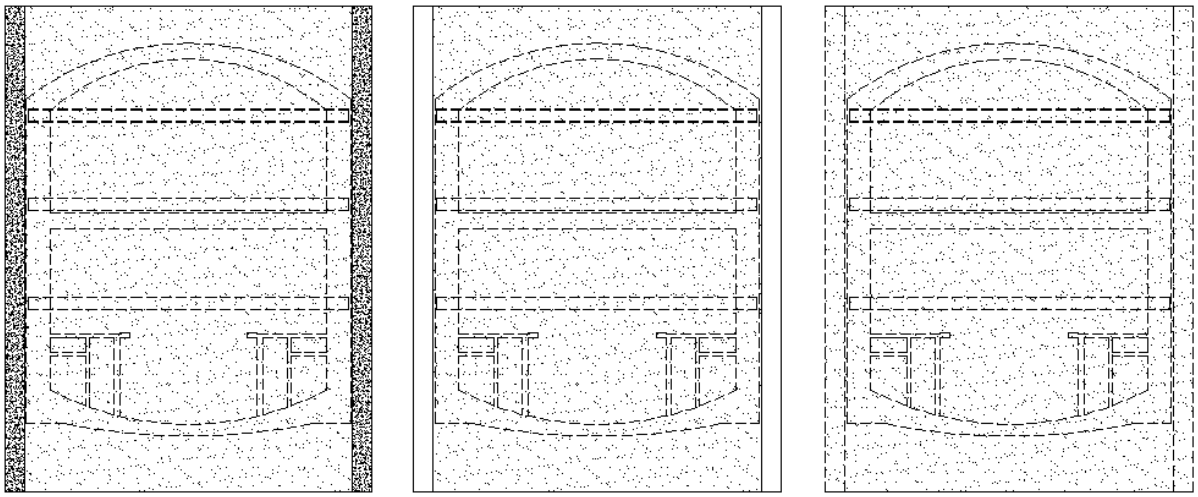
www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

در شکل زیر پلان ترتیب شمع گذاری در قسمت شف مرکزی به تصویر کشیده شده است:



شمع‌ها مانند ستون‌های دایره‌ای شکل می‌باشند که بعد از حفاری در داخل زمین، از آرماتورهای طولی بنا به محاسبات و با توجه به سطح مقطع مورد نیاز تشکیل شده است که این آرماتورها توسط تنگ‌های دورپیچ با گام‌های مشخص دور پیچ شده‌اند. در این پروژه قطر شمع ها یک متر می‌باشد که توسط دو نوع آرماتورهای طولی به تعداد $6\Phi32$, $16\Phi25$ که توسط آرماتور ۱۲ دورپیچ شده‌اند استفاده شده است.

در این چاهها بعد از اجرای آرماتوربندی شروع به ریختن بتن ریزی می‌کنند. نمایی از اجرای شمع‌ها از وضعیت ابتدایی تا مرحله شمع‌گذاری در شفت مرکزی به تصویر کشیده شده است:

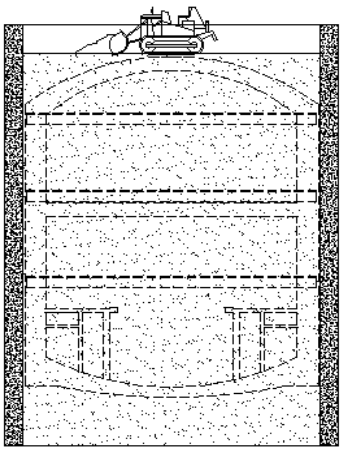


1) وضـــعیت موجود 2) حفـاری چاههای طـــرفین 3) اجرای شـــمعهای بتـــــنی درجا

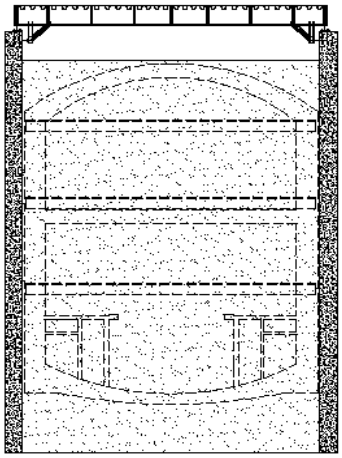
بعد از اجرای شمع گذاری در اطراف شفت مرکزی برای جلوگیری از ریزش خاک، با استفاده از ماشین‌های مخصوص عمرانی شروع به خاکبرداری از شفت مرکزی می‌کنند.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

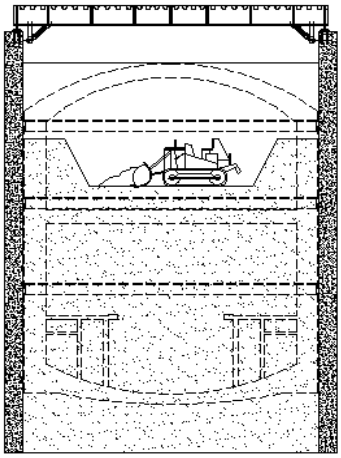
سپس خاکبرداری را تا مراحل زیر انجام می‌دهند:



4) خاکبرداری از سطح خیابان تا تراز زیر عرشه فلزی



5) نصب عرشه فلزی پیش ساخته برروی شمع ها



6) خاکبرداری فضای زیر عرشه تا رسیدن به اولین ردیف مهارهای افقی

در ابتدا خاکبرداری را تا مرحله‌ای انجام می‌دهند تا بتوانند عرشه فلزی را بر روی شمع‌ها قرار دهند. عرشه‌ها از پروفیل‌هایی از مقاطع مرکب تهیه شده‌اند. همانطور که در توضیح عکس مشخص است، این عرشه‌های فلزی را در کارخانه به سفارش پیمانکار ساخته شده و به محل کارگاه حمل شده است. نحوه نصب این عرشه‌ها به دلیل دو جنس متفاوت، از طریق صفحه‌هایی مانند صفحه ستون ساختمان می‌باشد. یعنی قبل از بتن ریزی صفحه‌هایی به ضخامت نسبتا زیاد (به دلیل تنش‌های زیادی که قرار است تحمل کند) با استفاده از بولت‌هایی در جای خود مهار می کنند. انتهای این بلت‌ها به صورت خم ۱۸۰ درجه کامل می‌باشد تا گیرایی کاملی در سازه داشته باشد.

بعد ازاینکه حفاری تا مرحله‌ای رسید که بتوان این عرشه‌ها را نصب کرد و همچنین مزاحم کار نباشد، شروع به نصب این عرشه‌ها بر روی صفحه‌ها می‌کنند.

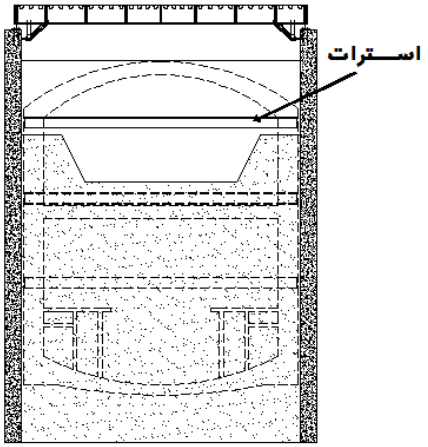
بعد از نصب عرشه دوباره با رعایت شیب مجاز خاکبرداری را ادامه می‌دهند. این کار را تا مرحله‌ای ادامه می‌دهند تا به ارتفاعی برسند که احتیاج به مهاربند برسد. اهداف اصلی ایمن سازی جداره های گود با استفاده از سازه های نگهبان عبارتند از : حفظ جان انسانهای خارج و داخل گود ، حفظ اموال خارج و داخل گود و نیز فراهم آوردن شرایط امن و مطمئن برای اجرای کار. موضوع گودبرداری و طراحی و اجرای سازه های نگهبان در مهندسی عمران دارای گستره وسیعی است و نیاز به بررسی ها و مطالعات و ملاحظات ژئوتکنیکی، سازه ای ، مواد و مصالح، تکنولوژیکی و اجرایی و اقتصادی و اجتماعی دارد. در نتیجه می توان گفت که انتخاب روش مناسب بستگی به جمیع شرایط تأثیرگذار دارد و می توان در شرایط مختلف، به صورت های گوناگونی باشد. از سوی دیگر، تئوری ها و روش های اجرایی گود برداری و سازه های نگهبان، هم مبتنی بر اصول تئوریک و هم متأثر از ملاحظات اجرایی و تجربی، توأماً است.

در این پروژه از مهاربندهایی به نام استرات استفاده می‌کنند.

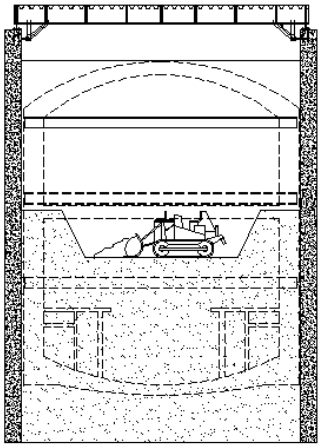
استرات: برای جلوگیری از رانش و جابجایی این دیوارها به طور معمول در ایران از استرات استفاده می‌شود . استرات‌ها سازه‌هایی هستندکه به دو دیوار تکیه می‌دهند و اجازه حرکت دیوارها به سمت داخل باکس ایستگاه را نمی‌دهند. از این استارت‌ها در پروژه مربوطه بسیار مورد استفاده قرار گرفته که یک نمونه از آن شکل زیر است:

روش نصب استرات‌ها به گونه‌ای می باشد که در هنگام اجرای عملیات شمع گذاری در ترازهایی که از قبل تعیین شده است، در دیواره‌ی شمع‌ها صفحاتی که توسط بولت‌هایی کاملا مهار شده است، کار می‌گذارند. استرات‌ها از مقاطع فولادی که قبلا محاسبه شده‌اند و به صورت پیش ساخته در کارخانه تهیه شده است، می‌باشند. سپس پس از رسیدن عملیات خاکبرداری به تراز مورد نظر، استرات‌ها را به صفحه‌های مورد نظر جوش می‌دهند.

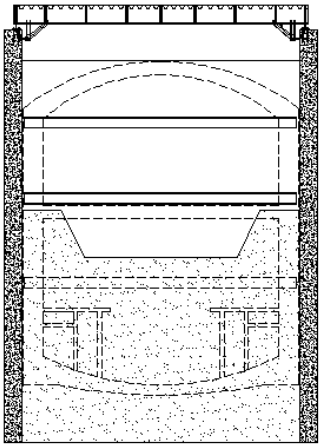
ادامه خاکبرداری و مهاربندی در شکل زیر به تصویر کشیده شده است:



7) نصب اولین ردیف مهربند افقی (استرات)



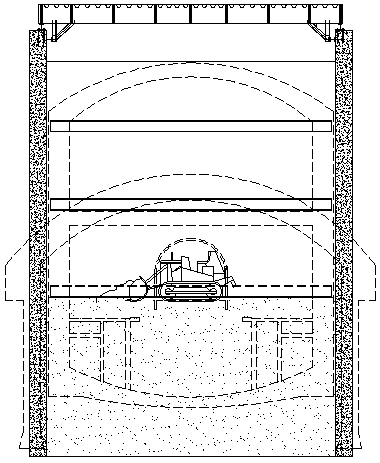
8) خاکبرداری تا رسیدن به تراز دومین تراز مهاربند افقی (استرات)



9) نصب دومین ردیف مهاربند افقی (استرات)

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، بعد از خاکبرداری و نصب اولین استرات، خاکبرداری را ادامه می‌دهند تا به تراز مورد نظر برای اجرای مهاربند افقی برسند. بعد از رسیدن به این مرحله خاکبرداری مانند مرحله قبل متوقف می‌شود تا دومین ردیف از مهاربندهای افقی یا همان استرات‌ها نصب شوند.

دوباره خاکبرداری را تا تراز نصب سومین مهربند افقی یا همان استرات ادامه می‌دهند:

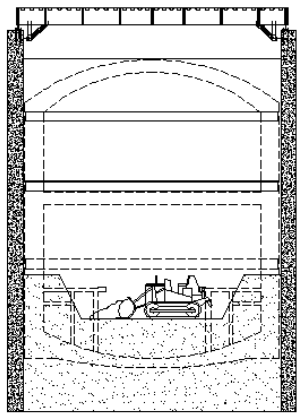


10) ادامه خاکبرداری تا تراز گالری پاتروول طولی

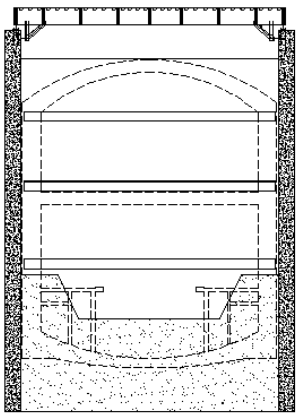
در این مرحله ادامه خاکبرداری تا تراز گالری پاتروول رو طولی می‌باشد. سپس سازه نگهبان زیر زمینی را اجرا کرده و اجرای خاکبرداری شفت میانی می‌بایست دراین مرحله تا تکمیل اجرای سازه نگهبان زیرزمینی متوقف گردد.

- در قسمت‌های بعد سازه نگهبان زیرزمینی تعریف و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

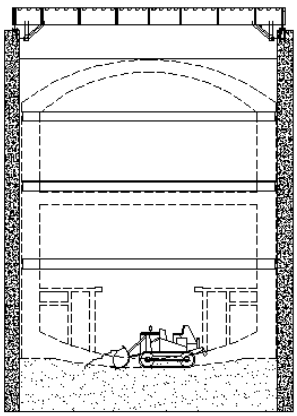
سپس ادامه خاکبرداری شفت مرکزی پس از اجرای سازه نگهبان زیر زمینی به قرار زیر می‌باشد:



11) خاکبرداری تا رسیدن به سومین تراز مهاربند افقی (استرات)



12) نصب سومین ردیف مهاربند افقی (استرات)



13) خاکبرداری تا تراز کف ایستگاه

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، پس از اجرای سازه نگهبان زیرزمینی، خاکبرداری را همانند دو مرحله قبلی انجام می‌دهند و مهاربند افقی سومین را نصب کرده و ادامه خاکبرداری تا تراز کف ایستگاه را ادامه می‌دهند.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

سازه نگهبان زیرزمینی

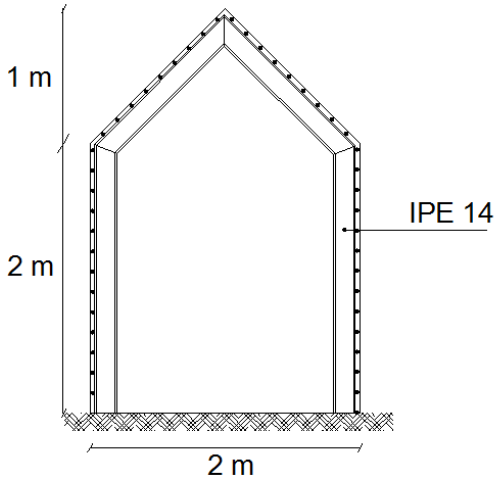
در احداث ایستگاههای متروی تهران به دلیل عدم امکان مسدود ساختن خیابانهای پرترافیک شهر همچون خیابان ولی عصر (عج) از روش روسی استفاده می شود. در این روش ابتدا یک تونل پیشرو در محور اصلی تونل حفر شده و سپس با احداث گالری های آدم رو سنگکی شکل، تاقهای قوسی در دل خاک حفاری و بتن ریزی می گردد تا بدین ترتیب سازه نگهبان بخشهای مختلف ایستگاه ایجاد و سپس سازه اصلی در زیر آن ساخته شود. نقشه برداری و هدایت هندسی چنین سازه هایی که بدلیل پایدار نگهداشتن خاک بناچار در ابعاد بسیار کوچک در عمق خاک اجرا می گردند نیاز به بکار گیری روش خاص داشته و کیفیت و سرعت آن نقش بسیار در تعیین کننده در موفقیت پروژه دارد. برای هدایت تاقهای قوسی شکل با دهنه ۱۹ متر از شابلون گذاری و نصب لیزر دیستومات در تاقچه هایی که در طرفین ریب در امتداد ریب حفاری می گردند استفاده می شود.

در قسمت های زیرزمینی ایستگاه به دلایل فنی و شرایط جغرافیایی و از همه مهمتر به دلیل ارتفاع پایین از زمین، دیگر استفاده از شفت و مهاربندی‌های افقی جوابگو نمی‌باشد. برای اجرای سازه نگهبان این قسمت‌ها در طرفین ایستگاه از سازه نگهبان زیرزمینی یا روش روسی استفاده می‌کنند.

همانطور که در قسمت اجرای سازه نگهبان شفت مرکزی توضیح داده شد، پس از رسیدن به تراز سومین مهاربند افقی یا استرات، خاکبرداری این قسمت متوقف می‌شود وسازه نگهبان زیرزمینی را اجرا می‌کنند.

در این پروژه سازه نگهبان زیرزمینی در هر قطعه ۱۲ متری اجرا می‌شود.

در ابتدای کار یک تونل پاترول رو طولی در امتداد محور اصلی تونل با استفاده از ماشین‌ها حفاری احداث می‌کنند. سپس عمود بر محور این تونل مرکزی به وسیله حفاری با استفاده از وسایل حفاری دستی به طرفین ایستگاه پیشروی می‌کنند. پس از رسیدن به اطراف ایستگاه از دو طرفین در امتداد محور ایستگاه با همان وسایل دستی شروع به حفاری می‌کنند. این تونل‌ها گالری می‌باشند. این گالری‌های سنگکی شکل را تا ۱۲ متر اداوه می‌دهند. این گالری‌ها به صورت سنگکی شکل می‌باشند. بعد از حفاری این گالری‌ها شروع به مش بندی و انجام شاترکتریت می‌کنند. برای ایمنی این گالری‌ها از سازه نگهبان‌هایی از پروفیل‌های IPE استفاده می‌شود که در شکل زیر نمونه به کارگیری این IPEها برای ایمنی به مشاهده می‌کنید:



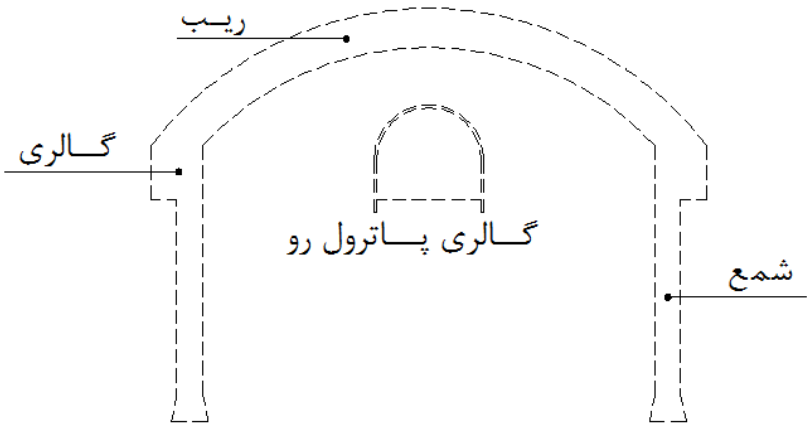
بعد از اینکه این گالری‌ها را در طرفین زیرزمین به طول ۱۲ متر حفاری شد، از انتها در کف این گالری شروع به اجرای شمع می‌کنند. این شمع‌ها به همان صورتی که در اجرای شفت مرکزی توضیح داده شد تا پایین تر از تراز ایستگاه حفاری می‌گردد و میلگرد گذاری و بتن ریزی می‌شود.

در این پروژه برخی از شمع‌ها را بنا به سطح مقطع مورد نیاز به جای میلگرد از پروفیل استفاده شده است.

نمونه‌ای از این گالری‌ها در تصویر زیر مشاهده می‌شود که پروفیل‌های بیرون زده از دل زمین همان محل اجرای شمع‌ها می‌باشند.

شمع‌هایی که در گالری‌های اطراف کار گذاشته می‌شوند باید دقیقا در دو گالری طرفین زیرزمین در روبروی هم باشند. این کار را نقشه بردار با استفاده از شابلن گذاری و با استفاده از دوربین نقشه برداری انجام می‌دهد. در مکان هایی که شمع کار گذاشته شده است، گالری‌ها را با استفاده از تاقهای قوسی و به صورت گنبدی شکل به متصل می کنند. این تاق‌ها که ریب معروف می‌باشند با استفاده از وسایل دستی حفاری می‌گردند. نقشه بردار با استفاده از دوربین و تکنیک‌های نقشه برداری محل دقیق این ریب‌ها را دقیقا نشانه گذاری می‌کند تا در زمان حفاری به مشکل برخورد نشود. این ریب‌ها را همانند قسمت‌های دیگر خاکبرداری برای جلوگیری از ریزش خاک و ایمنی بیشتر ابتدا مش بندی می‌کنند و سپس شروع به اجرای شاترکتریت می‌کنند.

شکل تقریبی از اجرای گالری با ریب و شمع به موازات هم را در تصویر شکل زیر مشاهده می‌شود:



پس از حفاری شمع و نصب پروفیل ها شروع به بتن ریزی می‌کنند. همین کار را هم پس از اجرای ریب‌ها انجام می‌دهند. فقط به دلیل قوسی بودن این ریب‌ها دیگر نمی‌توان از پروفیل استفاده کرد و باید از میل‌گرد استفاده کرد.

باید دقت شود که همیشه از انتهای گالری این شمع‌ها و ریب‌ها را اجرا می‌کنند. یعنی پس از اینکه در طرفین زیرزمین گالری به طول ۱۲ متر اجرا شد، از انتها شروع به اجرای شمع و بتن ریزی مربوطه و سپس به حفری ریب می‌کنند و آن را هم پس از میلگرد گذاری شروع به بتن ریزی می‌کنند. ابن کار را مرحله به مرحله و هر ۴ متر یکبار انجام می‌دهند تا دهانه ۱۲ متری تکمیل گردد. پس در نتیجه در هر قطعه ۱۲ متری ۴ عدد ریب و شمع باهم اجرا می شوند.

بعد از اجرای سازه نگهبان زیرزمینی از قسمت گالری پاترول رو، شروع به عملیات خاکبرداری می‌کنند. این کار ار آنقدر ادامه می دهند تا خاک این قطعه برداشته شود تا شروع به اجرای سازه یعنی پی و دیوار و سقف کنند. یعنی تا قبل از اجرای سازه به قطعه دیگر سازه نگهبان را شروع نمی‌کنند.

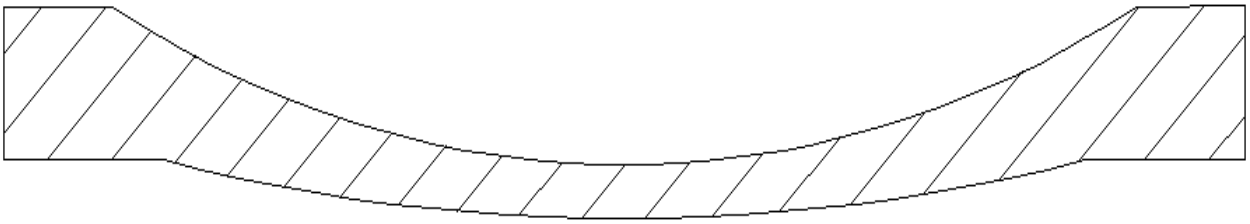
www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

پی

پی، شالوده یا فونداسیون بخشی از سازه است که وظیفهٔ انتقال نیرو از ستونها به زمین و خاک اطرافش را بر عهده دارد که بر اساس نوع سازه، میزان نیروهای وارده، نوع زمین و شرایط آب و هوایی منطقه نوع و ابعاد آن مشخص می‌شود.

در پروژه ایستگاه F_3 بنا به شرایط سازه از شالوده گسترده به صورت قوسی شکل استفاده شده است.

شکل تقریبی پی سازه از طرف برش عرضی به شکل زیر می باشد:



آماده کردن سطح خاک

در هر مرحله بعد از خاکبرداری ابتدا باید سازه قسمت مورد نظر ساخته شود، سپس اقدام به حفاری مراحل دیگر کرد. وقتی که خاکبرداری تا تراز مورد نظر رسید. شروع به ساختن پی سازه می‌کنند. این پروژه به دلیل اهمیت فراوانی که دارد و همچنین شرایط خاص پروژه، باید شالوده آن به صورت قوسی اجرا می‌شد. بعد از اتمام عملیات خاکی، نقشه بردار با استفاده از دوربین‌های مخصوص نقشه برداری و گرو دادن شکل دقیق قوسی که قرار است برای سازه مورد نظر اجرا شود را مانند یک شابلون به صورت قوسی شکل تسطیح می‌کند. باید دقت شود که در هنگام تراز کردن و ارتفاع موردنظر باید ضخامت بتن مگر و دولایه از عایق بندی مدنظر قرار گرفته شود.

اجرای بتن مگر

بتن مگر یا به تعریفی بتن رگلاژ کف قالبندی فونداسیون در حقیقت یک بتن با مقدار سیمان کم عیار(۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم سیمان بر مترمکعب) است که جهت آماده سازی بستر خاکبرداری شده برای آرماتوربندی و صفحه گذاری اجرا می گردد.

قبل از اجرای بتن مگر ابتدا عایق بندی نمد و PVC به نحوی که در قسمت‌های قبل شرح داده شد برای جلوگیری از نفوذ رطوبت انجام می‌دهیم. سپس بتن مگر را به همان صورت قوسی بر روی عایق حرارتی پخش می کنیم. باید توجه شود که سطح بتن مگر باید کاملا تمیز و عاری از هرگونه خلل و فرج و ناصافی باشد.

بعد از اینکه بتن مگر خشک شد، دوباره یک لایه از عایق بندی نمد و PVC را بر روی بتن مگر انجام می‌دهند. درکل این قسمت از دو لایه عایق بندی و یک لایه در وسط بتن مگر یا پاکیزگی تشکیل شده است. به دلیل اینکه سطح کف شالوده در قسمت پایین سازه قرار دارد و بیشتر احتمال نفوذ آب‌های زیرزمینی و رطوبت در این قسمت از سازه می‌باشد لذا در این قسمت از دو لایه عایق بندی استفاده می شود.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

آرماتور بندی پی

بتن به تنهایی قابلیت تحمل نیروی کششی را ندارد و برای جبران این ضعف بتن از میلگرد استفاده می شود. آرماتوربندی در شالوده‌ها به روش‌های مختلفی اجرا می‌شود. همانطور که در قسمت اول هم توضیح داده شد بنا به شرایط پروژه، شالوده پروژه ایستگاه F_3 از نوع شالوده گسترده می باشد. آرماتور بندی این نوع از شالوده‌ها به صورت شبکه در بالا و پایین پی و در تمام سطح شالوده می باشد. یعنی یک صفحه از آرماتورها در پایین سطح شالوده می‌باشد و دیگری در قسمت بالای شالوده قرار می گیرد.

به دلیل اینکه پروژه مذکور دارای شرایط خاصی می باشد و از حجم بالایی برخوردار است، بنابراین باید انتظار رفت در این پروژه از میلگردهایی با قطر بالا مورد استفاده قرار گیرد. خوب به طبع زمانی که از این قبیل میلگردهایی با قطر زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از روش‌های سنتی و با استفاده از نیروی انسانی و آچار F برای خم کردن و قطع میلگردها جوابگو نمی‌باشد. لذا در این پروژه از دستگاه‌های مخصوص میلگرد خمکنی استفاده می‌شد که کار را به آسانی و با دقت بالا انجام می‌داد. همچنین دستگاه‌هایی برای برش میلگرد تعبیه شده بود که به آسانی و با اشاره میلگردها را به اندازه دلخواه قطع می‌کرد. طول خم میلگردها طبق نقشه‌های اجرایی انجام می‌شد و اندازه میلگردها با استفاده از نقشه‌های اجرایی و همچنین با توجه به طول پوشش قطع می شد.

برای انجام شبکه زیرین از آرماتوربندی پی، ابتدا میلگردهای عرضی را با توجه به نقشه‌های اجرایی و در فواصل معین بر روی زمین پخش می کنند. سپس آرماتورهای طولی را مانند آرماتورهای عرضی با توجه به نقشه‌های اجرایی و در فواصل معین بر روی آرماتورهای عرضی قرار می دهند. بعد از پخش کردن آرماتورهای طولی و عرضی با استفاده از مفتول آرماتورها را به هم می بندند تا شبکه زیرین شالوده تشکیل شود. آرماتورهای شبکه بالایی را هم به همین نحو اجرا می‌کنند با این تفاصیر که برای اینکه شبکه بالایی در سرجای خود قرار بگیرد از خرک استفاده می کنند. خرک‌ها به انواع مختلفی می‌باشند باعث می‌شوند تا آرماتورها به نحو صحیح در جای خود قرار بگیرند.

باید توجه داشت که پوشش بتن برای آرماتورها باید از هر طرف بنا به نقشه‌های محاسباتی میلگردها را از طرفین اجرا کرد. این کار در کف شبکه شالوده با استفاده از لقمه گذاری تعبیه می‌شود.

میلگردهای انتظار

میلگردهای انتظار در اجرای شالوده سازه مورد نظر در دو قسمت مورد استفاده قرار می‌گرفت:

1) **به دلیل اینکه اجرای سازه مرحله به مرحله بود و باید قسمت‌های دیگر درگیر می‌شدند لذا میلگرهای انتظار در کف شالوده قرار می‌دادند تا در مراحل بعد مورد استفاده قرار گیرد.**
2) **دیواره‌های اصلی سازه ایستگاه F_3 از بتن تشکیل شده بودند و نقش باربری را برعهده داشتند و بار سازه را به پی یا شالوده منتقل می‌کردند، لذا باید در قسمت‌هایی که قرار بود دیوار اجرا شود، باید میلگرد انتظار فراهم می‌شد.**

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

قالب بندی شالوده

به طور معمول قالب بندی شالوده از قالب بندی دیگر اعضای سازه راحتر می‌باشد. در این پروژه هم به خاطر اینکه از پی گسترده استفاده شده است نیز قالب بندی فقط در طرفین سازه انجام می‌شد. قبل از قالب بندی در طرفین ابتدا عایق بندی از کف تا قسمتی از بالای شالوده انجام می دهند و بعد شروع به عملیات قالب بندی می‌کنند. باید توجه داشت قالب‌ها از قبل با استفاده از روغن چرب شده باشند تا درهنگام باز کرده قالب‌ها پس از بتن ریزی دچار مشکل نشویم.

بتن ریزی

بعد از اجرای کامل آرماتوربندی و قالب بندی در این مرحله شروع به انجام بتن ریزی می‌کنند. بتن مورد استفاده در شالوده را که توسط میکسرها از کارگاه‌های مخصوص به قسمت اجرای پروژه حمل شده است را توسط پمپ‌های مخصوص و با استفاده از فشار هوا از طریق لوله به کف ساز منتقل می‌کنند. بتنی که در قسمت شالوده مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از استانداردهای کامل برخوردار باشد. یعنی دانه بندی به صورت کاملا درست رعایت شده باشد و نسبت آب به سیمان آن نیز مورد توجه قرار گیرد. حتما باید قبل از بتن ریزی از روش آزمایش اسلامپ روانی بتن مورد آزمایش قرار گیرد. همچنین از بتن مورد استفاده نمونه‌های مکعبی برای آزمایش فشاری تهیه می شود. باید دقت شود که این نمونه‌ها تا قبل از درآمدن از قالب مخصوص نباید از کوچکترین ضربه یا تکانی بخورند.

در هنگام بتن ریزی باید بلافاصله در فواصل معین شروع به ویبره کردن بتن انجامید تا سنگدانه‌های بتن به خوبی متراکم شوند. این کار باید با دقت فراوان انجام شود تا بتن به خوبی متراکم گردد.

بتن ریزی کف شالوده را باید به نحوی انجام داد تا شکل قوس مخصوص خود را داشته باشد و همچنین باید پوشش بتن مورد نظر را در قسمت روی شالوده را فراهم گردد. این کار با استفاده از دوربین‌های نقشه برداری توسط نقشه بردار انجام می شود.

پس از اینکه از تراز مورد نظر مطمئن شدیم باید سطح بتن را تسطیح کنیم تا شالوده ما از سطحی صاف همراه با قوس مشخص تکیل شده باشد. بعد از اجرای بتن ریزی باید حداقل ۷ روز صبر کرد تا بتن شالوده خشک شود تا بتوان به مرحله بعد رفت.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

دیوار

در پروژه ایستگاه F_3 سازه از نوع بتنی با دیوارهای باربر می باشد. دیوارهای باربر علاوه بر وزن خود باید وزن تمام سازه‌های روی خود را تحمل کند. این سازه که از اهمیت بالایی برخوردار بوده و از دارای وزن بالایی می‌باشد، باید از دیوارهایی تشکیل شده باشد تا بتواند تمام نیروهای ثقلی را تحمل کند. همچنین به دلیل وجود سازه در زیرزمین فشار ناشی جانبی ناشی از خاک را نیز باید تحمل کند. پس ضخامت این دیوار باید ضخیم باشد تا بتواند بارهای ثقلی و جانبی را به خوبی تحمل کرده آن را به شالوده انتقال دهد.

- **همانطور که در قسمت عایق بندی توضیح داده شد باید قبل از اجرای دیوار حتما از عایق نمد و PVC استفاده کرد تا از نفوذ رطوبت جلوگیری به عمل آید.**

آرماتور بندی دیوار

بتن به تنهایی قابلیت تحمل نیرویی کششی را ندارد برای جبران این ضعف بتن را با میلگرد که می تواند نیروی کششی زیادی را تحمل کند، مسلح می‌کنند که اصطلاحا به بتن مسلح معروف است.

آرماتوربندی دیوار در دو شبکه به موازات هم می‌باشد. که هر شبکه از میلگردهای قائم وافقی تشکیل شده است. آرماتورهای قائم بیشتر برای تحمل نیروی فشاری به کار برده می شوند و از آرماتورهای افقی که به کمرکش معروف هستند، برای نگهداری آرماتورهای عمودی و تحمل نیروی برشی استفاده می‌شود.

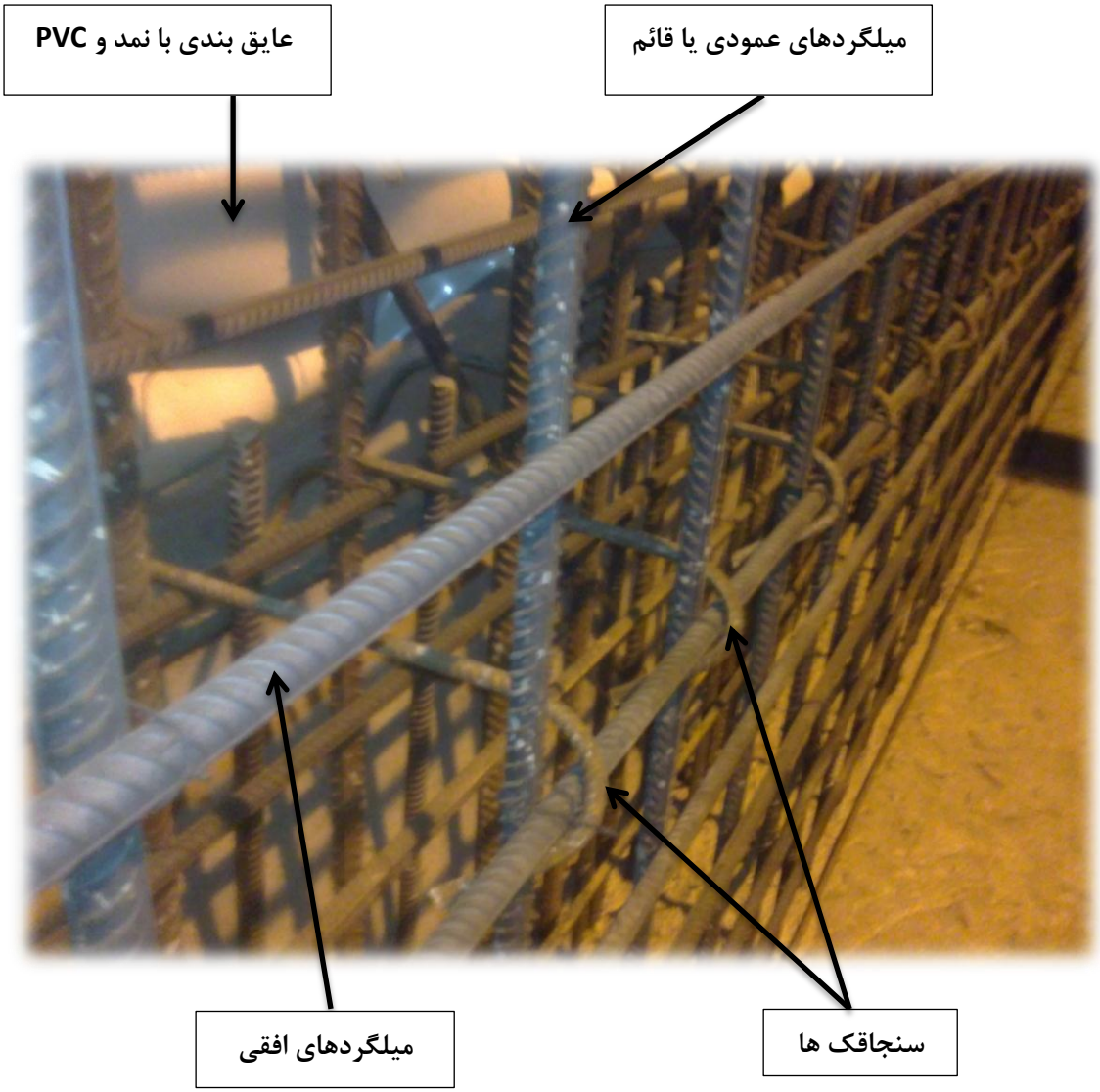
برای شروع کار ابتدا آرماتورهای طولی را به آرماتورهای طولی که در هنگام اجرای پی به عنوان میلگرد انتظار در بیرون قرار دارد، به هم متصل می‌کنند. در انجام این کار باید دقت شود که طول همپوشانی و وصله دو میلگرد کاملا رعایت شود. بعد از اینکه میلگردهای طولی را نصب کردند شروع به قرار دادن میلگردهای عرضی در محل خود با توجه به نقشه‌های اجرایی در فواصل معین می‌کنند. همچنین باید توجه داشت که میلگردهای انتظار برای اتصال به سقف و سازه بالای خود حتما رعایت شود.

وقتی دو شبکه از میلگرد به صورت عمودی در کنار هم قرار می‌گیرند باید فواصل معین در تمام قسمت دیوار به صورت یکسان رعایت شود. همچنین برای ایجاد پوشش بتن نیز باید میلگردها در جای خود ثابت باقی بمانند. برای رفع این مشکلات از میلگردهای رکابی که به شکل U انگلیسی می باشند استفاده می‌شود.

به دلیل ضخامت بالای دیوار و همچنین نیروی برشی زیادی که دیوار قرار است تحمل کند باید از میلگردهای سنجاقک برای رفع این مشکل استفاده کنند.

شکل صفحه بعد نمونه از میلگردگذاری نصب سنجاقک‌ها می‌باشد.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com



قالب بندی دیوار

- **باید توجه داشت که قبل از شروع عملیا قالب بندی باید حتما دیوارهای داخلی قالب که به به بتن در تماس خواهند بود، حتما روغن کاری شود تا بعد از خشک شدن بتن در هنگام باز کردن قالب دیوار بتنی به راحتی از بتن جدا شود و به بتن آسیبی نرساند.**

همواره در اجرای یک دیوار بتنی می باید ۳ پارامتر را در نظر گرفت و طرح قالب بندی را بر اساس این ۳ پارامتر تعیین کرد.

۱) **مهار فشار جانبی بتن**
۲) **ارتفاع دیوار بتنی**
۳) **پایداری مجموعه قالب**

مهار فشار جانبی بتن:

بتن تازه به سطح قالب فشار هیدرو استاتیک وارد می کند. برای مقاوم سازی قالب در مقابل این فشار می بایست از میان بولت استفاده کمرد. میان بولت بر حسب مصرف به دو نوع ۱)مدفون شونده ۲)تکرار شونده تقسیم می شود.

مدفون شونده :در محل هایی که امکان استفاده ی مجدد ارز بولت امکان پذیر نمی باشد و همچنین جداره هایی که نیازمند آب بندی است همچون مخازن آب از این نوع میان بولت استفاده می شود.

تکرار شونده:در محل هایی که سوراخ کردن دیوارهی برشی خللی در کار ایجاد نمی کند ویا نیازی به آب بندی نیست از این نوع میان بولت استفاده می شود.

ارتفاع و استحکام قالب:

با مرتفع شدن دیوار نیروهای هیدرواستاتیک افزایش میابد و در نتجه مجموعه قالب باید تحمل این افزایش نیرو را داشته باشد. همچنین برای جلوگیر از تغییر شکل قالب های یکپارچه و استحکام آن در حین جا به جایی و یا در اثر بار مرده و ضربه می بایست از پشت بند استفاده کرد.

برای قالب بندی دیوار تا ارتفاع ۲.۵ متر بند لوله و برای ارتفاع بیش از ۲.۵ متر از سولجر استفاده می گردد.

پایداری مجموعه قالب:

برای پایداری مجموعه قالب هنگام مونتاژ و نیز در حین بتن ریزی از جکهای مورب استفاده می شود.جکهای مورب به دو نوع ۱)جکهای شاقول کننده ۲)شمعهای حمایتی تقسیم شوند.

۱)جکهی شاقول کننده : از جکهای شاقول کننده برای پایداری پانلهای دیوار دوطرفه تا ارتفاع ۳متر استفاده می‌شود. بازوهای این نوع جک به صورت تلسکوپی قابل تنظیم میباشند.

۲)شمعهای حمایتی: از شمع های حمایتی برای پایداری مجموعه قالب دیوار با ارتفاع بیش از ۳ متر استفاده می‌شود. شمع های حمایتی متشکل است از سولجر و اتصال پیچ تنظیم به ابتدا و انتهای سولجر.

بتن ریزی دیوار

بعد از اجرای کامل آرماتوربندی و قالب بندی در این مرحله شروع به انجام بتن ریزی می‌کنند. بتن مورد استفاده در شالوده را که توسط میکسرها از کارگاه‌های مخصوص به قسمت اجرای پروژه حمل شده است را توسط پمپ‌های مخصوص و با استفاده از فشار هوا از طریق لوله به قسمت‌هایی که قرار است برای دیوار بتن بریزند منتقل می‌کنند.

بتن مورد استفاده باید از استانداردهای کامل برخوردار باشد. یعنی دانه بندی به صورت کاملا درست رعایت شده باشد و نسبت آب به سیمان آن نیز مورد توجه قرار گیرد. حتما باید قبل از بتن ریزی از روش آزمایش اسلامپ روانی بتن مورد آزمایش قرار گیرد. همچنین از بتن مورد استفاده نمونه‌های مکعبی برای آزمایش فشاری تهیه می

شود. باید دقت شود که این نمونه‌ها تا قبل از درآمدن از قالب مخصوص نباید از کوچکترین ضربه یا تکانی بخورند.

در هنگاه بتن ریزی دیوار باید دقت شود که نباید از ارتفاع بالا شروع به بتن ریزی کرد چون در این صورت سنگدانه‌های بتن ازهمدیگر جدا می‌شود و دانه بندی مناسب را نمی‌تواند ارضا کند. برای رفع این مشکل در هر یک متر در قالب دیوار دریچه‌هایی تعبیه می‌کنند تا بتن را به آرامی از داخل دریچه به داخل قالب هدایت کنند. به محض اینکه بتن ریزی تا قبل از تراز دریچه رسید، آن را می‌بندند و از دریچه بالاتر شروع به بتن ریزی می‌کنند.

در هر مرحله از بتن ریزی باید با استفاده از دستگاه ویبراتور بتن را ویبره کنند. .ویبره کردن بتن باعث می‌شود بتن به خوبی متراکم شود و مانع از آن می شود که در یک نقطه سنگدانه‌های ریز یا درشت تجمع کنند. همچنین با استفاده از ویره کردن بتن نیز، بتن به خوبی در اطراف قالب نفوذ کرده و باعث می‌شود در تمام سطح به خوبی پخش شود.

در انتهای بتن ریزی دیوار نباید سطح آن را صاف کرد و باید دارای پستی و بلندی‌هایی باشد تا در هنگام انجام عملیات بعدی بتنی که قرار است به آن متصل شود با استفاده از پستی و بلندی‌ها بتن کمی درگیریش بیشتر می‌شود.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

سقف

در پروژه ایستگاه F_3 از سقفهای بتنی دال استفاده می شود. به طور کل در این پروژه از دو نوع سقف بیشتر از همه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تمام سقف‌ها ویژگی دال بتنی را دارند و تنها در شکل از همدیگر متمایز هستند که هر کدام بنا به شرایط محیطی و سازه‌ای خود از طرح مورد نظر مطابق نقشه‌های اجرایی ساخته می‌شوند.

انواع سقف‌های مورد استفاده در این سازه به قرار زیر می‌باشد:

۱) دال تخت:

این نوع دال که از اسم آن نیز پیدا است به صورت صاف و تخت اجرا می‌شود. این سقف‌ها را در شفت مرکزی که از طبقات مختلف تشکیل شده است، مورد استفاده قرار گرفته است.

۲) دال قوسی:

این نوع دال که از اسم آن نیز پیدا است به صورت قوسی اجرا می‌شود. از این نوع سقف در سازه زیرزمینی و همچنین در *LPS* ها مورد استفاده قرار گرفته است.

قالب بندی دال

زمان قالب بندی در انواع دال تخت و قوسی باه متفاوت می‌باشد که هر کدام در زیر توصیح داده می‌شود:

زمان قالب بندی سقف تخت: این نوع سقف‌ها چون در شفت مرکزی اجرا می‌شود، بنابراین به راحتی می‌توان به بالای سقف دسترسی پیدا کرد و پس نصب داربست‌ها شروع به قالب بندی کرد و بعد آرماتوربندی و بتن ریزی کرد.

زمان قالب بندی سقف قوس: این سقف‌ها در سازه‌های زیرزمینی احداث می‌شود و همانطور که در ابتدای گذارش هم تشریح شد، سازه این قسمت کاملا در زیر زمین احداث می‌شود. بنابراین به قسمت بالایی سقف نمی‌توان دسترسی پیدا کرد و پس از نصب داربست‌های لازم شروع به آرماتوربندی کرد و بعداز آن قالب سقف را نصب کرد.

انواع داربست‌ها: داربست مدولار به ۳ نوع زیر تقسیم می شوند:

۱- **داربست مدولار مثلثی**
۲- **داربست مدولار چکشی**
۳- **داربست سنتی**

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

داربست مدولار مثلثی: این نوع داربست از فریم های مثلثی شکل تشکیل شده اند که به صورت نروماده به یکدیگر متصل می شوند و در کفراژبندی دال یا تیر و همچنین پلهای بکار میروند.ظرفیت باربری این نوع داربست با آرایش مربع(تا ارتفاع ۳۵ متر)۱۷.۶ تن و با آرایش مثلث (تا ارتفاع ۲۸.۵متر)۱۳.۲ تن می باشد.

داربست مدولار چکشی: این نوع داربست از پایه های قائم و مهارهای افقی در اندازه های مختلف تشکیل شده است.قسمت های قائم این نوع داربست در طولهای ۱،۱.۵،۲،۲.۵ و۳ متر تولید می شوند و باقرار دادن سرجک قابل رگلاژ در قسمت بالایی و پایه جک قابل رگلاژ در قسمت پایین داربست، برای هر ارتفاع و اختلاف ترازی قابل تنظیم می باشد.
داربست سنتی: داربست سنتی ار اتصال لوله های داربستی به قطر ۵ سانتی متر وبست های چهارپیچ تشکیل می گردد.این نوع داربست متداول ترین نوع داربست بندی و کفراژبندی می باشد اما دارای ایمنی کافی نمی باشد.

قالب بندی دال تخت

سیستم قالب بندی تخت متشکل از پانل های مدولار، پشت بند ها (لوله ناودانی و سولجر)، اتصالات (گیره و کوه)، میان بولت (بولت دو سر دنده، واشر، مهره خروسکی) و ملزومات خاص جهت استفاده در ارتفاع (براکت، جک شاقول کننده) می باشند. پانل های مدولار را می توان به سادگی به یکدیگر متصل و یا باز کرد. در موارد مشابه و تکراری می توان آنها را به صورت پانل یکپارچه درآورد و توسط جرثقیل در محل مورد نظر نصب نمود. استفاده از جرثقیل و یا کارگر برای حمل و نقل آنها بستگی به موقعیت کار دارد.

نمای بتن بعد از باز کردن قالبها بسیار صاف و رویه خوبی خواهد داشت و تنها اثر درز پانل های باقی خواهد ماند. این قالبها به دفعات زیاد قابل مصرف مجدد می باشد و عمر مفید پانل بستگی به نگهداری آن دارد. در صورت پرتاب نکردن و عدم سقوط آن از ارتفاع، حداقل تا ۶۰ مرتبه بدون تغییر شکل و اعوجاج قابل استفاده می باشند.

قالب بندی دال قوسی

برای ایجاد سازه های مدور با قطر بیش از ۲متر از پانلهای کمانی استاندارد فاقد تسمه های افقی استفاده می شود. .قالب های کمانی همانند قالب های مدولار در ابعاد و اندازه های مختلف ساخته می شوند وتوسط گیره متوسط به لوله نورد شده متصل می شوند.

در شکل صفحه بعد نمونه ای از قالب بندی قوسی با داربست‌های نگهدارنده آن مشاهده می‌شود.

آرماتوربندی دال

آرماتوربندی دال تخت: همانطور که در ابتدا هم توضیح داده شد در این سازه برای دال تخت مانند سقف‌های معمولی دیگر آرماتوربندی انجام می شود. آرماتور دال متشکل از دو شبکه یکی در بالا و دیگری در پایین سقف می‌باشد. هر شبکه از آرماتورها از میلگردهای طولی و عرضی تشکیل شده است.

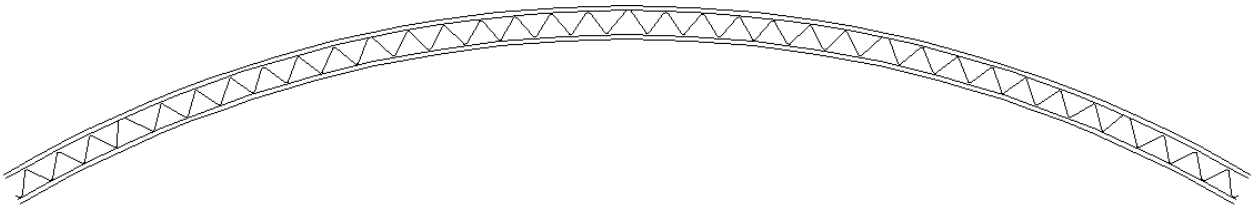
بعد از نصب داربست‌ها و قالب سقف، ابتدا میلگردهای عرضی را نسبت به نقشه‌های اجرایی پهن می‌کنندو سپس میلگردهای طولی را بر روی آرماتورهای عرضی با استفاده از فواصل معینی که در نقشه‌های اجرایی مشخص است، آرماتورهای طولی را قرار می‌دهند و با استفاده از مفتول در محل برخورد آرماتورهای طولی و عرضی دو آرماتور را به هم متصل می‌کنند. شبکه بالایی سقف را نیز مانند قسمت پایین آرماتورگذاری می‌کنند.

وقتی که دو شبکه از میلگرد بر روی هم قرار می‌گیرند باید حتما این دو شبکه در تمام سقف از همدیگر فلصله‌ای معین داشته باشند. برای رفع این مشکل، با استفاده از خرک که مابین دو شبکه از آرماتورها قرار می دهند، فاصله تعیین شده برقرار می‌کنند. همچنین برای پوشش بتن زیر سقف نیز با استفاده از لقمه گذاری در زیر شبکه پایینی از آرماتورهای سقف، فاصله را برقرار می‌کنند.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

آرماتوربندی دال قوسی: همانطور که قبلا ذکر شد دسترسی به بالای سقف قوسی امکان پذیر نمی‌باشد و آرماتوربندی سقف قوسی بعد از نصب داربست‌ها انجام می شود و پس از آن شروع به نصب قالب‌های سقف می‌کنند و ادامه کار را انجام می‌دهند.

آرماتوربندی این نوع سقف مانند دال تخت از دو شبکه ایجاد شده است. بعد از نصب داربست‌ها برای اینکه آرماتورها به طور موقت در سرجای خود قرار بگیرند ابتدا یک خرپایی از میلگردها با توجه به میزان قوس درست کرده و آن‌ها را در هر سه متر نصب می‌کنند. این خرپاها که در عرض سقف کار گذاشته می‌شوند برای آرماتوربندی و نگهداری میلگردها کمک بسزایی انجام می‌دهند و میلگردها را بر روی این خرپاها نصب می‌کنند. شکل تقریبی این خرپاها به قرار زیر است:



بعد از نصب این خرپاها ابتدا میلگردهای طولی شبکه فوقانی را با توجه به فواصل معین در جای خود قرار می‌دهندو سپس میلگردهای عرضی را با توجه به نقشه‌های اجرایی در فواصل معین به میلگردهای طولی با استفاده از مفتول نصب می‌کنند. شبکه تحتانی از آرماتورهای سقف نیز مانند شبکه فوقانی نصب می‌کنند. یعنی در ابتدا آرماتورهای طولی را بر روی خرپاها انداخته و سپس اقدام به نصب میلگردهای عرضی می‌کنند.

- **به دلیل اینکه سازه مورد نظر قسمت به قسمت اجرا می‌شود بنابراین باید در تمام اطراف سقف‌ها که قرار است در مرحله بعدی سقف یا سازه‌ی دیگری اجرا شود و به آن متصل شود، باید میلگرها را ادامه دهیم تا میلگرد انتظار فراهم گردد.**

بتن ریزی دال

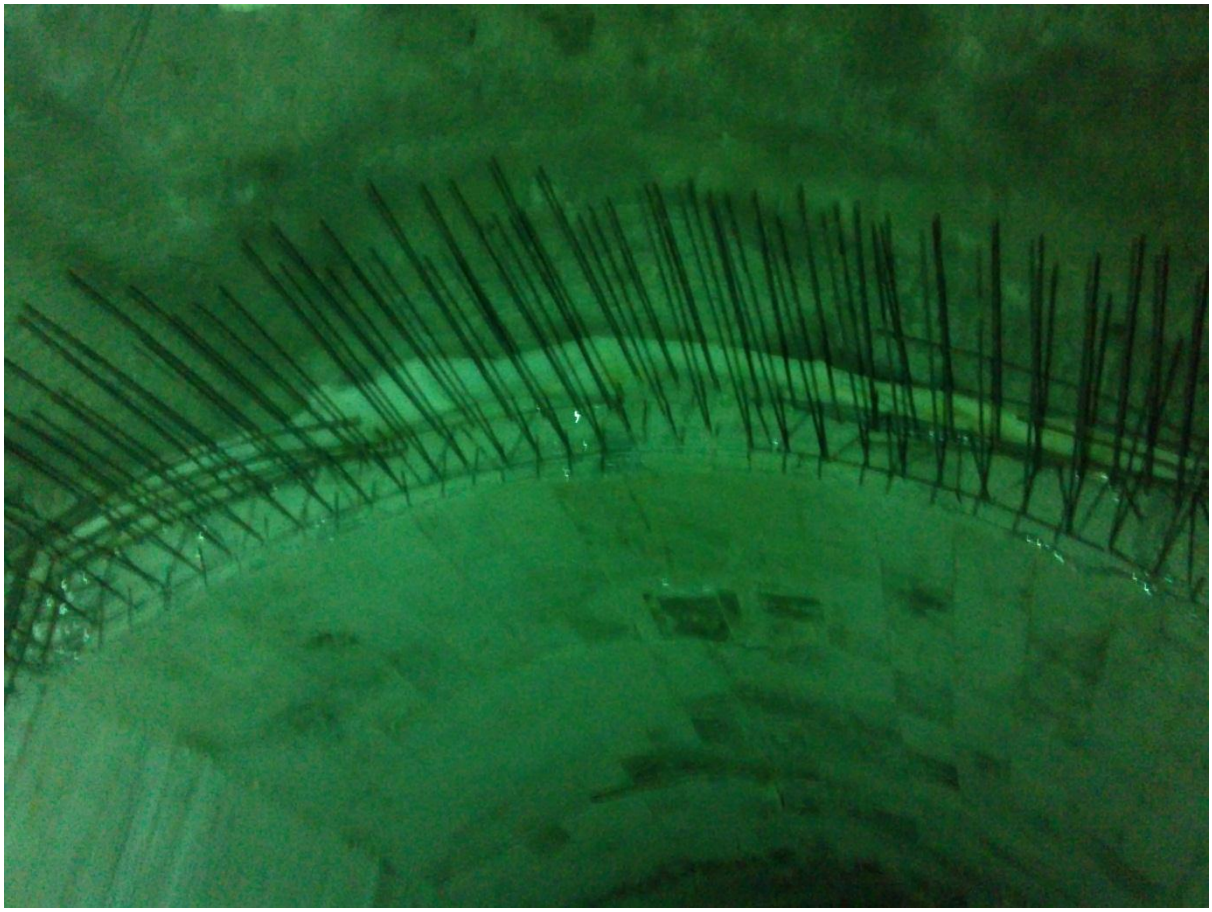
بعد از اجرای کامل آرماتوربندی و قالب بندی در این مرحله شروع به انجام بتن ریزی می‌کنند. بتن مورد استفاده در دال‌ها را که توسط میکسرها از کارگاه‌های مخصوص به قسمت اجرای پروژه حمل شده است را توسط پمپ‌های مخصوص و با استفاده از فشار هوا از طریق لوله به سقف سازه منتقل می‌کنند. بتنی که در قسمت سقف مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از استانداردهای کامل برخوردار باشد. یعنی دانه بندی به صورت کاملا درست رعایت شده باشد و نسبت آب به سیمان آن نیز مورد توجه قرار گیرد. حتما باید قبل از بتن ریزی از روش آزمایش اسلامپ روانی بتن مورد آزمایش قرار گیرد. همچنین از بتن مورد استفاده نمونه‌های مکعبی برای آزمایش فشاری تهیه می شود. باید دقت شود که این نمونه‌ها تا قبل از درآمدن از قالب مخصوص نباید از کوچکترین ضربه یا تکانی بخورند.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

در هنگام بتن ریزی باید بلافاصله در فواصل معین شروع به ویبره کردن بتن انجامید تا سنگدانه‌های بتن به خوبی متراکم شوند. این کار باید با دقت فراوان انجام شود تا بتن به خوبی متراکم گردد.

در دال‌های تخت بعد از بتن ریزی باید سطح بتن را کاملا مسطح نمود. همچنین در تمام دال‌ها قالب بندی و داربست‌ها حداقل باید به مدت هفت روز تا خشک شدن کامل بتن در جای خود قرار بگیرند.

در شکل زیر یک نوع دال قوسی اجرا شده همراه با میلگردهای انتظار به نمایش در آمده است:



کرادر

پروژه مترو تهران از دو قسمت اصلی تشکیل شده است:

1) **ایستگاه**
2) **تونل**

حفاری تونل به وسیله دستگاه‌های TBM انجام می‌گردد. این دستگاه‌ها با استفاده از تیغه‌های خود اقدام به حفر تونل می‌کنند. در پروژه خط ۳ متروی تهران این دستگاه از ایستگاه آیت الله سعیدی شروع به کار کرده است و نوبت به نوبت هر ایستگاه را طی می‌کند و به ایستگاه بعدی می رود. زمانی که قرار است دستگاه حفاری TBM وارد ایستگاه‌ها می شود باید بستری فراهم شود تا این دستگاه به راحتی بتواند از ایستگاه رد شده و به حفاری خود ادامه دهد. این بستر که از قسمتی بتنی که دارای دو ریل از پروفیل فولادی می‌باشد را کرادر می‌گویند.

کرادر بر روی شالوده انجام می‌شود و حتما باید قبل از نصب کرادر شالوده سازه حتما تمام شده باشد. این قسمت هم مانند قسمت‌های دیگر سازه مرحله به مرحله و همگام با سازه انجام می شود. به دلیل اینکه دستگاه TBM به صورت استوانه‌ای می‌باشد، سطح کرادر هم باید دارای قوس خاصی همراه با قوس دستگاه حفاری TBM باشد. همچنین پروفیل‌هایی در طرفین کرادر کار گذاشته می شود تا بر روی آن‌ها ریل‌هایی قرار گیرد. این ریل‌ها برای عبور دستگاه TBM باشد.

در ابتدای کار پروفیل‌ها را در جای خود و در ارتفاع کار می‌گذارند. این پروفیل‌ها را با استفاده از دوربین‌های نقشه برداری توتال به گونه‌ای در جای خود تراز می‌کنند که به هیچ عنوان نباید خطایی داشته باشد. زمانی که این پروفیل‌ها در جای خود قرار گرفت، مانند یک شالوده گسترده در دو سفره فوقانی و تحتانی شروع به اجرای آرماتوربندی می‌کنند.

برای انجام شبکه زیرین از آرماتوربندی کرادر، ابتدا میلگردهای عرضی را با توجه به نقشه‌های اجرایی و در فواصل معین بر روی زمین پخش می کنند. سپس آرماتورهای طولی را مانند آرماتورهای عرضی با توجه به نقشه‌های اجرایی و در فواصل معین بر روی آرماتورهای عرضی قرار می دهند. بعد از پخش کردن آرماتورهای طولی و عرضی با استفاده از مفتول آرماتورها را به هم می بندند تا شبکه زیرین تشکیل شود. آرماتورهای شبکه بالایی را هم به همین نحو اجرا می‌کنند با این تفاصیر که برای اینکه شبکه بالایی در سرجای خود قرار بگیرد از خرک استفاده می کنند. خرک‌ها به انواع مختلفی می‌باشند باعث می‌شوند تا آرماتورها به نحو صحیح در جای خود قرار بگیرند.

چون سطح کرادر از حساسیت خاصی برخوردار می‌باشد و باید حتما قوس آن یکدست و میزان باشد، لذا باید تمهیداتی انجام داد تا در هنگام بتن ریزی سطح مورد نظر یکدست درآید. برای این کار بعد از میلگرد گذاری در کرادر، در هر سه متر اقدام به نصب پروفیل‌هایی از نبشی می‌کنند. این نبشی‌ها که قبلا به صورت قوس مورد نظر

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

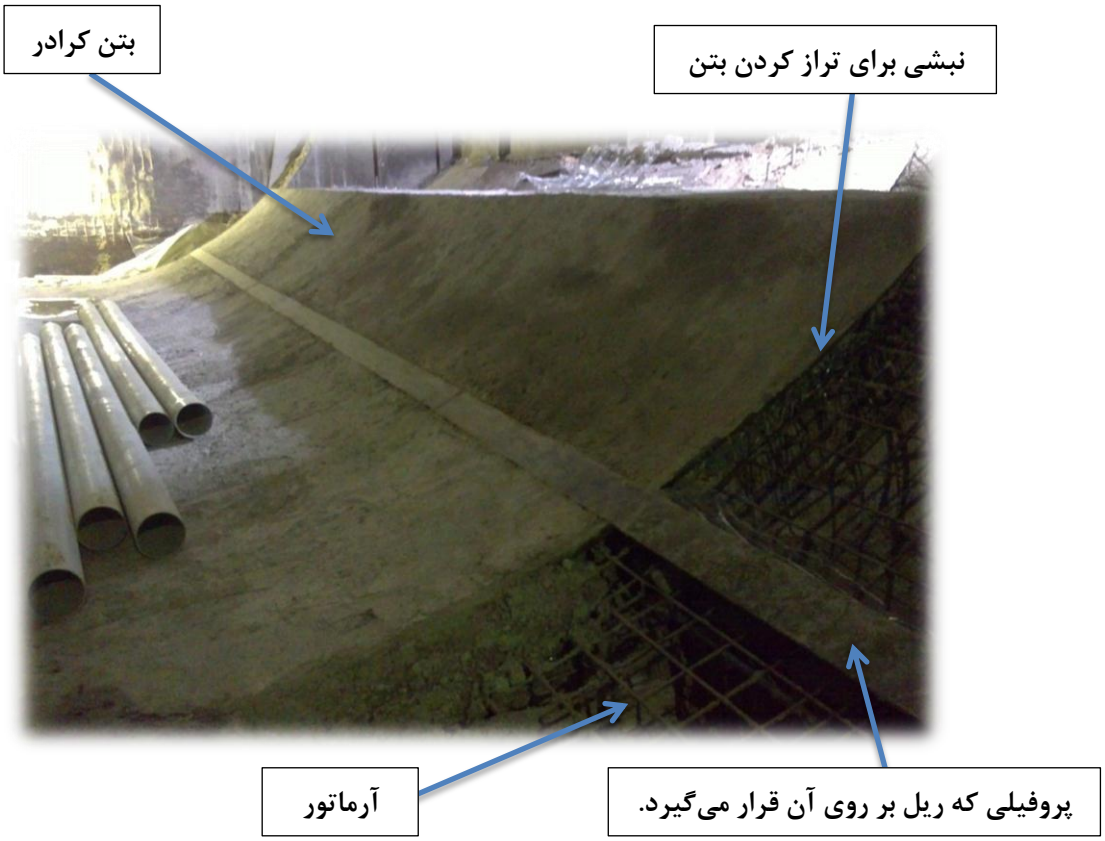
درآمده است با استفاده از دوربین‌های نقشه برداری و با کمک نقشه بردار دقیقا در سرجای خود قرار می‌گیرد. پس از اینکه مطمئن شدیم که مکان نبشی‌ها صحیح است آن‌ها را به خوبی در جای خود جوش می‌دهند تا تکان نخورند. این نبشی‌ها میزان تراز بتن ریزی می باشند باید به نحوی کار گذاشته شوند که علاوه بر ایجاد قوس مورد نظر باید پوشش بتن بر روی میل‌گردهای کرادر نیز فراهم آورند. یعنی باید به اندازه پوشش بتن بالاتر از میلگردها کار گذاشته شوند.

بعد از اتمام آرماتوگذاری و نصب دقیق نبشی‌ها اقدام به بتن ریزی می‌کنند. بتن مورد استفاده در کرادر را که توسط میکسرها از کارگاه‌های مخصوص به قسمت اجرای پروژه حمل شده است را توسط پمپ‌های مخصوص و با استفاده از فشار هوا از طریق لوله به کف ساز منتقل می‌کنند. در هنگام بتن ریزی باید بلافاصله در فواصل معین شروع به ویبره کردن بتن انجامید تا سنگدانه‌های بتن به خوبی متراکم شوند. این کار باید با دقت فراوان انجام شود تا بتن به خوبی متراکم گردد.

برای اجرای دقیق سطح کرادر از نبشی‌ها کمک می‌گیرند. به همین منظور بتن را با استفاده از شمشه‌ای که بر لبه‌های نبشی استوار است دقیقا صاف و به صورت قوسی درمی‌آورند.

در هنگام بتن ریزی باید بلافاصله در فواصل معین شروع به ویبره کردن بتن انجامید تا سنگدانه‌های بتن به خوبی متراکم شوند. این کار باید با دقت فراوان انجام شود تا بتن به خوبی متراکم گردد.

در شکل زیر قسمتی از کرادر همراه با جزییات به نمایش درآمده است.



گذارش کار

در هر پروژه‌ای برای اینکه بتوان از پیشرفت کار به خوبی آگاه شد باید حتما گذارش کارهایی به صورت روزانه و ماهانه جمع کرد. گذارش کارها از روند اجرای کار و درصد پیشرفت کار خبر می‌دهند.

گذارش‌ها باید به گونه باشند تا بتوان در آنها بدون سختی زیاد از روند اجرای پروژه آگاهی کسب کرد. نمونه‌ای از گذارش کار روزانه در کارگاه، مخصوص شرکت آماده می‌شد که به اختصار جدول آن توضیح داده می شود.

در گذارش کار روزانه باید در وحله اول تاریخ مشخص شود. همچنین باید زمان انجام کار نیز دقیقا باید درج شود.

در این گذارش باید وضعیت جوی هوا ذکر شده باشد. چون با توجه به شرایط جوی بعضی از کارها انجام می‌شوند.

تعداد نیروی انسانی و همچنین وسایل و دستگاه‌های موجود در کارگاه باید ذکر شود. چون رابطه مستقیمی با حجم انجام پروژه را دارند.

مهمترین قسمت یک گذارش از کار حجم عملیات روزانه می باشد. عملیاتی که به صورت روزانه در محیط کارگاه انجام می شود باید به طور کامل و در قسمت‌های مختلف در گذارش آورده شود. همچنین باید شرایط انجام کار نیز باید با توجه به روز یا شب بودن عملیات کارگاهی نیز درج شود.

هریک از عملیاتی که در گذارش نوشته می شود حتما باید مقدار حجم عملیات نیز در جلوی خودش نوشته شود تا بتوان متوجه شد که چقدر انجام شده است.

یکی دیگر از مهمترین قسمت‌های گذارش، ثبت مشکلات در حین کار می باشد. درهر گذارش باید مشکلاتی که در حین کار به وجود می‌آید به صورت خلاصه نوشته شود تا بعدا درمورد مشکلات تصمیم گیری و اقدام به رفع مشکل کرد.

همچنین باید در هر قسمت از گذارش کار ملاحظاتیمربوط به پروژه را اختصاص داد تا بتوان در آن قسمت شرح داد.

در انتها هم باید گذارش کار به امضای سرپرست و ناظر مقیم برسد.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

مشکلات در حین کار

در هر پروژه‌ای به دلایل مختلفی کار با مشکلاتی برخورد می‌کند که باید با تلاش مشکلات را بطرف کرد و به پیشبرد پروژه فکر کرد. به نوعی می‌توان گفت مشکلات جزعی از هر پروژه می‌باشد که نمی‌توان آن‌ها را نادیده گرفت. پروژه ایستگاه F_3 هم به دلایل شرایط خاص خود عاری از مشکلات نبود. در زیر به چند تن از مشکلاتی که بنده در مدت کوتاهی که در این پروژه شرکت داشتم اشاره می‌کنم.

- **فضای محدود کارگاه**

یکی از بزرگترین مشکلاتی که در این پروژه به چشم می‌خورد محدود بودن فضای کار بود. برای چنین پروژه‌هایی حتما باید فضای کافی برای مانور دادن در محل کارگاه وجود داشته باشد. ایستگاه F_3 در میدان منیریه قرار داشت و به دلیل قرار داشتن در یکی از قسمت‌های مهم شهر تهران، از کمبود فضای کار بسیار رنج می‌برد. به همین خاطر در محل کارگاه از حداکثر محیط برای انجام کار استفاده می‌شد.

- **وجود آب‌های زیرزمینی**

یکی دیگر از بزرگترین مشکلاتی که در حین کار بسیار با آن برخورد می‌شد، وجود آب‌های زیرزمینی بود. شهر تهران به دلایل وجود قنات‌های قدیمی معروف است و همچنین پروژه در زیر زمین بود، به هیچ عنوان نمی‌توانستیم از آب‌های زیرزمینی فرار کنیم. آب‌های زیرزمینی در هنگام کار بسیار کار را با مشکل مواجه می‌کردند. از مهمترین مشکلاتی که آب‌های زیرزمینی ایجاد می‌کردند در هنگام خاکبرداری بود.

- **ریزش خاک**

برای انجام پروژه ایستگاه F_3 احتیاج به خاکبرداری‌های فراوانی بود. ریزشی بودن خاک منطقه و به دلیل قنات‌های قدیمی که در این منطقه قرار داشت در خیلی از موارد باعث متوقف شدن کار می‌شد. حتی در گذشته در این ایستگاه بارها اطراف کارگاه به دلیل حفاری ریزش کرده و باعث بستن خیابان شده است.

- **وجود تاسیسات زیرزمینی شهری**

در هر پروژه شهری که در آن حفاری انجام می‌گیرد امکان ندارد به تاسیسات زیرزمینی شهری آسیب نرسد. این پروژه هم به دلایل حفاری‌های طولانی بارها باعث شده است که یکی از تاسیسات شهری در هنگام کار به طور ناگهانی آسیب برسد. آسیب رسیدن به این تاسیسات موجب توقف کار می‌شد زیرا تا زمانی که ارگان مربوطه اقدام به برطرف کردن مشکل می‌کرد، زمان می‌برد.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

- **هوای نامناسب**

تقریبا تمام کارهای پروژه مربوطه در زیر زمین انجام گرفته است. فضای محدود کارگاه باعث می‌شد که فضای محدود کارگاه باعث شده بدو که فقط قسمت کوچکی از کارگاه با هوای آزاد ارتباط داشته باشد. قسمت‌های زیادی از کارگاه از هوای تازه محروم بودند. با اینکه هواکش‌هایی برای دفع هوا کار می‌کرد ولی بازهم جوابگو نبودند و هوای داخل کارگاه با گردوغبار زیادی که داشت تنفس انسان را دچار مشکل می‌کرد.

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com

نتیجه گیری

در ابتدا قبل از اینکه وارد چنین پروژه‌ای بشوم از خیلی اطلاعات کاری مربوط به پروژه آگاهی چندانی نداشتم. به محض ورود با سوالات متعددی برخورد کردم که رفته رفته با گذشت زمان به هر یک از قسمت‌های سازه که انجام می شد اشراف پیدا می‌کردم.

خدارا شکر می‌کنم که توانستم در چنین پروژه‌ای به این بزرگی و حساسی وارد شوم. در مدت کوتاهی که در روند پروژه شرکت داشتم بیشتر از آنکه خودم فکرش را می‌کردم تجربه کسب کردم. تجربه‌هایی که در کمتر پروژه‌هایی به آن برخورد می‌کنیم. بیشتر کارهای عمرانی که در کشور انجام می‌شود مربوط به ساختمان سازی می باشد. در ساختمان سازی تقریبا تمام روند انجام کار به یک نحو می‌باشد و با انجام دادن یک پروژه ساختمانی تقریبا به بیشتری از موارد در ساختمان سازی می توان پی برد. ولی در چنین پروژه‌های خاصی که از قسمت‌های مختلف و بسیار زیاد تشکیل شده است می‌توان تجربه‌هایی کسب کرد که در هیچکدام از ساختمان سازی‌های معمولی نمی‌توان کسب کرد. در کل هرچقدر هم یک مهندس عمرانی در پروژه‌های بزرگ و ملی جستجو و کار کند بازهم برای کسب تجربه کم است.

امیدوارم با کسب تجربه از این پروژه بتوانم در آینده حداقل حرفی کوچک برای گفتن داشته باشم. این اولین تجربه جدی بنده در یک پروژه عمرانی بوده است. و امیدوارم با کسب اولین تجربه بتوانم گام‌های دیگر را محکمتر بردارم تا بتوانم برای میهن عزیزم خدمتکاری وفادار باشم.

از زحمات مهندس ماهری کمال تشکر را دارم که بنده را در این پروژه هدایت و راهنمایی کردند.

زمان انتهای کارآموزی بنده با یک حادثه دلخراشی برای هم میهنانم در آذربایجان شرقی بود. زلزله ای که دوباره مهندسین عمرانی را به فکر فرو برد و بازهم زنگ خطری برای ایران ما.

در انتها امید این را دارم که مهندسین عزیز مملکت ما با تلاش و پشتکار این قبیل حوادث را جدی‌تر از قبل بگیرند و چاره ساز باشیم.

mn۶۷.nazari@yahoo.com

www.jozve.org
mn۶۷.nazari@yahoo.com