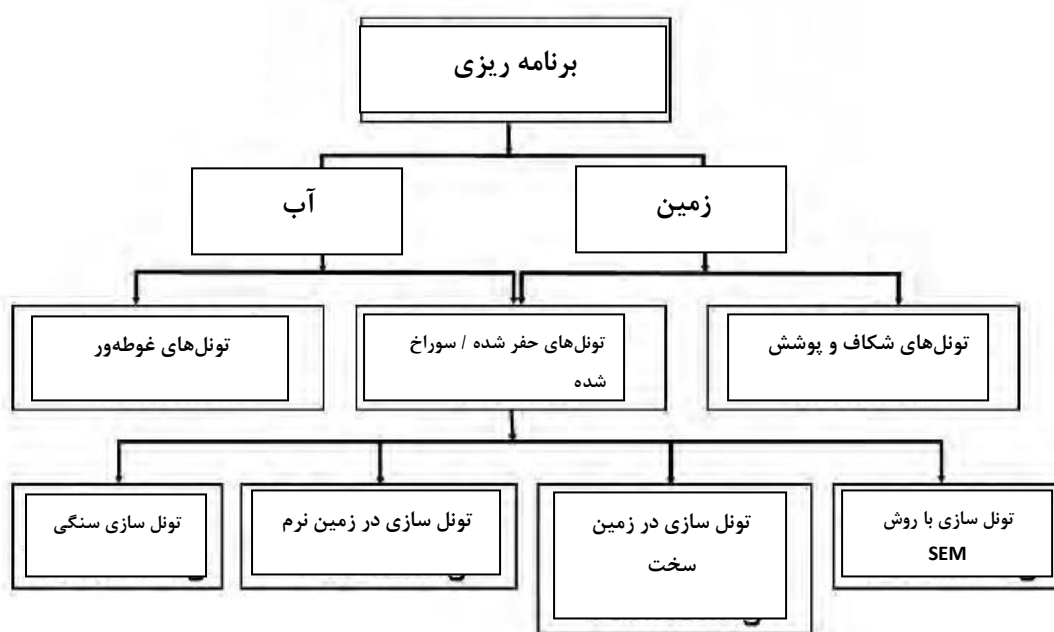


روش‌های ساخت تونل

انتخاب روش‌های ساخت تونل در یک پروژه به فاکتورهای زیادی بستگی دارد. ساخت تونل و مهندسی تونل به عنوان یکی از صنایع پیچیده و خاص در زمینه مهندسی عمران شناخته می‌شود. شرایط غیرقابل پیش بینی زمین، الزامات محیط زیستی و فاکتورهای زمین شناسی کار ساخت تونل را چالش برانگیز می‌نماید.

مشابه تونل‌های مخفی که برای عبور آب ساخته می‌شود، نکته حائز اهمیت برنامه ریزی و انجام بررسی‌های کامل امکان سنجی پروژه است. نوع تونل و روش مورد استفاده به عوامل مختلفی بستگی دارد که در پایین به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- شکل و پیکربندی هندسی
- نوع زمین (زمین شناسی)
- شرایط زمین
- نوع معبر
- الزامات پروژه
- الزامات محیط زیستی



لیست کاملی از روش‌های متفاوت در ساخت تونل

تونل‌های شکاف و پوشش (تونلی که ساخت آن از سطح زمین با حفاری و خاک برداری شروع شده و پس از اتمام آن دوباره روی آن را با خاک می‌پوشانند)

در این نوع تونل‌ها سازه تونل هنگام حفاری و پس از آن یا در محل ساخته می‌شود و یا از نوع پیش ساخته استفاده خواهد شد. پس از ساخت، روی سازه دوباره با خاک جدید یا خاک حفاری شده از قبل، پر می‌شود.

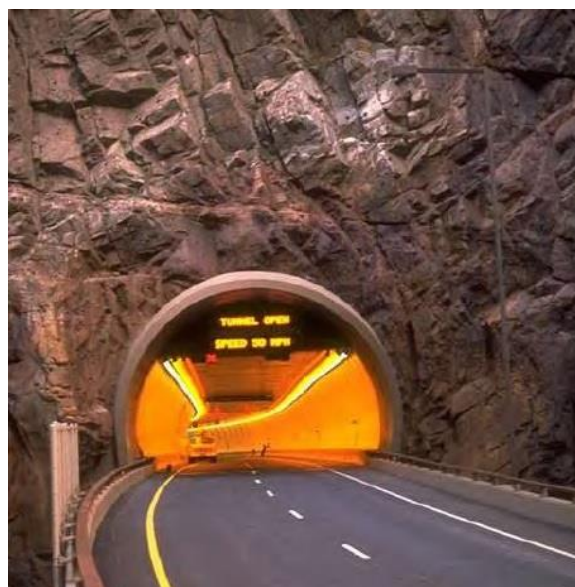
این روش برای تونل‌های سطحی یا کم عمق کاربرد دارد و نیز زمانی که حفاری ایمن باشد به طوری که با احتمال فروریزش دیواره‌های حفاری روبرو نباشیم و یا به لحاظ اقتصادی این گزینه مناسب باشد. این روش ساخت برای ساخت معابر زیرزمینی، نواحی دسترسی به سایر تونل‌ها و تونل‌های ساخته شده در زمین‌های صاف یا کم عمق استفاده می‌شود. ساخت تونل‌ها یا به صورت درجا و یا به صورت پیش ساخته انجام می‌گردد. به طور کلی دو نوع روش ساخت شکاف و پوشش برای تونل وجود دارد: از پایین به بالا و بالا به پایین.



روش ساخت شکاف و پوشش با استفاده از حفاری شیب‌های جانبی در تونل FT MCHENRY.

تونل‌های مته کاری شده یا حفاری شده

این تونل‌ها بدون حفاری و روی سطح زمین ساخته می‌شوند. در تونل سازی حفر شده، عملیات حفاری در دروازه یا مدخل تونل انجام می‌شود که کمترین اثر بر روی ترافیک، کیفیت هوا و سروصدا و تجهیزات را دارد. آستر سازی بخش مهمی از اجزای ساخت این نوع تونل می‌باشد. برای اعماق ۱۰ تا ۱۲ متری، معمولاً روش ساخت شکاف و پوشش از روش حفاری و مته کاری اقتصادی‌تر و کاربردی‌تر است.



یک تونل با مقطع نعل اسبی برای یک جاده دوطرفه



تونل سنگی بدون آستر در پارک طبیعت ایالت یوتا

تونل‌های سنگی

تونل‌های سنگی از میان سنگ‌ها با دریل کاری (حفاری با مته) یا با انفجار حفر می‌شوند. این روش تونل سازی از دستگاه‌های حفار سنگ‌های نرم یا ماشین‌های حفاری (کننده کاری) تونل سنگی TBM کمک می‌گیرد. در برخی موارد نیز از روش حفاری مرحله‌ای بهره می‌برد. رفتار سنگ‌ها با نوع سنگ و محل آن متغیر است و به طیف گسترده‌ای از روش‌های پایدار سازی محل حفاری با هیچ‌گونه تکیه گاه تا اتصال پیچ‌ها به ورق‌های فولادی و حتی تا آسترهای بتنی تقویت شده سنگین و ترکیبی از روش‌های ذکر شده وابسته است. این روش یکی از سخت‌ترین و چالش برانگیزترین روش‌های تونل سازی در زمین بشمار می‌آید.

تونل سازی در زمین نرم

هنگامی که تونل‌ها در خاک با روش سپر یا وجه فشاری TBM یا روش‌های حفاری معدن حفر می‌شوند، به این روش حفاری مرحله‌ای، تونل سازی در زمین نرم گفته می‌شود. زمین نرم شامل خاک‌های چسبنده و خاک‌های غیر چسبنده و ماسه‌های سیلتی است. در صورتی که تونل‌های زمین بسیار نرم توسط رانش‌ها و بازشدگی‌های کوچک مرحله‌ای حفر گردند، این روش بنام روش تونل سازی جدید اتریشی نامیده می‌شود.

تونل‌های غوطه‌ور شده

تونل‌های غوطه‌ور شده معمولاً حاوی اعضای بتنی پیش ساخته بسیار بزرگ یا المان‌های توخالی فولادی پر شده با بتن هستند که روی زمین ساخته و بعداً در زیر آب نصب می‌شوند. پس از نصب، این تونل‌ها دوباره از پشت پر می‌شوند. تونل‌های غوطه‌ور بسیاری در سراسر جهان برای ساخت جاده یا راه آهن بکار گرفته شده است. تونل‌های غوطه‌ور در طول‌های ملزوم یا مورد نیاز بر روی بارانداز خشک یا آبگیرهای (حوضچه) مقاوم در برابر آب یا روی عرشه کشتی‌ها، ساخته می‌شوند. انتهای اعضا در هر طرف با یک تیغه یا دیواره بسته شده‌اند و سپس شناور شده و به محل نصب کشیده می‌شوند.



تونل غوطه‌ور

تونل‌های جعبه‌ای جک زده شده

در این نوع تونل‌ها، سازه‌های جعبه‌ای پیش ساخته به طور افقی به واسطه جک‌هایی از بین خاک‌های مقابل دیوار جانبی به سمت بالا کشیده می‌شوند. این کار با روش‌هایی مانند دوجاب بنتونیت انجام می‌شود تا اصطکاک سطح کاهش یابد. معمولاً از این روش‌ها برای ساخت تونل زیر باند فرودگاه‌ها یا خاک‌ریزهای راه آن که سطوح کم عمق هستند، استفاده می‌گردد؛ اما خاک نباید دچار آشفته‌گی گردد چون در این صورت سرویس دهی نرمال را دچار مشکل خواهد کرد. تونل سازی با روش جعبه‌ای جکی در زمین‌های نرم و تونل‌های با طول کم کاربرد دارد.



عملیات ساخت سازه تونل جعبه‌ای جک شده

مترجم: نیما اصغری

منبع:

<http://civildigital.com/complete-list-different-methods-tunnel-construction-principal-tunneling-types/>