مهندسی عمران در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

تقدیم به جویندگان علم و دانش

مقدمه مولف

میهن عزیزمان سرشار از منابع خدادادی نفت و گاز است. این مهم باعث شده تا سفره های زیرزمینی کشورمان هماره مورد توجه کشورهای صنعتی و در حال رشد باشد. احداث پالایشگاه آبادان در سال ۱۹۰۹ میلادی توسط شرکت نفت انگلیس- پرشیا و بهره برداری از آن در سال ۱۹۱۲ و سپس ملی شدن صنعت نفت، نشان دهنده قدمت و اهمیت این صنعت است. در امر طراحی و ساخت یک سایت پالایشگاهی یا نیروگاهی، مهندسین مختلفی نظیر عمران و معماری، مکانیک (تجهیزات ثابت یا دوار)، فرآیند، خط لوله، برق و ابزار دقیق، ایمنی و حفاظت و کنترل پروژه دخیل هستند. مهندسین عمران از ابتدای احداث یک سایت که مرحله تسطیح مقدماتی است تا شروع بهره برداری و حتی پس از آن درگیر مسائل مختلف عمرانی می باشند. مراحلی نظیر عملیات خاکی تسطیح، طراحی و احداث سیستم حفاظت سایت از سیلاب، فنس کشی، تسلیح خاک ، دیوار حائل ، طراحی جاده، کالورت و مسیرهای دسترسی به واحدها، محوطه سازی، شبکه توزیع آب یا جمع آوری و تصفیه و دفع پساب های صنعتی و بهداشتی و آب باران، طراحی و احداث سازه های صنعتی و غیر صنعتی، طراحی فونداسیون یا شمع برای تجهیزات دوار با بار دینامیکی و ضربه ای ، طراحی و ساخت واحدهای مقاوم در برابر آتش یا انفجار و کنترل ضوابط پدافند غیرعامل، طراحی سازه های صنعتی نظیر مخازن storage tank ، برج خنک کننده cooling tower ، سازه نگهدارنده خط لوله pipe rack، دودکش stack و نظایری از این دست باعث می شود که تیم مهندسی سیویل، سازه و معماری پروژه تسلط کافی به استانداردها، آئین نامه ها و نشریات مرتبط داشته، در عین حال هماهنگی مطلوبی با دیگر دیسیپلین ها برقرار نمایند.

مولف معتقد است که با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط های مفهومی، فنی، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال مراتب را از طریق انتشارات با مولف در میان بگذارید.

امید است تالیف این کتاب گامی هر چند کوچک در جهت ارتقای دانش فنی و اجرایی مهندسین عمران شاغل در بخش نفت و گاز و صنایع پالایشگاهی و نیروگاهی باشد.

بابک فرهمندشاد

تهران – بهار ۱۳۹۴

فهرست مطالب

فصل اول: آشنایی اولیه با اصطلاحات و واژگان سایتهای صنعتی

واحدهای مختلف در سایت های نیروگاهی و پالایشگاهی
نقشه جانمایی واحدها general plot plan

فصل دوم: مدارک مهندسی بخش سیویل و سازه:

گزارشات هیدرولوژی و ژئوتکنیک
نقشه های معماری ساختمانها (اتاق کنترل،آزمایشگاه، اداری، رستوران، کارگاه....)
سازه های فلزی و بتنی و فونداسیون و شمعها concrete and steel structure foundation and piles
بارهای وارده به سازه ها و تجهیزات load list
پدافند غیرعامل Passive defense
سازه های مقاوم در برابر آتش fire proofing structure
سازه های مقاوم در برابر انفجار blast resistance structure
پایه های نگهدارنده خطوط لوله pipe rack
حصارکشی سایت fencing and gate
دیوار حائل retaining/dike wall and slope protection
تسطیح سایت rough grading
سیستم کنترل و حفاظت سایت از سیلاب flood control channel
شبکه توزیع آب صنعتی و شرب water supply network
شبکه های جمع آوری آبهای سطحی، فاضلاب صنعتی و غیر صنعتی rain and foul water drainage systems and underground composite
تصفیه فاضلاب بهداشتی sanitary sewage treatment
سیستم جدا کننده آب و روغن oily water separator
کانال های عبور کابل ها و لوله ها cable and pipe trench
محوطه سازی landscaping
خیابانها و مسیرهای دسترسی access roads
انواع پوشش کف و روسازی در مناطق مختلف سایت paving and road surfacing
تقاطع خطوط لوله با مسیرهای دسترسی، پل ها و کالورتها pipe road crossing ,culvert bridge
ایستگاه ها و حوضچه های شیرآلات valve pit and catch basin
مخازن storage tank

دودکش chimney and stack

برج خنک کننده cooling tower

سازه های فراساحلی offshore structure

فصل سوم: مراجع، استانداردها، آئین نامه ها، نشریات و نرم افزارها

فصل اول:آشنایی اولیه با اصطلاحات و واژگان سایتهای صنعتی

در حالت عمومی اصطلاح سایت صنعتی را می توان به گستره وسیعی از پروژه ها تعمیم داد. اما اگر بخواهیم اندکی تخصصی تر به موضوع بنگریم شاید بتوان سایت های صنعتی را به چند گروه کلی زیر دسته بندی نمود:

پروژه های نفت ، گاز و پتروشیمی

نیروگاههای حرارتی ، سیکل ترکیبی ، آبی ، بادی و اتمی

خطوط انتقال آب ، نفت ، گاز و فرآورده های پتروشیمی

سکو های فراساحلی استخراج و پالایش نفت و گاز off shore

تاسیسات سرچاهی در میادین نفت و گاز

تاسیسات آب شیرین کن

کارخانه های تولید مواد غذایی ، بهداشتی و دارویی

کارخانه های ذوب فلزات و صنایع سنگین

کارخانه های خودروسازی

تاسیسات زیر بنایی همانند توزیع آب مصرفی و خنک کن و ... و جمع آوری و دفع فاضلاب

تصفیه خانه های آب و فاضلاب

کارخانه های تولید سیمان و مصالح ساختمانی

کارخانه های تزریق پلاستیک

تاسیسات حرارتی ، برودتی و تهیه مطبوع ساختمان های صنعتی ، مسکونی ، تجاری ، اداری ، بیمارستانها ، هتلها ، فرودگاه ها و ....

کشتی های نفت کش ، بازرگانی ، مسافرتی و نظامی

کلیه پروژه های نام برده شده در فوق و سایر موارد مشابه ، هر چند هر یک برای خود استانداردها و روشهای خاص طراحی را طلب می کند لـیکن جملگـی دارای یک فصل مشترک می باشند و آن اینکه در همه این پروژه ها تعدادی تجهیزات ثابت و متحرک جهت تولید محصولاتی مشخص نصب شده که ارتباط میان آنها با مجموعه ای از لوله ها برقرار می گردد و در همه این پروژه ها کابل های انتقال قدرت جهت رساندن نیروی برق به نقاط مورد نیاز و کابـل هـای ابزار دقیق و لوله ها و تیوب های هوای فشرده و روغن جهت کنترل اتوماتیک فرآیند و احتمالا کانال های هوارسانی جهـت تهویـه مطبـوع ، دود کـش و ... مورد استفاده قرار می گیرد .البته بدیهی لست که برای نصب و نگهداری موارد ذکر شده ، می بایست در هر یک از این پروژه ها متناسب بـا موقعیـت هـا و شرایط بارگذاری مورد نیاز انواع سازه های فلزی و بتنی نیز طراحی و نصب گردد

تیم طراحی مهندسی:

۱- فرآیند process
۲- سیویل civil
۳- سازه structure
۴- معماری architecture
۵- تاسیسات برقی electrical
۶- کنترل و ابزار دقیق I & C
۷- تاسیسات تهویه H.V.A.C
۸- تجهیزات ثابت fixed equipment
۹- تجهیزات دوار rotary equipment
۱۰- لوله کشی piping
۱۱- خط لوله pipeline
۱۲- ایمنی، آتش نشانی و کنترل آلودگی محیط زیست safety, firefighting and environmental pollution control
۱۳- برآورد کالا و خرید procurement
۱۴- هماهنگی وکنترل مدارک document control Coordinator(DCC)

طراحی مفهومی conceptual design

بخشی از فرایند طراحی است که در آن فرایندهای اصلی وکارکرد سیستمهای عمده تشکیل دهنده طرح، تعیین می‌شود. در این فرایند ممکن است بیش از یک گزینه برای برآورده ساختن اهداف طرح ارائه‌گردد

مهندسی پایه basic engineering

طراحی که بر اساس نتیجه طراحی مفهومی، با بررسیهای کامل و انجام محاسبات دقیق مهندسی انجام می‌شود، و مشخصات عناصر اصلی طرح را تعیین می‌کند.

طراحی‌اولیه Basic design

بخشی از فرایند طراحی است که در آن ساختارهای اصلی طرح بر اساس گزینه برتر در مرحله طراحی مفهومی تعیین می‌گردد. در این مرحله، فرایندها به روشنی تعیین و کارکردهای اصلی تمامی سیستمها و سازه‌های‌تشکیل دهنده طرح مشخص‌می‌شود.

داده های مهندسی پایه basic engineering data

نیازمندیهای خاص مهندسی engineering specific requirement

مشخصات استاندارد مهندسی engineering Standard specification

مهندسی تفضیلی detail engineering

مهندسی تفصیلی، که‌بر مبنای مهندسی پایه، انجام‌می‌شود و جزئیات اجرایی در بخشهای مختلف اعم از خریدو ساخت تجهیزات وکالا، مدارک لازم‌برای عملیات ساختمان و نصب و راه‌اندازی و ... را تهیه‌می‌کند

واحدهای مختلف موجود در یک سایت صنعتی (لیست ساختمانها):

این لیست بیانگر تعداد ساختمانهای پیش بینی شده در سایت و نوع کاربری، مساحت، تعداد طبقات و ابعاد کلی هر یک از آنها می باشد که توسط بخش مهندسی سیویل، سازه و معماری (CSA) تهیه می گردد

Fire Fighting System

Emergency Power System

Condensate Storage and Export System

Chemical Storage

Relevant Roads and Paving

Relevant Technical Buildings

All non-technical Buildings

Administration Buildings

Indoor Warehouse

Main Workshop

Canteen

Compressor room

Security Building/Gate Keeper

Car Maintenance Building/Truck Maintenance Building

Main Substation

Fire Fighting Building

Central Control Building

Laboratory

Telecommunication Building

نقشه جانمایی واحدهای سایت general plot plan layout

نقشه ای که رقوم ارتفاعی، مختصات جغرافیایی محل جانمایی واحدها، ساختمانها، سازه های صنعتی و تجهیزات فرآیندی و مسیرهای دسترسی به واحدها و مسیر حرکت لوله ها در آن مشخص شده است. در نقشه جانمایی می بایست محدوده های مجتمع (مرز محوطه)، شمال جغرافیایی و شمال قراردادی سایت، جهت باد غالب، رقوم ارتفاعی (براساس مختصات جهانی UTM یا محلی local)

مشخصات اقلیمی منطقه site condition

یکی از پارامترهای بسیار مهم در تعیین محل استقرار تجهیزات و ساختمان های یک کارخانه صنعتی جهت وزش باد غالب در منطقه وقوع کارخانه می باشد .نحوه چیدمان میبایست به گونه ای باشد که همواره باد غالب دود و گازهای خروجی از دودکش تجهیزات مانند Flare Heater Boiler را از محل استقرار پرسنل ، ساختمان ها و هرگونه منطقه مسکونی واقع در مجاورت کارخانه دور نماید .همچنین اطلاعاتی مانند میزان بارش باران ، ضریب زلزله ، مشخصات عمومی خاک منطقه و ... با توجه به تاثیرگذاری آنها در طراحی ابعاد ساختمان ها و مسیرهای آبرو به طور غیر مستقیم در چیدمان نقشه Plot Plan تاثیر خواهد داشت.

چنین اطلاعاتی از مدرک مشخصات اقلیمی منطقه (Site Condition) استخراج می گردد .این مدرک معمولا توسط بخش مهندسی سیویل ، سازه و معماری(Civil, Structure, Architect) تهیه شده و در اختیار تیم پروژه قرار می گیرد.

نقشه توپوگرافی زمین

این نقشه توسط بخش مهندسی سیویل ، سازه و معماری (CSA) تهیه شده و مبنای تصمیم گیری طراح Plot Plan در خصوص انتخاب ارتفاعات مناسب تسطیح زمین و تقسیم بندی زمین کارخانه به چندین ارتفاع مختلف (Terrace) می باشد.

طراحی راههای دسترسی

برای طراحی و جانمایی جاده ها و خیابانهای واقع در سایت می توان از ضوابط مشخص شده در استاندارد مهندسی برای طراحی هندسی جاده ها به شماره IPS-E-CE-۱۶۰ و نشریه شماره ۴۱۵ (آئین نامه طرح هندسی راه های ایران) و لحاظ حداقل فاصله با دیگر تجهیزات که در استاندارد مهندسی برای جانمائی و فاصله گذاری IPS-E-PR-۱۹۰ آمده است استفاده نمود.

طراحی ساختمانهای مقاوم در برابر انفجار (ضد انفجار)

سازه های ضد انفجار به ساختمانها و سازه هایی اتلاق می شود که توانایی تحمل یک انفجار خارجی که در اثر فشار بالای ۶۹ کیلو پاسکال و در مدت ۲۰میلی ثانیه اعمال می شود را داشته باشند .این فشار تقریباً معادل فشاری است که در اثر انفجار یک تن مواد تی.ان.تی در هوای آزاد در فاصله ۳۱.۵متری ایجاد می نماید .برای مقابله با چنین انفجاری،(در حدود خسارت متوسط به سازه) ضریب اطمینان حداقل ۲.۵ در مقابل واژگونی قابل قبول است .هدف حفظ ایمنی کارکنان و باقی ماندن قابلیت بهره برداری تأسیسات ناشی از وقوع حادثه می باشد.

طراحی سازه های مقاوم در برابر آتش

طراحی شبکه جمع آوری آبهای سطحی

با استفاده از اطلاعات گزارش هیدرولوژی و محاسبات هیدرولیکی ، ابعاد کانال های جمع آوری آبهای سطحی برای کنترل و انتقال حداکثر رواناب محتمل محاسبه و طراحی می گردد.

طراحی شبکه آبرسانی و سیستم اطفا حریق

با استفاده از اطلاعات نیاز آبی از قسمت فرآیند و ایمنی، شبکه توزیع آب و نقاط ایستگاه آتش نشانی طراحی می گردد.

طراحی سیستم حفاظت سایت از سیلاب

فصل دوم: مدارک مهندسی بخش سیویل و سازه:

گزارشات هیدرولوژی و ژئوتکنیک

گزارش هیدرولوژی و هیدروکلیماتولوژی سایت، در برگیرنده اطلاعات اقلیم شناسی و هواشناسی محدوده سایت مورد مطالعه نظیر درجه حرارت، میزان بارش (سالانه،فصلی، ماهانه) رطوبت نسبی، یخ بندان،رعد و برق، جهت باد غالب، گرد و خاک، فشار که معمولا این اطلاعات از نزدیک ترین ایستگاه سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور قابل دریافت می باشد و خصوصیات هیدرولوژی سایت نظیر شدت بارندگی، بررسی آبراهه های موجود و حوزه آبریز جهت برآورد میزان دبی حداکثر محتمل و رواناب سطحی

گزارش زئوتکنیک و زمین شناسی

شامل اطلاعات گسل ها و خصوصیات لرزه خیزی محدوده مورد مطالعه،سطح آب زیر زمینی،میزان مقاومت مجاز و نشست های پی تجهیزات، عمق یخبندان، مقاومت الکتریکی و هدایت حرارتی خاک، سرعت امواج برشی و فشاری، مشخصه های ژئوتکنیکی خاک نظیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی

شناسایی محل

شناسایی محل مناسب شامل ارزیابی بودن محل اجرا همراه با کاوشهای زمین و آزمایشها می باشد .دامنه این امر ممکن است از یک آزمایش ساده خاکهای سطحی با یا بدون چاله های آزمایشی تا مطالعه دقیق شرایط خاک و آب زیر زمینی در اعماق قابل توجه زیر زمین بوسیله گمانه ها و آزمایشهای صحرایی متغیر باشد.

برای مطالعات دقیق، اطلاعات زیر باید فراهم شود:

الف) توپوگرافی عمومی محل اجرا، مؤثر بر طراحی شالوده ها و سازه ها، یعنی شکل سطوح، املاک مجاور،وجود جویها، استخرها، قناتها، حصارها، درختان،صخره های نمایان و غیره.

ب) موقعیت تأسیسات دفنی مانند کابلهای برق و تلفن،خطوط آب و فاضلاب.

ج) زمین شناسی عمومی محل با توجه ویژه به سازندهای زیرین محل.

د) تاریخچه و کارکرد قبلی محل اجرا از جمله اطلاعات در زمینه هر نوع عیب یا شکست ساختمانهای موجود یا سابق که مرتبط با شرایط شالوده باشد.

ه) هر نوع شرایط خاص از قبیل احتمال زلزله یا عوامل آب و هوایی نظیر سیل، تورم فصلی و جمع شدگی، یخ زدگی یا فرسایش خاک.

و) قابل دسترس بودن و کیفیت مصالح محلی نظیر سنگدانه های بتن، سنگ ساختمانی و راهسازی و آب مورد نیاز جهت عملیات اجرایی.

در طراحی شالوده باید اطمینان حاصل شود که حرکات شالوده در محدوده قابل تحمل توسط سازه، بدون آسیب به کارایی آن می باشد .حرکات زمین را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف) حرکات ناشی از بارهای وارده به شالوده.

ب) حرکات مستقل از بارهای وارده به شالوده

حرکات ناشی از بارهای وارده به شالوده اعمال بار افزایش یافته وارده بر شالوده های یک سازه منجر به تغییر شکل زمین و نشست می شود نشست ها که به محض ، به نشست آنی اعمال بار حادث می شود و نشست بلند مدت که می تواند تا مدتی بعد از اعمال بار ادامه یابد، تقسیم می شود.نشست یک نمونه از نشست بلند مدت روی خاکها بعنوان تحکیم شناخته می شود و ناشی از خروج هوا و آب از حفره های موجود در خاک می باشد که نتیجه آن کاهش حجم خاک است .در خاکهای رسی، این فرآیند می تواند سالها تا رسیدن به حالت تعادل طول بکشد که بعد از آن هیچ نشستی رخ نخواهد داد

تغییر شکل و گسیختگی برشی

به منظور حفاظت در مقابل امکان گسیختگی برشی یا تغییر شکل برشی قابل توجه، فشارهای شالوده مورد استفاده در طراحی باید دارای ضریب اطمینان کافی در مقایسه با ظرفیت باربری نهایی شالوده باشد.

میزان نشست هایی که در هنگام اعمال بارها بر زمین بوجود خواهد آمد به سختی سازه، نوع و استمرار بارگذاری و خصوصیات تغییر شکل زمین بستگی دارد .نشست تحکیم خاکهای سیلتی و رسی می تواند تا مدتها بعد از تکمیل سازه ادامه داشته باشد، زیرا سرعت خروج آب از حفره ها تحت تأثیر تنشهای وارده آرام است؛ برای این نوع نشست تحکیم آرام نیاز به پیش بینی مقادیر اضافی خواهد بود .با این حال در ماس ها و شنها و بیشتر سنگها نشست به محض اتمام دوره ساخت سازه پایان می یابد

باید توجه داشت که عملیات اجرایی جدید می تواند منجر به نشست اضافی سازه های مجاور شود .در طراحی شالوده ها این موضوع باید مدنظر قرار گیرد

حرکات مستقل از بارهای وارده به شالوده

این حرکات ممکن است به دلیل مواردی غیر از بارهای وارده به شالوده ها بوجود آید .دلایل حرکات زمین و شالوده به قرار زیر است

تغییرات فصلی یا تأثیرات رشد گیاهان که منجر به جمع شدگی و تورم خاکهای رسی می شود؛

-تورم ناشی از یخ زدگی؛

-مصنوعی اعمال حرارت (بار حرارتی) یا سرد شدن زمین بستر؛

-تغییرات در تراز آب زیر زمینی ناشی از طراحی یا زهکشی غیر منتظره یا تغییر رژیم آب زیر زمینی به دلیل عملیات اجرایی، یا عوامل طبیعی

از بین رفتن زمین ناشی از فرسایش (شامل فرسایش داخلی) یا حل شدن توسط جریان آب و از بین رفتن ذرات ریز دانه به دلیل عملیات پمپاژ
تغییر در وضعیت تنش زمین ناشی از حفاری های مجاور، لایروبی، جوشش آب یا فرسایش توسط جریانهای آب یا سیلها یا به دلیل ساخت سازه های مجاور
نشست مستمر رسوبهای طبیعی یا خاکریزها
خزش خاک یا رانش های زمین روی شیب ها
حرکت زمین به دلیل نشست یا فرو رفتن حفره ها یا فعالیتهای زیر زمینی (مانند حفاری معدن و تونل)؛
لرزشها، مانند تکان های لرزه ای
-خرابی زمین یا خاکریز ساخته شده
خرابی خود زیر ساخت
تغییر خواص زمین به دلایل طبیعی و مصنوعی
در طراحی شالوده ها امکان اینگونه حرکات باید مد نظر قرار گیرد و در موارد ضروری، باید در جهت حداقل کردن هرگونه آسیب ناشی از این عوامل، گامهای لازم برداشته شود.

بارهای شالوده

بارها در شرایط استاتیکی

حداکثر بار روی شالوده از مجموع بارهای مرده، زنده و باد حاصل می شود .حداکثر فشار تکیه گاهی وابسته به توزیع بارها،جهت بارها و خروج از مرکزیت بارها می باشد.با این حال بار منظور شده در صورتهای مختلف طراحی لزوماً نباید شامل تمام مقادیر این بارها باشد .بارهای مورد استفاده در طراحی شالوده ها بدون ضریب خواهند بود.

در مواردیکه بار ناشی از باد در زیر شالوده سازه، سهم کوچکی از کل بار باشد، ممکن است بتوان از بار باد در ارزیابی فشار باربری مجاز صرفنظر نمود، به شرطی که ضریب اطمینان در مقابل گسیختگی برشی کافی باشد .در مواردیکه بارهای هر یک از شالود ها ناشی از باد کمتر از ۲۵ درصد بارهای ناشی از بار مرده و زنده باشد، می توان از بار باد در این ارزیابی صرفنظر کرد .در مواردیکه این نسبت بیش از ۲۵ درصد شود، شالود ها می توانند بنحوی طراحی شوند که فشار ناشی از ترکیب بارهای مرده، زنده و بار باد، ۲۵ درصد بیشتر از فشار باربری مجاز نباشد.

در مواردیکه ضریب اطمینان در مقابل گسیختگی برشی کنترل می شود، بارهای مفروض در محاسبه شدت بار زیر شالوده ها، مجموع بارهای مرده و زنده سازه با در نظر گرفتن اضافه بار لازم برای باد مطابق پاراگراف فوق، منهای شدت بارهای مرده محیطی خواهد بود در ملاحظه نشست، باید یک تخمین نزدیک از میانگین بار مرده و زنده که احتمال واردشدن آن می رود صورت گیرد،چون بارهای غیر مکرر و برای دوره های کوتاه از نقطه نظر تحکیم کمتر حائز اهمیت هستند .از سوی دیگر، ارتعاش شدید یا بارهای زود گذر می تواند باعث نشست ماسه ها و شنها شود، به ویژه مواردیکه آنها در شرایط سستی قرار دارند

بارهای دینامیکی

بارهای دینامیکی شامل هر دو بار ضربه ای و ضربانی بوده که در آنها دوره زمانی به مقدار کافی کوتاه است که واکنش ارتعاشی در سازه و شالوده ایجاد کنند .در مناطقی که احتمال وقوع زمین لرزه وجود دارد، باید توجه خاصی نسبت به امکان تأثیرات زلزله به ویژه از منظر روانگرایی صورت گیرد

شالوده های سطحی

شالوده هائی که عمق تراز تمام شده زیر آنها کمتر از ۳ متر می باشد، شالود ههای سطحی نامیده می شوند .انواع مختلف شالوده های سطحی عبارت است از:

شالوده های منفرد
-شالوده های نواری
-شالوده های گسترده یا مسطح
-شمعهای کوتاه

عمقی که شالوده ها در آن استقرار دارند بر اساس سه اصل زیر تعیین می شود:
الف) رسیدن به لایه های با باربری کافی
ب) در مورد خاکهای رسی، عمق نفوذ با رعایت احتیاط کافی در زیر ناحیه ای که جمع شدگی و تورم ناشی از تغییرات فصلی جوی، درختان، درختچه ها و سایر گیاهانی که ممکن است باعث حرکت محسوسی شود.
ج) عمق نفوذ در زیر لایه ای که اثر یخ زدگی می تواند مشکل ساز شود
سایر عوامل نظیر حرکات زمین، تغییرات در شرایط آب زیر زمینی، پایداری بلند مدت و انتقال حرارت از سازه به زمین می تواند مهم باشد .شالوده های سطحی بویژه در برابر شرایط خاصی از خاکها آسیب پذیر می باشند .مانند رس های حساس، ماسه های ضعیف در برابر آب و خاکهایی که ساختار آنها تحت تأثیر بارگذاری تغییر می کند .در چنین شرایطی که با شناسائی زمین مشخص می شود باید توصی ههای یک متخصص مورد توجه قرارگیرد
انتخاب نوع مناسب شالوده سطحی بطور معمول متکی بر اندازه و وضعیت بارهای سازه ، ظرفیت باربری و خصوصیات نشست زمین و نیاز به یافتن خاک پایدار می باشد

شالوده های منفرد

شالوده های منفرد، شالوده های جداگانه ای برای پخش بار متمرکز می باشند .شالوده های منفرد برای تحمل ستونهای سازه های قابی مناسب می باشند .شالوده های منفرد که برای تحمل ستونهای با بارگذاری سبک می باشند می توانند بوسیله بتن غیرمسلح ساخته شوند به شرطی که عمق آنها به نحوی تعیین شود که زاویه گسترش تنش از پایین ستون تا لبه خارجی تر زمین باربر از یک قائم به یک افقی فراتر نرود
برای ساختمان های بغیر از سازه های کم ارتفاع و ساز ههای با قابهای سبک، بکار بردن بتن مسلح در شالوده ها مرسوم است.
ضخامت شالوده در هیچ شرایطی نباید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر باشد و بطور کلی به منظور تأمین پوشش بتن محافظ آرماتورها ضخامت از این مقدار بیشتر خواهد بود.

شالوده های نواری

ملاحظات مشابه آنچه برای شالوده های منفرد بیان شد برای شالوده های نواری نیز صادق می باشد در شالوده با دیوارهای پیوسته توصیه می شود که در جاهایی که تغییر ناگهانی در مقدار بار یا تغییر در زمین نگهدارنده رخ می دهد، آرماتور لازم پیش بینی شود شالوده های روی سطوح شیبدار و در مواردیکه احتمال تغییر شیب بندی باشد را می توان بصورت دیوارهای حایل که دارای پله هایی بین دالهای کف زمین مجاور یا ترازهای تمام شده زمین می باشند، طراحی نمود
در تمام محلهای تغییر تراز در شالوده های غیرمسلح، طول رویهم افتادگی پل ها باید حداقل برابر با ضخامت شالوده یا حداقل ۳۰۰ میلیمتر باشد .در مواردی که ارتفاع پله بیش از ضخامت شالوده م یشود، باید ملاحظات ویژ های منظور شود.
ضخامت شالوده های نواری مسلح نباید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر باشد و در ترازهای حفاری باید از حفظ این حداقل ضخامت اطمینان حاصل شود.
برای توزیع طولی بارها ، مقدار کافی آرماتور به منظور مقابله با تنشهای وارده فراهم شود .بعضی مواقع ساختن شالوده های شکل وارونه به منظور تأمین سختی T نواری با مقاطع تیر کافی در جهت طولی مطلوب می باشد .در گوشه ها و تقاطعها آرماتورهای طولی شالوده هر دیوار باید رویهم قرار گیرند
در مواردی که استفاده از شالود ههای نواری معمولی باعث اعمال تنش اضافی بر لایه باربر می شود، از شالود ه نواری پهن به منظور انتقال بارهای شالوده در کل عرض نوار می توان استفاده کرد .عمق زیر تراز تمام شده زمین باید با شالوده های نواری معمولی یکسان باشد
در مواردیکه زمین طبیعی بگونه ای است که کانالهای باریک می توانند بسادگی تا عمق لایه های باربر حفر شوند، یک شالوده اقتصادی می تواند با پر کردن کانال بوسیله بتن (شالوده نواری عمیق) بدست آید.

شالوده های گسترده (شالوده های مسطح)

شالوده های گسترده به منظور توزیع بارها روی یک سطح وسیع به منظور به حداقل رساندن فشارها و محدود نمودن نشست ها در نظر گرفته می شود .با سخت نمودن شالوده های گسترده بوسیله تیرها و قرار دادن آرماتور در دو جهت نشست های غیر یکنواخت می تواند به حداقل کاهش یابد.

بطور عمومی، شالوده های گسترده در شرایط زیر بکار می روند:

الف) برای سازه های با بارگذاری سبک مستقر روی زمین طبیعی نرم، که لازم است بار توزیع شود یا مواردیکه بسترهای متغیری ناشی از تنوع طبیعی (زمینهای خاکریزی شده یا بسترهای ضعیف تر) وجود داشته باشد .در این موارد شالوده گسترده بصورت پلی روی ناحیه ضعیف عمل می کند.

ب) در مواردیکه نشست های غیر یکنواخت قابل توجه باشند، شالوده گسترده نیاز به طراحی ویژه شامل ارزیابی چیدمان و توزیع بارها، فشار تماس، سختی خاک و شالوده دارد

ج) در مواردیکه بروز نشست های ناشی از معدن کاری محتمل باشد، طراحی شالوده گسترده و سازه بر اساس نشست، نیازمند ملاحظاتی توسط افراد صلاحیت دار می باشد .تأثیرات ناشی از معدن کاری غالباً منجر به پیش بینی یک سازه انعطاف پذیر م یشود.

د) زمانیکه سازه ای مانند استراحتگاههای کم ارتفاع و سازه های قابی سبک باید روی خاکهای مستعد جمع شدگی و تورم شدید قرار گیرد، انتخاب شالوده های گسترده واقع بر مصالح پرکننده دانه بندی شده کاملاً متراکم که جایگزین لایه های سطحی جایگزین شده اند،باید مورد توجه قرارگیرد.

ه) برای سازه های سنگین تر که شرایط زمین طوریست که نشست های غیر یکنواخت یا تورم قابل توجه محتمل نمی باشد، بارهای منفرد می تواند توسط شالود ههای منفرد منتقل شود .اگر این شالوده ها بخش گسترده ای از سطح موجود را اشغال نماید می توان با رعایت ملاحظات طراحی، این شالوده ها را به شکل شالوده گسترده بهم متصل نمود

جانمایی لوله باید های سرویس، زهکشها و غیره در مرحله طراحی بگونه ای منظور شود که مقاومت سازه ای شالوده گسترده بی جهت توسط سوراخها، باز شوها و غیره کاهش نیابد

شمعهای کوتاه

در موارد لزوم انتقال بارهای شالوده سازه هایی مانند استراحتگاههای کم ارتفاع یا سازه های با قابهای سبک از طریق لای ههای نرم یا خاکریز ها یا ترکیبات خاکی ناپایدار یا رس های جمع شونده یا متورم به عمقی بیش از ۲ متر به ویژه در موارد مواجهه با آب زیر زمینی در تراز بالا، استفاده از شمعهای کوتاه به عنوان روش جایگزین شالوده های سطحی توصیه می شود .نوع و روش ساخت، اندازه و ظرفیت بار، باید به دقت در رابطه با الزامات سر شمعها و شناژهای مورد نیاز انتقال بارهای رو سازه به شمعها مد نظر قرار گیرد

شالوده های عمیق

شالوده های عمیق آنهایی هستند که در آنها $D>4B$ تا $5B$ یا $D>3m$ و $B/H<1/6$ باشد که در آن:

D عمق شالوده

B عرض شالوده

H ارتفاع شالوده

شالوده های عمیق معمولاً در مواقعی استفاده می شوند که لایه خاک زیر پی خیلی ضعیف یا قابل تراکم بوده و قابلیت نگهداری بار را ندارد و لازم است شالوده تا رسیدن به لایه های مناسب تر خاک پایین برده شود

انواع شالوده های عمیق

شالوده های عمیق را می توان بصورت زیر دسته بندی کرد

الف) شالوده های منفرد یا نواری.

ب) جعبه های زیرزمینی یا تو خالی (شالوده های شناور)

ج) صندوقه ها (کیسون ها)

می تواند بصورت صندوقه باز یا صندوقه های با هوای فشرده باشد.

د) استوانه ها و پایه ها

می توانند در شرایط خشک بصورت دستی یا با تجهیزات مکانیکی و در شرایط خیس توسط تجهیزات مکانیکی نظیر ماشین حفاری و روشهای دیوار دوغاب حفاری شوند.

ه) شمعها

و) دیوارهای پیرامونی

ا دیوارهای بتنی ساخته شده در کانالهای پر شده با دوغاب یا بصورت شمعهای حفاری شده بهم پیوسته، علاوه بر آن که به عنوان دیوارهای زیر زمینی یا دیوارهای حایل کاربرد دارند، می توانند بارهای قائم را نیز در ارتباط با نقش حائل بودنشان حمل نمایند.

شالوده های ترکیبی

می توانند ترکیبی از هر یک از شالوده های مذکور باشند.

انتخاب نوع شالوده عمیق

انتخاب نوع یک شالوده در بسیاری از موارد بر اساس ترکیب عوامل فنی ، برنامه ای و اقتصادی استوار می باشد

بطورکلی، در مواردیکه استفاده از شالوده های عمیق اجتناب ناپذیر است، تعداد زیادی از بارهای کم اما گسترده را می توان بطور اقتصاد یتر توسط شمعها چه پیش ساخته و یا در جا حمل کرد .بارهای سنگین متمرکز بهتر است توسط شالوده های منفرد عمیق، پایه ها، استوانه ها، شمعهای حفاری شده عمیق یا صندوقه ها (کیسون ها) حمل شود

یکی از انواع معمول شالوده های عمیق، زیرزمینی های متعارف است که هم بصورت حفاری باز و هم بصورت حفاری همراه با تکیه گاه، بسته به طبیعت زمین، شرایط آب زیر زمینی و مجاورت سایر سازه ها و خدمات، اجرا می شود.

شالوده های منفرد یا نواری عمیق

این نوع شالوده ها ساده ترین نوع شالوده های عمیق می باشند و عموماً برای حمل بارهای ستونهای سنگین مثل بار وارده به پی توسط پدستالهای بتنی یا مستقیماً توسط ستون بکار می روند .چنین شالوده هایی می تواند دارای اشکال مختلف نظیر دایره ای، مربعی، مستطیلی یا نواری باشد .شکل شالوده در طراحی منطبق بر تأثیر خروج از مرکزیت ناشی از لنگرهای وارده و نیروهای برشی روی ستون و روش ساخت ، تنظیم می شود .این شالوده ها بطور کلی در مواردی که مشکلات آب زیرزمینی بطور محسوس رخ نمی دهد یا آنکه آب زیر زمینی را در صورت وجود بتوان به سهولت کنترل کرد، بکار می روند.

شالوده های ماشین آلات

شالوده های ماشین آلات در معرض بار دینامیکی بصورت رانش انتقال یافته توسط گشتاور پیچشی ماشین آلات دوار یا عکس العمل های موتورهای رفت و برگشتی می باشند .تنشهای حرارتی در شالوده می تواند به دلیل احتراق سوخت، گازها یا بخار خروجی و یا فرآیند ساخت، افزایش یابند

شالوده های ماشین آلات باید جرم کافی به منظور جذب نوسانات در داخل توده شالوده را داشته باشند، که منجر به حذف یا کاهش انتقال انرژی لرزشی به اطراف شوند .شالوده ها باید بار را به زمین پخش کرده بطوری که نشست اضافی تحت بار مرده یا بارهای ضربه ای واقع نشود و شالوده ها مقاومت سازه ای کافی در برابر تنشهای داخلی ناشی از بارگذاری و تغییرات حرارتی داشته باشند

ماشین آلات بزرگ یا هر ماشین دارای نیروهای بزرگ نامتعادل باید روی سازه ها و شالوده ها طوری مهار شوند که طراحی آنها موارد زیر را به حداقل برسانند:

- ارتعاش ماشین
- انتقال ارتعاش به شالوده ها، تجهیزات و سازه های مجاور.

شالوده های ماشین آلات باید در تمام وجوه (افقی و عمودی) به میزان کافی آرماتور گذاری شوند .در مواردیکه شالوده ها با کفها یا دالهای کفسازی بصورت یکپارچه می باشند، طراح باید از آرماتورگذاری کافی به منظور جلوگیری از گسترش ترکهای سطحی ناشی از لرزش،اطمینان یابد

ماشین آلات بزرگ یا ماشین آلات با نیروهای بزرگ نامتعادل باید طبق الزامات سازنده بوسیله دوغاب (گروت) روان غیر فلزی بدون جمع شدگی، دوغاب (گروت) ریزی شوند .دوغابهای (گروتهای) خاص باید بر اساس دستورالعملهای سازنده ریخته شوند .دوغاب ریزی(گروت ریزی) باید تحت نظارت نماینده صلاحیت دار سازنده باشد .الزامات زیر باید مورد توجه قرار گیرد

محفظه های محل پیچ نگهدارنده و فضای زیر صفحات نشیمن باید پر شده و تمام هوا خارج شود.

محفظه در مواردیکه پیچهای نگهدارنده داخل های تعبیه شده در شالوده دوغاب ریزی (گروت ریزی) شده اند، دوغاب (گروت) باید در مقابل تنشهای ناشی از نیروی کششی بوجود آمده در هنگام کشیده شدن پیچها به اضافه نیروهای ناشی از کار ماشین مقاومت کند .مشخصات نیروهای کششی باید با توافق سازنده ماشین تعیین شود و ضرایب کافی در سیستم دوغاب ریزی به منظور تعیین روشهای ارزیابی موارد احتمالی بکار رفته، منظور شود.
ضخامت دوغاب (گروت) باید در محدوده ۲۵ تا ۵۰ میلیمتر باشد
بعضی ماشینهای بزرگ، بویژه آنهایی که نیروهای نامتعادل دارند مانند کمپرسورهای رفت و برگشتی ممکن است نیاز به وسایل جایگزین نصب نظیر مجموعه ناودانی ها یا ریلها برای اتصال به شالوده داشته باشند، در این موارد جزئیات باید به تأیید نماینده کارفرما برسد
پیچهای نگهدارنده باید مقاومت کافی در مقابل کل نیروهای افقی بعلاوه نیروهای قائم ناشی از ماشین را داشته باشد
فاصله از مرکز هر محفظه یا پیچ تا لبه شالوده باید حداقل ۱۰۰ میلیمتر باشد تا امکان آرماتورگذاری را بدهد.

دسته بندی ها و انواع شالوده های ماشین آلات

انواع مختلفی از ماشین آلات وجود دارد که نیروهای تناوبی مختلفی تولید می کنند .سه دسته از مهم ترین آنها عبارتند از:

ماشینهایی ماشینهای رفت و برگشتی؛ که نیروهای تناوبی نامتعادل تولید می کنند نظیر کمپرسورها و موتورهای رفت و برگشتی

ماشین آلات ضربه ای؛ این دسته شامل ماشین هایی است که بارهای ضربه ای تولید می کنند مانند پرس های آهنگری.

ماشین آلات دوار rotating equipment ؛ ماشین هایی با سرعت بالا، مانند توربوژنراتورها یا کمپرسورهای دوار.
شالوده های مناسب باید بر اساس نوع ماشینی که روی آن نصب می شود انتخاب شود .بعضی از رایج ترین آنها به شرح زیر است:
شالوده نوع یکپارچه، شامل یک دال بتنی ضخیم است که مستقیماً ماشین و سایر تجهیزات جانبی را نگهداری می کند.

شالوده پایه ستونهای بلند (صفحه فوقانی)، شامل یک دال تکیه گاهی و ستونهای قائم که شبکه تیرها در بالای آن قرار می گیرد و ماشین آلات روی آنها نصب می شود.
شالوده های شمعی اغلب به منظور تحمل بارهای ارتعاشی در مواردی بکار می روند که شرایط خاک محل نمایانگر این است که شالوده های سطحی منجر به نشست های دائمی غیر قابل قبول خواهند شد
شالوده های واحد صنعتی، تجهیزات، سازه ها و ساختمانها بطور کلی بصورت زیر دسته بندی می شوند:
-شالوده های سطحی که شامل شالوده های منفرد، شالوده های نواری، شالوده های گسترده (یکپارچه) و غیره می باشند.
-شالوده های عمیق که شامل شالوده های منفرد و نواری عمیق، جعبه های زیر زمینی یا توخالی، صندوقه ها، استوانه ها و پایه ها، شمعها، دیوارهای حایل یا ترکیب آنهاست
شالوده های مخازن ذخیره که شامل تکیه گاه مخزن، دیوارهای حلقوی و غیره می باشد

- شالوده های ماشین آلات.

بارهای وارده:

بارهای وارده به فونداسیون تجهیزات صنعتی
بارهای متعارف سازه های غیرصنعتی نظیر بارهای مرده برف زلزله باد
بارهای ناشی از سیالات، بارهای ناشی از وزن و فشار جانبی خاک و آب موجود در خاک
بار ناشی از ضربه
بار تعمیر و نگهداری
بارهای حرارتی
بار ارتعاشی (دینامیکی)

روش تحلیل:

جهت تحلیل شالوده ماشین آلات دو روش اصلی وجود دارد:

۱- روش بر اساس فنرهای بدون وزن الاستیک خطی
۲- روش بر اساس تئوری الاستیسیته خطی (نیم فضای الاستیک)

روش برتر در تحلیل شالوده تحت بار دینامیکی بر اساس تئوری " نیم فضای "می باشد و نیازمند اندازه گیری یا تخمین مدول الاستیسیته دینامیکی زمین است

ملاحظات طراحی:

اولین ضرورت طراحی، اطمینان از عدم ایجاد تشدید بین فرکانس بار ضربه ای و فرکانس بحرانی سیستم شالوده -خاک خواهد بود .تشدید ممکن است منجر به دامنه های ارتعاشی اضافی سیستم شود.

حتی در مواردی که از تشدید جلوگیری شده است همچنان لازم است که دامنه نوسان در محدوده ای که قابل تحمل توسط شالوده و ماشین باشد، قرار گیرد .علی رغم آن که در مواردی میزان نوسان می تواند از نقطه نظر نشست توسط ماشین و خاک قابل پذیرش باشد، ممکن است منجر به افزایش ارتعاش و تشدید در پنجره ها، درها و جداگرهای متصل به سازه شود و این مستلزم کاهش دامنه های ارتعاش یا عایق بندی سیستم ارتعاش کننده می باشد.

اگر فرکانسهای عملیاتی کمتر از فرکانسهای بحرانی شالوده باشد همانطورکه برای موتورهای رفت و برگشتی معمول است فرکانس طبیعی شالوده را می توان با افزایش سطح تماس شالوده به خاک و ممان اینرسی آن، زیاد کرد .افزایش سختی سیستم خاک-شالوده همچنین باعث افزایش فرکانس طبیعی می شود .این امر می تواند در صورت امکان از طریق تزریق دوغاب یا شمع کوبی انجام شود.

اگر فرکانس عملیاتی بیش از فرکانس بحرانی شالوده باشد، در آن صورت افزایش سطح تماس شالوده با خاک و افزایش سختی خاک ممکن است منجر به بدتر شدن شرایط شود. تحت این شرایط بهتر است فرکانس طبیعی شالوده را حتی بیشتر کاهش داد .این امر می تواند از طریق افزایش جرم شالوده بدون تغییر در سطح حاصل شودکه منجر به افزایش فشار استاتیکی روی خاک می شود، که حد نهایی آن باربری فشاری مجاز خاک است.

تکیه گاههای لرزه گیر

در میان روشهای جذب ارتعاش یکی از ساده ترین روشها تأمین جرم کافی در شالوده می باشد، به نحوی که امواج با انعکاس در درون توده شالوده جذب و تقلیل داده شود .یک قاعده پا برجا و قدیمی در شالوده های ماشین آلات، ساخت شالوده های با وزنی مساوی یا بزرگتر از وزن ماشین می باشد.

این رویه بطورکلی برای ماشین آلات معمولی که در آن نیروهای بزرگ خارج از تعادل وجود ندارد، قابل قبول است. با این حال، در مورد چکشهای سنگین آهنگری و پرس ها یا موتورهای بزرگ رفت و برگشتی، به احتمال زیاد ارتعاشات نمی توانند بطور کامل توسط شالوده جذب شود

در مواردی که طراحی شالود های متشکل از یک بلوک بتنی ساده روی خاک طبیعی، برای تأمین خصوصیات دینامیکی لازم، غیرعملی باشد، ممکن است بتوان ارتعاشهای منتقل شده را توسط تکیه گاههای لرزه گیر تا سطح قابل قبولی کاهش داد

بسته به ماهیت ماشین تکیه آلات و نحوه نصب آنها،تکیه گاههای لرزه گیر بشرح زیر می تواند بکار رود

سیستم الف) بین ماشین آلات و شالوده آن؛

سیستم ب) بین بلوک شالوده و بستر تکیه گاه آن

آرایش اول بطور کلی در مواردی مناسب است که نیروهای خارج از تعادل شدید نیست و باید توجه داشت که فرکانسهای طبیعی سیستم، بسته به قابلیت ارتجاعی، طراحی و موقعیت تکیه گاههای لرزه گیر تعدیل خواهد شد .سیستم دوم در مواردی که نیاز به افزایش ممان اینرسی است می تواند بکار رود. بطوری که فرکانسها و دامنه های ارتعاشات بتوانند در محدوده قابل قبول قرار گیرند.

انواع تجاری موجود تکیه گاههای لرزه گیر را می توان بطور عمده بصورت زیر دسته بندی کرد:

تکیه گاه های زیر دستگاه (سیستم الف)

تکیه گاه های زیر دستگاه از یک تکیه گاه فنری شامل یک فنر فولادی به اضافه تعدادی وسیله میراگر یا لاستیکی که می تواند در فشار، برش یا ترکیبی از فشار و برش بارگذاری شود، تشکیل می شود .واسطه های جایگزین تعلیق می تواند در تکیه گاههای دستگاه بکار رود برای نمونه فنرهای بادی و ادوات گران رو

تکیه گاههای زیر شالوده (سیستم ب)

شکل ساده نصب تکیه گاههای زیر شالوده تشکیل شده است از پوششی از مصالح ارتجاعی که شالوده روی آن ریخته می شود .نمونه های خاص زیادی موجود است و انتخاب می تواند از طیف وسیعی مثل چوب پنبه، کلوخه های چوب پنبه، نمد و محصولات لاستیکی صورت گیرد.

شالوده معلق (سیستم ب)

شالوده معلق روش دیگر مجزا کردن شالوده از بستر تکیه گاهی آن است .بلوک شالوده همراه با تمام ماشین آلات توسط صفحات یا فنرهای مارپیچ یا سایر اشکال معادل تکیه گاههای ارتجاعی، معلق می شوند)

فرآیندهای ژئوتکنیکی برای سازی زمین

روشهای متعددی بر کاهش نفوذپذیری، افزایش مقاومت با کاهش تراکم پذیری زمین وجود دارد .در بندهای زیرتوضیحات کلی از روشهای بهبود زمین ارائه شده است.

کنترل آب زیرزمینی

کنترل آب زیر زمینی یکی از مهمترین مسائل مهندسی پی می باشد .روشهای زیادی برای کنترل آب زیر زمینی وجود دارد که وابسته است به عواملی از قبیل :ابعاد گودبرداری، ضخامت و نوع لایه های خاک؛ موقعیت گودبرداری و سازه دائمی نسبت به لایه های خاک؛ مقدار فشار آب در لایه های مختلف؛ جلوگیری از آسیب به سازه های مجاور؛ مدتی که حفاری باید باز باشد و موارد اقتصادی هریک از روشها

در زیر بندهای ذیل روشهای مختلف کنترل آب زیر زمینی توضیح داده شده است

زهکشی ثقلی

در مواردیکه شرایط محلی اجازه می دهد، آب باید توسط نیروی ثقلی از محل حفاری زهکش شود؛ این امر در محلهای شیبدار امکان پذیر است که آب زیر زمینی بتواند در یک حوضچه در یک گوشه پایین دست محل حفاری جمع آوری شود یا یک زهکش تا محل تخلیه واقع در پایین شیب بتواند اجرا شود

پمپ کردن

آب محل حفاری ها می تواند از طریق پمپ کردن از حوضچه ها، چاههای زهکش (قلم چاهها) یا چاههای عمیق خارج شود. روش مناسب بر اساس شرایط خاک، عمق حفاری زیر تراز آب زیر زمینی، روش حفاظت جداره حفاری شده و غیره تعیین خواهد شد.

چاه زهکش وسیله مکنده ای است که بصورت یک چاه کوچک به سهولت می تواند در داخل زمین نصب وآب از آن خارج شود

سیستم چاه زهکش دارای مزیت هزینه سرمایه ای پایین می باشد؛ به سرعت نصب شده و می تواند به آسانی از محلی به محل دیگر منتقل گردد .

سیستم چاه عمیق اصولاً برای استفاده در ارتباط با حفاری های عمیق تعبیه می شود و در مواردی که آب آرتزین در زیر یک لایه نفوذ ناپذیر باشد این شیوه از ارزش خاصی برخوردار خواهد بود

روشهای ویژه برای جلوگیری از ورود آب به محل حفاری

در موارد معین ممانعت ورود آب به حفاری می تواند با استفاده از روشهای ویژه نظیر زیر انجام شود

استفاده از هوای فشرده؛
-یخ زدن زمین پیرامونی؛
دیوارهای دیافراگمی درجا؛
استفاده از روشهای تزریق و تشکیل دیوار غیر قابل نفوذ پیرامون محل حفاری
انتخاب یک از روشها تا حد زیادی به شرایط محلی، مشخصات خاک و تکنولوژی در دسترس و غیره بستگی دارد.

روشهای بهبود مشخصات فیزیکی زمین

در مواردیکه زمین باربری و پایداری کافی ندارد، بهبود خصوصیات باربری کلی یا موضعی زمین یا جایگزینی خاک در عمق زمین مدنظر قرار می گیرد . از این رو می توان شالوده های سطحی یا نوع کم هزینه تری از شالوده های عمیق را بکارگرفت.روشهای مختلفی به منظور بهبود خصوصیات فیزیکی زمین وجود دارد .این روشها عبارتند از :تراکم بوسیله پیش بارگذاری، تعبیه زهکشهای قائم، تزریق دوغابها و مواد الکتروشیمیایی و سخت کردن حرارتی زمین .در بندهای آتی توضیحات مختصری در مورد روشهای مختلف داده شده است.

تراکم سطحی

خاکهای دانه ای سست یا دست خورده در کف محلهای حفاری برای شالوده های نواری و منفرد را می توان بوسیله غلتک کردن یا کوبیدن متراکم کرد .غلتکهای لرزاننده یا صفحات کوبنده در خاکهای دانه ای کارایی کافی دارند اما عمق تراکم با تجهیزات معمولی به ندرت به بیش از ۳۰۰ میلیمتر می رسد.

پیش بارگذاری

پیش بارگذاری با اجرای تپه های خاکی یا قلوه سنگی به منظور اعمال فشار مساوی یا بیشتر از سازه دائمی روی زمین انجام می شود .مصالح پیش بارگذاری تا زمانی که اندازه گیری نشان دهد که منحنی نشست -زمان تخت شده یا اینکه نشست با روند بسیار آهسته کاهش می یابد در محل باقی می ماند هنگام پیش بارگذاری رس یا رس های نرم ممکن است سرعت نشست خاک بسیار آهسته باشد که نیازمند باقیماندن بار برای چندین ماه خواهد بود .در این موارد افزایش شتاب تحکیم خاک با اجرای زهکشهای قائم توصیه می شود

تراکم عمیق بوسیله ارتعاش

نشست ناشی از بارگذاری خاک های دانه ای غیر چسبنده سست یا مصالح خاکریز بالای تراز آب یا زیر آن را می توان با تراکم عمیق به کمک وارد کردن لوله های ارتعاش کننده تا اعماق ۲۵ متری زمین، بهبود بخشید .این فرآیند می تواند در مقایسه با شمع کوبی یا سایر روشهای بهبود ظرفیت باربری این گونه خاک ها، یک جایگزین اقتصادی تر باشد .همچنین می توان خطر روانگرایی خاکهای سست تحت تکان های زلزله را با تراکم کاهش داد.

بهسازی زمین بوسیله جابجایی لرزشی و جایگزینی لرزشی

لرزاننده های بزرگ هم می توانند برای ایجاد ستونهای مصالح درشت دانه در سیلتهای نرم یا رس ها یا خاکریزهای با قابلیت تراکم کم با هدف اولیه کاهش تراکم پذیری شان بکار روند و هم باعث بهبود مقاومت برشی آنها می شوند .شالوده ها می توانند مستقیماً روی گروه ها یا ردیف هایی از این ستونها ساخته شوند .رس های کاملاً سخت که اجازه ایجاد یک حفره پایدار بدون پوشش را بدهند می توانند بوسیله نفوذ لرزاننده در آنها جابجا شوند که پس از خروج لرزاننده، شن و سنگها در لایه های ۱ متری درون حفره پر و متراکم شوند .بخشی از تراکم نیز در زمین پیرامون ستون حاصل می شود، این امر جابجایی لرزشی نامیده می شود .در خاکهای نرم ناپایدار، از گردش آب جهت محافظت جداره مشابه حفاری آب فشانی استفاده می شود

تراکم عمیق بوسیله ضربات سنگین

این فرآیند به منظور تراکم خاکهای دانه ای و سیلت ها یا مخلوطی از آنها شامل انواع زیادی از خاکریزها، می باشد .این روش همچنین می تواند برای جایگزینی خاکریزهای محکم تر به جای خاکهای نباتی نرم، بکار رود .این روش شامل سقوط آزاد وزنه معمولاً ۱۰ تا ۱۵ تنی از ارتفاعات مختلف بین ۵تا ۲۵ متر یا بیشتر، روی سطح زمین می باشد .تراکم ناشی از توزیع انرژی ضربات متوالی است که باعث درجاتی از تراکم برگشت ناپذیر حفره های خالی می شود.

زهکشهای قائم

فرآیند طبیعی تحکیم خاک های تراکم پذیر می تواند بوسیله بهبود شرایط زهکشی موجود در خاکها سرعت یابد و موجب کمک به خروج آب شود. چنین خاک هایی اگر بوسیله سربار موقت یا دائم نظیر یک خاکریز بارگذاری شوند، فشار آب خاک زیرین افزایش خواهد یافت .اگر آب نتواند به سرعت کافی خارج شود شرایط پایداری بحرانی ممکن است پدید آید، که در برخی موارد می تواند از طریق کاهش سرعت ایجاد سربار آزاد شود. این شرایط می تواند با تسریع در زهکشی خاکهای قابل تراکم بوسیله تعبیه ستونهای قائم ماسه ای یا نوارهای باریک ساخته شده از مصالح نفوذ پذیر داخل زمین برای افزایش بیشتر سرعت خروج آب، فراهم شود .این ستونها را زهکش های ماسه ای، زهکش های قائم یا زهکش های فتیله ای می نامند و غالباً برای بهبود مقاومت خاک مورد توجه قرار می گیرند

الکترو اسمز

سیستم الکترواسمز می تواند به منظور کاهش رطوبت موجود در رس های بشدت سیلتی یا سیلتهای رسی بکار رود و در نتیجه باعث افزایش مقاومت برشی و کاهش تراکم پذیری آنها شود .این روش شامل پتانسیل الکتریکی به منظور راندن آب الکترودهای منفی در چاه ها و استفاده از میله های فلزی قابل انبساط به عنوان الکترودهای مثبت می باشد. از الکترواسمز برای اصلاح شرایط سختی که سایر روشها کارائی ندارد، استفاده می شود.

دوغاب ریزی

از دوغاب ریزی به منظور کاهش نفوذپذیری زمین یا بهبود مقاومت آن یا هر دو استفاده می شود زمین شناسی محل زمین می تواند انتخاب روش دوغاب ریزی را تحت تأثیر قرار دهد و بدیهی است که هیچ تدبیری بطورصحیح نمی تواند تا حصول کامل بررسیهای محلی وابسته به شرایط زمین و آب اتخاذ شود .تغییرات احتمالی در طبیعت زمین در هر محل خاص می تواند منجر به استفاده از بیش از یک نوع دوغاب شود .برای مثال استفاده از دوغاب درشت دانه ارزانتر برای پر کردن حفره های بزرگ و سپس پر کردن حفره های ریز باقیمانده با دوغاب ریزدانه گران تر می تواند باعث صرفه جویی شود.

25/16:11

JOHNSON
20:6 82

31 943

پایه های نگهدارنده خطوط لوله pipe rack

پایپرک سازه ای است که جهت نگهداری لوله و تجهیزات کمکی در مجمع های پالایشگاهی. این سازه ها غالباً از قابهای فولادی بوده که بعضاً در چندین طبقه طراحی و ساخته می شوند. این سازه ها معمولاً دارای عرض محدود و در عوض دارای طول بیشتری می باشند. سیستم مقاوم جانبی در این سازه ها قاب خمشی و قاب ساده به همراه مهاربند می باشد.

الزامات طراحی

- طراحی اسکلت سازه بایستی بر اساس استاندارد *AISC* یا آیین نامه های برگرفته از آن صورت پذیرد. استفاده از روش طرح پلاستیک ارائه شده در این استاندارد جهت طرح اسکلت سازه مجاز نمی باشد.
- اسکلت سازه و فونداسیون بایستی برای حداکثر بارهای وارده در زمان بهره برداری طراحی شوند. همچنین اثرات انقباض و انبساط اسکلت و تجهیزات نیز بایستی در نظر گرفته شود.

- فونداسیون بایستی بر اساس استاندارد *ACI ۳۱۸* طراحی شود. همچنین حداقل رده بتن قابل قبول جهت فونداسیون *C۴۰* می باشد، این مقاومت بایستی در نقشه های اجرایی نیز قید شود.

اتصالات

اتصالات سازه نگهدارنده بایستی ضوابط زیر را برآورده کند.

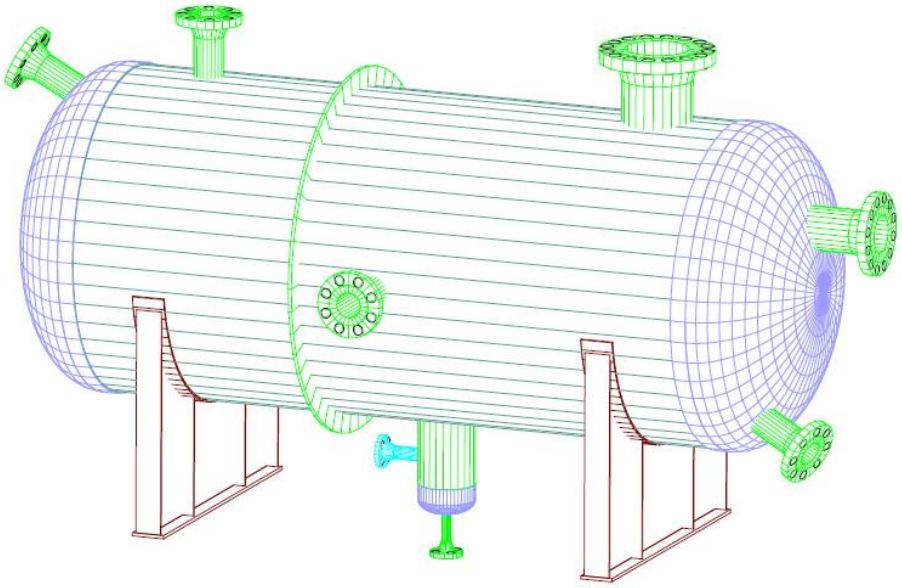
- اتصالات کارخانه ای می تواند جوشی یا پیچی باشد. همچنین اتصالات کارگاهی حتی الامکان باید پیچی باشد. در محلهایی که امکان تعبیه اتصالات پیچی نباشد استفاده از اتصال جوشی بلامانع می باشد.
- پیچهای مورد استفاده در اتصالات پیچی اعضای سازه ای اصلی بایستی از نوع پر مقاومت مطابق با استاندارد *ASTM A۳۲۵* باشند. همچنین پیچها بایستی به میزان لازم پیش تنیده شوند.
- اتصالات صلب و اتصالات ویژه بایستی برای پروژه مورد نظر توسط طراح سازه طراحی شوند.
- اکیداً توصیه می شود که اتصالات صلب از نوع پیچی با ورق انتهایی باشد.

* امروزه در آمریکا از اتصالات *ConX* در ساخت سازه های نگهدارنده به صورت گسترده استفاده می شود.

الزامات اعضاء سازه ای

- بدون توجه به تحلیل حرارتی حداکثر فاصله میان دو درز انبساط برابر با ۴۳ متر می باشد.
- نسبت طول به عمق تیرهای عرضی به عدد ۲۴ محدود می شود.
- اتصال پای ستون بسته به میزان سختی جانبی مورد نیاز می تواند گیردار یا مفصلی باشد.
- کف ستونهای متکی بر فونداسیون بایستی حداقل به وسیله ۴ بولت به فونداسیون متصل شوند.
- سیستم مهار جانبی می تواند از مهاربندهای قائم هم محور ضربدری و ۸ در راستای طولی و عرضی باشد.
- مهاربندها طولی قائم بایستی حداقل در هر ۴ دهانه در میان تعبیه شوند و در هر حال نبایستی فاصله میان دو مهاربند متوالی از ۴۳ متر بیشتر شود.
- مهاربندهای فشاری بایستی از مقاطع بال پهن و *T* باشد. مهاربندهای کششی می تواند از تک نبشی، دوبل نبشی و *T* باشد.
- در طراحی فونداسیون بایستی اثرات سفره های آب زیر زمینی دائمی و موقت بر فونداسیون در نظر گرفته شود.

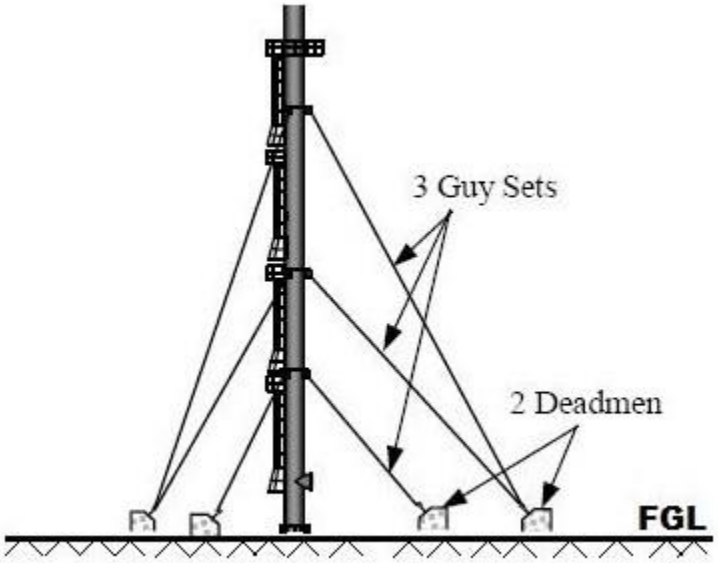
Vertical vessel tower



Horizontal vessel

Shell & Tube Exchanger

Transformer Pit



Flare Stack

بازرسی و کنترل

Inspection test plan (ITP)

ITP (Inspection Test Plan) یا QCP (Quality Control Plan) رویه ای است که با استفاده از آن ، توافقات بین گروههای اجرایی سایت ، کنترل کیفیت ، نظارت و کارفرما جهت تعیین روال کار بازرسی انجام می گیرد. آماده سازی این مدرک بطور کلی حساسیت ویژه ای در اجرای روند پروژه خواهد داشت زیرا از یک سو در صورت تعیین تعدادنقاط بازرسی زیاد و نوع نامناسب در طول کار ، سرعت کار بسیار کاهش یافته و در برخی موارد بدلیل نیاز به دوباره کاری هزینه های تحمیلی به گروه اجرایی به شدت افزایش می یابد. از سوی دیگر در صورت تعریف نشدن ایستگاههای مناسب و کم کردن این بازرسی ها علاوه بر این که در بسیاری از موارد پس از انجام یک مرحله از کار امکان بازرسی و عیب یابی در مرحله بعدی از بین خواهد رفت ، پیمانکاران اجرایی نیز توجه خود را به کیفیت کار از دست خواهند داد.همچنین نوع ITP تعریف شده تا حدی تعیین کننده تعداد نفرات لازم جهت گروه کنترل کیفیت می باشد. مسائل بسیاری در تدوین این مدرک باید مورد توجه قرار گیرد که به ترتیب مورد بررسی قرار می گیرند.

در قسمت نخست باید جهت تهیه یک ITP مناسب ، کلیه مدارک ارائه شده توسط کارفرما و Spec مربوط به پروژه به صورت کامل توسط نفرات مورد بازخوانی قرار گیرد. همچنین در برخی موارد توصیه می گردد که جلساتی با طراح و دفتر فنی جهت بررسی و مشخص نمودن نقاط حساس مشخص گردد. پس از جمع بندی اولیه جلسه ای از طرف گروه نظارت کارفرما و کنترل کیفیت در محل سایت بایستی تشکیل شود تا دو گروه نقطه نظرات کلی یکدیگر را در خصوص تدوین این مدرک به یکدیگر منتقل نمایند.

مطلبی که باید به آن توجه ویژه نمود آن است که در صورتی که این مستند پیش از حضور گروه های نظارتی در سایت آماده گشته وظیفه گروههای حاضر در سایت بازخوانی این مستند و در صورت لزوم ارائه پیشنهاد اصلاحیه می باشد چراکه در نهایت گروههای حاضر در سایت مسئول کنترل و تضمین کیفیت کار بوده و بایستی نسبت به تایید کتابچه نهایی پروژه final book اقدام کنند.

مطالبی که در یک ITP بایستی ذکر گردند را میتوان به شرح زیر دسته بندی نمود:

۱-فرمتهای خام. بطور کلی تمامی گزارشاتی که تا پایان کار بازرسی یک مجموعه مورد نیاز می باشد ، از جمله فرمت دعوت به بازرسی ، فرمت مکاتبات ، تست جوشکار ، بازرسی ابعادی و... بایستی با یک روند شماره گذاری مناسب و با اختصاص یک شماره مرجع جهت هر گزارش در یک ITP قرار گرفته و فرمتهای خام بعنوان مرجع ممهور به مهر کلیه دستگاههای مرتبط به امر بازرسی در سایت گردد.

۲ -نوع فعالیت اجرایی که در سایت انجام می شود. دراین قسمت باید با دسته بندی نوع فعالیتهایی که پیش از حضور در سایت ویا در سایت در حال انجام است قسمتهایی را بعنوان ایستگاه کنترلی تعریف کرد. بعنوان مثال می توان به فعالیت برشکاری اشاره کرد که باید در موارد حساس حتی در مرحله نشانه گذاری جهت برشکاری نیز ایستگاه جهت بررسی و کنترل تعریف نمود.

۳ -فعالیتی که گروههای کنترلی از جمله گروه کنترل کیفیت ، گروه نظارت و کارفرما در این مرحله بایستی انجام دهند. به عنوان مثال در مورد برشکاری گروههای کنترلی باید عمل بازرسی چشمی و ابعادی مربوط به قطعه برش خورده را انجام دهند.

۴ -مشخص نمودن مرجع پذیرش و تلورانسهای مربوطه. در این قسمت از مدرک بایستی مرجعی جهت مشخص نمودن نحوه انجام بازرسی و حدود پذیرش عیوب مشاهده شده معرفی نمود. بعنوان مثال در مورد برشکاری ، بایستی نقشه یا شماره استانداردی در مورد تلورانسهای ابعادی یا بندی از Fabrication Procedure را که تلورنسهای مجاز را ذکر نموده ، بیان نمود.

۵ -بیان نمودن نوع مدرک صادر شده در این مرحله از بازرسی. در این ستون می باید نام و شماره گزارشی را که با توجه به جدول گزارشهای خام ، باید در این مرحله صادر گردد ، ذکر شود. بعنوان مثال در مورد عملیات برشکاری باید نوع مدرک " گزارش بازرسی چشمی و ابعادی" و شماره آن بعنوان مثال " ۰۱۲" ذکر شود.

۶ -در مرحله آخر نوع ایستگاه بازرسی برای هر گروه کاری حاضر در سایت معرفی می گردد. انواع ایستگاههای بازرسی بایستی با حروف اختصاری معرفی شوند که این حروف اختصاری در قسمت اول مدرک توضیح داده می شود. انواع مرسوم ایستگاههای بازرسی به شرح زیر می باشند:

Review:این ایستگاه جهت بررسی مدارک می باشد و گروه اجرایی می توانند به کار اجرایی خود ادامه دهند و در نهایت بایستی که مدارک مربوطه را جهت بازنگری ارائه دهند.

Approve :این ایستگاه نیز همانند ایستگاه قبل جهت بررسی مدارک می باشد ، با این تفاوت که تا تایید مدارک ارائه شده ، گروه اجرایی مجاز به ادامه کاری که بایستی بر اساس این مدارک انجام دهند نمی باشد.

Witness :در این مرحله بایستی که نمایندگان گروههای بازرسی معرفی شده باشند. گروه اجرایی بایستی طبق توافق مدتی قبل از رسیدن کار اجرایی به این مرحله بعنوان مثال ۲ روز ، به صورت کتبی مراتب را جهت بازرسی به گروههای کنترلی ، نظارت و کارفرما اطلاع دهد. کار اجرایی در این مرحله متوقف نخواهد شد و بازرس بنا به تشخیص خود در این مرحله از بازرسی حضور خواهد یافت یا از حضور خودداری خواهد کرد ولی در هر زمانی که بازرس خواستار بررسی مدارک مربوطه باشد باید این مدارک در اختیار او قرار گیرد و او موظف است که نسبت به تایید این مدارک اقدام نماید.

Spot Witness:بررسی مراحل اجرایی و بازرسی در این قسمت به عهده بازرس بوده و نیازی به صدور دعوتنامه کتبی جهت بازرسی در این مقطع نمی باشد.

Hold Point:تمامی شرایط در این ایستگاه بازرسی همانند ایستگاه Witness می باشد با این تفاوت که بازرس بایستی در این مرحله حضور یابد و گروه اجرایی بدون تایید مجاز به ادامه کار نمی باشند.

اولین مطلب که در تدوین ITP مهم است ، تهیه فرمتهای خام مربوط به فرآیندهای بازرسی تا مراحل پایانی کار است.

حتما بخاطر داشته باشید که هنگام تعریف ایستگاه بازرسی ، استاندارد مرجع مورد استفاده در آن مرحله و شماره فرمت تایید شده توسط کارفرما برای آماده سازی در آن مرحله را ذکر کنید. عدم آماده سازی فرمتهای خام در ابتدای کار باعث خواهد شد که با تغییر نفرات چه در قسمت کنترل کیفیت و چه در بخش کارفرما ، سلایق شخصی باعث تغییر چندین باره شکل فرمتها گردد.

دومین مورد در تهیه ITP ، ذکر تمامی رویه های کاری مانند روش ساخت ، روش رنگ آمیزی، بازنگری نقشه های اجرایی و... به عنوان ایستگاه Hold Point می باشد. توجه به این مطلب که شروع کار اجرایی بدون تایید این مدارک توسط کارفرما ، می تواند باعث وارد آمدن خسارات مالی شدید به پیمانکار جهت تصحیح مراحل قبلی کاری گردد، حائز اهمیت ویژه می باشد.

مطلب بسیار مهم و حساسی که در بیشتر موارد به آن توجه نمی شود جلسه PIM(Pre Inspection Meeting) می باشد. اکیدا توصیه می کنم که بدون برگزاری این جلسه و تهیه صورتجلسه که تایید تمامی گروههای درگیر در آن موجود باشد ، اقدام به شروع کار بازرسی نکنید.

مطالبی که به نظر من مهم است که در این جلسه مطرح شده و در صورتجلسه ذکر شود به شرح ذیل است:

-۱نحوه شماره گذاری فرمتهای بازرسی

-۲نحوه و زمان اعلام درخواست بازرسی

-۳نحوه و زمان تایید کارفرما در صورت عدم حضور در ایستگاههای بازرسی

-۴تعیین حداکثر زمان مورد نیاز کارفرما جهت بررسی مدارک ارائه شده و اعلام نظر

-۵تعیین نحوه تایید نفرات کنترل کیفیت پیمانکار

-۶تعیین نحوه انجام تستهای غیر مخرب و ارائه فیلمهای پرتونگاری

-۷تعیین محل انبارش فیلمهای پرتونگاری (در اختیار پیمانکار یا کارفرما)

پدافند غیرعامل Passive defense

پدافند غیرعامل نوعی دفاع غیر نظامی است و به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که به بکارگیری جنگ‌افزار نیاز ندارد و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تاسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد

پدافند غیرعامل به معنای کاهش آسیب‌پذیری در هنگام بحران، بدون استفاده از اقدامات نظامی و صرفا با بهره‌گیری از فعالیت‌های غیرنظامی، فنی و مدیریتی است. اقدامات پدافند غیرعامل شامل پوشش، پراکندگی، تفرقه و جابجایی، فریب، مکان یابی، اعلام خبر، قابلیت بقا، استحکامات، استتار، اختفاء، ماکت فریبنده و سازه‌های امن می‌باشد

در پدافند غیرعامل تمام نهادها، نیروها، سازمان‌ها، صنایع و حتی مردم عادی می‌توانند نقش موثری ایفا کنند در حالیکه در پدافند عامل مانند سیستم‌های ضدهوایی و هواپیماهای رهگیر، تنها نیروهای مسلح مسئولیت برعهده دارند.

اصول پدافند غیرعامل

در اکثر منابع علمی و نظامی دنیا اصول مهم پدافند غیرعامل در قالب موارد زیر ذکر شده‌است :

استتار(Camouflage)

اختفا(Concealment)

پوشش(Cover)

فریب(Deception)

تفرقه و پراکندگی(Separation & Dispersion)

مقاوم‌سازی و استحکامات(Hardening)

اعلام خبر(Early Warning)

ضوابط کلی پدافند غیر عامل

کلیات

در گستره وسیع فعالیتهای زنجیره ای صنعت نفت ، از مرحله اولیه تولید از میادین نفت و گاز تا مرحله نهایی تحویل محصولات نفتی و گازی و پتروشیمیایی فعال بودن هر بخش از عملیات ، منوط به فعال بودن بخش های دیگر بالادستی و پایین دستی آن بخش می باشد.

هر چند لزوم اجرای پروژه های پدافند غیرعامل هوایی بطور همزمان در مراکز عملیاتی موجود صنعت نفت جهت حداکثر آمادگی و فراگیری برای پدافند غیر عامل هوایی تمامی تأسیسات گوناگون و متعدد صنعت نفت ضروری به نظر می رسد . ولی چون اجرای این امر سرمایه گذاری قابل ملاحظه ای را می طلبد و به علت محدودیت منابع مالی مورد نیاز عملی نخواهد بود ، لذا باید سعی شود ، با توجه به اهمیت نسبی تأسیسات ، پدافند غیر عامل هوایی آنها به تدریج به صورت اولویت بندی قابل توجیهی به مرحله اجرا گذاشته شوند.

ضوابط کلی پدافند غیر عامل تأسیسات و ساختمانهای مهم و حساس عملیاتی بخش های بالادستی و پایین دستی صنعت نفت تحت سه سرفصل اصلی زیر تنظیم گردیده است

فصل اول - تعاریف

فصل دوم - مسئولیت پدافند غیر عامل

فصل سوم - مجتمع های صنعتی موجود

فصل چهارم - طرح های صنعتی جدید

با توجه به اینکه ضوابط پدافند غیر عامل انواع سازه های صنعتی و ساختمانهای مربوط تا حد زیادی یکسان یا مشابه می باشند لذا ، در هر فصل ضوابط پدافند غیرعامل هوایی تأسیساتی که از نظر ابعاد ، محدوده ساختمانی و حساسیت نظیر هم هستند ، مانند انواع تأسیسات بین راهی خطوط لوله ، پالایشگاهها ، مخازن ذخیره سازی و ... ، هر یک تحت زیرفصل مشترک مشخصی ذکر شده اند

تعاریف

پدافند

پدافند به مفهوم کلی دفع ، خنثی کردن و یا کاهش آثار اقدامات آفندی دشمن و ممانعت از دستیابی وی به اهداف خود می باشد

پدافند عامل

پدافند عامل عبارت از رویارویی و مقابله مستقیم با دشمن و بکارگیری جنگ افزار مناسب و موجود به منظور دفع حمله و خنثی کردن اقدامات آفندی وی می باشد

پدافند غیر عامل

پدافند غیر عامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می گردد که مستلزم به کارگیری جنگ افزار نبوده و با اجرای آن می توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد

اختفا

اختفا یا پنهان کاری به اقداماتی اطلاق می گردد که مانع از قرارگرفتن تأسیسات و تجهیزات در دید مستقیم دشمن گردیده و یا تشخیص آنها و فعالیتهای خاص را برای او غیرممکن یا مشکل می سازد

استتار

همرنگ و هم شکل کردن تاسیسات و تجهیزات با محیط اطراف می باشد.

استحکامات

استحکامات به سازه های موقتی اطلاق میگردد که با توجه به شرایط و امکانات و میزان اهمیت و آسیب پذیری نقاط حیاتی و حساس در محلهای مناسب و اطراف تاسیسات ایجاد می گردند تا مانع اصابت مستقیم موشک ، بمب یا ترکش این مهمات به تأسیسات و تجهیزات گردیده و آثار آن به طور نسبی کاهش می یابد

سازه های امن

سازه هایی با مقاومت لازم در مقابل انفجار بمب و موشک هستند که برای تاسیسات حیاتی، و با ارزش ، ساخته می شوند . هر چه تأسیسات و تجهیزات با ارزش تر و یا انحصاری تر باشند .احداث سازه امن مربوط به آن مقاومتر و پرهزینه تر خواهد بود

مقاوم سازی

اجرای طرحهای خاص مهندسی که موجب افزایش مقاومت تأسیسات موجود درمقابل صدمات ناشی از انفجار بمب و موشک می گردند

پراکندگی

پراکندگی در پدافند غیر عامل به معنی ایجاد تاسیسات در مکانهای دور از هم و همچنین احداث واحدهای هر مجتمع صنعتی به فاصله مناسب از یکدیگر

پناهگاه

پناهگاه مکانی است که در مقابل حملات هوایی و یا موشکی نسبت به ساختمانهای معمولی و با فضای باز از امنیت بیشتری برخوردار می باشد . پناهگاه بیشتر به صورت چند منظوره ساخته می شود تا در زمان صلح بتوان از آن به منظورهای رفاهی اقتصادی استفاده نمود

جان پناه

جان پناه به مکانهایی غیر از پناهگاه مانند سنگر گفته می شود که فرد بتواند با رفتن درون آن در معرض ترکش و یا موج انفجار بمب و یا موشک قرار نگیرد

مجتمع های صنعتی موجود

واحدهای عملیاتی صنعت نفت ، طرحهای پدافند غیرعامل تأسیسات موجود خود را براساس ضوابط زیر تهیه نموده و اقدامات لازم را بعمل آورند

چاهها و تأسیسات سرچاهی فعال

۱- چاهها

نصب شیر ایمنی درون چاهی

رنگ آمیزی استتاری شیرآلات سرچاهی در مواقع بروز حملات هوایی

پوشش تأسیسات سرچاهی بوسیله تورهای استتاری درمواقع بروز حملات هوایی
تعبیه سیستم مناسب کنترل از راه دور شیرهای سرچاهی در داخل حوضچه های بتونی

۲- خطوط لوله جریانی چاهها

در صورت امکان انتقال لوله های جریانی به زیر سطح زمین

رنگ آمیزی استتاری لوله های جریانی سطحی در مواقع بروز حملات هوایی

۳-تفکیک گرهای سرچاهی و تأسیسات بهره برداری

ایجاد حائل های حفاظتی مرتفع در فضاهای لازم و موجود در اطراف تفکیک گرها یا محل تجمع تأسیسات در شرایط اضطراری جنگی
رنگ آمیزی استتاری کلیه تفکیک گرها و تأسیسات مربوط آنها در مواقع بروز حملات هوایی

۴- چندراهه ها و محل استقرار شیرها

در صورت امکان انتقال چند راهه های ورودی و خروجی خوراک و محصولات واحدهای بهره برداری به داخل کانالهای بتونی

مراکز کنترل و اطاقهای فرمان

حفاظت ساختمان مراکز کنترل و اطاق های فرمان به وسیله دیوارهای حفاظتی قابل نصب فوری در شرایط جنگی
دهانه کانال ورود کابلها به اطاق فرمان غیرقابل نفوذ گردد تا از ورود سیال به اطاق فرمان جلوگیری شود
بر روی تابلوهای اطاق کنترل ، منافذ مناسبی ، بدون ارتباط به داخل تابلو به منظور عبور جریان هوا و تقلیل شدت موج انفجار در نظر گرفته شود

مخازن ذخیره سازی

مخازن ذخیره سازی شامل : مخازن مراکز بهره برداری نفت و گاز ، کارخانجات گاز و گاز مایع ، پالایشگاههای نفتی و گازی ، مجتمع های صنایع پتروشیمی و پایانه های صادراتی و وارداتی مواد نفتی می گردد . این مخازن از نوع فلزی نصب شده در روی زمین هستند که در مقابل حملات هوائی دشمن بسیار حساس می باشند

در صورت عدم وجود دیوار حفاظتی Boundry Wall پیرامون مخازن ، احداث چنین دیواری جهت جمع آوری مایعات نفتی خروجی غیرقابل کنترل از مخازن ضروری است
سیستم تخلیه سریع مایعات خروجی مخزن وهدایت آن با استفاده از شیب زمین و هدایت آن به محلهای امن
در صورت امکان ، هر مخزن برای آب و کف پاشی و اطفاء حریق و خنک کردن قابل دسترس باشد
در شرایط جنگی روی مخازن رنگ استتار زده شود

لوله های ورودی به داخل باند مخازن دارای دو شیر باشند ، یکی خارج از باند و دیگری داخل باند ، یکی از این شیرها علاوه براینکه با دست باز و بسته می شود، مکانیکی هم باشد.
در صورت امکان لوله های داخل باند مخازن به داخل کانالهای روبسته بتونی منتقل گردند

ساختمانهای تأسیسات جانبی

ساختمانهای تأسیسات جانبی شامل انواع تلمبه خانه ها ، کمپرسورخانه ها ، جایگاه توربینها ، ژنراتورها ، تأسیسات برقی و نظایر آنها در مسیر خطوط لوله انتقال مواد نفتی و گازی و همچنین در دیگر مراکز عملیاتی صنعت نفت می باشد
چنانچه ساختمان پستهای فرعی برق دارای پنجره می باشند این پنجره با مصالح ساختمانی مقاوم گرفته شوند
در صورت امکان ، جداسازی واحدهای اصلی هر تأسیسات جانبی از یکدیگر بوسیله دیوارهای حفاظتی
در صورت امکان برای تأمین برق تلبمه خانه ها دو پست برق و حلقه(رینگ) تأمین برق منظور گردد
در صورت امکان محلی برای یک توربین و تلمبه یدک متحرک در هر تلمبه خانه با لوله کشی و کابل کشی های لازم پیش بینی شود ، و واحد بهره بردار چند عدد توربین و تلمبه متحرک در نقاط مناسب جهت انتقال به این نقاط فراهم نماید
در صورت امکان ، سیستم مناسبی در نظر گرفته شود تا در زمان آسیب دیدگی هر یک از تلمبه خانه های انتقال مواد بتوان با ظرفیت حداقلی مواد را به تلمبه خانه بعدی منتقل نمود
در صورت امکان ، سیستم کنترل تلمبه خانه ها را بنحوی تغییر داد که با آسیب دیدن اطاق کنترل بتوان هر یک از تلمبه های اصلی را بطور مستقل مورد بهره برداری قرار داد . در مورد توربوپمپ های گازی این کار با احداث یک کابین کنترل مستقل در کنار هر واحد تأمین می گردد

خطوط لوله انتقال سیالات نفتی و گازی

تا حد ممکن لوله های روزمینی و شیرهای خارج از پالایشگاه ها و کارخانجات با محافظ مناسب پوشانیده شوند
تعبیه سیستمی در محل امن که بتوان شیرهای ایمنی ورودی مواد به کارخانه را بطور خودکار بست
شیر یکطرفه روی لوله خروجی واحدها به خطوط اصلی انتقال مواد در محل اتصال خط فرعی به خط اصلی نصب گردد

شیرهای قطع کننده جریان خطوط لوله ورودی در فاصله مناسب از حصارکارخانه نصب گردد

پالایشگاه ها و کارخانجات

در داخل پالایشگاه ها و کارخانجات یک سنگر ستادی مقاوم در زیرزمین ساختمان اداری موجود در محوطه یا مجاور آن به منظور راهبردی تأسیسات در نظر گرفته شود
حتی المقدور واحدهای اصلی با دیوارهای حفاظتی از هم مجزا گردند

کانالهای مناسبی جهت انتقال مایعات خروجی غیرقابل کنترل از ظروف و خطوط آسیب دیده به مکانهای امن خارج از محدوده کارخانه احداث گردد

پناهگاه ها و حفاظت ساختمانهای اداری و مسکونی

نگهداری از پناهگاه های موجود جهت استفاده فوری هنگام وقوع حملات هوایی

ایجاد کانالهای سنگری کم عمق در مجاورت تأسیسات و یا در صورت امکان
حفر پناهگاههای انفرادی در مکانهای مناسب بین تأسیسات جهت استفاده سریع کارکنان مشغول بکار هنگام وقوع حملات هوایی
در پائین ترین طبقه مجتمع های بزرگ ساختمانی ، اعم از اداری یا مسکونی ، فضای لازم برای پناهگاه ساکنین با تجهیزات لازم پیش بینی گردد . در غیر اینصورت پناهگاه های مقاوم با توجه به شرایط جنگی و تجمع افراد و حساسیت آن در زیر زمین که دارای چندین درهای ورودی و خروجی بوده و بطور سریع و آسان قابل دسترسی برای ساکنین اطراف باشد ساخته شود
حتی المقدور پناهگاه های مسقف دایمی بخصوص پناهگاه های بزرگ ، بصورت چند منظوره قابل استفاده درزمان صلح ساخته شوند

تأسیسات آتش نشانی

پمپ ها ، هیدرانت ها ، مانیتورها و اتصالات در شرایط جنگی با استفاده از پوشش مناسب محافظت شوند
احداث استخر در محلهای مناسب خارج از حصار با نظر اداره ایمنی پیش بینی گردد و هر یک از استخرها دارای جاده ارتباطی مناسب برای استفاده کامیون های آتش نشانی باشد
انشعابی از شبکه اصلی سیستم اطفای حریق کارخانه گرفته و در خارج از حصار کارخانه در فاصله درب اصلی با شیر آب آتش نشانی نصب گردد.

طرح های صنعتی جدید

خط مشی ها

تهیه نقشه موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی منطقه مورد نظر برای احداث یک مجتمع صنعتی جدید که در آن محدوده زمین مورد نیاز و همچنین جایگاه تأسیسات اصلی و حساس آن مجتمع در آن مشخص شده باشد

پروژه های پدافند غیر عامل در مورد هر مجتمع صنعتی و ساختمانی جدید همراه با اطلاعات فنی کافی ، مدت زمان اجرا و بودجه مورد نیاز توسط سازمان پیشنهاد دهنده قبل از اجرای طراحی تفصیلی طرح تهیه و به کمیته مربوط جهت تصویب ارسال شود.

موارد عمومی

پراکندگی در احداث واحدهای مهم و حساس مجتمع های صنعتی و ساختمانی تا حد ممکن رعایت گردد
از ایجاد یک کارخانه با ظرفیت زیاد در یک محل خودداری گردد و بجای آن چند کارخانه مشابه بصورت پراکنده در مناطق مختلف احداث شود.
حتی الامکان از احداث تاسیسات و ساختمانهای حساس در مناطق مرزی خودداری شود
حتی الامکان از احداث تاسیسات در مکانهای مرتفع پرهیز شده و سعی گردد تأسیسات در اراضی پست و یا در جوار کوهها و تپه های بلند بنا شود
اجزاء داخلی هر مجتمع کارخانه با توجه به مسائل تعمیراتی و عملیاتی به فاصله مناسبی جهت امکان نصب دیوار حفاظتی احداث گردند
در تمام تأسیسات جدید سیستم مناسبی جهت امکان هدایت مواد آتشگیر به محل امنی در خارج از منطقه عملیاتی در نظر گرفته شود

مراکز کنترل و اطاق های فرمان

اطاقهای کنترل و فرمان حتی الامکان به صورت ضد انفجار و با سقف های مقاوم و دیوارهای حفاظتی طراحی و اجرا گردد
در مواردیکه احداث مخازن روزمینی فلزی ارجح باشد ، ضمن رعایت پراکندگی آنها ، احداث دیوار حفاظتی Boundry Wall توصیه می گردد

باندهای مخازن سطحی از نوع خاکی به دلیل عملکرد بهتر آن در برابر ترکش ها مورد نظر قرار گیرد

ساختمانهای تأسیسات جانبی

ساختمان های تأسیسات جنبی شامل انواع تلمبه خانه ها، کمپرسورها ، جایگاه توربین ها ، ژنراتورها ، تأسیسات برقی و نظایر آنها در مسیر خطوط لوله انتقال مواد نفتی و گازی و همچنین در دیگر مراکز عملیاتی صنعت نفت می باشد
در صورت امکان ساختمان تأسیسات جانبی حساس در زیرزمین یا نیمه مدفون احداث گردند
ترانسفورمرهای مربوط به ایستگاههای فرعی برق که خارج از ساختمان در محوطه باز نصب می شوند باید با دیوارهای حفاظتی از یکدیگر مجزا گردند
ساختمان های جانبی سطحی با پوشش مناسب در مقابل انفجار و آتش سوزی با حداقل تعداد پنجره و سطح شیشه خور کم اجرا گردند
آزمایشگاه های سطحی ، بهداری و آتش نشانی با اسکلت بتونی ساخته شوند

ساختمان هایی مانند کارگاه های تعمیرات ، سالن غذاخوری ، انبارها ، استراحتگاه کارکنان ، خارج از حصار مراکز عملیاتی و در فاصله مناسب ساخته شوند

خطوط لوله انتقال سیالات نفتی و گازی

خطوط لوله در زیر سطح زمین و با رعایت کامل استانداردهای زیرزمینی تعبیه گردند
برای خطوط انتقال نفت در محلهایی که به دلایلی در زیر سطح زمین ممکن نباشد در روی زمین اجرا و حفاظت های لازم بعمل آید
لوله های ورودی و خروجی کارخانه ها از اولین فلنج در داخل حصار کارخانه تا فاصله مناسب خارج از حصار بصورت زیرزمینی و با رعایت حفاظت های لازم (پوشش مناسب ، حفاظت کاتدیک و ...) احداث شوند
حتی المقدور لوله ها و شیرهای دستی داخل کارخانه در کانالهای بتنی درپوش دار قرار داده شوند
شیرهای قطع و وصل در خارج از محدوده کارخانه روی لوله های ورودی و خروجی در نظر گرفته شود

تأسیسات آتش نشانی

آتش نشانی پالایشگاه ها و مجتمع های پتروشیمی

محاسبات سیستم آتش نشانی براساس حداقل دو آتش بزرگ انجام گیرد (در موارد خاص با توجه به نظر طراح میتواند این تعداد را بیشتر گرفت)
ذخیره سازی آب آتش نشانی بر مبنای حداقل ۲۴ ساعت آتش سوزی در نظر گرفته شود
دبی آب آتش نشانی حداقل ۷۰۰۰ گالن در دقیقه معادل ۳۲۰۰۰ لیتر در دقیقه منظور گردد . پیش بینی تامین آب از منابع مختلف از قبیل آب شهر، آب سیستم خنک کننده ، حوضچه تبخیر و مخازن آب مقطر در نظر گرفته شود.
بازنگری دوره ای برای به روز درآوردن تجهیزات و امکانات آموزش مورد نظر قرار گیرد
قسمت فرماندهی آتش نشانی و درمانگاه اضطراری جزء ساختمان های حساس به حساب آید
لوله های آب آتش نشانی زیرزمین قرار گیرند

انشعاب آب از شبکه آب آتش نشانی بطور کامل ممنوع گردد

در مواردی که پالایشگاه و انبار پخش در مجاورت هم می باشند در مورد آتش نشانی از امکانات یکدیگر استفاده بعمل آید
در مواردی که پالایشگاه در نزدیک شهر بنا شده است ، یک خط انشعاب از شبکه آب شهر به قطر مورد نیاز گرفته شود تا در مواقع اضطراری از این انشعاب در آتش نشانی استفاده شده و چنانچه لازم باشد ضمن هماهنگی با مسئولین ذیربط ، آب شهر قطع گردد
آتش نشانی تأسیسات پخش

محاسبات سیستم آتش نشانی براساس یک آتش بزرگ انجام گیرد

ذخیره سازی آب آتش نشانی با توجه به ظرفیت مخازن فرآورده های نفتی بین ۲۰ تا ۲۴ ساعت آتش سوزی منظور گردد
دبی آب آتش نشانی بین ۳۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰ گالن در دقیقه که معادل۱۶۰۰۰ تا ۳۲۰۰۰ لیتر در دقیقه می باشد در نظر گرفته شود (با توجه به ظرفیت و نوع تراکم مخازن)
لوله های آب آتش نشانی زیرزمینی قرار گیرند

انشعاب آب از شبکه آب آتش نشانی بطور کلی ممنوع گردد

آتش نشانی تلمبه خانه ها:

محاسبات سیستم آتش نشانی براساس یک آتش انجام گیرد

برقراری سیستم شبکه آب آتش نشانی شامل (استخر ، پمپ ثابت هایدرانت)
دبی آب مورد نیاز ، متناسب با تعداد مخازن و سایر تأسیسات موجود در هر تلمبه خانه وبا توجه به استانداردها و شرایط جغرافیائی ، هر منطقه طراحی گردد
حجم آب ذخیره آتش نشانی حداقل ۵۰۰ متر مکعب در نظر گرفته شود.
شبکه آب آتش نشانی زیرزمینی قرار گیرد و در محلهای حساس مجهز به هایدرانت و مانیتور باشند
سیستم تزریق کف از پائین برای کلیه مخازن مواد نفتی منظور گردد

سیستم هشدار دهنده آتش در تمام قسمتها نصب شود

مقاوم سازی سازه ها بعنوان یکی از ارکان ایمنی ساختمان ها در برابر آتش از چند منظر قابل بررسی است، به عبارتی در صورت وقوع آتش سوزی در یک ساختمان، امکان خروج ساکنین در درجه اول حائز اهمیت است و پس از آن می بایستی امکان امدادرسانی توسط نیروهای آتش نشانی و اکیپ های امداد و نجات فراهم شود و در نهایت، پایداری ساختمان به عنوان سرمایه ملی می بایستی حفظ شود .مقاوم سازی سازه ها در برابر آتش یکی از مقوله های مهم در صنعت ساختمان می باشد .این امر در کنار تأمین سیستم های اعلام و اطفاء حریق می تواند تضمین کننده ایمنی ساختمان باشد.
در صورتی که به هر دلیل سیستم اطفاء توانایی خود را در خاموش نمودن آتش از دست داده باشد، سازه مقاوم سازی شده پایداری خود را برای تأمین زمان امدادرسانی حفظ خواهد نمود، بدین صورت که نیروهای امدادرسانی زمان کافی برای خروج افرادی که در محاصره آتش قرار دارند را فراهم سازند تا پیش از فروریزی ساختمان، امکان خاموش نمودن آتش فراهم گردد .
اهمیت این مسئله در ساختمان های مرتفع که عملاً امکانات آتش نشانی بصورت مستقیم نمی تواند عمل نماید، نمود بیشتری پیدا می کند
دیوار حائل و حفاظت شیروانی retaining/dike wall and slope protection

در پروژه های مختلف مهندسی عمران، غالباً بکارگیری راه حل هائی جهت نگهداری توده های خاک و حفاظت شیروانی ها در خاکبرداری ها و خاکریزی ها ضرورت می یابد

معرفی روش های حفاظت از گودبرداری

یکی از مهمترین مشکلات و دغدغه های موجود در رشته مهندسی عمران، احداث سازه ها، حفاظت از گودبرداری و ساختمان های موجود در مجاورت آن می باشد و در صورت عدم رعایت روش های مناسب به منظور حفاظت گودها و همچنین شیب های در حال احداث، منجر به خسارت جبران ناپذیری خواهد گردید و مخاطرات بوجود آمده ناشی از نشست های احتمالی و تقلیل ظرفیت باربری و تغییر مکان های جانبی موجب ایجاد ترک در سازه های مجاور گود خواهد شد.

به منظور جلوگیری از موارد ذکر شده لازم است از قبل از شروع عملیات گودبرداری از روش های نگهداری و مهار بندی جانبی استفاده شود تا در محیطی پایدار و ایمن بتوان عملیات را ادامه داد. در این راستا سیستم های حفاظت جانبی بطور کلی شامل موارد زیر تقسیم بندی می شوند:

جداره های مهاربندی شده توسط المان های افقی و مایل (Braced wall using wale struts)
جداره های مهاربندی شده توسط المان های کششی (Soldier beam& lagging)
جداره های مهاربندی شده توسط سپر کوبی (Braced sheet pile)
جداره های مهاربندی شده توسط شمع های درجا (Bored pile walls)
جداره های مهار بندی شده توسط دیوار دیافراگمی(Diaphragm walls-Slurry wall)
جداره های مهاربندی شده توسط نیلینگ(Soil nailing)

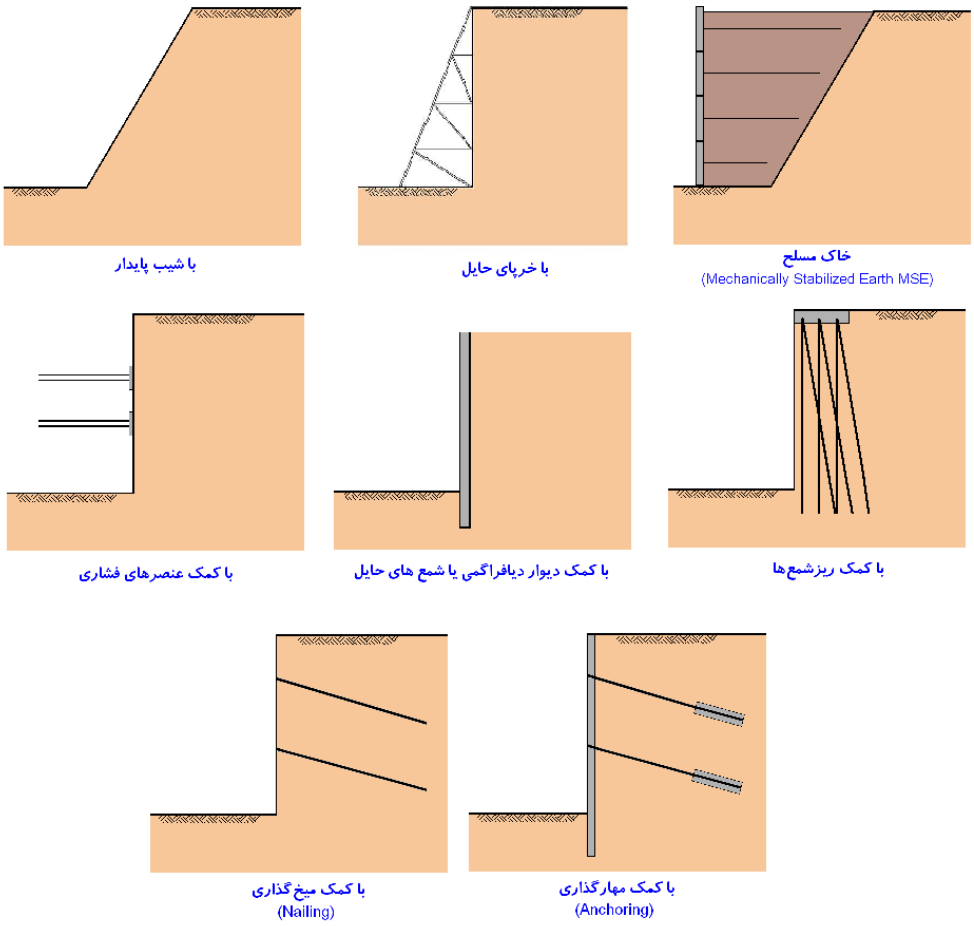
جداره های مهاربندی شده توسط انکراژ Anchorage

جداره های مهاربندی شده توسط دوخت به پشت – پین گذاری Tie back

جداره های مهاربندی شده توسط میکروپایل Micropile

جداره های مهاربندی شده توسط خرپا Truss – Raker

شیبدار کردن Slopeing



روش های متداول مهار بندی گود

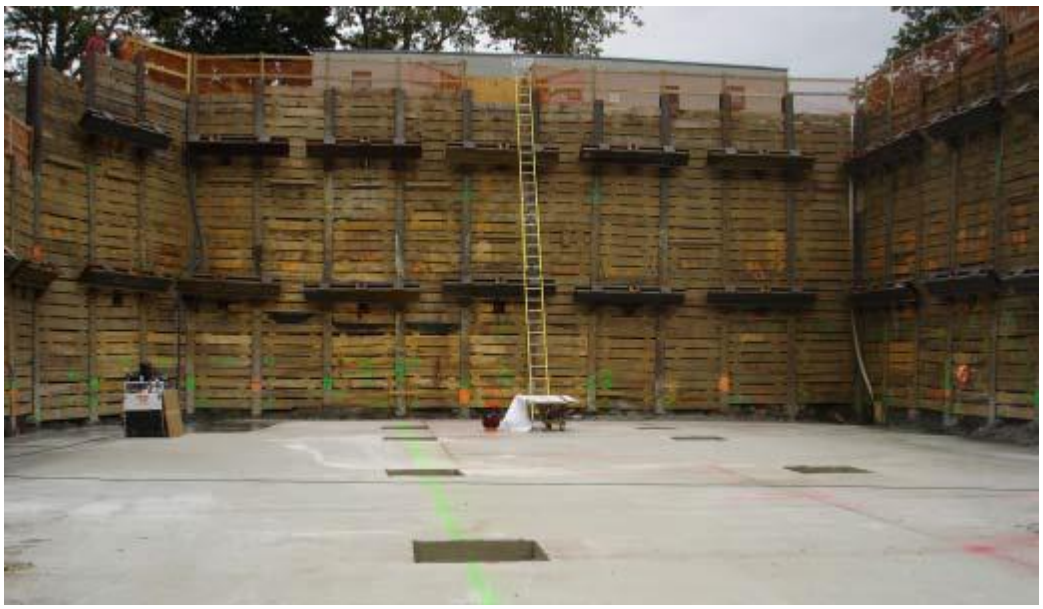
مهار بندی جداره ها توسط المان های پشت بندهای افقی و مایل(Braced wall using wale struts)

این روش ساده برای نگهداری و حفاظت جداره های حاصل از گودبرداری و برای جلوگیری از تغییر مکان های جانبی در گودهایی با عرض کم در محیط های شهری استفاده می شود از معایب این روش اتلاف قابل توجهی از فضای کاری داخل گود و محدودیت در بکارگیری ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز و همچنین افزایش ریسک برخورد با المان ها و به مخاطره انداختن آنها می باشد.

10/19/2010

مهاربندی توسط المان های کششیSoldier beam& lagging

از این روش به عنوان روش متداول در پایدار سازی موقت گود در مناطق شهری استفاده می گردد. در این روش از پروفیل های معمول فولادی به صورت ستونهای پیوسته که درون خاک فرو برده می شوند استفاده می گردد که تا عمق کف گود اجرا خواهند شد. فاصله بین المان ها بین ۲ الی ۴ متر می باشد بطوریکه بتوان فضای بین آنها را با الوارهای چوبی (لارده چینی) پر نمود. در این روش از مهارهای کششی به منظور حفاظت جانبی گود استفاده می شود و اتصال بین ستونها توسط میل مهارها و جوشکاری انجام می شود



مهاربندی توسط سپر کوبیBraced sheet pile

در این روش صفحات فلزی Sheet pile داخل خاک و جداره گود توسط چکش پنوماتیک و با استفاده از لرزش کوبیده می شوند و با انواع اتصالات بین خود به یکدیگر متصل شده و یک جداره پیوسته را تشکیل می دهند. از مزایای این روش راحتی در کوبیدن ، نصب و بیرون کشیدن صفحات فلزی کوبیده و استفاده مجدد مصالح در پروژه های دیگر می باشد. همچنین در این روش به المانهای افقی و مایل کمتری نیاز می باشد. بنابراین محدودیت های اشغال فضای داخل گود کمتر وجود دارد . از جمله معایب این روش وابستگی به نصب سپرهای فلزی می باشد که در محیط های شهری به دلیل وجود تاسیسات زیربنایی شهری و ایجاد لرزش و صدای ناشی از کوبش سپرها محدودیت هایی را بوجود می آورد. همچنین کوبیدن سپرها در زمین های سنگی و یا خاک های بسیار متراکم به سختی انجام پذیر است و در زمین های با شرایط مذکور با محدودیت مواجه می گردد

مهار بندی توسط شمع های درجاBored pile walls

یکی از روشهای متداول در پایداری و حفاظت جداره ها با شرایط متنوع اعم از زمین سخت و سست و نرم استفاده از شمع های درجا می باشد و در برخی موارد علاوه بر ایفای نقش حفاظت جانبی نقش آب بندی را نیز انجام می دهد و همواره درصورت نیاز بار قائم نیز تحمل می کند. مهار بندی جداره ها توسط شمع های درجا در موارد زیر بعنوان گزینه برتر برای سیستم های حفاظت جانبی گود مطرح می باشد

در مواردی که امکان اجرای سپر فولادی (کوبیدن و نصب) وجود ندارد و یا سختی و تراکم زمین بیش از حد توان سپر کوبی و با دشواری زیادی مواجه می باشد

در شرایطی که بدلیل وجود آبهای زیرزمینی و بالا بودن سطح آن نیاز به آب بند بودن جداره می باشد

در مواردی که امکان ایجاد مهارهای جانبی (کششی) در زیر ساختمان های مجاور ناشی از گودبرداری وجود ندارد و یا در تلاقی با تاسیسات زیر بنایی شهری و مستحدثات زیرزمینی (تونل) باشد.

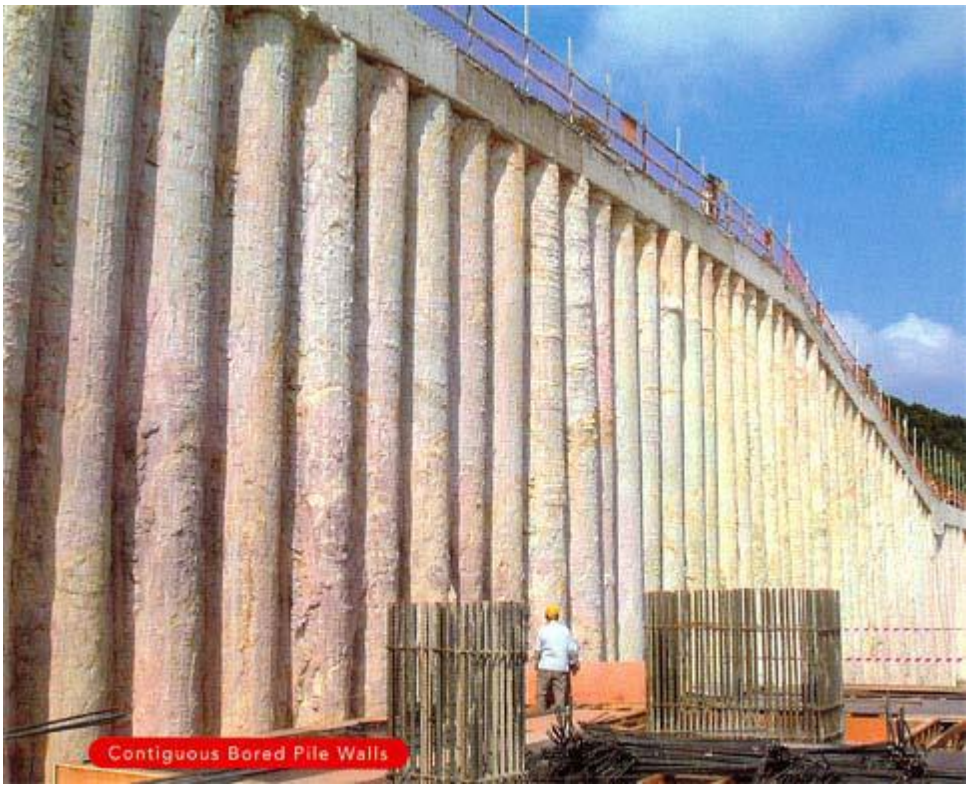
در مواقعی که امکان استفاده از سیستم حفاظت گود به عنوان بخشی از سازه اصلی و باربری وجود داشته باشد.

روشهای مختلفی برای اجرای تکنیک های شمع های درجا ریز وجود دارد و متداول ترین آنها عبارتند از:

الف) اجرای دیوار محافظت پیوسته (آب بند) : دراین روش ابتدا شمع هایی با بتن پلاستیک یک در میان حفاری و اجرا می گردد و سپس با رعایت هم پوشانی شمع های اصلی و سازه ای با رعایت احداث جداره زنجیره ای و پیوسته اجرا می گردد

ب) اجرای دیوار محافظت ناپیوسته : در مواردی که توده خاک و سنگ دارای چسبندگی زیاد بوده و سطح آبهای زیر پایین بوده می توان از شمع های درجا ریز ناپیوسته و با فاصله استفاده نمود .با در نظر گرفتن شرایط و پارامترهای ژئوتکنیکی خاک معمولا حداکثر فاصله محور تا محور شمع های اصلی ۲ برابر قطر شمع ها می باشد همچنین در این روش پایداری در برابر نیروهای

جانبی نیز مدنظر قرار می گیرد . این روش در پایداری های کوتاه مدت کارایی داشته و در اثر مرور زمین احتمال هوازدگی بین شمع ها وجود دارد و در دراز مدت نیز تغییر مشخصات خاک و برخی از پارامترهای آن مانند از دست دادن آب و یا حالت اشباع پیدا نمودن آن باعث ریزش خاک بین شمع ها شده و برای جلوگیری از آن می توان از بتن پاشی (شاتکریت) و با بستن مش پوشش لازم را جهت پایداری ایجاد نمود



مهار بندی توسط دیوار دیافراگمی (Diaphragm walls-Slurry wall

یکی دیگر از روشهای محافظت از جداره گود احداث دیوار دیافراگمی و یا دیوار دوغابی Slurry Wall می باشد .در این روش ابتدا توسط دستگاه های گراب متناسب با شرایط زمین حفاری قسمتی از دیوار انجام می شود و همزمان با حفاری جهت پایداری جداره دیواره حفاری شده و جلوگیری از ریزشهای موضعی از دوغاب بنتونیت استفاده می شود . تشکیل کیک بنتونیت در داخل دیواره حفاری شده و نفوذ در لایه های دانه ای جداره باعث می گردد جداره همواره پایدار بماند و سپس بلافاصله پس از رسیدن به عمق مورد نظر آرماتور گذاری شده و در نهایت بتن ریزی می گردد .این روش در زیر هسته سدهای خاکی نیز کاربرد بسیار دارد و از هرگونه نشتی جلوگیری می نماید .استفاده از این تکنیک در مناطق شهری نیز با محدودیت های نظیر استفاده از روش مهار بندی افقی و مایل و المانهای کششی دارا می باشد

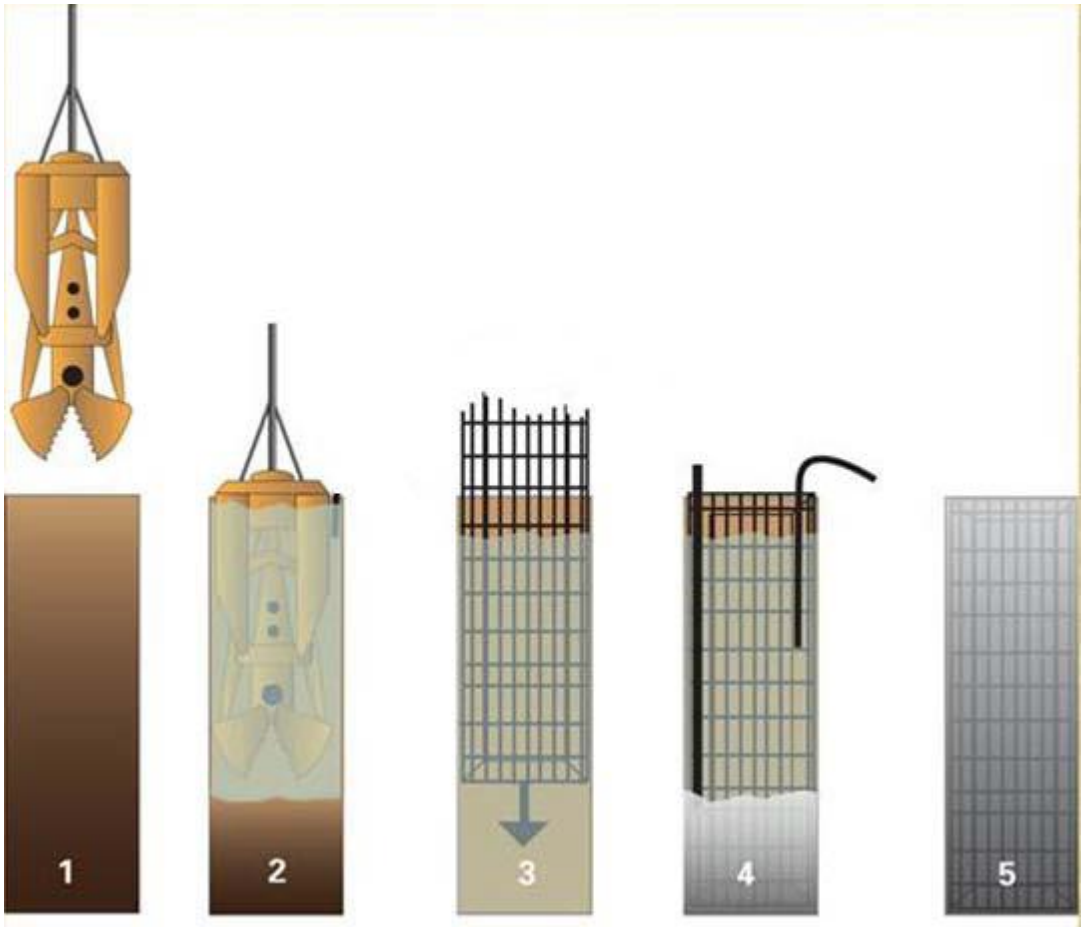
مراحل اجرای دیوار دیافراگمی

۱- حفاری محل دیوار به صورت مرحله به مرحله به کمک دستگاه های ویژه (هیدروفرز یا گراب)

۲- پر کردن همزمان محل حفر شده با بنتونیت (گل حفاری)

۳- کارگزاری قفسه آرماتورها

۴- بتن ریزی دیوار



جداره های مهاربندی شده توسط نیلینگ Soil nailing

این روش از حدود سه ده اخیر آغاز شده و تاکنون نیز بعنوان یک تکنیک برای پایداری ترانشه ها و حفاظت گود با انعطاف پذیری بالا استفاده می گردد

روش اجرای نیلینگ(nailing)

تئوری استفاده از روش نیلینگ بر مبنای مسلح کردن و مقاوم نمودن توده خاک با استفاده از دوختن توده خاک توسط مهارهای

کششی فولادی Nail با فواصل نزدیک به یکدیگر می باشد.
استفاده از این روش موجب:
-۱افزایش مقاومت برشی توده خاک می گردد.
-۲محدود نمودن و تحت کنترل در آوردن تغییر مکانهای خاک در اثر افزایش مقاومت برشی در سطح لغزش Slid بدلیل افزایش نیروی قائم می شود .
-۳باعث کاهش نیروی لغزش در سطح گسیختگی و لغزشی می شود.
باید توجه داشت کلیه سطوح ترانشه های حفاری شده که توسط نیلینگ بایستی مسلح شوندبا استفاده از شبکه مش و شاتکریت ابتدا حفاظت شده و سپس سیستم نیلینگ روی آنها اجرا می شوند.

کاربرد نیلینگ در پروژه های عمرانی
-۱پایداری ترانشه ها در احداث بزرگراه ها و راه آهن ها.
-۲پایداری جداره تونلها وسازه های زیر زمینی.
-۳پایدار سازی و حفاظت گود در سازه های مناطق شهری، ساختمانهای مجاور گود، ایستگاه های زیر زمینی مترو و...
-۴پایدار سازی کوله های مجاور پل ها در زمین های سست و ریزشی.

مهار کششی نیلینگ معمولا از آرماتورهای فولادی با قطر ۲۰ الی ۴۰ میلیمتر و با حدتسلیم ۴۲۰ الی ۵۰۰ نیوتن بر میلیمتر مربع استفاده می شوند که درون یک چال حفاری شده با قطر ۷۶ الی ۱۵۰ میلیمتر قرارگرفته و دور آن درون چال تزریق می گردد. فواصل بین مهارهای کششی در حدود ۱ الی ۲ متر می باشد و طول آنها نیز در حدود ۷۰ الی ۱۰۰ درصد ارتفاع گود می باشد و حداقل شیب نسبت به افق حدودا ۱۵ درجه می باشد.
باید توجه داشت که رویه شاتکریت شده روی ترانشه های حفاری شده نقش سازه ای نداشته اما می توان جهت اطمینان برای پایداری موقت خاک بین مهارها استفاده نمود.

مراحل اجرای سیستم نیلینگ(nailing)

مطابق با شکل مراحل اجرای نیلینگ بصورت شماتیک نشان داده شده است.

۱- گودبرداری در مرحله اول ترانشه و یا گود و ایجاد پله بعدی عملیات.

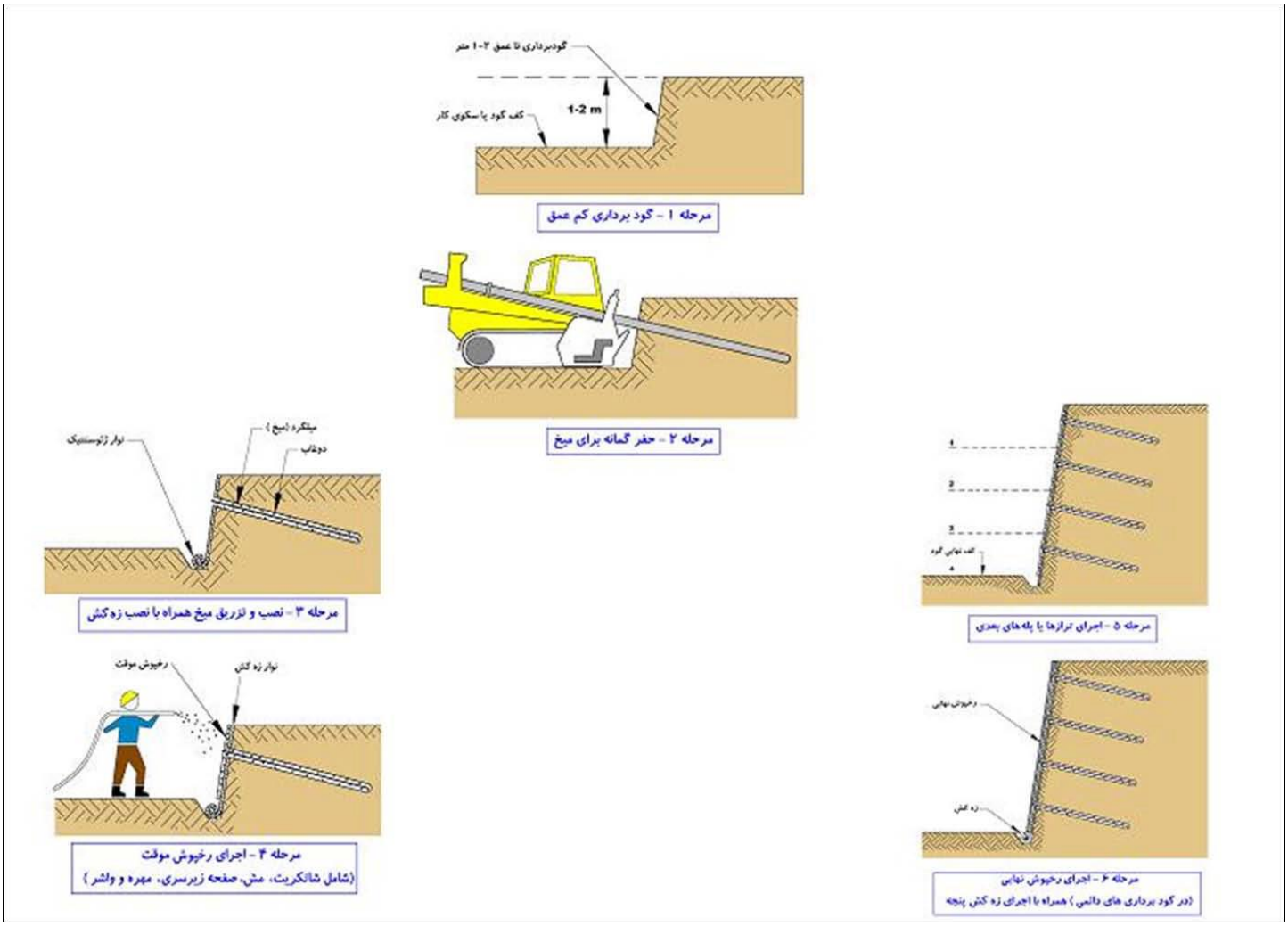
۲- حفاری چال جهت نصب مهار کششی.Nail

۳- قراردادن آرماتور داخل چال و تزریق چال.

۴- اجرای سیستم زهکشی و اجرای شاتکریت جداره و نصب ضخامت فولادی.

۵- گودبرداری مرحله بعدی ترانشه و یا گود و ایجاد پله های بعدی علمیات.

۶- اجرای پوشش شاتکریت نهایی پس از اتمام آخرین مرحله حفاری.



اصول طراحی نیلینگ(nailing)

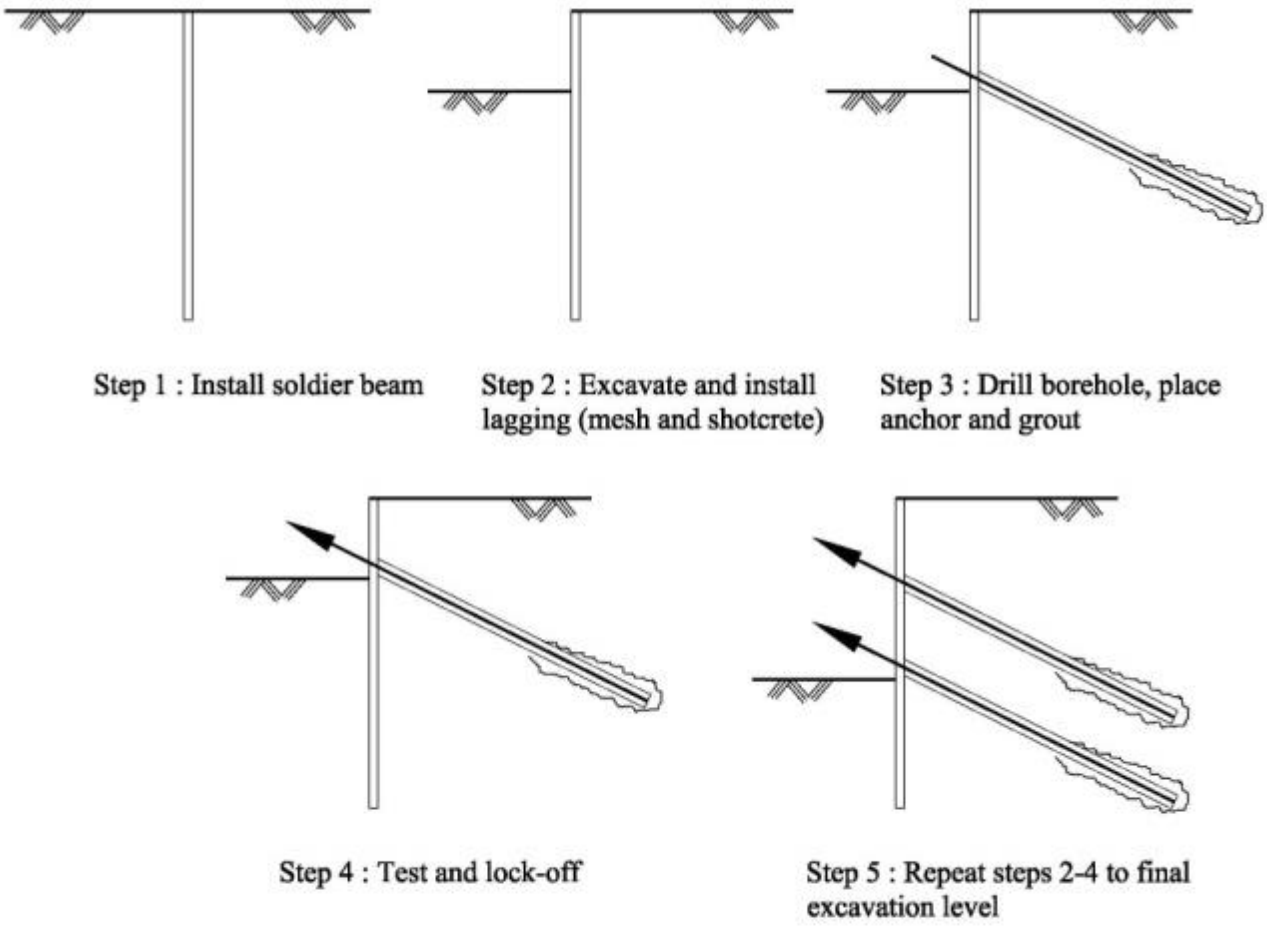
مراحل طراحی سیستم نیلینگ مطابق زیر است:

- هندسه سازه مشخص گردد.
- عمق و زاویه شیب خاکبرداری مشخص گردد.
- بارگذاری و سربار بارهای وارده به Nail و موقعیت سطح افزایش تخمین زده شود.
- انتخاب نوع آرماتور شامل: سطح مقطع، طول و فاصله از یکدیگر و در هر تراز مقاومت موضعی آنها تضمین گردد تا مقاومت از نظر استحکام و ظرفیت چسبندگی برای تحمل نیروها تخمین زده شده و با ضریب اطمینان مناسب و قابل قبول کنترل شوند.
- پایداری کل سازه نگهدارنده و خاک اطراف آن در زمان حفاری گود و ایجاد پله های حفاری و بررسی و کنترل ضریب اطمینان قابل قبول.
- تخمین نیروهای وارده بر صفحه فولادی Bearing plate
- در نظر گرفتن سطح پیزومتریک آبهای زیر زمینی و لحاظ نمودن سیستم زهکش

استفاده از روش نیلینگ بعنوان یک سیستم حفاظت جداره ترانشه و گود در مناطق شهری و فضاهای محدود بسیار کارا بوده و بدلیل امکان همزمانی اجرا در چند جبهه کاری از سرعت خوبی برخوردار می باشد و با توجه به درجه پایداری امکان اجرای گود قائم وجود داشته و همچنین در انواع شرایط خاک، اجرای آن امکان پذیر می باشد که مهمترین ویژگی این روش محسوب می شود و برای سازه های زیر زمینی مناسب می باشد

جداره های مهاربندی شده توسط انکراژ Anchorage

دراین روش در حاشیه زمینی که قرار است گودبرداری شود در فواصل معین چاه هایی حفر می شود.عمق چاه ها برابر عمق گود بعلاوه مقداری اضافه برای شمع بتنی انتهای تحتانی چاه هاست. درون چاه ها شکل حدود ۳۰ درصد پایین تر از کف گود قرار می دهیم و در انتهای پروفیلها h شکل یا I پروفیلهای شاخکهایی در نظر می گیریم. شمع انتهای تحتانی را که قبلا با آرماتور کار گذاشته ایم بتن ریزی میکنیم لذا پروفیلها در شمعها مهار می شوند سپس گودبرداری مرحله به مرحله از بالا به پایین شروع می شود. برای جلوگیری از ریزش با دستگاه حفاری در بدنه چاهک های افقی یا مایل به قطر ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر زده و درون آنها آرماتور به طول ۵ تا ۱۰ متر کار گذاشته و بتن تزریق میشود. پانل بتنی پیش ساخته بین پروفیلهای قائم قرار می دهیم و از سوی دیگر به آرماتور چال ها مهار می کنیم.



Anchoring Construction Sequence

جداره های مهاربندی شده توسط دوخت به پشت – پین گذاری Tie back

دارای شباهت بسیار زیاد با روش مهارسازی انکراژ است که طی مراحل زیر اجرا می شود

اجرای مرحله به مرحله به مرحله حفاری از بالا به پایین گود (۲ تا ۳ متر)

حفر چاهکهای افقی و مایل در دیواره گود

قرار دادن کابل های پیش تنیدگی در چاهک

تزریق بتن در انتهای چاهک

کشیدن و مهر کابل ها در سطح جداره گود

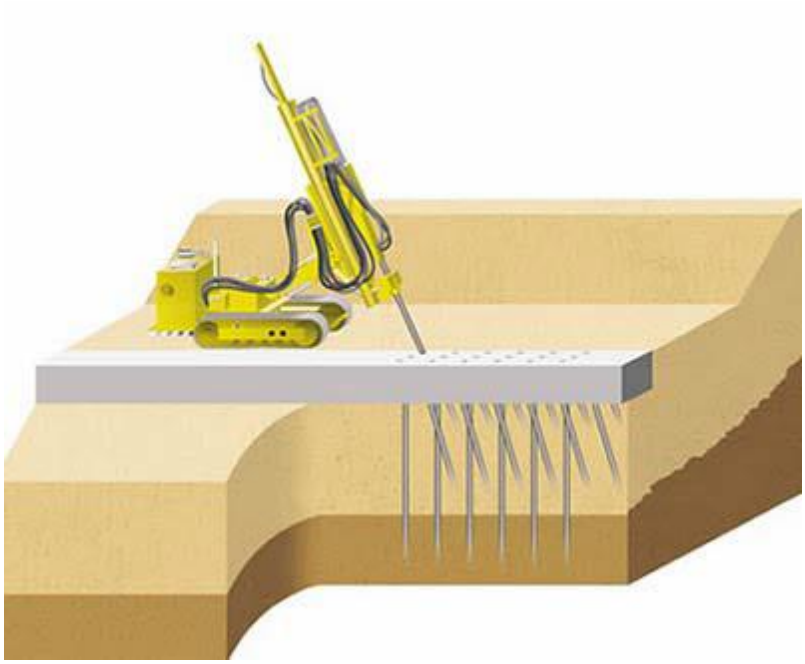
تزریق بتن در طول کل چاهک

آزاد کردن کابل ها پس از سخت شدن کامل بتن

جداره های مهاربندی شده توسط میکروپایل Micropile

در شرایطی که میکروپایل ها با هدف تحکیم و بهسازی بستر پی سازه ها مورد استفاده قرار می گیرند، محاسبات فنی میکروپایل مشابه با محاسبه شمع های متداول است. این محاسبات مبتنی بر سه بخش طرح سازه ای ، طرح ژئوتکنیک و کنترل برش پانچ می باشد. میکروپایل از یکسو با دارا بودن عناصر تسلیح مشتمل بر جدار ضخیم فولادی و آرماتور تسلیح، قابلیت انتقال و پخش بار به لایه های مقاوم زیرین و نیز کنترل نشست به دلیل سختی بالای فولاد و تسلیح عمقی خاک را دارد و از سوی دیگر بدلیل تزریق دوغاب سیمان، مشخصات مکانیکی خاک نظیر سختی، تراکم پذیری، ظرفیت باربری، ضریب اصطکاک و چسبندگی و غیره را بهبود می بخشد. لذا میکروپایل در مقایسه با سایر روشها مانند حفاری و تزریق ، تثبیت خاک با سیمان و یا آهک ، تراکم

دینامیکی و غیره بدلیل عملکرد ترکیبی (استفاده از عناصر باربر و اصلاح خاک) دارای برتری می باشد. همچنین بایستی توجه نمود که عملیات کوبش میکروپایلها باعث انتقال انرژی جنبشی و ارتعاشی به توده خاک گردیده و منجر به تحکیم و تراکم توده خاکی اطراف میکروپایل خواهد شد. این امر به خصوص در خاکهای دانه ای مشهودتر می باشد. همچنین در شرایطی که به علت وجود لایه های متراکم زیرسطحی، کوبش شمعهای قطور مشکل یا غیر ممکن می باشد، کوبش میکروپایل با قطر کوچک می تواند بهترین راه حل باشد



روش اجرای میکروپایل

روش اجرای میکروپایل مشتمل بر چهار مرحله حفاری (در صورت نیاز)، لوله کوبی، تزریق و تسلیح می باشد که مراحل اجرای آن در زیر تشریح شده است:

الف) حفاری: در صورتی که امکان کوبش لوله های میکروپایل از ابتدا به دلایل مختلف نظیر وجود کف سازی، بتن مگر، لایه متراکم خاک و غیره میسر نباشد، می بایست نسبت به انجام عملیات حفاری اقدام نمود.عملیات حفاری به روش‌های مختلف نظیر حفاری دورانی (Rotary) و یا دورانی- ضربه‌ای (D.T.H) صورت می‌پذیرد. حفـاری می‌بایست تا عمـقی که امکان کوبش میسر گردد، ادامه یابد. بعضاً حفاری در کل ارتفاع میکروپایل نیز صورت می‌گیرد.

ب) لوله کوبی : به منظور استقرار لوله های میکروپایل در محل گمانه، غالباً از عملیات لوله کوبی استفاده می گردد.برای این منظور در مرحله اول عملیات از لوله نوک تیز میکروپایل استفاده می شود و پس از فرو رفتن لوله اول، لوله دوم به لوله اول متصل گردیده و کوبیده می شود و عملیات کوبش به همین منوال ادامه می یابد .طول لوله های میکروپایل غالباً ۲ متر می

باشد .جهت اتصال کامل لوله ها به یکدیگر علاوه بر استفاده از بوشن های رزوه شده، لوله ها به لبه بوشن نیز جوش داده می شوند.

ج) تزریق : پس از اتمام لوله کوبی، می بایست تزریق دوغاب سیمان انجام گیرد . مجموعه دستگاه تزریق از سه بخش میکسر اولیه، میکسر ثانویه و پمپ تزریق تشکیل می گردد .اختلاط در میکسر اولیه از نوع سیستم چرخش سریع می باشد و میکسر ثانویه از نوع پره ای می باشد و دوغاب به منظور تزریق توسط پمپ تزریق در آن (circulation) آب نگهداری می شود . پس از اختلاط آب و سیمان به نسبت مشخص در میکسرها، دوغاب سیمان توسط پکرهای درون چاهی و سرچاهی از طریق جداره مشبک میکروپایل به خاک تزریق می گردد که علاوه بر افزایش قابل توجه چسبندگی جداره میکروپایل به زمین، سبب بهبود مشخصات مکانیکی خاک اطراف نیز می گردد. به دلیل اینکه دوغاب سیمان باید تحت فشار زیاد در لایه های خاک نفوذ کند ، جهت تزریق از یکسری شلنگ دو جداره به نام پکر(packer) استفاده می شود. پکرها بعد از اینکه به درون لوله میکروپایل فرستاده شدند جداره دوم آنها بوسیله پمپ هوا باد می شود که با این کار پکر کاملا به بدنه لوله می چسبد و مانع خروج دوغاب در حین تزریق از بالای لوله می شود.

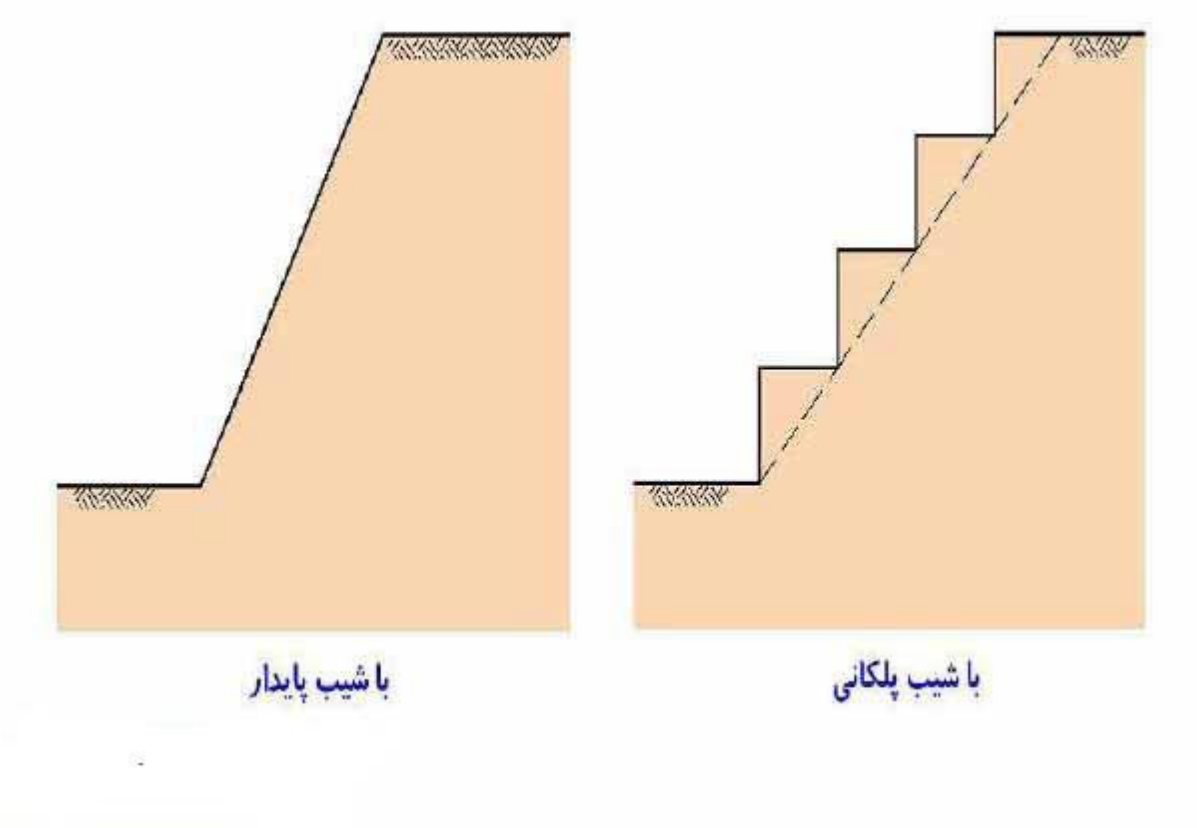
د) تسلیح : گام نهایی در اجرای میکروپایل ، عملیات نصب آرماتور تسلیح در داخل لوله میکروپایل و نصب فلنج (در صورت نیاز) می باشد .بدیهی است که آرماتور تسلیح می بایست قبل از گیرش سیمان، در داخل گمانه نصب شود.فلنج که به منظور ایجاد اتصال کامل بین میکروپایل و بتن فونداسیون و همچنین جلوگیری از برش پانچ سر میکروپایل در داخل بتن پی بکار می رود، می بایست در آخرین مرحله به آرماتور تسلیح میکروپایل جوش شود.

جداره های مهاربندی شده توسط خرپا Truss - Raker

این روش، یکی از مناسب ترین و متداول ترین روشهای اجرای سازه نگهبان در مناطق شهری است. برای اجرای این نوع سازه نگهبان ابتدا در محل عضوهای قائم خرپا که در مجاورت دیواره گود قرار دارند، چاه هایی را حفر می کنیم . آنگاه درون شمع را آرماتوربندی کرده و عضو قائم را در داخل شمع قرار می دهیم و سپس شمع را بتن ریزی می کنیم. پس از سخت شدن بتن انتهای تحتانی عضو قائم به صورت گیردار در داخل شمع قرار خواهد داشت . سپس خاک محصور بین اعضای قائم و افقی خرپاها را در سرتاسر امتداد دیواره به صورت مرحله به مرحله بر می داریم و در هر مرحله اعضای افقی و قطری خرپا را به تدریج نصب میکنیم تا آنکه خرپا تکمیل شود.

شیبدار کردن sloping

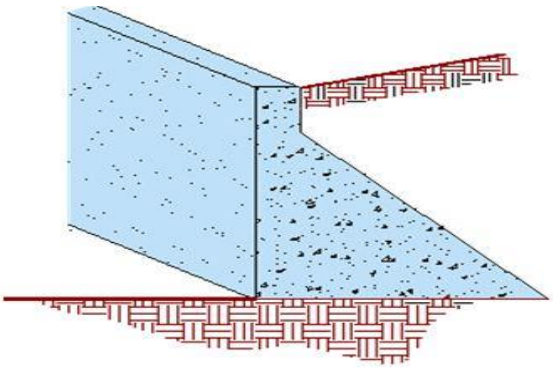
عدم قرارگیری سیستم نگهداری موقت در درون زمین اصلی که باعث کاهش مساحت زمین و یا دست و پا گیر شدن اجرای سازه اصلی می شود و همچنین سرعت اجرای بالا و هزینه کم از مزایای این روش می باشد . این روش نیاز به فضای باز در اطراف زمین دارد لذا در زمینهایی که فضای کاری محدودی دارند از این روش نمی توان استفاده نمود


با شیب پایدار
با شیب پلکانی

انواع دیوارهای حایل

۱- دیوارهای وزنی معمولی

ساده ترین نوع دیوارها از نوع وزنی هستند که از مصالحی همچون بتن، سنگ، آجر، مصالح بنایی و بلوکهای حجیم بتنی ساخته می شوند. از مزایای اساسی این نوع دیوارها سهولت اجرای آنهاست که نیازی به وسایل و تجهیزات عمده ندارد (شکل ۱).این دیوار از بتن معمولی یا از مصالح بنایی ساخته می شود و پایداری آن در برابر واژگونی و لغزش توسط وزن آن تامین می گردد. این نوع دیوار معمولا تا ارتفاع ۴ - ۵ متر اقتصادی می باشد. عموما این دیوارها بدون عناصر مسلح کننده ساخته می شوند. شکل زیر شمای دیوار حایل وزنی را نشان می دهد.



شکل ۱ دیوار وزنی معمولی

۲- دیوارهای گهواره ای

این دیوارها از نوع وزنی هستند که عموما به کمک قطعات چوب یا قطعات بتنی پیش ساخته تولید می شوند و درون آنها با مصالح دانه ای متراکم پر می گردد. معمولا این نوع دیوارها برای ارتفاعات کم تا متوسط (ماکزیمم ۶ تا ۹ متر) که تحت فشار جانبی کم تا متوسطی قرار می گیرند استفاده می شود.

شکل ۲ دیوار گهواره ای ساخته شده کنار جاده

۳- دیوارهای گابیونی

این نوع دیوارها اساسا از جعبه ها و تسمه های فلزی گالوانیزه و یا تورهای پلیمری ساخته شده، تشکیل می شود که درون آن با شن و ماسه درشت یا قطعات سنگ پر شده و از نوع دیوارهای وزنی محسوب می شوند. مهمترین مزایای این نوع دیوارها انعطاف پذیری و سهولت اجرای آنهاست. شکل عام دیوارهای حایل گابیونی ذوزنقه ای بوده اما وجوه بیرونی و پشتی دیوار ممکن است صاف یا پله ای باشد. از محاسن دیگر دیوارهای گابیونی، مقاومت در برابر افزایش حجم فضای یخ زده است که بدلیل وجود حفرات در مصالح دیوار، پدیده متورم شدن تقریبا منتفی است (شکل ۳).

شکل ۳ دیوار گابیونی در حال ساخت

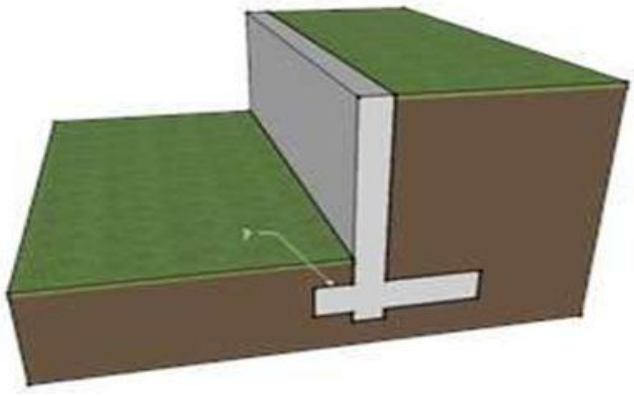
٤- دیوارهای متشکل از قطعات بتنی H شکل متصل به یکدیگر

این نوع دیوارها که وزنی محسوب می شوند معمولا از قطعات H شکل بتنی تشکیل شده اند که بصورت پیش ساخته تهیه می شوند و ممکن است در یک یا دو جهت و با درگیری زبانه های خود به هم متصل شوند. این نوع دیوارها انعطاف پذیر بوده و می توانند تغییرمکانهای بزرگ داشته باشند بدون اینکه آسیبی به سازه دیوار وارد شود (شکل ۴).

شکل ٤ قطعات بتنی H شکل

٥- دیوارهای طره ای

این نوع دیوارها که عموما از بتن مسلح ساخته می شوند بصورتهای T و L شکل بکار می روند و با عملکرد طره ای خود توده خاک پشت دیوار را نگهداری می کنند و اصولا پایداری خود را از وزن خاک روی پاشنه تامین می کنند. عموما این نوع دیوارها تا ارتفاع کمتر از ۶ متر استفاده می شوند و درصورتی که ارتفاع دیوار از آن تجاوز کند، استفاده از پشت بند یا جلوبند لازم است. براساس تجارب بدست آمده و به منظور طراحی اولیه، ابعاد دیوارهای طره ای را می توان مطابق شکل زیر انتخاب کرد. شکل ۵ نشان دهنده دیوار حایل طره ای می باشد.



شکل ٥ دیوارهای طره ای

٦- دیوارهای طره ای پشت بنددار

این دیوار شبیه دیوار طره ای است با این تفاوت که در فواصل منظم دارای پشت بندها یی عمود بر تیغه دیوار می باشد. این پشت بندها پایه و بدنه دیوار را به هم متصل می نمایند و در مواردی که دیوار طویل و یا ارتفاع آن زیاد است مورد استفاده قرار می گیرند. پشت بندها باعث کاهش لنگر خمشی و برش در دیوار می گردد. در صورتی که تیغه های تقویتی در جلو دیوار اجرا شوند به آن دیوار پایه دار گویند. تعیین فواصل بین پشت بندها با استفاده از روش آزمون و خطا انجام می شود تا اقتصادی ترین روش بدست آید. معمولا باصرفه ترین فاصله بین پشت بندها حدود یک دوم تا یک سوم ارتفاع دیوار می باشد. شکل ۶ دیوار حایل طره ای پشت بنددار را نشان می دهد.

شکل ٦ دیوارهای طره ای پشت بنددار

۷- دیوارهای حایل سپری

این نوع دیوارهای نگهبان، سیستمهای انعطاف پذیری هستند که غالبا برای سازه های لب ساحل و یا حفاری های موقت و حتی برای مهار خاک های نامناسب و مسئله دار چون رس نرم، بدلیل عدم نیاز به پی استفاده می شوند. اجرای این نوع دیوارها بسیار ساده و با روشهای کوبشی انجام پذیر هستند. شکل ۷ نشان دهنده دیوار حایل سپری می باشد.

شکل ۷ دیوار حایل سپری

۸- دیوارهای سپری مهارشده

این نوع دیوارها پایداری خود را از عمق مدفون خود در خاک و نیز از مهارهایی که معمولا در حوالی راس دیوار استفاده می شوند، تامین می کنند و عموما برای سازه های ساحلی بکار می روند اما در مواردی دیگر مثلا در دیوارهای انتهایی پلها نیز مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به حمایت مهاربندها ارتفاع این نوع دیوارها به ۲۰ متر هم ممکن است برسد. نقش مهاربندها در این دیوارها کاهش خمش جانبی، کاهش لنگرهای خمشی ایجادشده در دیوار سپری و کاهش عمق نفوذ سپر درون خاک می باشد. شکل ۸ دیوار حایل سپری مهارشده را نشان می دهد.

شکل ۸ دیوار سپری مهار شده

فهرست مراجع:

IPS IRANIAN PETROLUM STANDARDS

IGS IRANIAN GAS STANDARDS

NPCS NATIONAL PETROCHEMICAL COMPANY STANDARDS

MPO (MANAGEMENT AND PROGRAMMING ORGANIZATION) PUBLICATIONS

نشریه ۳۰۳ ، کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب

نشریه ۳۰۸، راهنمای طراحی دیوارهای حائل

نشریه ۴۱۵ ، آیین نامه طرح هندسی راه های ایران

نشریه ۲۹۱ ، جزئیات تیپ خطوط انتقال و شبکه های آب و فاضلاب

نشریه ۵۵، مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی

نشریه ۱۰۱ مشخصات فنی عمومی راه

نشریه ۲۲۸، آئین نامه جوشکاری ساختمانی ایران

نشریه ۲۶۴، آئین نامه اتصالات در سازه های فولادی

نشریه ۳۲۵، ضوابط طرح و محاسبه ساختمان های صنعتی فولادی

نشریه ۴۴۶، ماشین آلات عمرانی

نشریه ۵۱۹، راهنمای برآورد رواناب در طراحی شبکه های آبیاری و زهکشی

IRANIAN NATIONAL BULDING CODES (INBC)

ISIRI (INSTITUTE OF STANDARDS AND INDUSTRIAL RESEARCH OF IRAN)

ACI-۳۱۵-۹۹ Details & Detailing Of Concrete Reinforcement

ACI ۳۱۸M- ۲۰۱۱, AMERICAN CONCRETE INSTITUTE Building code requirements for structural concrete

ACI ۳۵۰-۳-۰۱ Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures (ACI ۳۵۰.۳-۰۱) and Commentary (۳۵۰.۳R-۰۱)

ACI-۳۵۱-۳R-۰۴ Foundations for Dynamic Equipment

Iranian Code of Practice for Seismic Resistant Design of Buildings Standard No. ۲۸۰۰

API ۶۵۰, Welded steel tanks for oil storage, American Petroleum Institute, ۲۰۱۳

UBC-۹۷ Uniform Building Code

AASHTO AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

AISC-ASD۸۹ (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION)

AISC ۳۶۰-۱۰ Specification for Structural Steel Buildings

ASCE-۷(AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS) Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

ASCE۴۲- Design of structures to resist nuclear weapons effects

ASCE Design of blast resistant buildings in petrochemical facilities

ASCE, Guidelines for seismic evaluation and design of petrochemical facilities, American Society of Civil Engineers, ۱۹۹۷

ASCE Wind loads for petrochemical and other industrial facilities

NFPA National Fire Protection Association

ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

ASME American Society of Mechanical Engineers

BSI BRITISH STANDARDS INSTITUTION

DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG

AASHTO AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

UFC UNIFIED FACILITIES CRITERIA

FEMA FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY

AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)

RCSC (RESEARCH COUNCIL ON STRUCTURAL CONNECTIONS)

NIOEC (NATIONAL IRANIAN OIL ENGINEERING & CONSTRUCTION COMPANY) SPECIFICATIONS

IBC INTERNATIONAL BUILDING CODE

AWWA D۱۰۰, ۱۹۹۶, welded steel Tanks for Water storage, American Water works Association

Foundation Analysis and Design ۵th Edition Joseph E. Bowles

Design of structures and foundations for vibrating machines by S. Arya, M. O'Neill and G. Pincus

FHWA Federal Highway Administration

آئین نامه و دستورالعملهای نظام اجرایی طرحهای صنعت نفت (نشریات معاونت امور مهندسی وزارت نفت)

نشریه ۰۳۸ ، آیین نامه طراحی لرزهای تاسیسات و سازههای صنعت نفت، ویرایش دوم، وزارت نفت، معاونت مهندسی و ساخت داخل

مقاله اصول طراحی نقشه های plot plan و key plan در پروژه های صنعتی ، مهندس فرشاد سرایی

مقاله راهنمای طراحی سازه ای pipe rack، مهندس سید صادق علوی

آئین نامه و دستورالعملهای سازمان پدافند غیر عامل کشور

پدافند غیر عامل در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، محمد بهزادی، انتشارات: فن آوران

گزارش نهایی مطالعات پروژه تهیه راهنما و چک لیست مقاوم سازی ساختما نهای دولتی و عمومی در برابر آتش، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مقررات و الزامات مقاوم سازی سازه های فولادی در برابر حریق توسط مواد پاششی معدنی، سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران معاونت حفاظت و پیشگیری
هیدروکلیماتولوژی ، مارلین شلتون ، حسن ذوالفقاری(مترجم)، انتشارات دانشگاه رازی
طراحی ساختمان های مقاوم در برابر انفجار در صنایع پتروشیمی ،محمدصادق پوربهی (مترجم)، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر

www.civildesignhelp.info

www.engineering-international.com

www.shoaripour.blogfa.com

www.pile.ir

نرم افزارهای مورد استفاده در طراحی:

SAP

SAFE

ETABS

Revit

Tekla Structures (X-STEEL)

FOUNDATION ۳D

MIDAS/Gen

PDMS

CIVIL ۳D LAND

AUTOCAD

STAAD

MATHCAD

NAVISWORKS

ADAPT

STAAD

REVIT

SWMM

EPANET