بسمه تعالی

گروه مهندسین دریان

# پایدارسازی گود به روش انکراژ (میل‌مهار)

| REV | شرح | تهیه | بررسی | تأیید | تصویب | تاریخ انتشار | محل ضرب مهرهای تحت کنترل- منسوخ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰۰ | پایدارسازی گود به روش انکراژ (میل‌مهار) | وحید پاچیده | امیر ساعدی | | | | |
| ۰۱ | | | | | | | |
| ۰۲ | | | | | | | |
| ۰۳ | | | | | | | |

www daryan.co

تهران - سعادت آباد - خیابان ریاضی بخشایش - بن بست قائم - پلاک ۴ - طبقه چهارم

تلفن : ۷-۲۲۱۳۷۰۸۶ فکس : ۲۲۱۳۷۰۸۴

# فهرست مطالب


**۱-مقدمه ..... ۳**

**۲-کلیات..... ۴**

**۳-مصالح و قطعات المانها (تاندونها) ..... ۹**

۴-۱- میلههای فولادی و کابلها..... ۹

۴-۲- اسپیسرها و سنترلایزرها..... ۱۱

۴-۳- سایر انواع انکرها و مصالح تاندونها ..... ۱۲

**۴-گروت سیمان ..... ۱۳**

**۵-انواع سیستمهای انکراژ ..... ۱۴**

۳-۱- انکراژ با شفت مستقیم و گروت ریزی ثقلی ..... ۱۵

۳-۲- انکراژ با شفت مستقیم و تزریق گروت با فشار ..... ۱۶

۳-۳- انکراژ با پس تزریق ..... ۱۶

۳-۴- انکراژ نوک پهن ..... ۱۷

**۶-کاربردهای سیستم انکراژ ..... ۱۷**

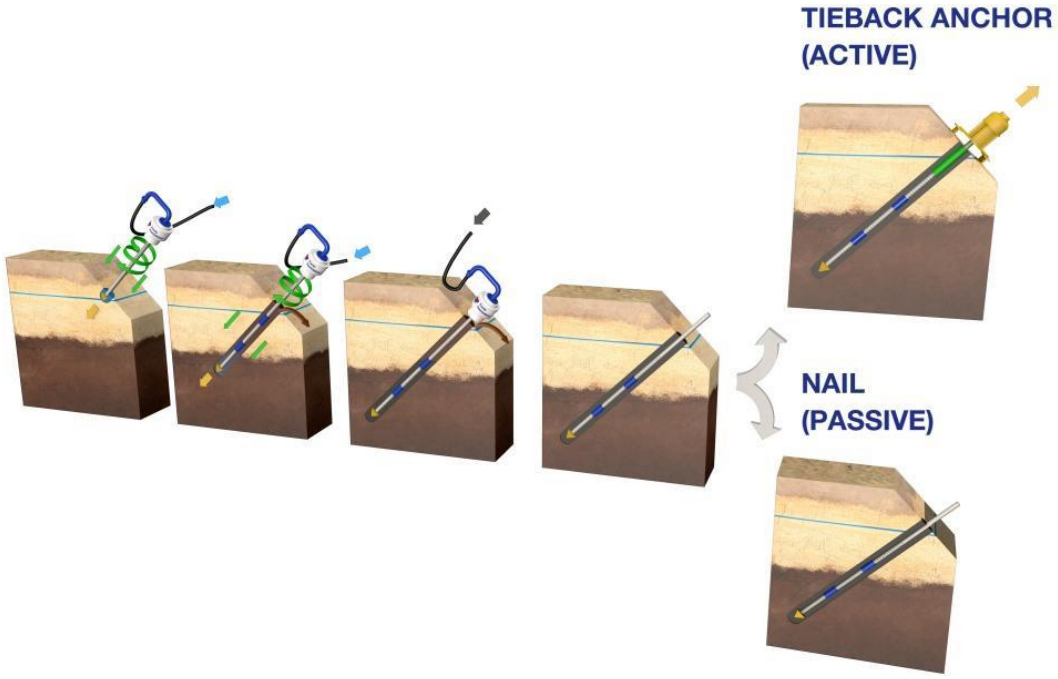
۶-۱- دیوار نگهبان ..... ۱۷

۶-۲- پایدارسازی شیب ..... ۱۷

۶-۳- سازه های متصل به زمین ..... ۱۹

## ۱- مقدمه

یکی از پرکاربردترین روش‌های گودبرداری عمیق و پایدارسازی شیب‌ها که اساس آن افزایش تنش‌های مقاوم گوه‌ی گسیختگی خاک است، روش میل‌مهار (انکراژ) می‌باشد. در این روش، همانند روش میخکوبی (نیلینگ) از یک المان فولادی (کابل (استرند) یا میله)، جهت افزایش مقاومت برشی سطح گسیختگی شیروانی استفاده می‌شود. علاوه بر این، با استفاده از نیروی پیش‌تنیدگی ایجاد شده در کابل، نیروی اصطکاک موجود در سطح گسیختگی و در نتیجه ضریب اطمینان پایداری گوه گسیختگی افزایش می‌یابد (شکل ۱). به طورکلی به دلیل وابستگی این روش به نیروی انسانی ماهر و تجهیزات خاص، روش گرانتری نسبت به روش نیلینگ می‌باشد و استفاده از آن تنها در شرایطی که جابجایی‌ها و تغییرمکان‌های جداره گود در وضعیت نامطلوب قرار دارد، توصیه می‌شود. در این نوشتار به بررسی کامل این روش پرداخته شده است.

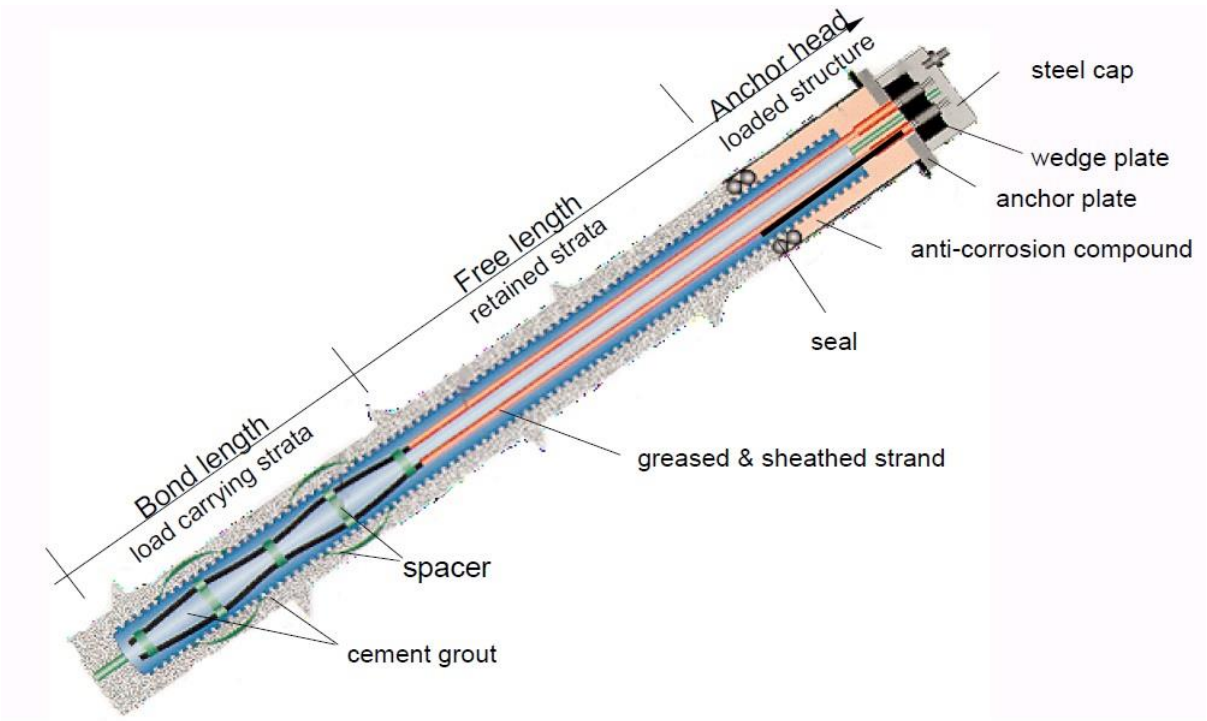



**شکل ۱: تفاوت سیستم های انکراژ و نیلینگ در اجرا**

## ۲- کلیات

انکرها (مهارها) المان‌های سازه ای پیش تنیده ای هستند که در خاک یا سنگ نصب شده و نیروی کششی ایجاد شده در خود را به زمین منتقل می کنند. درون چاله‌ی انکرها بوسیله‌ی ملات گروت تزریق و پر می‌شود که از این لحاظ به آن‌ها انکرهای تزریق‌شده نیز گفته می‌شود. از طرف دیگر به دلیل مکانیزم عملکرد، به سیستم انکراژ «دوخ به پشت»[۱] نیز گفته می‌شود.

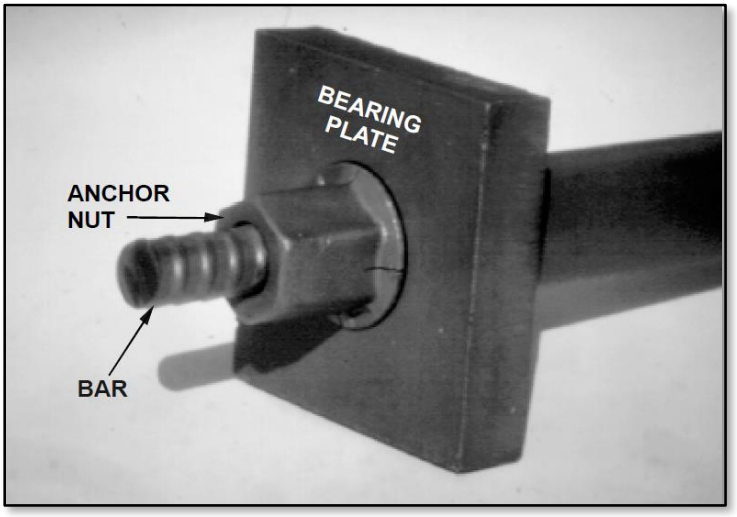
اساسی‌ترین مولفه‌های یک سیستم انکراژ عبارتند از: انکر، طول آزاد (آزاد) و طول محصور. این بخش‌ها به همراه سایر اجزای آن در شکل (۲) نشان داده شده است. سیستم انکراژ از قطعاتی مانند سر انکر، صفحه باربری، و لوله‌ای که توانایی انتقال نیروهای پیش‌تنیدگی موجود در المان پیش‌تنیده (میله یا کابل) را به سطح خاک یا سازه نگهبان داشته باشد، تشکیل شده است. در شکل‌های ۳ و ۴ به ترتیب اجزای سیستم های انکراژ با تاندون‌های میله‌ای و کابلی نشان داده شده است.



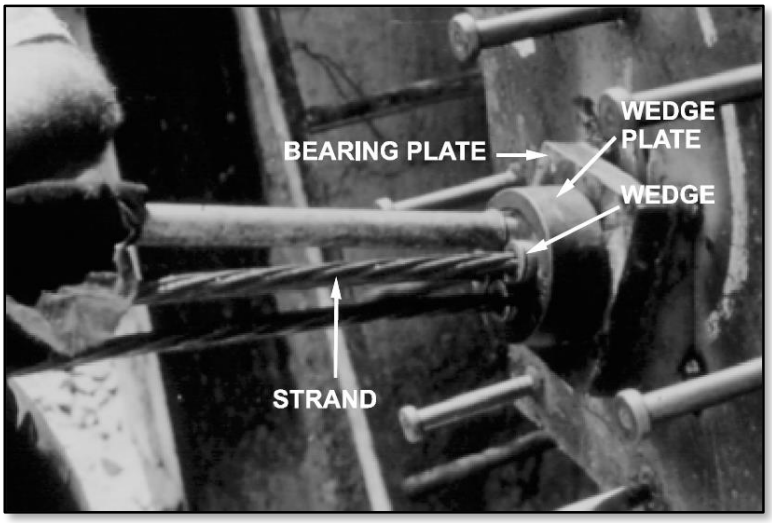

**شکل ۲: اجزای سیستم انکراژ**

[۱] *Tiebacks*

طول آزاد انکر، بخشی از آن است که می‌تواند به صورت آزاد در محدوده‌ی الاستیک تغییرشکل داده و نیروهای مقاوم را از طول محصور انکر با سازه مورد نظر منتقل کند. به منظور حفظ عدم محصورشدگی بخش آزاد در برابر تزریق گروت، از یک لوله‌ی پلاستیکی صاف استفاده می‌شود، لذا این بخش می‌تواند به راحتی تغییرشکل داده و تحت نیروی پیش‌تنیدگی قرار گیرد و بعد از رها کردن نیرو نیز به راحتی تغییرشکل دهد. طول محصورشده‌ی تاندون‌ها بخشی است که تحت گروت‌ریزی قرار گرفته و توانایی انتقال نیروهای کششی را به زمین ایجاد می‌کند. این بخش باید پشت خط گسیختگی گوه محتمل لغزش قرار گیرد. به بیان دیگر با نیروی کششی موجود در تاندون‌ها، گوه گسیختگی ناپایدار به بخش پایدار پشت خود دوخته می‌شود.




**شکل ۳: اجزای سر یک انکر میله‌ای**




**شکل ٤: اجزای سر یک انکر کابلی**

به طور کلی مراحل اجرای یک سیستم انکراژ عبارتند از (شکل۵):

۱- حفاری محل نصب انکر تحت زاویه‌ای مشخص و تا عمق طراحی و با استفاده از تمهیدات حفاظتی (تیوب یا کیسینگ) و مایع حفاری

۲- جایگزینی مایع حفاری با تزریق گروت اولیه در شرایطی که حفاری تا عمق معین انجام شده است

۳- جایگزاری المان کششی (کابل یا میله) تا طول طراحی شده (شکل۶)

۴- تزریق گروت بخش محصور و همزمان خروج تیوب یا کیسینگ حفاظتی

۵- اعمال نیروی پیش تنیدگی بر قسمت آزاد بر اساس مقادیر طراحی شده به منظور کاهش جابجایی سازه (حداقل ۷ روز بعد از تزریق بخش محصور شده) (شکل۷ و۸)

**شکل ۵: شکل شماتیک مراحل اجرای سیستم انکراژ**

**شکل ٦: جایگزاری المان میله‌ای در حفره**

**شکل ۷: اعمال نیروی پیش‌تنیدگی به المان کابلی**

**شکل ۸: اعمال نیروی پیش تنیدگی به المان میله‌ای**

بخش کامل شده انکراژ از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است که عبارتند از: المان فولادی پیش‌تنیدگی (کابل یا میله)، حفاظ خوردگی، غلاف (یا پوشش)، سنترلایزر[۱] ، اسپیسر[۲] و مخصوصاً گروت. غلاف یک لوله پلاستیکی موجدار است که از بخش آزاد (گروت ریزی نشده انکر) در برابر خوردگی محافظت می کند(شکل۹). سنترلایزر ها، قطعاتی هستند که موقعیت المان فولادی را در مرکز حفره حفاری شده قرار داده و شرایط وجود حداقل پوشش گروت دور المان را فراهم می‌کنند(شکل۱۰). در حقیقت این قطعات از زیاد شدن یا کم شدن پوشش گروت بر دور المان‌ها جلوگیری می‌کنند. درشرایطی که المان‌ها از چند رشته (کابل) تشکیل شده باشند، از اسپیسرهایی استفاده می‌شود که بین همه‌ی رشته‌ها ایجاد فاصله نمایند تا ملات گروت بتواند دور تمام آن‌ها قرار گیرد (شکل ۱۱). معمولاً ملات گروت پایه‌ی سیمان بوده که قابلیت انتقال بار از المان‌ها به زمین و همچنین ایجاد محافظ در برابر خوردگی را دارند.

**شکل ۹: غلاف‌های مورد استفاده در انکراژ**

---

[۱] *centralizer*

[۲] *spaicer*

**شکل ۱۰: سنترلایزر نشب شده بر روی یک تاندون کابلی**

**شکل ۱۱: اسپیسر**

## ۳- مصالح و قطعات المان‌ها (تاندون‌ها)

### ٤-۱- میله‌های فولادی و کابل‌ها

مشخصات مصالح برای میله‌ها و کابل‌ها به ترتیب در استانداردهای *ASTM A722* و *ASTM A416* مدون گشته است. همچنین در استاندارد *ASTM A886* نیز مشخصات تاندون‌های فاصله‌دار ارائه شده است. المان‌های میله‌ای (شکل ۱۲) معمولاً در طول آزاد حداکثر ۱۸ متر و در قطرهای ۲۶، ۳۲، ۳۶، ۴۵ و ۶۴ میلیمتر موجود هستند. به عنوان مثال برای یک انکر با بار طراحی حداکثر ۲۰۷۷ کیلونیوتن، یک میله به قطر ۶۴ میلیمتر کفایت می کند. در مواردی که طول تاندون‌ها بیشتر از ۱۸ متر باشد یا از نظر طولی محدودیت‌هایی وجود داشته باشد، از کوپلر (مشابه سیستم کوپلینگ میلگرد) استفاده می‌شود تا طول‌های بیشتر قابل اجرا گردد. در مقایسه با کابل‌ها، المان‌های میله‌ای از نظر اعمال تنش و تنظیم نیروهای موجود در آن بعد از رهاسازی نیروی پیش تنیدگی، راحت تر است.

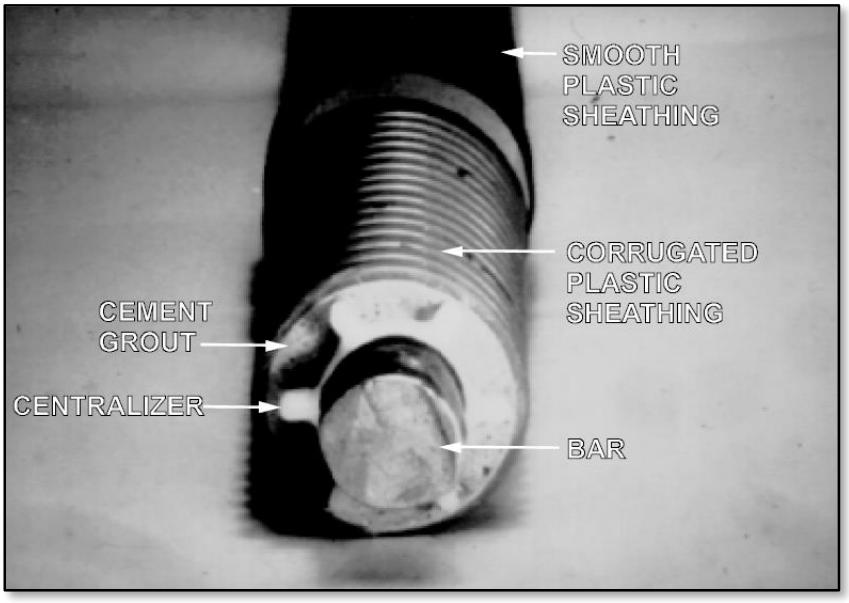
انکراژهایی که تاندون های آن‌ها کابلی باشد (شکل ۱۳)، معمولاً از چند کابل تشکیل شده‌اند که قطر هر یک از این کابل‌ها معمولاً ۱۵ میلیمتر می‌باشد. این نوع از انکراژهای چندکابلی، محدودیتی در بارگذاری یا طول ندارند. علاوه براین یکی از مهمترین ویژگی‌های این تاندون‌ها ثابت ماندن مشخصات بلند مدت و درنتیجه به حداقل رسیدن افت بار در بلند مدت آن‌هاست. نوعی از کوپلرها وجود دارد که برای نوع خاص تاندون‌های ۷ تایی ساخته شده‌اند، لکن کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا امکان تولید کابل در هر طولی وجود داشته به گونه‌ای که دیگر نیازی به استفاده از کوپلر جهت افزایش طول آن‌ها نباشد. از این رو استفاه از کوپلر به دلیل بیشتر بودن قطر تاندون در محل نصب آن‌ها نسبت به قطر تاندون، در شرایط عادی توصیه نمی‌شود، لکن استفاده از آن‌ها جهت ترمیم تاندون‌های موجود بلامانع است. در صورت استفاده از کوپلرها، باید به مسئله‌ی حفاظت تاندون‌ها در برابر خوردگی در محل نصب کوپلرها توجه شود.

**شکل ۱۲: المان‌های میله‌ای سیستم انکراژ**

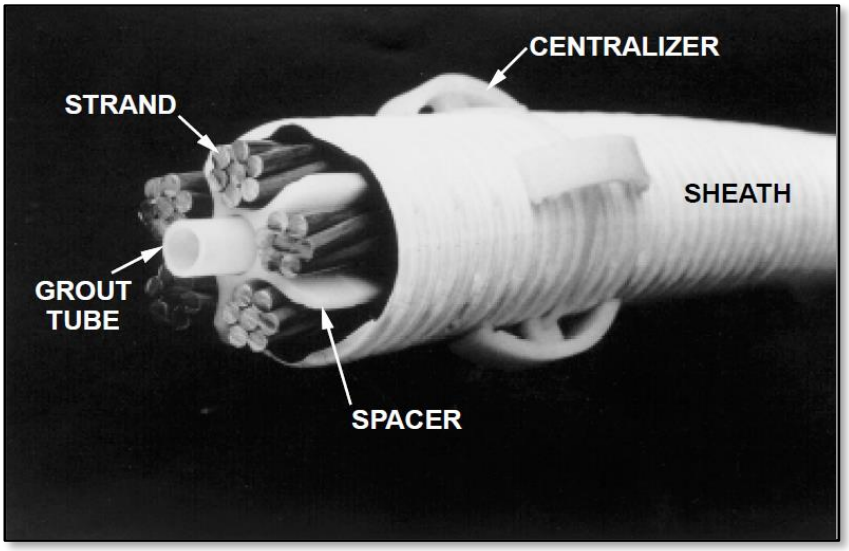
**شکل ۱۳: تاندون‌های کابلی آماده شده**

## ٤-۲- اسپیسرها و سنترلایزرها

اسپیسرها و سنترلایزرها در طول انکر در فواصل مشخصی (معمولاً در هر ۳ متر) نصب می‌شوند. در انکرهای کابلی، اسپیسرها فاصله‌ی ۶ الی ۱۳ میلیمتری بین کابلها و پوشش خارجی گروت به میزان حداقل ۱۳ میلیمتر را ایجاد می‌کنند. هم اسپیسرها و هم سنترلایزرها باید از مواد مقاوم در برابر خوردگی ساخته شده و به گونه‌ای طراحی شوند که مانع مسیر جریان گروت نباشند. شکل‌های ۱۴ و ۱۵ یک برش از تاندون‌های میله‌ای و کابلی را نشان می‌دهد.




**شکل ١٤: مقطع یک تاندون میله‌ای**




**شکل ١٥: مقطع یک تاندون کابلی**

## ٤-٣- سایر انواع انکرها و مصالح تاندون‌ها

علاوه بر انکرهای با تزریق گروت و فولاد پرمقاومت پیش تنیده، انواع دیگر انکرها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، نوعی از انکرهای با تزریق گروت با عنوان *Grade60* و *Grade 75*، انکرهای مارپیچی، انکرهای صفحه ای، و انکرهای مکانیکی سنگ، از انواع دیگر انکرها می‌باشند. نوعی از تاندونها که از مصالح

$FRP$[1] تولید می‌شوند نیز وجود دارد که همچنان تحقیقات بر روی آن‌ها در جریان است. این تاندون‌ها دارای مقاومت کششی بالا، مقاومت در برابر خوردگی و وزن کم هستند. با این حال استفاده ازاین تاندون‌ها چندان رونق ندارد. مصالح دیگری مانند فایبرگلاس و استیل هم در مقیاس آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، لکن جنبه اقتصادی و مسائل اجرایی موجب ایجاد محدودیت در استفاده از آن‌ها شده است.

## ٤- گروت سیمان

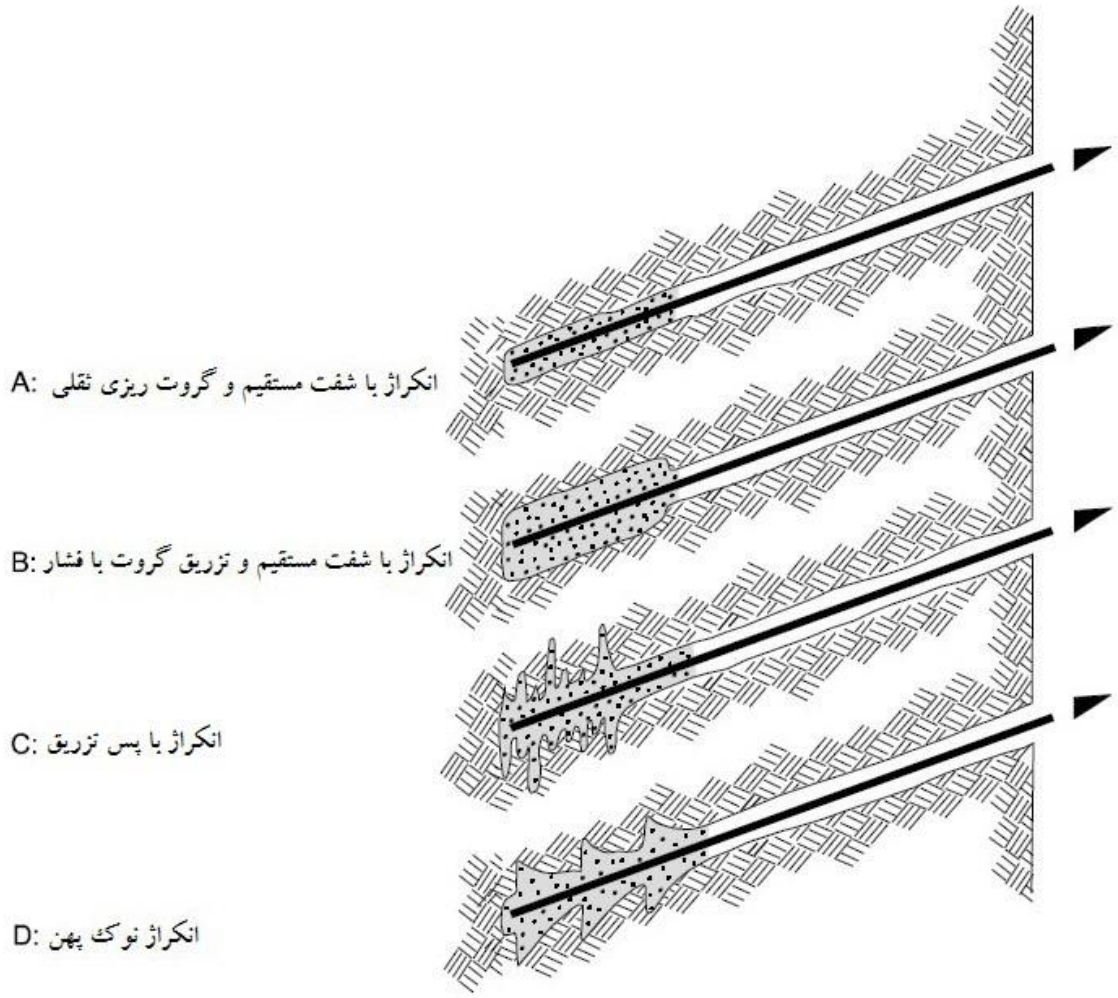
گروت مورد استفاده برای انکراژ خاک یا سنگ (شکل ۱۶)، معمولاً ملات خالص سیمان بر اساس استاندارد *ASTM C150* می باشد، لکن برای حفره‌های انکراژ با قطر بزرگ، برای گروت تزریق از ملات ماسه-سیمان نیز استفاده می‌شود. از گروت مخلوط سیمان، ماسه و شن نخودی نیز می‌توان برای تزریق اطراف مجموعه تاندون‌ها استفاده کرد. معمولاً جهت ساخت گروت از میکسرهای پرسرعتی استفاده می‌شود که تا حد قابل قبولی مخلوط همگن آب و گروت را تولید می کنند. یک مخلوط با نسبت وزنی آب به سیمان ۰,۴ تا ۰,۵۵ و سسیمان تیپ یک می‌تواند مقاومت فشاری حداقل ۲۱ مگاپاسکال را بدست دهد. در برخی پروژه‌ها جهت جریان یافتن بهتر ملات گروت، از برخی افزودنی‌های مخصوص نیز استفاده می‌شود. در بسیاری مواقع نیازی به استفاده از مواد افزودنی نیست، لکن در شرایطی که مسافت پمپاژ گروت زیاد یا دما بالا باشد، از مواد روان کننده استفاده می‌شود.

**شکل ١٦: تزریق گروت به حفره نصب انکر**

[1] *fiber reinforced plastic*

## ۵- انواع سیستم‌های انکراژ

به طور کلی سه نوع سیستم انکراژ مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارتند از: (۱) انکراژ با شفت مستقیم و گروت ریزی ثقلی (نوع *A*) (۲) انکراژ با شفت مستقیم و تزریق گروت با فشار (نوع *B*) (۳) انکراژهای پیش تزریق (نوع *C*). نوع دیگری از انکراژ که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، انکراژ نوک پهن (نوع *D*) می‌باشد. شکل (۱۷) انواع مختلف این انکرها را نشان می‌دهد.




**شکل ۱۷: انواع اصلی انکراژ**

انواع روش‌های مورد استفاده جهت حفاری نصب انواع (۱) تا (۳) انکراژ عبارتند از: مته‌ی دورانی، مته‌ی کوبه‌ای، مته‌ی دورانی/کوبه‌ای، دورانی اوگری (شکل۱۸). معمولاً فرآیندها و روش‌ها ی مورد استفاده جهت حفاری، توسط پیمانکار انتخاب می‌شود. در انتخاب روش حفاری باید به شرایط حاکم بر محل اجرا نیز توجه شود که این مسئله گزینه‌های پیمانکاران را محدود می‌کند.

همچنین روش حفاری نباید بر سازه‌های مجاور و سطح زمین اطراف محل اجرای پروژه، اثر منفی بگذارد. یکی از مسائل قابل انتظار در مرحله‌ی حفاری، ریزش یا تورم جداره حفره است که اولین علت آسیب به سیستم انکراژ می‌باشد. برای مثال، استفاده از اوگر با قطر بزرگ برای خاک‌های ماسه‌ای و شنی به دلیل حفاری بیش از قطر اوگر و کندن حجم بیش تر از نیاز خاک در حفره، مناسب نیست. این مسئله می‌تواند موجب مسدود شدن حفره گردد، لذا در خاک‌ها یا سنگ‌های سست بهتر است حفاری با استفاده از کیسینگ انجام شود. خاک‌های حفاری شده را می‌توان به وسیله‌ی فشار آب و هوا خارج کرد. البته در استفاده از هوا باید احتیاط لازم را انجام داد، زیرا فشار زیاد هوا می‌تواند موجب خروج مقادیر بیش از نیاز آب یا خاک گردد و در نتیجه تخریب حفره یا آسیب به جداره آن را در پی داشته باشد.

**شکل ۱۸: مته اوگری**

## ۳-۱- انکراژ با شفت مستقیم و گروت ریزی ثقلی

سیستم انکراژهای با شفت مستقیم و گروت ریزی ثقلی معمولاً در سنگ‌ها یا خاک‌های چسبنده بسیار سخت تا سخت و با روش حفاری دوار یا اوگری توخالی استفاده می‌شود. جهت گروت‌ریزی حفره از لوله‌های ترمی استفاده میشود که بر این اساس گروت‌ریزی به صورت ثقلی انجام خواهد شد. حفره می‌تواند بر اساس شرایط

پایداری خاک جدار، با یا بدون کیسینگ باشد. مقاومت انکرهای گروت‌ریزی شده در برابر نیروی بیرون کش[۱] به مقاومت برشی بسیج شده در سطح مشترک خاک و گروت بستگی دارد.

## ۳-۲- انکراژ با شفت مستقیم و تزریق گروت با فشار

استفاده از این سیستم در خاک‌های دانه‌ای درشت و سنگ‌های پوک بسیار مناسب می‌باشد. همچنین در خاک‌های ریزدانه‌ی غیرچسبنده نیز می‌توان از این سیستم استفاده کرد. در این سیستم، ملات گروت با فشاری بیش از $۰,۳۵MPa$ در ناحیه‌ی مورد نظر تزریق می‌گردد. جهت حفر حفره محل نصب انکرها معمولاً از مته‌های توخالی دورانی یا روتاری همراه با کیسینگ استفاده می‌شود. همزمان با خروج لوله‌های کیسینگ ز درون حفره، ملات گروت با فشار به درون حفره تزریق می‌گردد تا جایی که طول محصور لازم تأمین گردد. این روش گروت‌ریزی در مقایسه با روش ثقلی، در برابر نیروی بیرون کش مقاومت بیشتری خواهد شد، به دو دلیل؛ (۱) افزایش تنش نرمال (تنش همه جانبه) در نتیجه‌ی تراکم مصالح موجود در پیازتنش پیرامون محل تزریق گروت و (۲) افزایش قطر مؤثر پیاز گروت.

## ۳-۳- انکراژ با پس تزریق

پس تزریق عملیاتی است که در آن پس از اجرای تزریق به روش ثقلی، ملات گروت در چند مرحله با فشار تزریق شده تا موجب افزایش حجم ناحیه تزریق شده گردد که هر یک از این مراحل یک یا دو روز به طول می‌انجامد. عملیات پس تزریقی توسط لوله‌هایی که به همراه تاندون‌ها در درون حفره رانده شده‌اند اناجم می‌شود. این لوله‌ها مجهز به شیرهای کنترل در ناحیه گروت ریزی هستند که امکان تزریق گروت بیشتر به داخل ناحیه گروت ریزی قبلی را فراهم می‌کنند. فشار بالای تزریق موجب شکافته شدن لایه تزریق اولیه و نفوذ و گسترش گروت به داخل حجم این لایه گردد. به طور کلی دو نوع اساسی سیستم انکراژ با پس تزریقی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛

(۱) سیستمی که در آن از پک‌هایی برای جداکردن شیرهای کنترل استفاده می‌شود،

(۲) سیستمی که گروت را به داخل لوله‌ی پس تزریقی پمپ کرده بدون آنکه باز بودن شیرها کنترل گردد.

---

[۱] *Pullout*

### ۳-٤- انکراژ نوک پهن

انکراژهای نوک پهن از یک طول تزریق شده تشکیل شده است که در بخش‌های انتهایی آن ضخامت گروت به طور موضعی افزایش داده شده است (شبیه گره). از این نوع انکراژ می‌توان در خاک‌های چسبنده سخت تا سفت استفاده کرد. در این سیستم علاوه بر اینکه از مقاومت برشی موجود در سطح مشترک طول گروت و خاک استفاده می‌شود، به دلیل وجود گره‌ها از ظرفیت باربری آن‌ها نیز استفاده می‌شگردد. البته باید در شکل‌دهی این گره‌ها توجه شود.

## ٦- کاربردهای سیستم انکراژ

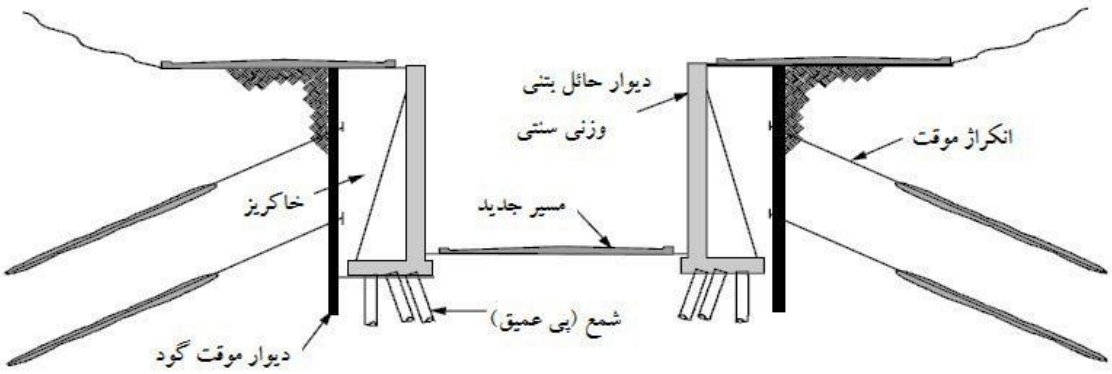
### ٦-۱- دیوار نگهبان

از سیستم انکراژ جهت ایجاد فضای لازم برای احداث جاده‌های پرترافیک، گسترش مسیرها و اصلاح هندسی راه‌ها استفاده می‌شود. مزیت‌های سیستم انکراژ نسبت به دیوارهای حایل بتنی سنتی، در بخش‌های قبل ارائه شد. شکل ۱۹ مقایسه بین این دو سیستم در احداث یک جاده پرترافیک را به صورت شماتیک نشان می‌دهد. عموماً دیوارهای حایل بتنی سنتی بسیار گران‌تر از دیوارهای موقت انکراژ تمام می‌شوند، زیرا احداث این دیوارها مستلزم اجرای گودبرداری موقت، خاکریزی و احتمالاً فونداسیون عمیق می‌باشد. همچنین از دیوارهای حائل انکراژ می‌توان جهت احداث پل در مجاورت پل موجود یا تعریض پل موجود استفاده کرد.

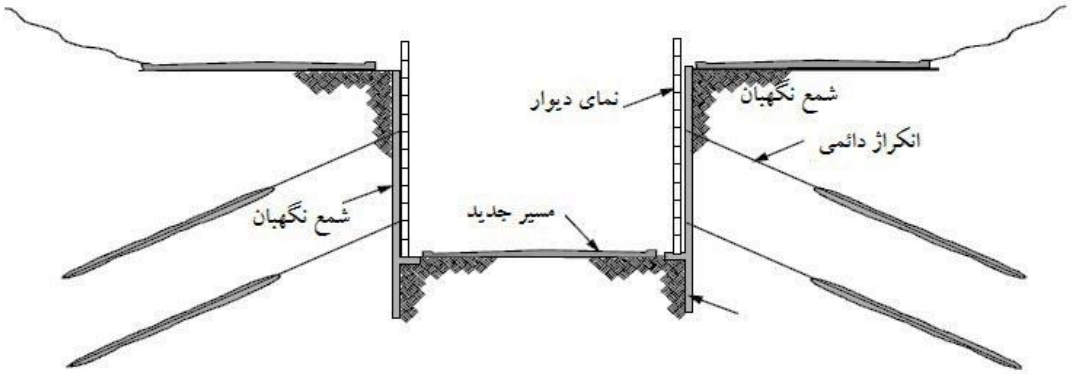
### ٦-۲- پایدارسازی شیب

جهت حفظ پایداری شیب‌ها و پایدارسازی آن‌ها، معمولاً سیستم انکراژ در ترکیب با دیوار، تیرهای افقی و بلوک‌های سیمانی (شکل ۲۰) به کار می‌رود. سیستم انکراژ اجازه خواهد داد تا یک برش قائم و عمیق از خاک جهت اجرای راه فراهم گردد (شکل ۲۱(الف)). این سیستم می‌تواند نیروی قابل توجهی جهت تثبیت پایداری توده مستعد لغزش مجاور راه فراهم آورد (شکل ۲۱ (ب)). این نیرو ممکن است به مقدار قابل توجهی بیشتر از نیروی لازم برای اجرای یک دیوار حایل قائم یا حفظ پایداری یک گودبرداری قائم باشد. در صورت استفاده از تیرهای افقی (معمولاً فولادی) یا بلوک های بتنی، امکان انتقال نیروی انکر به سطح خارجی گود یا شیب به وجود می‌آید که در این صورت موجب عدم رانش‌های موضعی در وجه خاک و همچنین کمک به پایداری بیشتر وجه

حفاری شده، خواهد شد. هزینه، زیبایی و نگهداری بلند مدت، پارامترهایی هستند که به طور مستقیم در انتخاب تیرهای افقی یا بلوک‌ها اثر می‌گذارند.

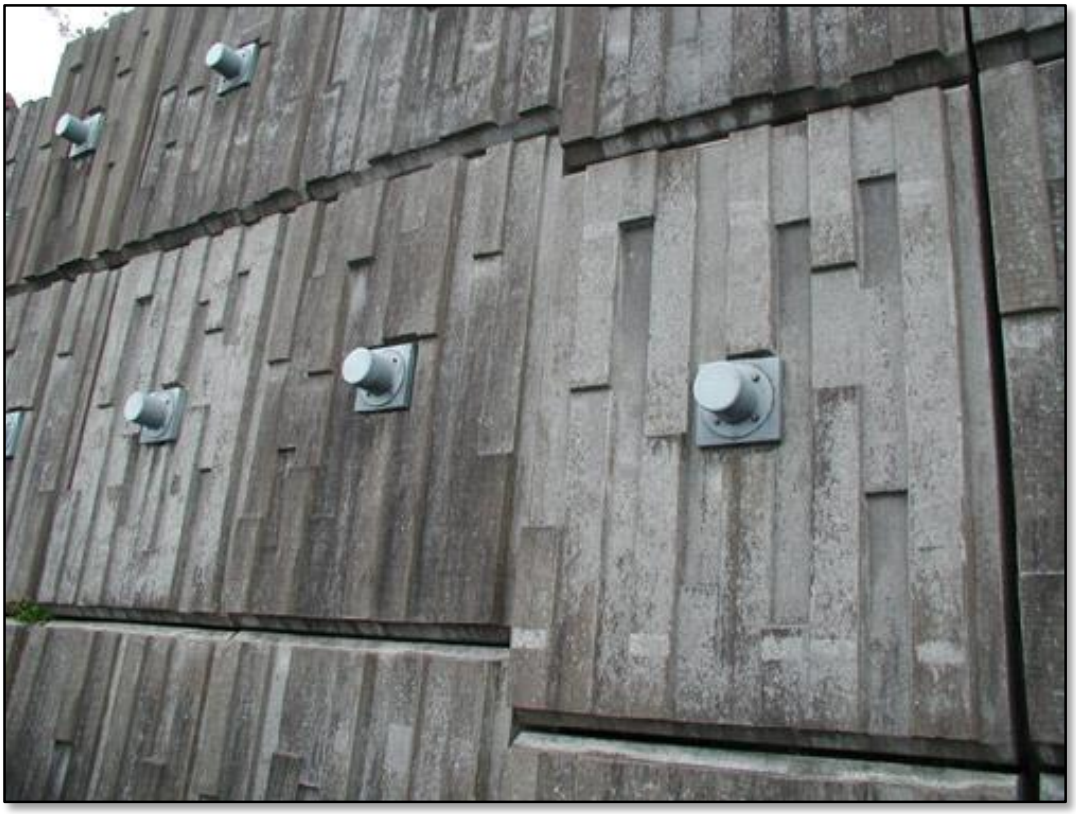



دیوار نگهبان بتنی وزنی سنتی




دیوار نگهبان دائمی شمع-انکراژ

**شکل ۱۹: مقایسه سیستم انکراژ و دیوار حایل بتنی وزنی در احداث یک راه**



**شکل ۲۰: استفاده از انکراژ و بلوک**

## ٦-۳- سازه های متصل به زمین

یکی از کاربردهای انکراژ، استفاده از آن به عنوان سیستم دائمی مقاوم در برابر نیروی برکننده قائم در سازه‌های متصل به زمین است. این نیرو می‌تواند ناشی از عواملی مانند فشار هیدرواستاتسک آب یا نیروهای واژگونی باشد. از این روش در شرایطی استفاده می‌شود که سازه در زیر سطح آب زیرزمینی قرار دارد و وزن آن به اندازه‌ای نیست که بتوانند نیروهای برکننده را خنثی نماید. در حقیقت سیستم انکراژ، موجب دوخته شدن ستزه به زمین و در نتیجه افزایش مقاومت آن در برابر کنده شدن می‌شود. شکل شماتیک یک نمونه از کاربرد این روش در شکل ۲۱ (ج) نشان داده شده است.

مزایای استفاده از این تکنیک عبارتند از:

(۱) حجم بتن دال متصل به زمین در مقایسه با دال بتنی وزنی بسیار کمتر است

(۲) عملیات گودبرداری و زهکشی کمتری مورد نیاز خواهد بود.

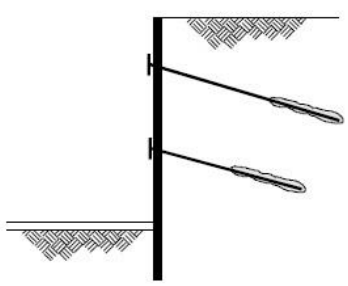
با این وجود، این روش معایبی نیز دارد که عبارتند از:

(۱) در اثر نشست یا تورم سازه، امکان ایجاد تغیرات شدید در نیروی انکرها وجود دارد

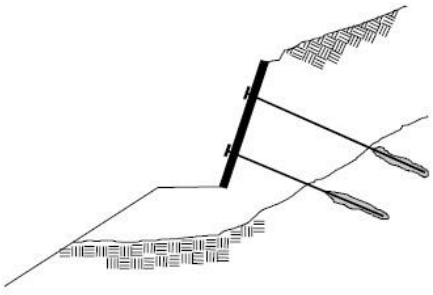
(۲) مشکل بودن ایجاد شرایط آب‌بندی در محل اتصال انکرها به دال بتنی که به خصوص در موارد وجود فشار هیدرواستاتیک بسیار مهم است

(۳) تفاوت تنش در نقاط مختلف دال.

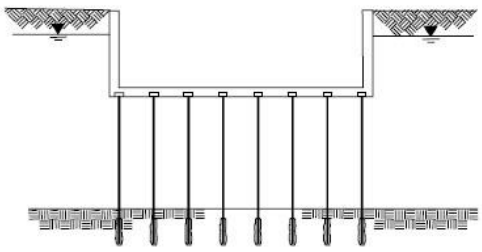
اگرچه استفاده از این روش در راه سازی چندان مورد توجه قرار نگرفته است، لکن از آن می‌توان جهت تثبیت سدهای بتنی استفاده کرد (شکل۲۱ (د)). با تغییر ضوابط آئین نامه‌ها، ممکن است سدهای بتنی موجود نتوانند ضوابط جدید را به خصوص در بخش‌های الزامات حداکثر سیلاب و زلزله برآورده کنند و نیاز به تثبیت و بهسازی داشته باشند، که در این شرایط استفاده از انکر می‌تواند ظرفیت مضاعفی را برای سد در برابر واژگونی، لغزش و بارهای زلزله ایجاد نماید.



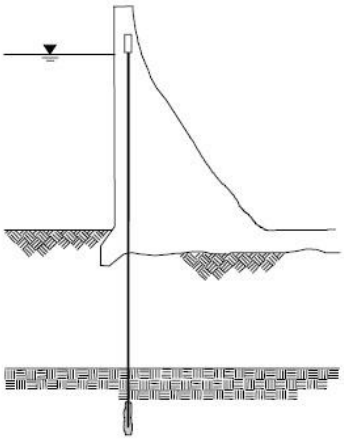
(الف) دیوار نگهبان مجاور راه



(ب) پایدارسازی شیب



(ج) مقابله با نیروی برکننده



(د) پایدارسازی سدهای بتنی

**شکل ۲۱: کاربردهای سیستم انکراژ**