جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - وزارت نیرو

راهنمای طراحی،
ساخت و نگهداری گوره‌ها

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

نشریه شماره ۲۱۴

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - وزارت نیرو

راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری گوره‌ها

نشریه شماره ۲۱۴

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۰/۰۰/۱

۱۳۸۰

omoorepeyman.ir

فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری گوره ها/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت نیرو،[طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور].- تهران: سازمان‌مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.
۱۰۸ ص.:جدول.- (سازمان‌مدیریت و برنامه ریزی کشور.دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲۱۴)
ISBN 964-425-248-9
فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
ص.ع.به انگلیسی:
Guidelin for design construction and maintenance of levees.
کتابنامه: ص ۱۰۷-۱۰۸
۱.گوره. ۲. خاکریزها.الف.ایران. وزارت نیرو.طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب.کشور .ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.
TC ۵۳۳/۲ر۲س ۶۲۷/۴۲
[TA ۳۶۸] ۷۹-۲۵۴۸۴م
شابک ۹-۲۴۸-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-248-9

راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری گوره ها

تهیه کننده:معاونت امور فنی،دفتر امور فنی و تدوین معیارها
ناشر:سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات
چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰
قیمت: ۸۰۰۰ ریال
لیتوگرافی:قاسملو
چاپ و صحافی:مرکز چاپ و انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
دفتر رئیس

بسمه تعالی

به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۵/۸۰۵۳-۵۴/۵۸۹۸
	تاریخ : ۱۳۷۹/۱۱/۱۱

موضوع : راهنمای طراحی، ساخت ونگهداری گوره ها

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ودر چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت۱۴۸۹۸ه ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۲۱۴ دفتر امور فنی وتدوین معیارهای این سازمان، با عنوان راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری گوره‌ها، از نوع گروه سوم، ابلاغ می گردد .

دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش ها، دستورالعمل ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست .

عوامل یادشده باید نسخه ای از دستورالعمل ها، روش ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی وتدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.

محمدرضا عارف
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری طرحهای عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه های نگهداری و بهره برداری از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

نظام جدید فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور (مصوب جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیات محترم وزیران) بکارگیری از معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه های نگهداری و بهره برداری در قیمت تمام شده طرحها را مورد تاکید جدی قرار داده است.

باتوجه به مراتب فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب بادر نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه های کارشناسان و صاحبنظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی.
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین المللی.
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت.
- پرهیز از دوباره کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور.
- توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر موسسات تهیه کننده استاندارد.

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یادشده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحبنظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

معاونت امور فنی
زمستان ۱۳۷۹

omoorepeyman.ir

ترکیب اعضای کمیته

این استاندارد را آقایان مهندس محمدحسن چیتی و مهندس جمشید مصباحی تهیه کرده و کمیته فنی مهندسی رودخانه و سواحل آن را مورد بررسی و تصویب قرار داده است.

اسامی اعضای کمیته فنی شماره ۲ (مهندسی رودخانه و سواحل) به ترتیب الفبا به شرح زیر است:

آقای محمدابراهیم بنی حبیب	کارشناس هیدرولیک
آقای عبدالکریم بهنیا	کارشناس هیدرولوژی
خانم رؤیا چائیچی ملتشاهی	کارشناس مکانیک خاک و مهندسی پی
آقای محمد حسن چیتی	کارشناس سازه‌های آبی
آقای حمید خورسندی	کارشناس هیدرولیک
آقای حسین شفیعی فر	کارشناس راه و ساختمان
آقای علاءالدین کلانتر	کارشناس آبیاری و زهکشی
آقای حسین محمدولی سامانی	کارشناس هیدرولیک
آقای جمشید مصباحی	کارشناس مهندسی رودخانه
آقای علی ملک	کارشناس منابع آب و آبخیزداری
آقای جبار وطن‌فدا	کارشناس سازه‌های آبی

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
۱- کلیات	۴
۱-۱ گوره و زمینه‌های کاربرد آن	۴
۱-۲ تفاوت گوره با سد خاکی	۴
۱-۳ انواع گوره‌ها	۶
۲- آمار و اطلاعات مورد نیاز	۹
۲-۱ آمار و اطلاعات عمومی منطقهٔ طرح	۹
۲-۲ آمار و اطلاعات مربوط به شرایط اقلیمی و هیدرولوژیک منطقهٔ طرح و ویژگیهای هیدرولیک و ریخت‌شناسی رودخانه	۱۰
۲-۳ آمار و اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوتکنیک و مکانیک خاک	۱۱
۲-۴ آمار و اطلاعات اجتماعی و اقتصادی	۱۲
۳- مطالعات پایه و تعیین مبانی طراحی	۱۳
۳-۱ بازدیدها و مشاهدات صحرایی	۱۳
۳-۲ مطالعات زمین‌شناسی	۱۴
۳-۳ مطالعات ژئوتکنیک و مکانیک خاک	۱۸
۳-۴ مطالعات هیدرولوژی	۲۵
۳-۵ مطالعات هیدرولیک	۲۹
۳-۶ تعیین سیل طراحی یا سیلاب طرح	۳۵
۳-۷ منابع قرضه و مصالح ساختمانی	۳۹
۴- طراحی گوره‌ها	۴۶
۴-۱ عوامل تخریب گوره‌ها	۴۶
۴-۲ پایداری گوره	۴۸
۴-۳ تراوش در بدنه و زیرگوره و مهار آن	۵۴
۴-۴ مهار فرسایش و آبشستگی گوره‌ها	۶۲
۴-۵ نشست بدنه و شالوده گوره	۶۹
۴-۶ زهکشی آبهای سطحی زمینهای پشت گوره	۷۱
۴-۷ مشخصه‌های اصلی گوره	۷۴

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵- ساخت و نگهداری گوره‌ها	۸۶
۵-۱ تجهیزات و ماشین‌آلات ساخت	۸۶
۵-۲ روشهای ساخت	۸۷
۵-۳ منابع قرضه و مصالح ساختمانی	۸۹
۵-۴ نگهداری گوره‌ها در شرایط عادی و اضطراری	۹۱
۵-۵ بزرگسازی گوره	۹۵
۵-۶ جاده‌های دسترسی	۱۰۰
۵-۷ سازه‌های متقاطع باگوره	۱۰۳
۶- فهرست مراجع	۱۰۷

omoorepeyman.ir

مقدمه

یکی از بلایای طبیعی [1] عمده و مهم که پیوسته دامنگیر جامعهٔ انسانی بوده، سیل و تبعات منفی آن است که ناشی از کم توجهی بشر به اقدامات مهار سیلاب و یا کاهش خسارات آن می‌باشد و دراین راستا عدم آگاهی به نقش مهندسی رودخانه نیز سهم بسزایی دارد. درکشور ما ایران، اگر به ردیفهای اعتبارات مربوط به حوادث غیرمترقبه طبیعی یعنی: سیل، زلزله، خشکسالی، پیشروی آب دریا، طوفان و غیره نگاه کنیم، بجز در زلزله خرداد سال ۶۹ در شمال کشور، همیشه بیشترین سهم از اعتبارات به موضوع سیل و جبران خسارات ناشی از آن اختصاص یافته است. به عبارت دیگر از لحاظ مالی بیشترین خسارات بلایای طبیعی در ایران از سیل ناشی می‌گردد. طغیان رودخانه‌ها هر چند سال یک‌بار در سطح بسیار وسیعی اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، جاده‌ها، پلها، تأسیسات عمومی و زیربنایی و دیگر منابع و ثروتهای ملی ما را تهدید می‌کند و این موضوع باعث می‌شود که رودخانه‌ها به موازات ایفای نقش حیاتی‌شان به عنوان یکی از منابع عمدهٔ تأمین آب، به عنوان یکی از عوامل طبیعی مخرب و خسارت‌آفرین برای بشر نیز محسوب شوند.

مجموعه مسایل فوق ضرورت کار اصولی در زمینه اقدامات مهندسی رودخانه برای مهار و کاهش خسارات احتمالی و استفاده بهینه از رودخانه‌ها را آشکار می‌سازد و امروزه که در سطح مملکت ساماندهی رودخانه‌های داخلی و مرزی و نیز قابل کشتیرانی کردن برخی از آنها مطرح است، نیاز فوق جنبه جدی‌تری به خود می‌گیرد. اما متاسفانه تاکنون اقدام اساسی برای تبیین اصول و ضوابط طراحی، ساخت و نگهداری سازه‌های رودخانه‌ای و از جمله گوره‌ها [2] صورت نگرفته است. بیشتر اقدامات انجام گرفته جزئی و ناقص بوده و تنها گوشه‌ای از موضوع را مدنظر قرار داده است و برخی کارهای اجرایی نیز بدون رعایت ابتدایی‌ترین ضوابط و معیارهای طراحی، ساخت و نگهداری انجام شده است. از دیرباز استفاده از گوره‌ها به عنوان یکی از راههای مهار سیلاب در سرتاسر ایران رواج داشته و بجز بعضی از گوره‌هایی که در سالهای اخیر طراحی و ساخته شده، غالباً فاقد شرایط مناسب هستند. لذا با توجه به کمبود نیروهای متخصص و امکانات اجرایی و نیز فقدان تجارب صحیح علمی و عملی در زمینه اقدامات مهندسی رودخانه و ویژه گوره‌ها، طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور اقدام به تهیه راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری یکی از مهمترین روشهای مهار سیلاب و طغیان رودخانه‌ها، یعنی گوره نمود. از آنجا که در نظر نگرفتن معیارهای تجربه شده در نقاط مختلف دنیا، می‌تواند عواقب نامطلوبی از نظر شکست گوره، عدم موفقیت در مهار سیلاب رودخانه و حفاظت اراضی و تاسیسات اطراف آن و نیز ایجاد عکس‌العملهای پیش‌بینی نشده رودخانه را در پی داشته باشد، لذا ضرورت تدوین این مجموعه اهمیت بیشتری می‌یابد. بدیهی است که در استفاده از این راهنما، با توجه به مرحله مطالعات، دقت مربوط به آن مرحله صورت می‌گیرد. در این رابطه لازم است از فهرست خدمات مراحل مختلف مطالعات طرحهای مهندسی رودخانه که توسط کمیته مهندسی رودخانه و سواحل دفتر استانداردهای مهندسی آب تهیه شده است، استفاده گردد.

1- Natural Disasters

2- Levees , Embankments

omoorepeyman.ir

مطلب دیگری که در اینجا مناسب است بدان اشاره شود، انتخاب کلمه «گوره» است. از آنجا که مهندسی رودخانه یکی از جوانترین رشته‌های مهندسی در جهان است و در ایران نیز سابقه چندانی نـدارد، لذا نـاهماهنگی‌هایی در کاربرد اصطلاحات مربوط به این رشته مهندسی مشاهده می‌شود و واژه‌های مختلف و بعضاً نامناسب در مقابل هر اصطلاح خارجی به‌کار می‌رود. این موضوع ضرورت معادل‌یابی یا معادل‌سازی کلمات فارسی به جای اصطلاحات خارجی را مشخص می‌سازد. خوشبختانه با مختصر تحقیق و بررسی در منابع فرهنگی و نیز اصطلاحات مـحلی می‌توان معادلهای بسیار بامعنی، کوتاه و جـالب را در مـقابل اصـطلاحات خـارجـی آن یـافت. مـثلاً بـرای کـلمهٔ تورکینست [1] (به معنی استخرهای تغذیه مصنوعی) می‌توان کلمهٔ گوراب (گور +آب) را که یک اصطلاح فارسی است و در بعضی از محل‌ها از جمله استان یزد و به همان منظور به‌کار می‌رود، مورد استفاده قرار داد. برای کلمهٔ لوی [2] که به بندهای خاکی در سواحل رودخانه‌ها و به موازات آن اطلاق می‌شود، اصطلاحات زیادی در فارسی از جمله سیلبند، سیلبند خاکی، دیوار ساحلی خاکی، سیل‌گیر خاکی و غیره به کار می‌رود. از قدیم‌الایام در منطقه سیستان اصطلاح اصیل فارسی گوره را برای این گونه خاکریزهای سیلبند به‌کار می‌برده‌اند که دقیقاً معادل با واژه خارجی لوی است و برای سیلبندهای خاکی اطراف رودخانه سیستان استفاده می‌شود که وظیفه محدود کردن جریان آب در یک عرض مشخص را بر عهده دارند. به همین دلیل کلمه گوره به عنوان معادل فارسی برای واژه لوی انتخاب گردید.

برای برداشت یکسان از عبارات و مفاهیم مطرح شده در این راهنما، معانی و تعاریف تعدادی از واژه‌های کلیدی در زیر آورده می‌شود:

دیواره، دژ Dike

به هر نوع سازه خاکی، سنگی و یا دیواره‌های شمعی گفته می‌شود که برای مهار یـا انـحراف سـیلاب، جـریان آب رودخانه یا طغیان ناشی از امواج و جزر و مد دریا احداث می‌گردد. لازم به تذکر است که این واژه در کشـورهای مختلف معادل واژه‌های Groin, Levee, Embankment نیز به‌کار رفته است.

خاکریز Embankment

به هر نوع خاکریز گفته می‌شود. ولی در مهندسی رودخانه بیشتر به نوع خاصی از خاکریزها (Levee) گفته می‌شود که عموماً به موازات رودخانه به منظور حفاظت زمینهای پشت خاکریز از سیلابی شدن توسط آب رودخانه احـداث می‌گردد.

مهار سیل، مهار سیلاب Flood Control

به اقدامات مدیریتی، آبخیزداری و مهندسی رودخانه گفته می‌شود که به تنهایی و یا به صورت مجموعه‌ای از اقدامات به منظور حفاظت در مقابل سیل و کاهش خطرها و به حداقل‌رساندن خسارات آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1- Turkinest

2- Levee

omoorepeyman.ir

آبشکن Groin

یک نوع سازه است که در رودخانه‌ها به منظور حفاظت کناره از فرسایش، تله‌اندازی رسوبات حمل شده توسط جریان، هدایت جریان در یک مسیر مشخص و یا افزایش عمق جریان، از ساحل رودخانه به سمت داخل آن و با زاویه‌ای نسبت به جهت جریان احداث می‌گردد. آبشکنها با استفاده از مصالح سنگی، شنی و خاکی با پوشش مناسب، شمعهای چوبی، بتنی یا فلزی و همچنین تور سنگ ساخته می‌شوند. آبشکنها عموماً به دو دسته اصلی آبگذر (باز) و آب‌ناگذر (بسته) تقسیم می‌شوند. از طرف دیگر می‌توان آبشکنها را به دوگروه آبشکنهای مستغرق و غیرمستغرق تقسیم کرد.

پوشش Revetment

سازه‌ای که در مجاورت ساحل رودخانه و بموازات جریان احداث می‌شود و به منظور حفاظت کناره‌های فرسایش‌پذیر به‌کار می‌رود و یک کناره با راستای ملایمی را شکل می‌دهد. ضمناً از آن برای حفاظت شیب خاکریزها، گوره‌ها، آبشکنها و غیره نیز استفاده می‌شود. از انواع آن می‌توان به پوشش سنگی، تور سنگی، بتنی ، آسفالتی، نرده‌ای، کیسه‌ای و غیره اشاره کرد.

مهندسی رودخانه River Engineering

مهندسی رودخانه یکی از شاخه‌های رشته مهندسی عمران و مباحث مطرح در مهندسی آب است. مهندسی رودخانه به اقداماتی گفته می‌شود که در زمینه مطالعات (شناخت، برنامه‌ریزی و طراحی)، ساخت سازه‌ها و بهره‌برداری بهینه بمنظور مهار، کاهش خطرها و به حداقل رساندن تبعات منفی و همچنین بهسازی وضعیت آن در جهت تامین نیازهای بشری و حفظ محیط زیست صورت می‌گیرد.

ساماندهی رودخانه River Training

مجموعه اقداماتی که برای مهار و تثبیت یک رودخانه در یک مسیر موردنظر و مناسب انجام می‌شود. این اقدامات اهداف مختلفی نظیر: مهار سیل، تامین یک آبراه کشتیرانی مناسب و مطمئن، مهار رسوب، حفاظت بستر و کناره‌های رودخانه در مقابل عوامل فرسایش و هدایت جریان رودخانه در یک مسیر مشخص و مطلوب را تأمین می‌کند.

omoorepeyman.ir

۱- کلیات

۱-۱ گوره و زمینه‌های کاربرد آن

تعریف : گوره بند خاکی کوتاهی است که در فواصل مختلف از کناره دو طرف رودخانه و در امتداد آن ساخته می‌شود تا به عنوان کناره‌های مصنوعی، در دوره‌های سیلابی که آب رودخانه از کناره‌های طبیعی خود بیرون می‌رود، زمینهای اطراف رودخانه را از آب گرفتگی محافظت نماید (شکل ۱-۱).

این روش از قدیمی‌ترین و متداولترین روشهای مهار سیلاب به‌شمار می‌رود و در سالهای اخیر به صورت گسترده‌ای به‌عنوان یک کار مهندسی مهار و حفاظت سیلاب به تنهایی و یا همراه با دیگر روشهای مهار سیلاب و حفاظت کانالها و رودخانه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از گوره‌ها اصولاً در مناطق غیرشهری که ارزش اقتصادی زمینهای اطراف رودخانه کمتر است توصیه می‌گردد. زیرا عرض بستر انتخابی برای پای‌گوره زیاد است. هزینه ایجاد گوره‌ها در اغلب اوقات نسبت به سایر راههای مهار سیلاب، ارزانتر و نیز قابلیت اطمینان آن بیشتر است.گوره معمولاً با مصالح موجود در محل ساخته می‌شود که این موضوع از امتیازات این روش است. در بعضی موارد برای حفاظت یک روستا یا یک شهر می‌توان از یک گوره اختصاصی استفاده کرد که راههای ورود سیلاب به آن ناحیه را کاملاًمسدود سازد. به عبارت دیگر به جای یک خاکریز طولی از یک نوع خاکریز ویژه به نام‌گوره حلقوی [1] استفاده می‌گردد.

در مناطق شهری به علت محدود بودن زمین و ارزش زیاد آن، معمولاً به‌جای گوره از دیوار سیلبند [2] بتنی، سنگی و غیره استفاده می‌شود. اما در صورت وجود شرایط مساعد (مانند: وجود زمین و فضای کافی برای احداث گوره، ضرورت ساخت خیابان ساحلی و ...)، می‌توان ازگوره‌های دارای تاج عریض استفاده کرد. حسن این روش آن است که از تاج عریض‌گوره به عنوان خیابان یا بلوار استفاده شده و بدنه آن نیز برای مهار سیلاب به‌کار می‌رود.

۱-۲ تفاوت گوره با سد خاکی

مقاطع عرضی‌گوره‌ها از نقطه نظر طراحی عموماً شبیه به مقاطع عرضی سدهای خاکی بوده،اما مبانی طراحی آنها به دلایل زیرکمی متفاوت است که عبارتند از :

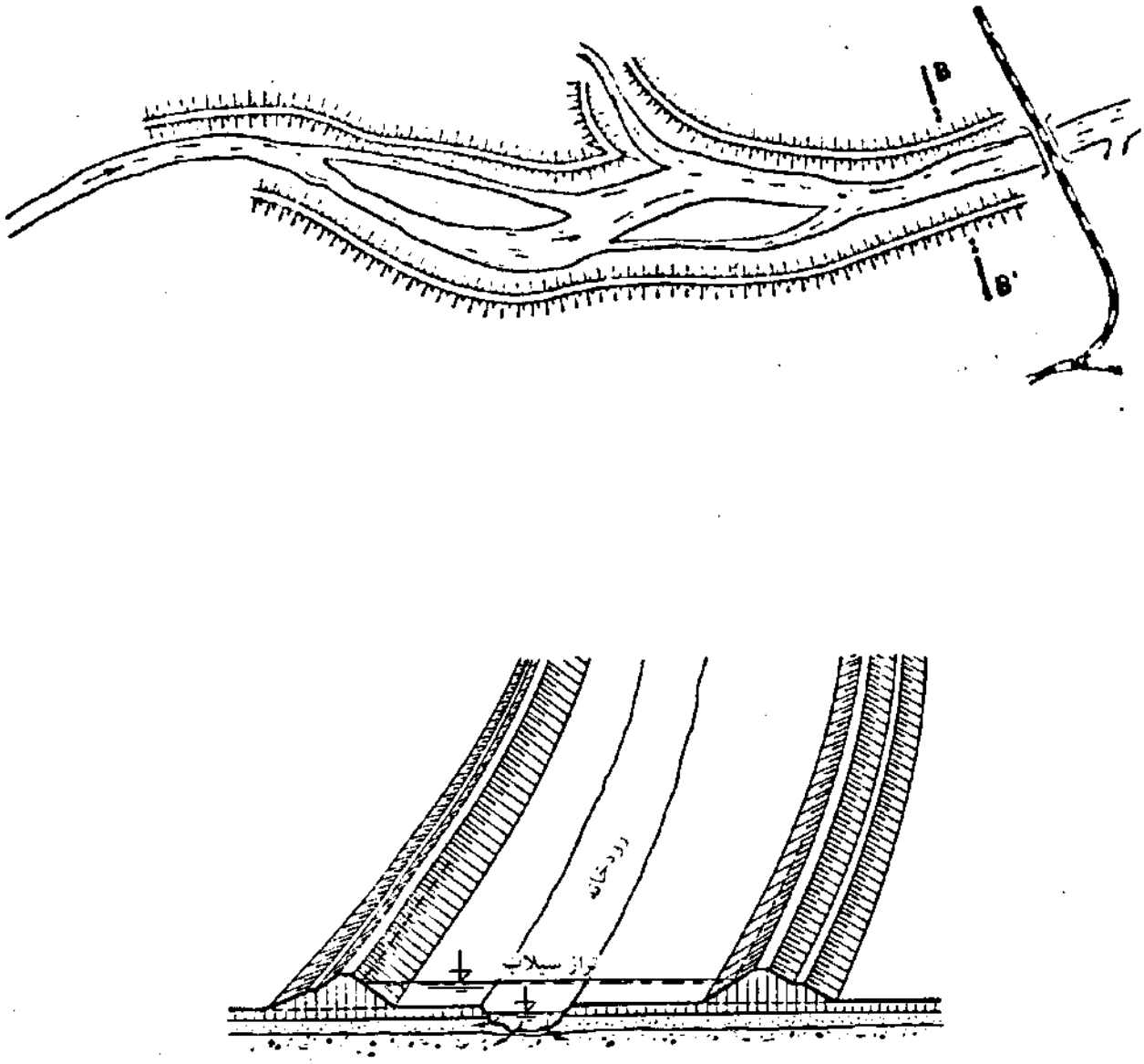
- گوره‌ها در دو طرف رودخانه، فقط چند روز یا حداکثر چند هفته در طول سال (در مدت وقوع سیل) با آب در تماس هستند در حالی که سدهای خاکی بیشتر اوقات سال با آب در تماس هستند. این بدین معنی است که

---

1 - Ring Levee

2- Flood Wall

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱- پلان و مقطع عرضی گوره و رودخانه

omoorepeyman.ir

از نظر طراحی مسئله تراوش[1] و رگاب[2] درگوره‌ها کم‌اهمیت‌تر از سدهای خاکی است.

- محل استقرارگوره‌ها بر اساس نیازهای مهار سیلاب مشخص می‌شوند و این امر بدون توجه به شرایط مناسب و یا نامناسب شالوده خواهد بود. گاهی می‌توان برای دوری جستن از وضعیت نامطلوب شالوده، محل استقرارگوره‌ها را به مقدار جزیی (در صورت وجود فضای کافی) جابه‌جا کرد. اما اغلب اوقات محدودیت ایجاب می‌کند که از زمین نامناسب استفاده کرده و به‌جای تغییر در محل استقرارگوره‌ها، طراحی گوره را تغییر داد و یا در صورت امکان، خاک شالوده را تقویت کرد.
- مصالحی که از آنها برای احداث‌گوره استفاده می‌شود، از منابع قرضه نزدیک به محل احداث فراهم می‌گردد. زیرا حجم عظیمی از مصالح برای خاکریزی و احداث‌گوره‌ها مورد نیاز است که تهیه آن از محلی به غیر از مجاورت گوره‌ها غیراقتصادی خواهد بود. در حالی که برای احداث سدهای خاکی مصالح بـا دانـه‌بندی و مشـخصات مکانیکی خاص مورد نیاز است که در صورت لزوم حتی از فواصل بسیار دور نیز باید تامین گردد.

۱-۳ انواع گوره‌ها

گوره‌ها را می‌توان بر حسب نوع زمینهای مورد حفاظت (شهری و صنعتی،کشاورزی)، نوع کاربرد یا هدف (شاخهٔ اصلی، شاخهٔ فرعی،گورهٔ حلقوی،گورهٔ پشتیبان[3]، زیرگوره[4] وگورهٔ آبشکن[5])، روش ساخت (کاملاً متراکم،نـیمه متراکم، نامتراکم، هیدرولیکی) و یا برحسب شکل مقطع عرضی طبقه‌بندی کرد[۲۶][6].

۱-۳-۱ انواع گوره‌ها برحسب نوع زمینهای مورد حفاظت

گوره‌ها را می‌توان برحسب نوع زمینها و تأسیسات مورد حفاظت به دو دستهٔ گوره‌های مناطق شهری و صنعتی و گوره‌های مناطق‌کشاورزی تقسیم‌بندی کرد. گوره‌های شهری به علت بالا بودن قیمت زمین و همچنین تراکم جمعیت و ضرورت حفظ جان انسانها باید دقیقتر ازگوره‌های مناطق‌کشاورزی، طراحی و اجرا شوند و تمهیدات لازم برای جلوگیری از تخریب آنها به‌کار رود.

1- Seepage
2- Piping
3- Setback Levee
4- Sublevee
5- Spur Levee

۶- منظور از رقم داخل کروشه، شماره ماخذ مربوط در فهرست منابع و مآخذ انتهای نشریه است.

omorepeyman.ir

۱-۳-۲ انواع گوره‌ها برحسب کاربرد یا هدف

گوره‌ها برحسب نوع کاربرد یا هدفشان می‌توانند به صورتهای زیر طبقه‌بندی شوند :

- گوره‌های اصلی و فرعی به‌ترتیب گوره‌هایی در امتداد شاخهٔ اصلی و شاخه‌های فرعی رودخانه هستند.
- گورهٔ حلقوی یک ناحیهٔ در معرض سیل را کاملاً و از همهٔ جهات احاطه می‌کند (دور تا دور یک ناحیه در معرض سیل).
- گورهٔ پشتیبان در سمت غیر رودخانه‌ای گوره‌های موجودی که شکافته شده یا به وسیلهٔ فرسایش ناشی از جریان آب تهدید می‌گردند، در مجاورت گوره اصلی ساخته می‌شود.
- زیرگوره با هدف مهار زه تحتانی و جلوگیری از پدیدهٔ جوشش ماسه، ناحیه‌ای در پشت یک گورهٔ اصلی را احاطه می‌کند. لازم به ذکر است که چاههای کاهش فشار و سکوهای تراوش [1] جایگزین خوبی برای این نوع گوره هستند.
- گورهٔ آبشکن از بدنهٔ یک گورهٔ اصلی به سمت ساحل رودخانه امتداد یافته و با انحراف جریان از بدنهٔ گوره به سمت داخل رودخانه، مانند یک آبشکن، گورهٔ اصلی را محافظت می‌کند.

۱-۳-۳ انواع گوره‌ها برحسب روش ساخت

گوره‌ها از نظر روشی که برای ساخت آنها به‌کار می‌رود به انواع متراکم، نیمه متراکم، نامتراکم و هیدرولیکی تقسیم می‌شوند:

- در مناطق و زمینهای پرارزش و همچنین در روی شالودهٔ مناسب و مقاوم، گوره‌های متراکم با شیب شیروانی تند ساخته می‌شوند.
- در زمینهای کم ارزش، روی شالوده‌های ضعیف و یا در نواحی دارای بارندگی زیاد در زمان ساخت، گوره‌های نامتراکم یا نیمه متراکم با شیب شیروانی ملایم ساخته می‌شود.
- روش هیدرولیکی برای مواردی است که گوره را با استفاده از مصالح به دست آمده از لایروبی رودخانه می‌سازند.

۱-۳-۴ انواع گوره‌ها برحسب ترکیب مصالح مقطع عرضی

- گوره‌های همگن [2] از خاکهای با نفوذپذیری کم ساخته شده و ترجیحاً وقتی به‌کار می‌روند که روی خاک یا سنگ نفوذناپذیر ساخته شوند. البته در عمل اکثر گوره‌ها به صورت همگن ساخته می‌شوند (شکل ۱-۲).
- گوره‌های ناهمگن که مقطع عرضی آنها از چند نوع خاک مختلف تشکیل می‌گردد و معمولاً خاک ریزدانه نقش مهار تراوش و آببندی را ایفا می‌کند (شکل ۱-۲).
- گورهٔ پوشش‌دار دارای مقاطع عرضی همگن یاناهمگن بوده که در روی شیروانی سمت رودخانه‌ای آنها پوشش [3] مناسب برای جلوگیری از فرسایش و آبشستگی ایجاد می‌گردد (شکل ۱-۳).

1- Seepage Berm

2- Homogeneous Levees

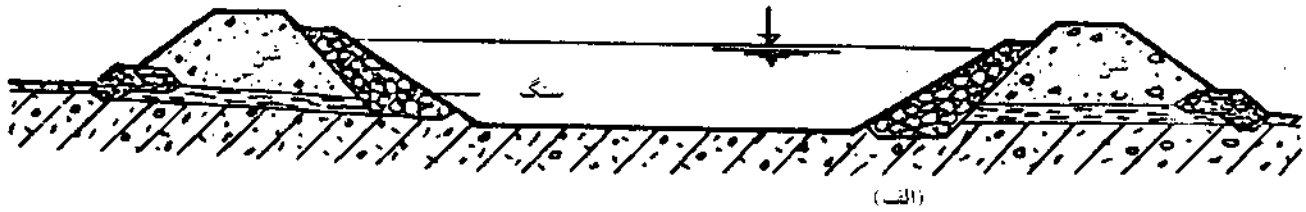
3- Revetment

omoorepeyman.ir

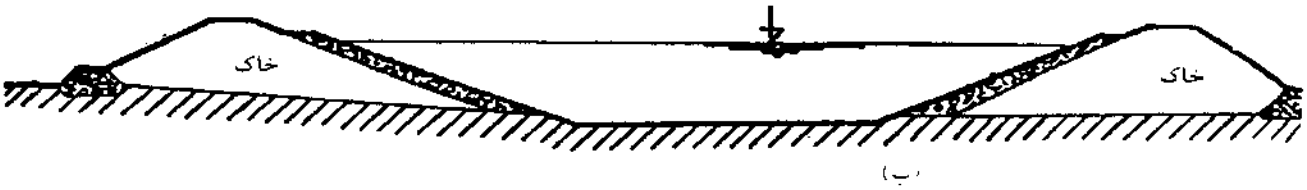
الف - گوره همگن

ب - گوره ناهمگن

شکل ۱-۲- مقاطع عرضی نمونه برای گوره‌ها



الف - استفاده از پوشش سنگی درشت دانه برای حفاظت گوره



ب - استفاده از پوشش سنگی ریزدانه برای حفاظت گوره

شکل ۱-۳- چند نوع گوره همگن با پوششهای محافظ مختلف

omoorepeyman.ir

۲- آمار و اطلاعات مورد نیاز

در مطالعات مهندسی، نقش آمار و اطلاعات دقیق و کامل بر کسی پوشیده نیست. به درستی می‌توان ادعا کرد که آمار و اطلاعات کافی و صحیح از مهمترین عوامل و بلکه پایه‌های موفقیت طرحهای مهندسی است و این امر به خصوص در مطالعات طرحهایی که در ارتباط با پدیده‌های طبیعی باشد و طراحی آنها بر روشهای تحلیلی و یا تجربی استوار است، نقش بسیار حساستری دارد، به نحوی که فقدان و یا حتی کمبود آمار و اطلاعات لازم، مطالعه، اجرا یا بهره‌برداری این‌گونه طرحها را با مشکلات و مخاطرات جدی مواجه می‌سازد. در مهندسی آب و به ویژه در مهندسی رودخانه که با یکی از عناصر پیچیده طبیعت به‌نام رودخانه سر و کار دارد و عوامل و متغیرهای متعددی در رخدادها و پدیده‌های مرتبط با آن دخیل هستند، دستیابی به آمار و اطلاعات ثبت شده اهمیت زیادی دارد. بدیهی است که در ابتدای مطالعات هر طرحی باید این عوامل تاثیرگذار را شناسایی کرد و با توجه به میزان تاثیر هر یک در وقوع پدیده‌های طبیعی مرتبط، آنها را اولویتبندی نمود و برحسب مورد، حد و مرز اطلاعات مورد نیاز هر عامل را نیز تعیین کرد.

در طراحی گوره‌ها نیز که به عنوان یک سازه آبی ـ خاکی مرتبط با رودخانه‌ها، کاربردی وسیع و رایج در مهار سیلاب و حفاظت اراضی و تأسیسات حاشیهٔ آنها دارد، دستیابی به آمار و اطلاعات صحیح و کافی در زمینه‌های مختلف از اهمیت بسزایی برخوردار است. خطرهای ناشی از شکست و تخریب گوره‌ها در مواقع سیلابی که می‌تواند خسارات جانی و مالی فراوانی به دنبال داشته باشد و نیز حجم عظیم عملیات خاکی که در مسیر طولانی در دو طرف رودخانه‌ها برای احداث گوره‌ها باید انجام گیرد و خود مستلزم صرف هزینه‌های قابل توجه است، اهمیت آمار و اطلاعات مورد نیاز را چند برابر می‌کند. در هر صورت با توجه به آنچه در بالا بیان گردید، می‌توان مجموع آمار و اطلاعات مورد نیاز در طراحی گوره‌ها را به شرح زیر دسته‌بندی نمود:

۲-۱ آمار و اطلاعات عمومی منطقهٔ طرح

آمار و اطلاعات پایه عموماً شامل مجموعه اطلاعات عمومی مورد نیاز ابعاد مختلف طراحی گوره‌هاست که عمدتاً شامل موارد زیر می‌شود:

- نقشه‌های راهها و موقعیت عمومی منطقه طرح با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تا ۱/۲۵۰۰۰۰
- نقشه‌های توپوگرافی اراضی اطراف رودخانه به پهنای حداقل ۵۰۰ متر از کنارهٔ رودخانه به مقیاس از ۱/۵۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰۰ برحسب مورد برای شناسایی عمومی منطقه طرح
- نقشه‌های توپوگرافی اراضی حاشیهٔ رودخانه حداکثر تا پهنای ۱۰۰۰ متر از کنارهٔ رودخانه با مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰ و معمولاً ۱/۲۰۰۰ برای تعیین مسیر گوره‌ها و طرح نقشه مسطحه[1] آنها

1- Plan

omoorepeyman.ir

- عکسهای هوایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰۰ از محدودهٔ طرح و در صورت امکان با فواصل مناسب زمانی (معمولاً ۱۰ تا ۳۰ سال) برای بررسی تغییرات پدید آمده در منطقه طرح و مطالعات ریخت‌شناسی رودخانه
- تصاویر و اطلاعات ماهواره‌ای از منطقهٔ طرح با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ تا ۱/۲۵۰۰۰۰
- اطلاعات و گزارشهای موجود در ارتباط با وضعیت عمومی منطقهٔ طرح
- آمار و اطلاعات مربوط به خسارتهای ناشی از سیلابهای گذشته در محدودهٔ طرح
- اطلاعات مربوط به تأسیسات و ابنیهٔ موجود در حاشیه و یاتقاطع با رودخانه نظیر : سدها، بندهای انحرافی، پلها، جاده‌ها، ایستگاههای پمپاژ، خطوط لوله، کابلهای برق، کانالها، ساختمانها و ...
- اطلاعات مربوط به سایر طرحهای در دست مطالعه و یا در دست اجرا در حاشیه و یا مرتبط با رودخانه در منطقه طرح
- نقشهٔ موقعیت جاده‌های ارتباطی و دسترسی منطقهٔ طرح در مقیاس ۱/۵۰۰۰ تا ۱/۵۰۰۰۰

۲-۲ آمار و اطلاعات مربوط به شرایط اقلیمی و هیدرولوژیک منطقهٔ طرح و ویژگیهای هیدرولیک و ریخت‌شناسی[1] رودخانه

پس از جمع‌آوری و بررسی آمار و اطلاعات پایهٔ مورد نیاز از منطقهٔ طرح که منجر به کسب شناخت کلی از شرایط عمومی منطقه خواهد شد، دستیابی به آمار و اطلاعات مربوط به شرایط اقلیمی و هیدرولوژیک منطقه و همچنین شرایط هیدرولیک رودخانه می‌تواند ابزار لازم را برای تعیین چندین عامل مهم در امر طراحی گوره‌ها فراهم آورد. مهمترین عامل که نقش اساسی را در طراحی گوره‌ها دارد، تعیین سیل طراحی در بازه‌های مختلف رودخانه (با توجه به شرایط و درجهٔ اهمیت هر بازه) و ترازهای مختلف سیلابها و نهایتاً تعیین بازه‌های طغیانی رودخانه و نقاط سیلگیر اطراف آن است. برای این منظور آمار و اطلاعات زیر مورد نیاز است:

- گزارشهای هواشناسی، هیدرولوژی، هیدرولیک و ریخت‌شناسی موجود و مرتبط با منطقهٔ طرح
- آمار و اطلاعات مربوط به شرایط اقلیمی منطقه نظیر: میزان بارش، دما، میزان تبخیر و تعرق، سرعت و جهت باد و تغییرات رطوبت نسبی در طول فصول سال
- آمار و اندازه‌گیری‌های انجام شده در زمینهٔ بدهٔ[2] جریان و تغییرات سطح آب رودخانه در سالهای گذشته و به ویژه در مواقع سیلابی در محدوده طرح
- آمار و اطلاعات مربوط به نوع، میزان و مشخصات بار رسوبی معلق و بستر رودخانه که در گذشته و یا بر اساس ضوابط موجود جمع‌آوری شده
- نقشه‌های توپوگرافی رودخانه با مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۱۰۰۰۰، نیمرخهای طولی در محورهای خط‌القعر و لبه‌های فوقانی کناره‌های چپ و راست رودخانه با مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۱۰۰۰۰ و همچنین مقاطع عرضی

1- Morphology
2- Discharge

omoprepeyman.ir

رودخانه با مقیاس ۱/۱۰۰ تا ۱/۱۰۰۰ طولی و ۱/۱۰ تا ۱/۱۰۰ ارتفاعی و به فواصل ۵۰ تا ۲۰۰۰ متر که بستگی به عوارض و تغییرات مقطع و طول رودخانه دارد. معمولاً این نقشه‌ها بر اساس دقت مورد نیاز و بر طبق ضوابط موجود تهیه خواهد شد.

- در رودخانه‌های کشندی (جزر و مدی)، آمار و اطلاعات مربوط به تغییرات کشند (جزر و مد) و به خصوص شرایط خاص حداکثرهای برکشند (مد)[1]، حداقل زیرکشند (جزر)[2] و غیره در گذشته، به منظور پیش‌بینی تغییرات کشند در آینده مورد نیاز خواهد بود. بدیهی است اگر چنین آماری موجود نباشد، بر اساس دستورالعملهای تهیه شده باید تغییرات کشند به صورت فواصل ۳۰ دقیقه و یا یک ساعت و برای مدت حداقل ۳۰روز انجام شود.
- در رودخانه‌های منتهی به دریا یا دریاچه، تغییرات سالانه سطح آب دریا یا دریاچه موردنیاز است.

۳-۲ آمار و اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوتکنیک و مکانیک خاک

گوره‌ها یکی از انواع سازه‌های خاکی هستند که به منظور مهار سیلاب در طرفین رودخانه‌ها یا در اطراف دریاچه‌ها احداث می‌گردند. لذا در طراحی آنها از جنبه‌های مختلف و به ویژه در بررسی شرایط شالوده، پایداری خاکریز در مقابل عوامل مختلف تخریب نظیر: جریان سیل، رگاب، تراوش، زیرکنی[3]، نشست، رگبار و غیره باید اطلاعات کافی از لایه‌های زیرزمینی و مشخصات فیزیکی و مکانیکی مواد تشکیل‌دهندهٔ بستر گوره‌ها و موادی که در ساخت پی و بدنهٔ گوره‌ها استفاده خواهد شد، تهیه گردد. این اطلاعات از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند و باید با حساسیت ویژه جمع‌آوری گردند. عمده‌ترین اطلاعات مورد نیاز به شرح زیرند:

- نقشه‌های زمین‌شناسی و زمین‌ریخت‌شناسی[4] منطقهٔ طرح در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ و در صورت عدم وجود، از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰۰
- گزارشهای زمین‌شناسی، ژئوتکنیک و مکانیک خاک موجود و مرتبط با سایر طرحهای اجرا شدهٔ قبلی، طرحهای در دست اجرا و سایر طرحهای مطالعاتی در منطقهٔ طرح
- آمار و اطلاعات مربوط به تغییرات سطح آب زیرزمینی و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در حاشیهٔ رودخانه
- آمار و اطلاعات مربوط به مشخصات زلزله‌های واقع شده در منطقه و وضعیت گسلها و ترانشه‌های موجود در محدودهٔ طرح
- آمار و اطلاعات مربوط به زمین‌لغزه‌ها و گسستگیهای ناشی از روانگرایی[5] ناحیه‌ای و محلی، فرونشستهای منطقه‌ای، تورم‌پذیری خاک و لایه‌های ضعیف در مسیر گوره

1- Higher High Water (H.H.W)
2- Lower Low Water (L.L.W)
3- Under Cutting
4- Geomorphology
5- Liquifaction

omoorepeyman.ir

- مشخصات و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی لایه‌های زمین در مسیر انتخابی گوره و همچنین مصالح منابع قرضه نظیر: طبقه‌بندی خاک، میزان رطوبت، حدود اتربرگ، تراکم‌پذیری، تحکیم‌پذیری و مقاومت برشی برای خاکهای ریزدانهٔ چسبنده و همچنین طبقه‌بندی و وزن مخصوص، دانه‌بندی، میزان نفوذپذیری، تحکیم‌پذیری و مقاومت برشی برای خاکهای درشت‌دانه و مشخصاتی نظیر: هوازدگی، خردشدگی و وزن مخصوص برای سنگها
- عمق و نوع لایه‌های خاک زیرزمینی در مسیر گوره و به ویژه خاکهای سست و مسئله‌دار نظیر خاکهای واگرا[1]، خاکهای رمبنده[2] و خاکهای پس مانده معدنی و همچنین سنگ کف

۲-۴ آمار و اطلاعات اجتماعی و اقتصادی

هدف اصلی از احداث گوره‌ها، ایمن‌سازی مناطق نزدیک و یا در حاشیهٔ رودخانه‌ها در مقابل تهاجم سیلابهای سرریز شده از مجرای رودخانه است، به نحوی که شرایط قابل اطمینانی برای ادامهٔ فعالیتهای اقتصادی مراکز روستایی، شهری و صنعتی اطراف رودخانه‌ها فراهم گردد و از بروز خطرهای جانی و خسارات مالی ناشی از وقوع سیلابها جلوگیری شود.

با توجه به این نکتهٔ بسیار مهم، در راستای تحقق اصلی‌ترین هدف ساخت و توسعهٔ گوره‌ها، ضروری است اطلاعات جامعی از وضعیت اجتماعی و اقتصادی منطقهٔ طرح جمع‌آوری گردد تا با استفاده از این اطلاعات، بتوان در طراحی و تعیین جانمایی و مسیر صحیح گوره و ابعاد منطقی برای آن تصمیم درستی گرفت و در توجیه اجتماعی و اقتصادی اجرای طرح مورد استفاده قرار داد. اطلاعات مورد نیاز عمدتاً شامل موارد زیر است:

- آمار جمعیت ساکن در مناطق اطراف رودخانه و چگونگی ترکیب و پراکندگی این جمعیت
- منابع کاری و درآمدی و میزان درآمد حاصل از کارهای مختلف جمعیت ساکن
- وسعت و ارزش اراضی، تأسیسات و ابنیه واقع در اطراف رودخانه با توجه به نوع استفاده از اراضی مذکور
- موقعیت مراکز روستایی، شهری، صنعتی و زراعی و وسعت و ارزش هر یک به تفکیک
- نحوه و میزان استفاده از آب رودخانه به منظور مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب
- برنامه‌های توسعه در اراضی حاشیه رودخانه و حدود سرمایه‌گذاریهای پیش‌بینی شده

امور پیمان
omorepeyman.ir

1- Dispersive
2- Collapsible

۳- مطالعات پایه و تعیین مبانی طراحی

۳-۱ بازدیدها و مشاهدات صحرایی

بازدیدهای صحرایی در مطالعات مهندسی رودخانه از اهمیت زیادی برخوردار است به نحوی که می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در گزینه‌یابی و ارائه راه حل مطلوب، قلمداد گردد. زیرا با بازدیدها و مشاهدات صحرایی، قسمتی از ضعف مطالعات که ناشی از انجام کار صرفاً دفتری است، برطرف می‌گردد و نگرشی معقول، منطقی و واقعی به طراح می‌دهد. این موضوع به ویژه در هنگام استفاده از عکسهای هوایی و نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی ضرورت بیشتری می‌یابد. انجام دادن بازدیدهای صحرایی برای مطالعات مهار سیلاب به وسیلهٔ گوره‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا تنوع و تعدد عوامل مختلف مؤثر در ارائه راه حل به قدری زیاد است که انجام ندادن بازدیدها و مشاهدات صحرایی می‌تواند منجر به نادیده گرفتن بعضی از آنها شده و طرح را با مشکل مواجه سازد. در این راستا اقدامات زیر ضروری است :

- مذاکره و تبادل نظر با مردم محلی و مسئولان مربوط در منطقه در رابطه با وضعیت رودخانه و سابقهٔ سیل و نظرخواهی برای راه حلهای مختلف و استمرار این مذاکرات و تبادل نظرها در حالات و شرایط مختلف (ضمناً باید خاطره‌ها و داستانهای افراد با توجه به نظرات کارشناسی مورد توجه قرار گیرد).
- بازدید از قسمتهای مختلف رودخانه و سیلابدشت و اراضی حاشیهٔ آن برای:
  - تهیهٔ کروکی از وضعیت موجود رودخانه و ثبت تغییرات احتمالی واقع شده در گذشته
  - شناسایی و بررسی بازه‌ها و یا نقاط فرسایشی
  - شناسایی شاخه‌ها و آبراهه‌های فرعی و فصلی، سیلراه‌ها[1] (مسیلها) و زهکشهای ورودی به رودخانه
  - شناسایی و بررسی محدوده یا نقاط سیلگیر و ارزیابی عملکرد سیل بر آنها و آثار تخریبی حاصله
  - شناسایی و بررسی تأسیسات، ساختمانها و ابنیهٔ واقع در حاشیه، کناره یا داخل رودخانه
  - بررسی وضعیت و موقعیت مزارع، باغها و زمینهای شهری و صنعتی و غیره در حاشیهٔ رودخانه
  - جمع‌آوری اطلاعات در مورد طرحهای اجرا شده یا در دست اجرا در منطقهٔ طرح و بررسی تأثیر احتمالی متقابل آنها بر طرح مهار سیلاب به وسیله گوره
  - جمع‌آوری اطلاعات در مورد وضعیت ساکنان حاشیهٔ رودخانه (تعداد، تراکم و پراکندگی جمعیت، شهری یا روستایی بودن، اشتغال، درآمد و ...)
- انجام دادن پرواز در ارتفاع کم بر فراز منطقه و محدودهٔ طرح برای شناسایی بهتر خصوصیات ظاهری رودخانه و وضعیت اراضی ساحلی و همچنین ارزیابی عملکرد سیل به ویژه در هنگام وقوع و پس از آن بسیار مفید است و در این صورت تهیه فیلم نیز توصیه می‌گردد.
- بازدید و بررسی ایستگاههای هواشناسی، آب سنجی و رسوب سنجی منطقهٔ طرح به منظور جمع‌آوری اطلاعات اولیه و نیز ارزیابی کیفیت و نحوهٔ کارکرد این ایستگاهها

1- Floodways

omoorepeyman.ir

- جمع‌آوری اطلاعات اولیه در مورد ریخت‌شناسی، هیدرولیک و رسوب، فرسایش یا رسوبگذاری رودخانه، زمین‌شناسی منطقه و محدودهٔ طرح، جنس رسوبات بستر و کناره‌ها و سیلابدشت رودخانه، منابع قرضه و مصالح موجود در منطقه
- جمع‌آوری اطلاعات اولیه در مورد فیزیوگرافی، فرسایش، رسوب و غیره حوضهٔ آبریز رودخانه
- تهیهٔ عکس از موارد غیرعادی و خاص به تعداد مورد نیاز
- تهیه فیلم از وضعیت موجود رودخانه و حاشیه آن
- بررسی عوامل خاص مؤثر در وقوع یا تشدید سیل مانند موانع طبیعی یا مصنوعی موجود در مسیر رودخانه، پلها، رعایت نکردن حریم و ...
- بررسی اولیهٔ راههای مختلف مهار سیلاب نظیر: انحراف یا پخش سیلاب، احداث مخازن ذخیره‌ای یا تأخیری، بهسازی آبراه و غیره به منظور مقایسه این روشها با راه حل احداث گوره
- بررسی ضرورت اجرای طرحهای اضطراری (مقطعی، موضعی، موقت) برای مقابله با سیل با توجه به نوع و شدت تغییرات رودخانه
- بررسی راههای ارتباطی مناسب برای بازدید و دسترسی به قسمتهای مختلف رودخانه

زمان مناسب برای بازدید صحرایی با توجه به شرایط محلی و محدودیتهای آب و هوایی انتخاب می‌شود و حتی‌الامکان باید حداقل در سه موقعیت زمانی متفاوت شامل: زمان قبل از وقوع سیلاب، در حین سیلاب و زمان بعد از وقوع سیلاب باشد.
کارشناسان بازدیدکننده باید مرکب از کارشناسان متخصص در کلیهٔ موارد یاد شده باشند.

۲-۳ مطالعات زمین‌شناسی

زمین‌شناسی و به‌ویژه زمین‌شناسی مهندسی از مطالعات پایه و ضروری برای مهندسی رودخانه و طراحی سازه‌های مختلف مربوط به آن، به ویژه گوره‌هاست. این بخش از مطالعات اهمیت زیادی در پاسخگویی به بسیاری از سؤالات مطرح در مرحلهٔ طراحی سازه‌های خاکی، از قبیل:گوره‌ها، سدهای خاکی و غیره دارد. پرسشها و مباحثی که در زمینهٔ انتخاب نوع و ترکیب سازهٔ خاکی، پایداری شالوده و بدنهٔ گوره، تعیین نوع و ترکیب مصالح مناسب برای قسمتهای مختلف سازه، تعیین محلهای مناسب منابع قرضه و مهار پدیده‌هایی نظیر: نشست، روانگرایی و گسیختگی مطرح است، نیاز به مطالعات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک خواهد داشت.

زمین‌شناسی به طور معمول در مراحل شناسایی و توجیهی از مطالعات یک پروژهٔ مهندسی انجام می‌شود که گاهی تحت عنوان مطالعات مقدماتی و مطالعات نهایی زمین‌شناسی نیز تقسیم‌بندی می‌گردد. در مرحلهٔ مطالعات مقدماتی زمین‌شناسی، مطالعات در سطح گسترده‌تر و کلی‌تر انجام می‌شود و هدف از آن کسب شناخت کلی از وضعیت زمین‌شناسی منطقه و فرایندهای مؤثر بر تعیین جانمایی گوره است. در حالی که هدف از مطالعات نهایی زمین‌شناسی، درک عمیق‌تر و تعیین عوامل و میزان تأثیر هر یک در طراحی گوره است و برای این منظور اقداماتی

omoorepeyman.ir

نظیر حفر گمانه‌های صحرایی، نمونه‌برداری از منابع قرضه و لایه‌های مختلف زیرزمینی، انجام دادن آزمایشهای لازم آزمایشگاهی و حتی بررسیهای ژئوفیزیک صورت می‌گیرد.

برای مطالعات زمین‌شناسی مجموعه‌ای از اطلاعات مختلف اعم از: نقشه‌ها، عکسها، گزارشها و مشخصات مصالح و لایه‌های خاک مورد نیاز است که در فصل دوم این پیش‌نویس استاندارد آورده شده است. بدیهی است در شروع مطالعات باید اقدام به جمع‌آوری اطلاعات موجود و در دسترس نموده و پس از بررسی دقیق آنها، نسبت به تکمیل اطلاعات اقدام کرد. در ادامهٔ مبحث جزئیات بیشتری از مطالعات مقدماتی و نهایی زمین‌شناسی مرتبط با گوره‌ها ارائه می‌گردد.

۳-۲-۱ مطالعات مقدماتی زمین‌شناسی

در مطالعات مقدماتی زمین‌شناسی که با هدف کسب شناخت کلی از وضعیت زمین‌شناسی منطقهٔ طرح و بخصوص محدودهٔ اطراف رودخانه انجام می‌گیرد، موارد زیر باید در نظر گرفته شود و پاسخ مناسبی برای آنها ارائه گردد :

- شناخت تاریخ زمین‌شناسی محل طرح و یا به عبارت دیگر عوامل و حوادثی که منجر به ایجاد وضعیت فعلی زمین‌شناسی محدودهٔ طرح و اطراف آن شده است.
- بررسی وضعیت چینه‌شناسی منطقه‌ای و نحوهٔ توزیع واحدهای سنگی عمده در منطقه
- بررسی وضعیت زمین ریخت‌شناسی [1] ناحیهٔ طرح در ارتباط با چینه‌شناسی منطقه‌ای و تاریخ زمین‌شناسی
- بررسی وضعیت آب زیرزمینی در اطراف رودخانه
- بررسی عوارض عمده از نظر زمین‌شناختی نظیر: حد جدایی زمین‌لغزه‌ها و گسلها در محدوده طرح
- بررسی مصالح و منابع قرضهٔ موجود در منطقهٔ طرح
- بررسی چگونگی توزیع و خصوصیات مکانیک خاک نهشته‌های آبرفتی [2] در محدودهٔ طرح

از آنجاکه عمدتاً گوره‌ها در دشتهای سیلابی و مناطق آبرفتی اطراف رودخانه احداث می‌گردند، در صورتی که توجه کافی به وضعیت نهشته‌های آبرفتی نشود و مسیر گوره در زمینهای مسئله‌آفرین نظیر زمینهای نفوذپذیر یا زمینهای تشکیل شده از خاکهای ضعیف و باتلاقی انتخاب شود، در شرایط سیلابی، احتمال بروز خطر نشست، لغزش، فرسایش و شکست گوره زیاد خواهد بود و بنابراین مطالعه و تحقیق کافی در زمینهٔ مشخصات مکانیکی و فیزیکی خاک لایه‌های زمین در این مناطق باید انجام گیرد.

در مناطقی نیز ممکن است به دلیل وجود لایه‌های نازک ماسه‌ای یا رسی، وجود سنگهای محلول در آب و زمینهای کارستی در طول عملیات اجرا و یا پس از آن مشکلاتی بروز نماید. لذا در همین مرحلهٔ مطالعات مقدماتی باید توجه کافی مبذول داشت و در صورت وجود چنین شرایطی، در مطالعات تفصیلی (نهایی) با مطالعات عمیق‌تر و حفر

1- Geomorphology
2- Alluvial Deposits

omoorepeyman.ir

گمانه‌ها تدابیر لازم را اتخاذ کرد. بدین ترتیب در انتهای مطالعات مقدماتی، علاوه بر کسب یک شناخت کلی و عمومی از منطقهٔ طرح و تعیین مسیر گوره، مجموعه‌ای از پرسشها در ارتباط با ویژگیها و مشخصات زمین در مسیر گوره، مصالح مورد نیاز و لایه‌های زیرزمینی مطرح می‌شود که یافتن پاسخ دقیق آنها در مرحلهٔ مطالعات نهایی کمک قابل توجهی به طراحی صحیح گوره خواهد نمود.

۳-۲-۲ مطالعات نهایی زمین‌شناسی

مطالعات نهایی زمین‌شناسی با هدف حصول شناخت جامعتر و عمیقتر از وضعیت زمین در محدودهٔ طرح و بخصوص در مناطقی که در مرحلهٔ مطالعات مقدماتی به عنوان مناطق مسئله‌آفرین و مشکلزا شناخته شده‌اند، انجام می‌گیرد. ابزار اصلی این مرحله از مطالعات حفر گمانه‌های عمیق و چاهکهای دستی و در صورت نیاز مطالعات صحرایی ژئوفیزیک است. عملیات این مرحله شامل موارد زیر است :

- تهیهٔ نقشهٔ تفصیلی زمین‌شناسی مشتمل بر عوارض توپوگرافی، ویژگیهای زمین‌شناسی سطحی و زیرزمینی سنگ و خاک، وضعیت آب زیرزمینی، نواحی باتلاقی، مناطق با نفوذپذیری بالا، موقعیت چشمه‌ها و ...
- کاربرد روشهای ژئوفیزیک و تفسیر نتایج به دست آمده با استفاده از اطلاعات حاصله از حفاریها
- کاوشهای زیرزمینی مستقیم از طریق حفر ترانشه‌ها، گمانه‌ها و ...
- انتقال اطلاعات حاصل از عملیات ژئوفیزیک و حفاریها بر روی نقشه‌ها، مقاطع و مدلهای سه‌بعدی

بررسیها و آزمایشهای صحرایی زمین‌شناسی برای شناخت وضعیت لایه‌های زیرزمینی می‌تواند در دو مرحلهٔ مقدماتی و نهایی انجام گیرد که هر مرحله دارای مشخصات زیر است :

الف – مطالعات صحرایی مقدماتی شامل :

- نمونه‌برداریهای دست خورده در سطح وسیع و بدون ضرورت حفظ فواصل یکنواخت (ممکن است شامل آزمایش نفوذ استاندارد نیز باشد.)
- گودالهای آزمایشی حفر شده توسط بیل مکانیکی، بولدوزر یا تراکتورهای زراعی
- بررسیهای ژئوفیزیک (لرزه‌ای یا مقاومت الکتریکی) به منظور درونیابی حفاریهای با فواصل زیاد
- آزمایشهای ژئوفیزیک درون‌گمانه‌ای

ب – مطالعات صحرایی نهایی شامل :

- حفاریها و اخذ نمونه‌های دست خوردهٔ اضافی
- حفاریها و اخذ نمونه‌های دست نخورده
- آزمایشهای برش پره‌ای[1] در خاکهای رسی برای مقاصد خاص
- آزمایشهای پمپاژ (ابتدا در مجاورت سازه‌ها)
- مشاهدات تراز آب زیرزمینی در محدودهٔ شالوده و محلهای قرضه (با استفاده از پیزومتر)

1- Vane Shear Test

omorepeyman.ir

لازم به ذکر است که تحت شرایطی نظیر موارد زیر، نیاز به انجام دادن حفاریهای وسیع و عمیق نیست و با شناسایی سریع صحرایی و مشاوره با افراد صاحبنظر در محل، هدف تأمین می‌شود:

- **در صورتی که ارتفاع گوره کمتر از ۳/۵ متر باشد.**
- **در شرایطی که تجربه‌های قبلی در محل، حکایت از پایداری شالوده و عدم وجود مشکل آب زیرزمینی دارد.**

در چنین مواردی، از مقاطع تیپ گوره‌های اجرا شدهٔ قبلی می‌توان استفاده کرد. اما در شرایط معمولی عواملی‌اند که در طراحی گوره مؤثر هستند و تحت شرایط مندرج در جدول ۳-۱ باید مورد توجه قرار گیرند و بررسیهای گسترده‌تری در مطالعات انجام شود.

جدول ۳-۱- عوامل و شرایط خاصی که نیاز به مطالعات گسترده‌تر دارد. [۱۴]

عامل مؤثر	شرایطی که مستلزم بررسی گسترده‌تر است
تجربیات قبلی در مورد تخریب گوره	- تجربهٔ قبلی در منطقه به ویژه در اجرای گوره وجود ندارد، یا بسیار کم است. - تخریب احتمالی گوره با تلفات جانی و خسارات مالی زیاد همراه باشد. (برای مناطق شهری*)
ارتفاع گوره	- ارتفاع گوره زیاد باشد.
وضعیت شالوده	- خاکهای شالودهٔ گوره ضعیف و تراکم‌پذیر باشد. - خاکهای شالوده در طول مسیر پروژه تغییرات زیادی داشته باشد. - احتمال مشکل تراوش در زیر گوره زیاد باشد. - خاکهای شالوده قابلیت روانگرایی داشته باشند. - خاک خاصیت تورم‌پذیری داشته باشد.
مدت دوام آب در تراز بالا	- مدت دوام آب در تراز بالا در مجاورت گوره طولانی باشد.
مواد قرضه	- قرضه‌های موجود کیفیت پایین داشته باشند، درصد آب بالایی داشته، یا مصالح قرضه در طول مسیر متغیر باشند.
سازه‌های متقاطع با گوره	- وجود قسمتهای بتنی در داخل گوره

* برای مناطق مسکونی و صنعتی مهم نیز صادق است.

omranrepeyman.ir

علاوه بر موارد مندرج در جدول ۳-۱، لازم است در شرایط زیر نیز مطالعات گسترده‌تری صورت گیرد.

- از نظر زمین‌لرزه، منطقه پتانسیل لرزه‌خیزی بالایی داشته باشد.
- از نظر شرایط عمومی زمین‌شناسی، ناحیه موردنظر تحت فرایش (بالاآمدن) و فرونشست تکتونیکی باشد، منطقه دارای استعداد لغزشی باشد و یا منطقه به صورت ناحیه‌ای تحت نشست باشد.

۳-۳ مطالعات ژئوتکنیک و مکانیک خاک

در مطالعات زمین‌شناسی، معمولاً اطلاعات کلی در زمینهٔ شناخت لایه‌های زیرزمینی به دست می‌آید و همین امر منجر به طرح پرسشهای مختلفی در ارتباط با ویژگیهای لایه‌های خاک محل می‌شود.
برای پاسخگویی به این پرسشها و شناخت دقیق لایه‌های مختلف زمین تا عمق مناسب برای طراحی گوره، تعیین وضعیت آب زیرزمینی، تعیین موقعیت دقیق مناطق مشکلزا و مشخصات مکانیک خاک در محدودهٔ تحت مطالعه، لازم است مطالعات تفصیلی ژئوتکنیک و مکانیک خاک انجام شود.

کاوشهای زیرسطحی در دو مرحله انجام می‌گیرد که ممکن است به طور مجزا و متوالی انجام شود، یا اینکه در یکدیگر ادغام گردند. مرحلهٔ مقدماتی به منظور درک بهتر نوع خاک موجود در محل و دستیابی به یک دید کلی در زمینهٔ مقاومت و نفوذپذیری خاک انجام می‌شود. در مرحلهٔ تفصیلی اطلاعات بیشتر و کاملتری در ارتباط با انواع خاک موجود به دست می‌آید که معمولاً با گرفتن نمونه‌های دست‌نخورده انجام می‌گیرد.

۳-۳-۱ مرحلهٔ مقدماتی کاوشهای زیرسطحی

کاوشهای زیرسطحی در مرحلهٔ مقدماتی با هدف مشخص شدن انواع لایه‌های تشکیل‌دهندهٔ زمین، ضخامت آنها، تغییرات مقاومت در عمق و نیز عمق و مقاومت لایه‌های نگهدارنده انجام می‌شود. این مرحله تقریباً به طور کامل از طریق حفاری و گرفتن نمونه‌های دست‌خورده و گودالهای حفر شده به وسیلهٔ بیل مکانیکی، بولدوزر، تراکتورهای کشاورزی و غیره انجام می‌شود.

در صورتی که ساختمان زمین زیرگوره در مطالعات زمین‌شناسی، شناخته شده باشد و یا اینکه قرار باشد یک لایهٔ نسبتاً نرم در سطح زمین آزمایش گردد، می‌توان به‌جای حفاری عمیق از گمانه‌های دستی استفاده کرد. به علاوه اگر اطلاعاتی در زمینهٔ لایه‌های زمین از قبل در دسترس باشد، احتمالاً نیازی به حفاری جدید نیست و یا می‌توان در این مرحله از روشهای ژئوفیزیک استفاده کرد. جدول ۳-۲ روشهای مورد استفاده در مرحلهٔ مقدماتی کاوشهای زیرسطحی را به طور خلاصه نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۲- روشهای مورد استفاده در مرحله مقدماتی کاوشهای زیرسطحی [۱۴]

روش	ملاحظات
۱- حفاری و نمونه‌گیری دست خورده الف - آزمایش نفوذ استاندارد	- اساساً برای شناسایی خاک است، اما امکان برآورد مقاومت برشی رسها و برآوردی خام از تراکم ماسه‌ها نیز فراهم می‌شود. - برای بررسیهای کلی شالودهٔ گوره ترجیح داده می‌شود؛ زیرا نیازها و محلهای نمونه‌گیری دست نخورده را نشان می‌دهد.
ب - حفاری با نمونه‌بردار خاک [1]	-نمونه‌های دست خورده می‌تواند برای آزمایش به دست آید.
۲-گودالهای آزمایشی	- با استفاده از بیل مکانیکی، بولدوزر و تراکتور کشاورزی
۳- ترانشه‌ها	-گاهی برای بررسی منابع قرضه و شالودهٔ گوره مفید است.

۳-۳-۲ مرحلهٔ تفصیلی کاوشهای زیرزمینی

این مرحله از کاوشهای زیرسطحی شامل نمونه‌برداری‌های دست خورده و دست نخورده است و همچنین ممکن است شامل روشهای ژئوفیزیک نیز باشد. گاهی اوقات نمونه‌های دست نخورده برای آزمایشها توسط نمونه‌های بلوکی دستی [2] از گودهای آزمایشی به دست می‌آیند، ولی بیشتر معمول است تا به وسیلهٔ روشهای حفاری دورانی و فشاری (با استفاده از نمونه‌گیرهایی مانند نمونه‌گیر دنیسون [3] در خاکهای فوق‌العاده سخت یا نمونه‌گیرهای لوله‌ای جداره‌نازک شلبی [4] با پیستون ثابت در بیشتر خاکها) به دست آیند.

نمونه‌ها به منظور تعیین مشخصاتی نظیر: مقاومت برشی، تحکیم و مقادیر چگالی و نفوذپذیری باید با استفاده از نمونه‌گیری دست نخورده در نمونه‌گیرهایی با قطر ۱۲۵ میلیمتر (۵ اینچ) برای مواد چسبنده و نمونه‌گیرهایی با قطر ۷۵ میلیمتر (۳ اینچ) برای مواد غیرچسبنده تهیه گردند.

۳-۳-۳ گمانه زدن

۳-۳-۳-۱ موقعیت و فاصلهٔ گمانه‌ها

فاصلهٔ گمانه‌ها و گودها در مرحلهٔ مقدماتی براساس مطالعهٔ عکسهای هوایی و شرایط زمین‌شناسی در مرحلهٔ مطالعات مقدماتی و یا براساس تجربیات قبلی در منطقه و همچنین نوع و اهمیت پروژه تعیین می‌گردد.

1- Auger Borings
2- Handcarving Block Samples
3- Denison Sampler
4- Shelby Tube

omoorepeyman.ir

فاصلهٔ اولیهٔ گمانه‌ها معمولاً بین ۵۰ تا ۳۰۰ متر در راستای گوره انتخاب می‌شود که برای مناطق مسئله‌دار این فاصله را کمتر و برای مناطق بدون مشکل می‌توان آن را بیشتر اختیار نمود. فاصلهٔ گمانه‌ها باید براساس اطلاعات زمین‌شناسی در دسترس تعیین گردد.

گمانه‌ها معمولاً در امتداد خط محور گوره حفر می‌شوند، ولی می‌توان محل گمانه‌ها را در محدودهٔ پهنای گوره به‌صورت پراکنده انتخاب کرد تا منطقهٔ بیشتری را پوشش داد و همچنین اطلاعاتی را در ارتباط با منابع قرضهٔ نزدیک گوره به دست آورد. حداقل یک گمانه باید در موقعیت هر سازهٔ مهم در طول گوره مانند: دریچه‌های سیل، پلها و غیره حفر شود.

در مرحلهٔ تفصیلی مطالعات، محل گمانه‌های تکمیلی براساس نتایج به دست آمده در مرحلهٔ مقدماتی تعیین می‌گردد. گمانه‌های با نمونهٔ دست نخورده در جاهایی انتخاب می‌شود که اطلاعات بیشتری مربوط به مقاومت برشی مورد نیاز باشد. بهترین روش آن است که نیمرخهای شالودهٔ گوره که براساس مطالعات زمین‌شناسی و حفاری در مناطق دارای شرایط مشابه گسترش یافته، جمع‌آوری و بررسی گردد و سپس گمانه‌های با نمونه‌های دست نخورده به منظور تعیین مشخصات خاک در نواحی بحرانی حفر شود.

۳-۳-۳-۲ عمق گمانه‌ها

عمق گمانه‌ها در امتداد گوره باید حداقل به اندازهٔ ارتفاع گوره باشد، اما نباید کمتر از ۳ متر باشد.
گمانه‌ها باید همیشه مقدار کافی عمیق باشد تا اطلاعات لازم برای تحلیل پایداری گوره و شالودهٔ آن فراهم آید. این موضوع به ویژه زمانی اهمیت می‌یابد که گوره در نزدیکی ساحل رودخانه واقع شود و لذا گمانه باید اطلاعات کافی را برای تحلیل پایداری شالودهٔ گوره و دیوارهٔ رودخانه تأمین نماید.

در جایی که به خاک سست یا نفوذپذیر برخورد شود، گمانه‌ها باید از لایهٔ خاک نفوذپذیر عبور کند و به خاک نفوذناپذیر برسد، یا از خاک سست عبور کند و به لایهٔ محکم برسد. گمانه‌ها در موقعیت سازه‌ها باید تا زیر عمق پی و زیر محدودهٔ تأثیر بار وارده امتداد یابد. گمانه‌ها باید به قدر کافی عمیق باشد تا امکان تحلیل پایداری مجرای دسترسی و خروجی سازه و همچنین بررسی شرایط تراوش از زیر سازه فراهم گردد.

در محلهای قرضه، عمق حفاری باید مقداری در زیر عمق مجاز برای منابع قرضه و یا تا سطح آب زیرزمینی امتداد یابد. اگر مصالح قرضه از ناحیه‌ای در زیر سطح آب زیرزمینی به دست آید، گمانه‌ها باید حداقل ۳ متر زیر کف محل مورد حفاری ادامه یابد.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۴ بررسیهای ژئوفیزیک

استفاده از روشهای ژئوفیزیکی در کاوشهای زیرزمینی می‌تواند در مطالعات شالودهٔ گوره‌هایی که در مناطق طویل و نسبتاً باریک احداث خواهند شد و همچنین به دلیل افزایش هزینهٔ عملیات صحرایی ژئوتکنیک مورد توجه قرار گیرد. در بعضی مواقع می‌توان ترکیبی از عملیات ژئوتکنیک و ژئوفیزیک را به‌کار گرفت و با افزایش فاصلهٔ گمانه‌های ژئوتکنیک، در حد فاصل آنها آزمایشهای صحرایی ژئوفیزیک را انجام داد. در چنین شرایطی نتایج آزمایشهای ژئوفیزیک باید با توجه به گمانه‌های مجاور و استفاده از تجربیات کارشناسی تفسیر گردد. روشهای متداول ژئوفیزیک در مطالعهٔ گوره‌ها که نسبتاً ارزان نیز هستند؛ عبارتند از :

- روشهای لرزه‌نگاری [۱]، مشتمل بر روش شکست امواج لرزه‌ای [۲] و روش ارتعاشات مداوم [۳]
- روشهای الکتریکی [۴]، مشتمل بر روش مقاومت ویژه [۵] و روش تهیهٔ نقشه‌های هم‌پتانسیل [۶]

۳-۳-۵ آزمایشهای مکانیک خاک

بررسیهای آزمایشگاهی به منظور شناخت مشخصات مکانیک خاک مربوط به گوره‌ها، با توجه به طبیعت و اهمیت پروژه و شرایط شالوده و میزان شناخت قبلی آنها و همچنین تجربیات موجود و میزان تطبیق این جریان با شرایط محل طرح، بسیار متفاوت است و از یک مقدار حداقل تا بسیار گسترده متغیر است.

از آنجاکه آزمایش مقاومت برشی و سایر آزمایشهای مورد نیاز برای تعیین مشخصات مهندسی خاکها بسیار پرهزینه است، لذا برنامهٔ آزمایشها عموماً شامل: آزمایشهای تعیین درصد آب، طبقه‌بندی و شناسایی برای اکثر نمونه‌ها و آزمایشهای برش پره‌ای، تحکیم و تراکم، تنها برای نمونه‌های شاخص از خاک شالوده و منابع قرضهٔ گوره است.

آزمایشهای خاک برای خاکهای ریزدانهٔ چسبنده در جدول ۳-۳ و برای خاکهای درشت‌دانهٔ نفوذپذیر در جدول ۳-۴ همراه با نکات لازم ارائه شده است:

1- Seismic Methods
2- Refraction of Seismic Waves Method
3- Continuous Vibration Method
4- Electrical Methods
5- Resistivity Method
6- Equipotential Mapping Method

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۳- آزمایشهای مکانیک خاک مورد نیاز خاکهای ریزدانهٔ چسبنده [۱۴]

نوع آزمایش	ملاحظات
۱- طبقه‌بندی چشمی و تخمین درصد آب	- برای تمام نمونه‌ها
۲- حدود اتربرگ	- بر روی نمونه‌های شاخص از نهشته‌های آبرفتی شالودهٔ گوره برای تطابق با مشخصه‌های مقاومت برشی و تحکیم
	- بر روی نمونه‌های شاخص از خاکهای قرضه برای مقایسه با میزان رطوبت طبیعی یا تطابق با میزان آب بهینه و چگالیهای حداکثر
۳- نفوذپذیری و تراوش،	- نیاز نخواهد بود؛ زیرا می‌توان خاکهای ریزدانه را در تحلیل نفوذناپذیر فرض نمود.
۴- تحکیم	- تنها بر روی نمونه‌های دست نخوردهٔ شالودهٔ گوره در موارد زیر انجام می‌شود :
	الف) رسهای شالوده شدیداً تراکم‌پذیر باشد.
	ب) شالودهٔ زیرگورهٔ بلند تا حدی تراکم‌پذیر باشد.
	ج) نشست سازه‌ها در سیستم‌گوره به دقت باید محاسبه شود.
	- عموماً بر روی نمونه‌های مربوط به خاکریز گوره انجام نمی‌شود، درعوض اجازه داده می‌شود تا کمی نشست در طول گوره براساس نوع تراکم رخ دهد. در مواقعی همبستگی مناسب مابین حدود اتربرگ و ضریب تحکیم می‌تواند مورد استفاده واقع شود.
	شاخص تراکم می‌تواند از میزان آب موجود در خاک تخمین زده شود.
۵- تراکم	الف) فقط برای گوره‌های متراکم و نیمه‌متراکم نیاز است.
	ب) در صورتی که خاکریز باید کاملاً متراکم شود، آزمایش تراکم با ۲۵ ضربه انجام شود.
	ج) اگر خاکریز نیمه‌متراکم موردنظر است، آزمایش تراکم با ۱۵ ضربه انجام شود.

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۳-۳- آزمایشهای مکانیک خاک مورد نیاز خاکهای ریزدانهٔ چسبنده [۱۴]

نوع آزمایش	ملاحظات
۶- مقاومت برشی	الف) نفوذسنج جیبی[1]، پرهٔ آزمایشگاهی[2] و پرهٔ مینیاتوری[3] برای تخمین تقریبی ب) آزمایش فشاری تک‌محوری[4] بر روی رسهای شالودهٔ اشباع شده بدون درز یا سطح لغزش ج) آزمایش سه‌محوری محدود نشده زهکشی نشده (UU)[5] برای رسهای شالوده، زیرا مقاومت زهکشی نشده‌معمولاً پایداری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. د) آزمایش سه‌محوری محدود شده زهکشی نشده (CU)[6] و برش مستقیم محدود شده زهکشی شده (CD)[7] ؛ معمولاً تنها وقتی که ارتفاع‌گوره زیاد باشد و یا شالودهٔ آنها ضعیف باشد یا در محلهایی که سازه‌ای درگوره وجود دارد. ه) آزمایشهای UU ، CU و CD بر روی مصالح خاکریز که با میزان رطوبت مناسبی متراکم شده است.

1- Pocket Penetrometer
2- Laboratory Vane
3- Miniature Vane (Torvane)
4- Unconfined Compression Test
5- Uncofined Undrained Compression Test
6- Confined Undrained Compression Test
7- Drained Confined Direct Shear Test

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۴- آزمایشهای مکانیک خاک مربوط به خاکهای نفوذپذیر [۱۴]

نوع آزمایش	ملاحظات
۱- طبقه‌بندی چشمی	- برای تمام نمونه‌ها
۲- تعیین چگالی برجا[1]	- بر روی نمونه‌های شلبی از ماسه‌های شالوده که باید برای آنها امکان روانگرایی ارزیابی گردد.
۳- چگالی نسبی	- آزمایشهای چگالی حداکثر و حداقل باید در مناطق لرزه‌خیز فعال برای تعیین چگالی نسبی ماسه‌های شالودهٔ گوره و کنترل چگالی خاکریزهای ماسه‌ای نیز انجام شود.
۴- دانه‌بندی	- بر روی نمونه‌های شاخص شالوده : الف) برای ارتباط دادن پارامترهای اندازهٔ دانه‌ها با نفوذپذیری یا مقاومت برشی ب) برای طبقه‌بندی اندازه و توزیع دانه‌های حساس به روانگرایی
۵- نفوذپذیری	-معمولاً انجام نمی‌شود و از ارتباط پارامترهای اندازهٔ دانه‌ها با نفوذپذیری یا مقاومت برشی استفاده می‌شود. - در مناطقی که مشکل تراوش زیرین جدی است، بهترین اطلاعات راهنما توسط آزمایشهای پمپاژ صحرایی به دست می‌آید.
۶- تحکیم	- چون مقدار تحکیم تحت اثر بار زیاد نبوده و به سرعت رخ می‌دهد، معمولاً نیازی به آزمایش تحکیم نیست.
۷- مقاومت برشی	- برای شرایط بارگذاری غیردینامیک، آزمایش مقاومت برشی زهکشی شده مناسب است. مقادیر محافظه‌کارانهٔ ϕ' (زاویه اصطکاک داخلی بر پایه تنش برشی مؤثر) می‌تواند براساس آزمایشهای CD روی خاکهای مشابه منظور شود. در مناطق فعال لرزه‌ای، آزمایشهای سه‌محوری دوره‌ای[2] می‌تواند انجام شود.

1- In Situ Density

2- Cyclic

omorepeyman.ir

۳-۴ مطالعات هیدرولوژی

یکی از مهمترین مطالعات پایه در طراحی سازه‌های آبی مطالعات هیدرولوژی است. میزان جریان آب رودخانه، تغییرات آن در طول سال و بخصوص در شرایط سیلابی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تعیین ویژگیهای سازه‌ای، مشخصات هندسی و پایداری این نوع سازه‌هاست. از این‌رو توجه به مقوله هیدرولوژی و به ویژه شناخت ویژگیهای سیلخیزی رودخانه‌ها از اهمیت خاصی در مطالعات و طراحی گوره‌ها، به عنوان یک سازهٔ آبی برای مهار سیلابهای رودخانه و حفاظت اراضی و تأسیسات اطراف آن برخوردار است.

در مطالعات هیدرولوژی، علاوه بر توجه به میزان بده و حجم سیلابها با دوره برگشتهای مختلف، لازم است تا به جنبه‌های دیگر هیدرولوژیک حوضه رودخانه نظیر: دوام سیلابها، دوره‌های کم‌آبی و پرآبی و همچنین شدت و مدت رگبارها نیز توجه شود. در ادامه مطلب، بعضی جنبه‌های ضروریتر که بر طراحی گوره‌ها مؤثرند، به‌طور مختصر بررسی می‌گردند:

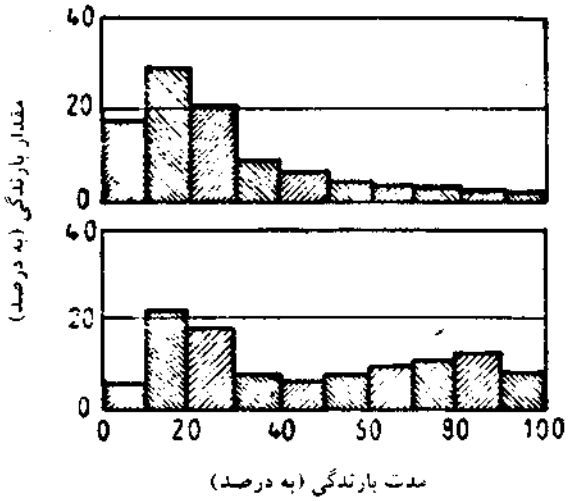
۳-۴-۱ تحلیل رگبارها و ترسیم منحنیهای شدت - مدت - فراوانی [1]

به منظور بررسی وضعیت رواناب سطحی در محدوده طرح احداث گوره‌ها، لازم است مشخصه‌های رگبارها شناخته شود. از جمله مشخصه‌های مهم رگبارها، نحوه توزیع زمانی آنها و یا به عبارت دیگر نمودار شدت رگبار [2] است. این‌گونه نمودارها با استفاده از داده‌های بارانسنجهای ثبات برای هر منطقه قابل استنتاج است. شکل ۳-۱ مواردی از نمودار شدت رگبارها به صورت بی‌بعد را نشان می‌دهد.

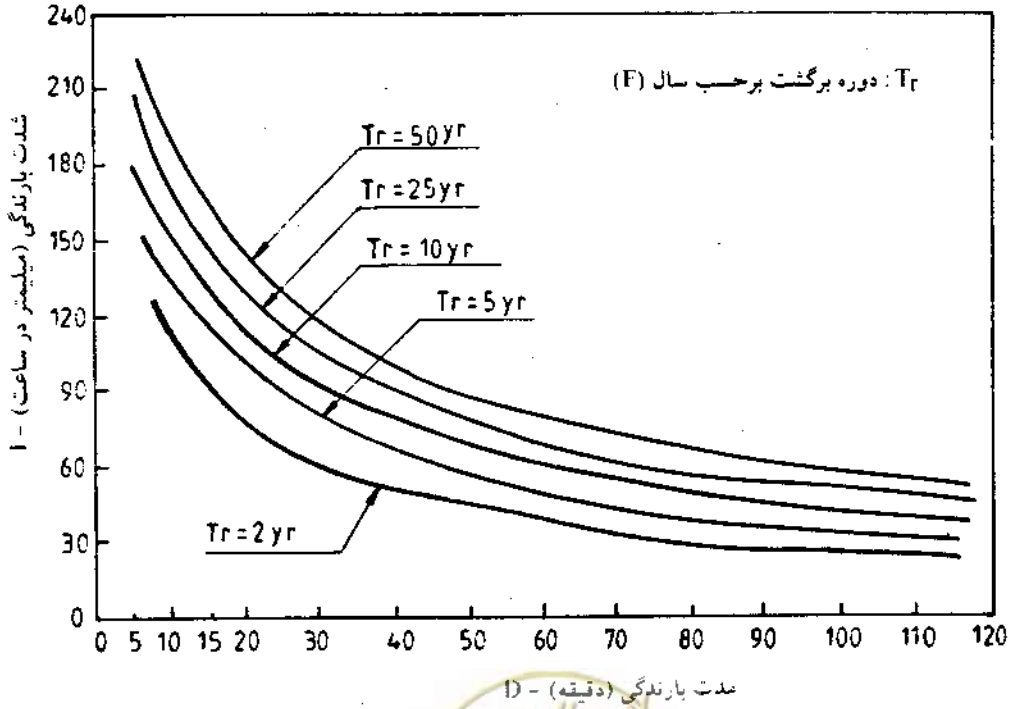
از دیگر موارد مربوط به تحلیل رگبارها، ترسیم منحنیهای شدت - مدت - فراوانی است که برای رگبارهای ثبت شده انجام می‌گیرد. این‌گونه منحنیها برای تعیین بده حداکثر و همچنین بررسی وضعیت فرسایش رودخانه وگوره استفاده می‌گردد. در شکل ۳-۲ نمونه‌ای از منحنیهای شدت - مدت - فراوانی نشان داده شده است:

omoorepeyman.ir

1- Intensity - Duration - Frequency Curves (I.D.F) 2- Hyetograph



شکل ۳-۱- نمونه‌هایی از نمودار بی‌بعد شدت رگبارها



شکل ۳-۲- نمونه‌ای از منحنی شدت - مدت - فراوانی

omoorepeyman.ir

۳-۴-۲ رژیم جریان رودخانه

برای تعیین دوره‌های تر و خشک رودخانه که در طراحی گوره‌ها و از جمله بررسی پایداری و مقاومت گوره در برابر جریانهای سیلابی و عادی رودخانه مؤثر است، تعیین رژیم جریان رودخانه اهمیت زیادی دارد. رژیم جریان یک رودخانه نیز تحت تأثیر عواملی نظیر: شرایط آب و هوایی، میزان و زمان رگبارها و خصوصیات زمین ریخت‌شناسی حوضه و همچنین مشخصه‌های ریخت‌شناسی رودخانه خواهد بود. با توجه به این عوامل، هر رودخانه رفتار هیدرولوژیک مخصوص به خود دارد و رژیم جریان آن نیز متفاوت است. اگرچه گاهی به دلیل فقدان اطلاعات و آمار لازم و کافی، با پذیرش درصد قابل قبولی تقریب با استفاده از شبیه‌سازی حوضه‌ها و بررسی شباهتهای موجود بین دو یا چند حوضه مجاور می‌توان برای یک حوضه فاقد آمار و اطلاعات، از اطلاعات حوضه‌های مشابه استفاده نمود.

یکی از شاخصهای مناسب برای تعیین رژیم جریان رودخانه، بررسی آبنمود[1] جریان سالانه است. این آبنمود روند تغییرات بده رودخانه را برای ماههای مختلف سال مشخص می‌کند. ترسیم منحنیهای دوام جریان نیز از روشهای دیگر بررسی رژیم جریان رودخانه است. در این منحنی احتمال وقوع بده‌های مختلف نشان داده می‌شود و با استفاده از آن، یکنواخت یا غیریکنواخت‌بودن رژیم جریان تعیین می‌گردد. شکلهای ۳-۳ و ۳-۴ نمونه‌هایی از آبنمود جریان سالانه و منحنی دوام جریان را نشان می‌دهند.

تهیه نمودارهای فراوانی جریانهای حداکثر و حداقل برای تداوم زمانی مختلف یک روزه تا چند ساله نیز برای تعیین دوره‌های پرآبی و کم‌آبی رودخانه لازم است.

۳-۴-۳ تعیین سیلاب با دوره برگشتهای مختلف

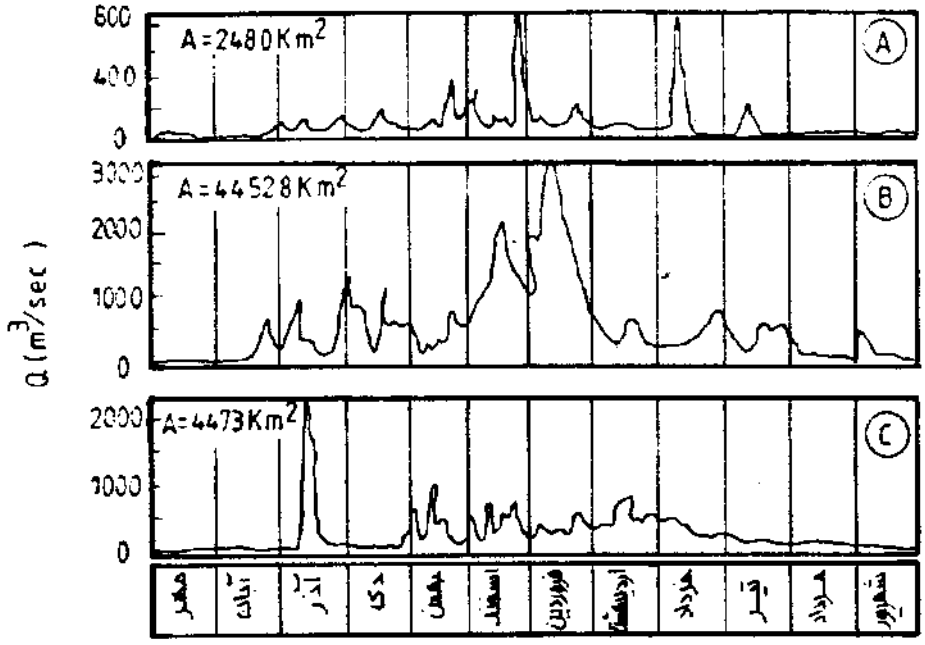
این بخش از مطالعات هیدرولوژی بسیار مهم است و نتایج آن تأثیر مستقیم در طراحی گوره دارد. تعیین کمیت سیلابها متناسب با دوره برگشتهای مختلف زمینه لازم را فراهم می‌کند تا با منظورنمودن ملاحظات فنی دیگر و عوامل اقتصادی و اجتماعی، سیل طراحی گوره انتخاب گشته و به تبع آن ابعاد و اندازه‌ها و بخصوص ارتفاع و فاصله گوره‌ها از یکدیگر تعیین گردد.

برای تحلیل سیلابهای یک رودخانه، لازم است بده‌های حداکثر لحظه‌ای[2] سالانه ثبت شده برای آن رودخانه به‌صورت سری سالانه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرد و مقادیر سیلابهای با دوره برگشتهای مختلف تعیین

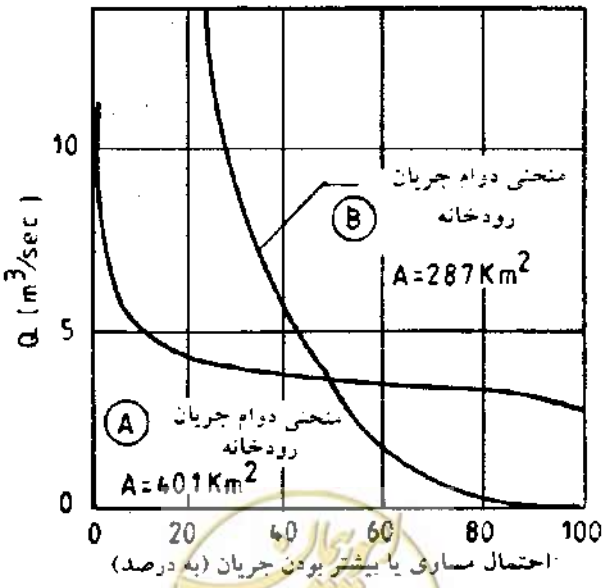
1- Hydrograph

2- Instantaneous Peak Discharge

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۳- نمونه‌هایی از آبنمود جریان سالانه



شکل ۳-۴- نمونه‌هایی از منحنی دوام جریان

omoorepeyman.ir

گردد. برای تحلیل آماری سیلاب، حداقل ۱۵ تا ۲۵ سال و برای مناطق خشک ۳۰سال آمار سیل سالانه لازم است [۱۸]. برای این تجزیه و تحلیل آماری، انتخاب یک توزیع احتمالاتی مناسب ضروری است. از جمله توزیعهای احتمالاتی مناسب می‌توان به توزیع گامبل [۱] و توزیع لوگ پیرسون [۲] اشاره کرد که در این زمینه می‌توان به مراجع معتبر هیدرولوژی مراجعه کرد.

۳-۴-۴ ارزیابی سیلاب در بازه‌های فاقد ایستگاه هیدرومتری

در حوضه‌هایی که ایستگاه هیدرومتری وجود ندارد و در نتیجه آمار و اطلاعات سیلابهای حوضه موردنظر در دسترس نیست، لازم است تا با استفاده از اطلاعات ایستگاههای هیدرومتری مجاور و بهره‌گیری از روشهای مناسب هیدرولوژیک نظیر: تحلیل منطقه‌ای فراوانی سیلاب [۳]، استفاده از هیدروگراف واحد [۴]، روش روندیابی سیلاب [۵]، استفاده از مدلهای هیدرولوژیک و یا معادله‌های تجربی مناسب، مقادیر سیلاب این‌گونه حوضه‌ها تعیین گردد. برای آشنایی با جزئیات هریک از این روشها به منابع کلاسیک و معتبر هیدرولوژی می‌توان مراجعه نمود.

۳-۵ مطالعات هیدرولیک

از مهمترین جنبه‌های مطالعاتی تمامی پروژه‌های رودخانه‌ای، مطالعات هیدرولیک رودخانه است. مطالعات هیدرولیک یک رودخانه معمولاً مشتمل بر دو بخش هیدرولیک جریان و هیدرولیک رسوب است که هریک به نوبه خود تأثیر تعیین‌کننده‌ای در انتخاب روشهای مهار سیل و ساماندهی رودخانه و همچنین تعیین مبانی طراحی اقدامات و سازه‌های رودخانه‌ای و از جمله گوره‌ها دارد.

در مطالعات هیدرولیک، شرایط عمومی جریان و مشخصات آن نظیر: سرعت و عمق، تراز و شیب (نیمرخ طولی) سطح آب، تنش برشی جریان، ظرفیت حمل رسوب، عمق آبشستگی و تعیین گستره سیلاب برای بده‌های مختلف و به‌ویژه سیل طراحی تعیین می‌گردد. در صورتی که در نظر باشد، گوره در مجاورت مجرای اصلی [۶] رودخانه احداث گردد، باید در مطالعات هیدرولیک، بده غالب [۷] و عرض بهینه رودخانه نیز تعیین شود. از طرف دیگر در صورت وجود موانع یا تغییرات ناگهانی در مسیر جریان نظیر: سد، بند انحرافی، پل، پیچهای تند، آبشار، گشاد یا تنگ‌شدگی مقطع، تلاقیگاه [۸] و دوشاخگی [۹] باید شرایط خاص جریان و تأثیر این موانع و یا تغییرات آن را بررسی

1- Gumbel Distribution
2- Pearson Type III
3- Regional Flood Frequency Analysis
4- Unit Hydrograh Method
5- Flood Routing Method
6- Main Channel
7- Dominant Discharge
8- Confluence
9- Bifurcation

omoorepeyman.ir

نمود. بخصوص آنکه معمولاً در چنین شرایطی، منحنی برگشت آب [1] به‌وجود آمده و وضعیت جریان در بالادست را متأثر می‌کند و موجب افزایش تراز سطح آب می‌گردد.

در مطالعات هیدرولیک، برای دستیابی به اهداف یاد شده، عوامل مختلفی دخیل است و باید اطلاعات مربوط به آنها در ابتدا تکمیل گردد. مهمترین این عوامل عبارتند از : بده جریان، غلظت رسوب، ابعاد هندسی مقطع، شیب بستر، ضریب زبری رودخانه و سیلابدشت، مشخصات دانه‌های مواد بستر و منحنی دانه‌بندی آن. در تعیین این عوامل، اقداماتی نظیر: اندازه‌گیری مستقیم، نقشه‌برداری و آبنگاری، نمونه‌برداری، عکسبرداری هوایی و انجام محاسبات به ویژه با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای ضرورت دارد.

نکته بسیار مهم در ارتباط با مطالعات هیدرولیک برای طراحی گوره‌ها آن است که شرایط هیدرولیک جریان رودخانه قبل و پس از احداث گوره‌ها بسیار متفاوت است. زیرا در شرایط عادی رودخانه، به‌دلیل پخش سیلاب در سیلابدشت و تأثیر ذخیره دره‌ای [2] در تسکین سیلاب، ارتفاع سیل، بده جریان و سرعت آن کمتر از زمانی است که گوره‌ها احداث شده باشند و این امر به‌دلیل حذف ذخیره دره‌ای و محدوده نمودن مجرای عبور سیلاب پس از احداث گوره‌هاست که از طرفی منجر به افزایش تراز سطح سیلاب می‌شود و از طرف دیگر بده عبوری و سرعت جریان را افزایش می‌دهد. بنابراین ضروری است تا پس از طراحی گوره‌ها و تعیین ارتفاع و شیب جانبی آنها مجدداً وضعیت جدید هیدرولیک جریان و آثار آن بر خود گوره، فرسایش یا رسوبگذاری بستر رودخانه و تأثیرات جریان بر بالادست و پایین‌دست بازه مورد مطالعه، بررسی گردد. در ادامه بحث، به بعضی نکات مهم در ارتباط با عوامل مؤثر در مطالعات هیدرولیک رودخانه اشاره می‌گردد:

۳-۵-۱ تعیین ضریب زبری رودخانه

ضریب زبری (مانینگ [3] یا شزی [4]) از مهمترین عوامل مؤثر برای تعیین بده، سرعت و عمق جریان و همچنین واسنجی [5] مدلهای ریاضی و فیزیکی مورد استفاده در مطالعات هیدرولیک است. این عامل بستگی مستقیم به شرایط هیدرولیک، دانه‌بندی مواد بستر، شکل مسیر، وضعیت پوشش گیاهی و سایر عوارض و عوامل مصنوعی و طبیعی در مسیر رودخانه و سیلابدشت دارد. تعیین ضریب زبری امری بسیار ضروری و حساس است که معمولاً براساس بازدیدهای محلی، اندازه‌گیری صحرایی، قضاوت مهندسی، استفاده از جداول راهنما و روابط تجربی امکانپذیر است. روشها و روابط مختلفی در منابع مربوط به هیدرولیک رودخانه و جریانهای با سطح آزاد برای تعیین ضریب

1- Backwater Curve
2- Valley Storage
3- Manning Coefficient
4- Chezy Coefficient
5- Calibration

omoorepeyman.ir

زبری ارائه شده است و می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. ولی در ارتباط با استفاده از هریک از آنها نکات زیر باید به دقت مورد توجه قرار گیرد :

الف - اثر سیلابدشت در شرایط سیلابی بسیار تعیین‌کننده است و حتماً باید در تعیین ضریب زبری مورد بررسی دقیق قرار گیرد و در محاسبات ملحوظ گردد و معمولاً ضریب زبری معادل برای کل مقطع تعیین می‌گردد.

ب - دانه‌بندی مواد بستر رودخانه و سیلابدشت در تمامی روابط ارائه شده، تأثیر مستقیم دارد و لذا لازم است تا در بررسیهای صحرایی، مسیر مورد مطالعه به شکل مناسبی به بازه‌های مختلف تقسیم شود و با نمونه‌برداری از مواد بستر در بازه‌های مختلف نسبت به تهیه منحنی دانه‌بندی آنها اقدام نمود.

ج - اکثر روابط ارائه شده توسط محققان مربوط به ضریب زبری مانینگ است، ولی ضریب زبری شزی نیز در مطالعات هیدرولیک رودخانه کاربرد وسیعی دارد. برای تعیین ضریب زبری شزی علاوه بر روابط مستقیمی که در منابع مربوط ارائه شده است، می‌توان از رابطه زیر که ارتباط آن را با ضریب زبری مانینگ برقرار می‌سازد، استفاده نمود:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

در این رابطه C ضریب شزی، n ضریب مانینگ و R شعاع هیدرولیکی مقطع جریان است. نکته قابل توجه دیگر آن است که در بعضی شرایط مناسب است که طراح در جهت افزایش ضریب اطمینان طرح، مقدار n را گاهی دست بالا (مانند تعیین n برای محاسبه ارتفاع‌گوره) و گاهی دست پایین (مانند تعیین سرعت جریان و مقایسه آن با سرعت مجاز) تعیین نماید.

د - در رودخانه‌های با بستر ماسه‌ای، شکل بستر به مقدار زیادی بر ضریب زبری n تأثیر می‌گذارد و بهتر است به جای ضریب زبری مانینگ از روش انیشتن - باربا‌روسا برای تعیین ضریب زبری رودخانه استفاده شود.

۳-۵-۲ تعیین منحنی تغییرات تراز سطح آب در مقاطع مختلف رودخانه و برای سیلابهای مختلف

از عوامل مهم دیگر در مطالعات هیدرولیکی که نقش تعیین کننده‌ای در تعیین ارتفاع‌گوره دارد، تراز سطح آب برای سیلابهای مختلف است. این عامل از یک طرف ارتباط مستقیمی با سیل طراحی دارد و از طرف دیگر مبنایی برای انتخاب ارتفاع و فاصله‌گوره‌های طرفین رودخانه و نهایتاً هزینه اجرای طرح است. بررسی تغییرات تراز سطح آب رودخانه مستلزم آگاهی از رابطه بده و تراز سطح آب و یا به عبارت دیگر تهیه منحنی سنجه [1] است.

تهیه منحنی سنجه در مقاطعی از رودخانه که ایستگاه آب‌سنجی [2] وجود دارد، با اندازه‌گیری همزمان بده و تراز سطح

1- Rating Curve

2- Hydrometry

omoorepeyman.ir

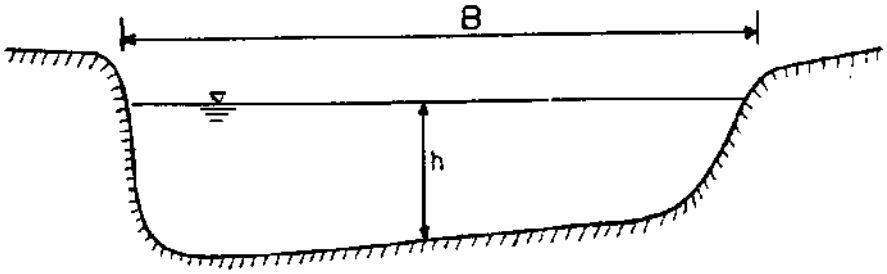
آب جریان رودخانه امکانپذیر است. ولی در بازه‌هایی که فاقد ایستگاه آب‌سنجی است، باید با استفاده از روشهای مناسب دیگر اقدام نمود. رابطه بده و عمق جریان در حالتی که مقطع مجرای جریان مرکب نباشد (شکل۳-۵) به‌صورت معادله زیر است:

$$Q = \frac{A}{n} R^{۲/۳} S_f^{۱/۲}$$

در صورتی که مسیر جریان سیل مرکب از مجرای اصلی رودخانه و سیلابدشت باشد (شکل ۳-۶) رابطه بده و عمق جریان به شکل معادله زیر است [۲۴]:

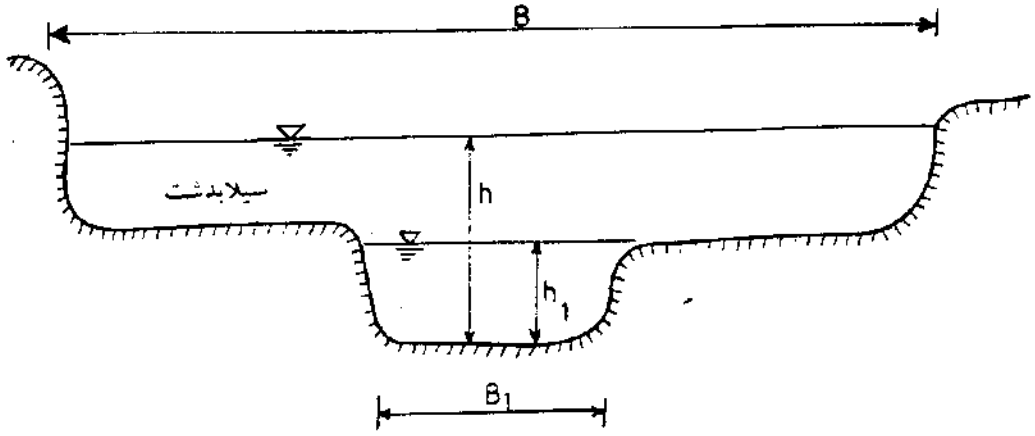
$$Q = \frac{1}{n} B_۱ h^{۱/۶} S_f^{۱/۲} [h^{۳/۲} + (\frac{B}{B_۱} - 1)(h - h_۱)^{۳/۲}]$$

در این معادلات Q بده (متر مکعب بر ثانیه)، n ضریب زبری مانینگ و S_f شیب خط انرژی، R شعاع هیدرولیک (متر) و A سطح مقطع جریان (متر مربع) است و بقیه عوامل در شکلهای ۳-۵ و ۳-۶ نشان داده شده است. نکته قابل توجه دیگر، در نظر گرفتن تأثیر شرایط بالادست و پایین‌دست بازه موردنظر برای مهار سیلاب است. در صورت وجود سد یا بند انحرافی در بالادست محدوده موردنظر و همچنین وجود پل یا بند انحرافی، سرریز یا تغییرات کشند (جزر و مد) در پایین‌دست، می‌توان انتظار فرسایش و تغییر بستر و یا تشکیل منحنی برگشت آب و رسوبگذاری در بازه مورد مطالعه را داشت که در نتیجه باید تأثیر این تغییرات را در طراحی گوره منظور کرد. همچنین، باید تأثیر بالاآمدن تراز سطح آب در اثر احداث گوره‌ها را که قبلاً اشاره شد، در طراحی در نظر گرفت.



شکل ۳-۵- مقطع ساده (غیرمرکب) یک رودخانه

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۶- مقطع رودخانه و سیلابدشت در شرایط سیلابی

۳-۵-۳ تعیین سرعت متوسط جریان

از جمله مشخصات جریان که در مطالعات هیدرولیکی رودخانه نقش مؤثری دارد، سرعت جریان است. اگرچه میزان سرعت در عمق و در عرض مقطع جریان متفاوت و متغیر است، ولی در کارهای مهندسی و به منظور طراحی سازه‌های رودخانه‌ای، برای ساده‌کردن موضوع، در بسیاری از موارد می‌توان به‌جای محاسبات پیچیده و استفاده از مدلهای دو بعدی یا سه بعدی برای تعیین سرعتهای لحظه‌ای و یا موضعی، از سرعت متوسط در مقطع جریان استفاده نمود.

تعیین سرعت متوسط در مطالعات رودخانه‌ها کاربرد فراوان دارد و معمولاً در تعیین رابطه بده - سنجه، تنش برشی بحرانی، محاسبه بار رسوبی، محاسبه عمق آبشستگی و طراحی سازه‌های حفاظتی مختلف مؤثر است و طبعاً در مطالعات مهار سیل و طراحی گوره‌ها نیز چنین نقشی را ایفا می‌کند و بخصوص در تعیین ارتفاع آب و در نتیجه ارتفاع گوره و همچنین در بررسی وضعیت فرسایش و رسوبگذاری رودخانه قبل و بعد از احداث گوره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای تعیین سرعت متوسط جریان می‌توان با توجه به اطلاعات، آمار و ابزار در دسترس از سه طریق عمل نمود: روش اول، روش مستقیم اندازه‌گیری در مقاطع موردنظر در رودخانه و بخصوص در مقاطع مجاور ایستگاههای آبسنجی و مقاطع کنترل نظیر: پلها و بندهای انحرافی و سرریزها که معمولاً در چند نقطه از عرض رودخانه و در اعماق مختلف اندازه‌گیری می‌شود. از این روش در شرایطی استفاده می‌شود که اطلاعات و آمار کافی از گذشته در دسترس نباشد.

omoorepeyman.ir

روش دوم، روش محاسبه نیمرخ طولی سطح آب است. برای این منظور در اختیار داشتن اطلاعات کافی در زمینه ابعاد هندسی مقاطع مختلف رودخانه و نیز عوامل مقاومت جریان ضروری است. در این صورت می‌توان با بهره‌گیری از مدلهای ریاضی و برنامه‌های کامپیوتری معتبر موجود نسبت به تحلیل شرایط هیدرولیکی، ترسیم نیمرخ طولی سطح آب و تعیین سرعتهای متوسط در طول مسیر و در مقاطع خاص موردنظر و برای جریانهای پایدار و یا ناپایدار، یکنواخت و یا غیریکنواخت اقدام نمود.

در روش سوم، عمدتاً از روابط تجربی مختلف که توسط محققان برای شرایط گوناگون رودخانه‌ای ارائه شده است، استفاده می‌گردد. این روش معمولاً در صورتی که امکان به‌کارگیری دو روش یاد شده نباشد، مورد استفاده واقع می‌شود و از تقریب بیشتری نیز برخوردار است. در استفاده از روابط تجربی باید به انطباق شرایط رودخانه مورد مطالعه با شرایطی که رابطه مورد استفاده در آن به‌دست آمده است، توجه نمود.

۳-۵-۴ فرسایش و رسوبگذاری ناشی از احداث گوره‌ها

همان طور که در مقدمه این مبحث اشاره شد، احداث گوره‌ها در طرفین یک آبراهه یا رودخانه موجب تغییر شرایط هیدرولیکی رودخانه به ویژه در مواقع سیلابی می‌شود. محدودکردن بستر سیلابی رودخانه منجر به افزایش سرعت و تنش برشی جریان در زمان سیل و در نتیجه بالارفتن انرژی فرسایش و ظرفیت حمل مواد جامد رودخانه خواهد شد. در چنین شرایطی زمینه لازم برای وقوع پدیده آبشستگی عمومی [1] در طول رودخانه و آبشستگی موضعی [2] در اطراف موانع و سازه‌های موجود در مسیر جریان فراهم می‌گردد. این امر در درازمدت اختلالهایی در سیستم رودخانه بوجود خواهد آورد و گاهی منجر به تخریب سازه‌های آبی موجود شده و یا آبگیری از رودخانه را مشکل می‌سازد.

به همین سبب لازم است در مطالعات هیدرولیکی گوره‌ها به این موضوع نیز توجه شود و با استفاده از روشهای معمول و روابط تجربی موجود و یا در شرایط خاص با ساخت مدلهای فیزیکی و به‌کارگیری مدلهای ریاضی مناسب، عمق فرسایش عمومی و موضعی برآورد و پیش‌بینی گردد.

از طرف دیگر ممکن است به دلیل وجود موانعی نظیر: پل، آبشکن، ایستگاه پمپاژ و غیره، بخصوص در سیلابهای با دوره بازگشت کم و یا در زمان فروکش سیلابهای بزرگتر، در نقاطی از مسیر رودخانه (مثلاً در بالادست موانع یاد شده) شاهد رسوبگذاری باشیم. این پدیده گاهی در بازه‌های پایین دست یک رودخانه، به‌دلیل کاهش شدید شیب در منطقه دشت نسبت به بازه‌های کوهستانی بالادست اتفاق می‌افتد که در نتیجه ظرفیت سیل‌گذری رودخانه را به ویژه برای سیلابهای آتی بسیار کاهش خواهد داد و لازم است با تخلیه رسوبات و در صورت امکان رفع موانع، امکان عبور سالمتر سیلاب فراهم گردد. برای کسب اطلاعات بیشتر و آشنایی با مبانی مطالعات و محاسبات فرسایش و رسوبگذاری به مراجع ذی‌ربط مراجعه شود.

1- General Scour

2- Local Scour

omranrepeyman.ir

۳-۶ تعیین سیل طراحی[1] یا سیلاب طرح

سیلاب طرح از مهمترین مبانی طراحی برای‌گوره‌ها و نیز سایر اقدامات مهار سیلاب است زیرا تأثیر بسیار زیادی بر هزینهٔ اجرای هر طرح دارد. به عبارت دیگر هر چه سیلاب طرح بزرگتر انتخاب شود، هزینهٔ اجرای‌گوره زیادتر و حفاظت در مقابل سیلاب بیشتر است. در طرحهای مهار سیلاب، انتخاب سیلاب طراحی بستگی به درجهٔ حفاظت مورد نیاز دارد. تأمین ایمنی یا حفاظت مطلق اراضی و تأسیسات در مقابل سیلاب نه تنها امکان‌پذیر نیست، بلکه به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری هنگفت اولیه، امری غیراقتصادی و نامعقول است. از این رو کشورهای جهان با توجه به امکانات فنی و اقتصادی و نیز شرایط اجتماعی و زیست محیطی خود، درجهٔ معینی از ایمنی یا حفاظت را برگزیده و آن را در طرحهای مهار سیلاب به کار می‌برند. چون در انتخاب سیلاب طراحی باید یک احتمال خطر[2] معقول یا به عبارت دیگر یک دورهٔ برگشت مناسب در نظر گرفته شود، بنابراین تصمیم‌گیری در این مورد اهمیت زیادی دارد و باید بر اساس ملاحظاتی مانند: شکل هیدروگراف سیل، مشخصات فیزیوگرافی حوضهٔ آبریز، اهمیت مناطق تحت حفاظت، محدودیتهای فنی و اقتصادی و ملاحظات اجتماعی و زیست محیطی و غیره صورت گیرد.

معیار انتخاب سیلاب طرح در طرحهای مهار سیلاب معمولاً بر اساس موارد زیر است:

- معیار تحلیل اقتصادی یا نسبت سود به هزینه
- استاندارد عملکرد[3]

۳-۶-۱ معیار تحلیل اقتصادی یا نسبت سود به هزینه

در روش انتخاب سیلاب طرح با معیار تحلیل اقتصادی، هزینه‌های انواع گزینه‌ها در مقایسه با خسارات ناشی از عدم اجرای طرح برآورد می‌شود و نتایج حاصله برای آسانی کار به صورت نمودار (شکل شماره ۳-۷) رسم می‌گردد. خسارتها شامل: خسارات مستقیم (مانند تخریب اراضی، جاده‌ها، پلها، تأسیسات آبرسانی، برق‌رسانی و ...) و خسارات غیرمستقیم (مانند از دست دادن شغل و پیشه، آوارگی و بی‌خانمانی، شیوع بیماریها، رکود فعالیتهای اقتصادی و ...) در طول عمر مفید پروژه است. سپس سیلاب طرح بر اساس حداکثر نسبت سود به هزینه و یا حداقل نسبت بزرگتر از ۱ انتخاب می‌گردد. سود یا درآمد حاصل از اجرای پروژه‌ها شامل: درآمدهای ملموس (مانند: افزایش ارزش تأسیسات و زمینهای حفاظت شده، جلوگیری از اتلاف محصولها و ...) و درآمدهای ناملموس (مانند: افزایش

1- Design Flood

2- Risk

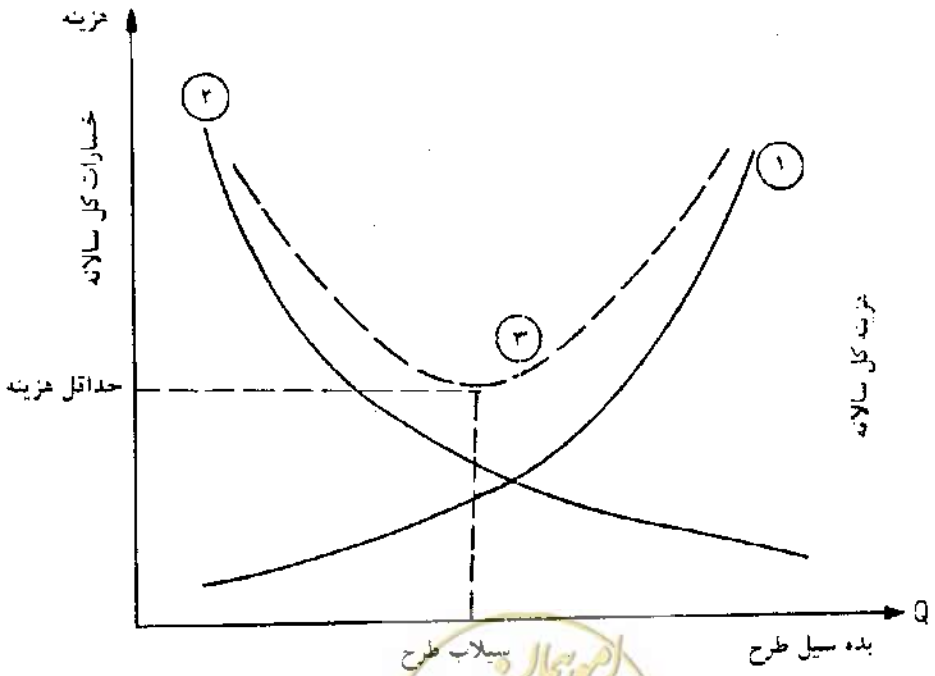
3- Standard of Performance

omegrepeyman.ir

اشتغال، کاهش مهاجرت و ...) است. هزینه پروژه نیز شامل: کلیه هزینه‌های ساخت، نگهداری، بهره‌برداری، استملاک اراضی، بهره سرمایه‌گذاری و کاهش ارزش پول است. در این روش محور قائم نمودار برای هزینه و محور افقی برای بده سیل در نظر گرفته می‌شود. سپس منحنی هزینهٔ متوسط سالانه طرح براساس طول عمر مفید برای گزینه‌های مختلف در مقابل بدهٔ سیل طراحی متناظر با هر گزینه به صورت منحنی شمارهٔ «۱» رسم می‌گردد. همچنین متوسط خسارت سالانهٔ سیل برحسب بده متناظر آن به صورت منحنی شمارهٔ «۲» رسم می‌گردد. با ترسیم مجموع دو منحنی «۱» و «۲» به صورت منحنی شمارهٔ «۳» و انتخاب کمینه آن، حداقل مجموع هزینه و خسارات سالانه و نیز سیلاب طرح متناظر با آن به دست می‌آید.

درجهٔ اطمینان به روش فوق، بستگی به عوامل زیر دارد :

- برآورد منطقی احتمال وقوع سیل در حال و آینده (با توجه به شرایط فعلی و نیز تأسیسات و سایر اقدامات آتی که روی رودخانه انجام می‌گیرد).
- تعیین دقیق گستره طرح برای دوره برگشتهای مختلف و تغییر این گستره با توجه به شرایط آینده
- میزان دقت برآورد خسارت در شرایط کنونی و آینده
- تعیین مقدار ارزش افزودهٔ اراضی تحت حفاظت از سیلاب



شکل ۳-۷- نمودار روش بهینه‌سازی انتخاب سیلاب طرح

omoorepeyman.ir

همهٔ عوامل فوق و نیز کمبود آمار و اطلاعات منظم و قابل‌اعتماد در کشور ما و بسیاری از کشورهای دیگر جهان باعث می‌شود. انتخاب سیلاب طرح با روش تحلیل اقتصادی تا حدی غیرعملی، غیرقابل‌اعتماد و گمراه‌کننده باشد. از این‌رو، ناگزیر با روشهای تجربی بر اساس استاندارد عملکرد، سیلاب طرح انتخاب می‌شود.

۳-۶-۲ استاندارد عملکرد

در این روش معیار انتخاب سیلاب طرح بر اساس استانداردهای متداول جهانی است که برای تحقق اهداف خاص طرح، مناسب تشخیص داده شده‌اند. استانداردهای سیلاب طرح برای طرحهای مهار سیلاب در تعداد زیادی از کشورهای دنیا و نیز توسط سازمانهای بین‌المللی مانند: سازمان ملل متحد یا مؤسسات وابسته به آن مانند: سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) و برنامه عمران سازمان ملل متحد (UNDP)، کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) و غیره بررسی و تدوین شده است. این استانداردها برحسب درجهٔ حفاظت تأمین شده، به شدت متفاوت است و استنتاج یک درجهٔ حفاظت معقول از آنها برای سرتاسر جهان، بسیار مشکل است و عموماً برحسب شرایط خاص هرکشور و یا هر طرح و پروژه انتخاب می‌گردد. معمولاً" انتخاب سیلاب طرح به چهار گروه اصلی شامل: مناطق کشاورزی، روستایی، صنعتی و شهری تقسیم می‌گردد که هرکدام از موارد، خود به چند زیرگروه مانند: توسعه یافته، توسعه نیافته و غیره طبقه‌بندی می‌گردد. جدول شمارهٔ ۳-۵ نمونه‌ای از استاندارد سیلاب طرح را در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد. از جدول مزبور می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دورهٔ بازگشت سیلاب طرح برای مهار سیلاب در هرکشور متناسب با شرایط و امکانات آن کشور متغیر و اکثراً بین ۱۰ تا ۱۰۰ سال است. دوره‌های بازگشت کمتر از ۱۰ سال برای اراضی کشاورزی توسعه نیافته و بیش از ۱۰۰ سال برای مناطق صنعتی و تجاری توسعه یافته است.

۳-۶-۳ توصیه‌هایی برای انتخاب سیلاب طرح

توجه به مراتب یاد شده و شرایط خاص منطقه‌ای، یک استاندارد پیشنهادی برای طرحهای مهار سیلاب به وسیلهٔ گوره‌ها به عنوان گامی اولیه توصیه می‌گردد:

- اراضی کشاورزی و مناطق روستایی توسعه نیافته (شامل: تعدادی روستا، جاده‌های محلی و شبکه‌های سنتی) دورهٔ بازگشت سیلاب طرح ۵ تا ۲۰ سال
- اراضی کشاورزی و مناطق روستایی توسعه یافته (روستاها، جاده‌ها، شبکه‌های آبیاری و زهکشی مدرن) دورهٔ بازگشت سیلاب طرح ۲۰ تا ۵۰ سال
- اراضی شهری و مراکز صنعتی و تجاری (توسعه نیافته) ۵۰ تا ۱۰۰ سال
- اراضی شهری و مراکز صنعتی و تجاری (توسعه یافته) ۱۰۰ تا ۲۰۰ سال
- برای سایر موارد مانند: تأسیسات حساس و مهم، مراکز تجاری و صنعتی استراتژیک و غیره باید مطالعات دقیقتر صورت گرفته و سیلاب طرح با دورهٔ بازگشت بزرگتر از ۲۰۰ سال انتخاب شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۵-نمونه‌ای از سیلهای استاندارد جهانی (دوره بازگشت سیل طراحی برحسب سال*) [۲۰]

کشور یا منطقه	تجاری	صنعتی	شهری	روستایی	کشاورزی	عمومی
استرالیا	۵۰-۱۰۰	۵۰-۱۰۰	۵۰-۱۰۰		۵-۵۰	
برونیی دارالسلام***	۱۰		۵			
بلغارستان	۱۰۰-۵۰۰			۳۰-۱۰۰	۵-۱۰	
چین**	۲۰۰			۱۰۰		
کلمبیا						۳۰
چکسلواکی	۱۰۰	۵۰			۷-۱۰	
هنگ‌کنگ	۵۰-۲۰۰	۵۰-۲۰۰	۵۰-۲۰۰	۱۰-۲۰۰	۲-۵	
مجارستان						۶۰
هند**	۵۰				۲۵	
اندونزی						۵-۲۰
ژاپن	۱۰-۲۰۰	۱۰-۲۰۰	۱۰-۲۰۰	۱۰-۲۰۰	۱۰-۲۰۰	
مالزی**	۵-۱۰۰	۵-۱۰۰	۵-۱۰۰	۵-۱۰۰	۵-۳۰	
فیلیپین**	۱۰۰			۵۰-۷۰		
لهستان	۱۰۰۰	۵۰۰		۱۰۰	۲۰-۱۰۰	
سنگاپور**	۵	۵	۵			
ترکیه	۱۰۰-۵۰۰	۱۰۰-۵۰۰				
انگلستان	۱۰-۱۰۰	۱۰-۱۰۰	۱۰-۱۰۰		۱-۱۰	
آمریکا	۲۵-۱۰۰	۲۵-۱۰۰	۲۵-۱۰۰		۵-۲۵	
شوروی (سابق)	۱۰۰۰	۱۰۰	۵۰		۱۰	
ونزوئلا						۵-۱۰
ویتنام						۲۰-۵۰

* سیلهای استاندارد در جدول بالا مربوط به ساماندهی و مهار سیلاب رودخانه است.

** استاندارد داده شده در این کشورها برای طراحی گوره است.

*** در این کشورها طراحی به‌گونه‌ای انجام می‌گیرد که تراز سیل ۱۰۰ ساله زیر ترازکف ساختمانها باشد.

omoorepeyman.ir

۳-۷ منابع قرضه و مصالح ساختمانی

در گذشته انتخاب منابع قرضه و مصالح ساختمانی به طور گسترده‌ای براساس نوع، کمیت و فاصله حمل مواد تعیین می‌گردید. امروزه به منابع قرضه توجه بیشتری شده و باید دقیقاً برنامه‌ریزی، مطالعه و طراحی شوند. زیرا در نظر گرفتن مواردی نظیر: جنبه‌های زیست‌محیطی، افزایش ارزش زمین و همچنین شناخت بیشتر از اثر متقابل منابع قرضه بر زه تحتانی، نیروی زیر فشار، پایداری عمومی گوره و موضوع فرسایش ضرورت دارد.

۳-۷-۱ نوع مصالح قرضه

مصالح مناسب برای احداث گوره باید دارای دو خاصیت اصلی زیر باشد:

- اولاً باید دارای مقدار کافی مواد درشت دانه باشد تا بتواند در مقابل فرسایش ناشی از جریان آب در مجاورت گوره مقاومت کند و در ضمن بتواند مقاومت برشی بالایی را که برای پایداری گوره مورد نیاز است، فراهم آورد.
- ثانیاً باید غیرقابل نفوذ باشد. از این‌رو باید به مقدار کافی مواد ریزدانه داشته باشد تا از تراوش اضافی که آثار ناخواسته‌ای در پایداری گوره دارد، جلوگیری نماید. چنین آثاری باعث خواهد شد تا تمهیدات خاص برای جلوگیری از بروز مشکلات ناشی از آن نیز ضروری گردد.

از آنجا که مصالح خاکی از قرضه‌های نزدیک و ترجیحاً از قرضه‌های کم‌عمق به موازات گوره و در سمت رودخانه [1] تأمین می‌گردد، از این رو چندان امکان انتخاب برای مصالح مورد استفاده وجود ندارد و حتی گاهی استفاده از مصالح ضعیف نیز با رعایت سایر مبانی فنی مورد نیاز اجتناب‌ناپذیر است. به جز خاکهای خیلی مرطوب ریزدانه با درصد رس خیلی زیاد، خاکهای آلی و نیز ماسه بادی، تقریباً هر نوع خاک برای ساختن گوره مناسب است، گرچه در مناطق خشک ممکن است به ناچار از خاکهای ماسه‌ای با تراکم خوب استفاده شود. قابلیت دسترسی و نزدیک بودن فاصله حمل از عوامل مهم در انتخاب منابع قرضه هستند. باتوجه به موضوعات فوق، طراح باید به ارزش انواع خاکها به عنوان مصالح ساختمانی گوره کاملاً واقف باشد. در حقیقت، طرح علمی و خوب یک گوره بستگی به مصالح به کار رفته در آن دارد و از این‌رو جانمایی گوره ممکن است تحت تأثیر موقعیت منابع قرضه با مصالح مناسب قرار گیرد.

برای مصالح ضعیف باید فاصله گوره‌های دو طرف رودخانه را بیشتر و ارتفاع آنها را کمتر در نظر گرفت. برای احداث گوره‌های متراکم، مصالح موردنظر باید با رطوبت مناسب کوبیده شود. در مواردی هزینه خشک کردن خاک پر آب تا رسیدن به درصد رطوبت مطلوب، بیشتر از آوردن خاک خشک از فاصله دور است. میزان درصد رطوبت آب موجود در مصالح منابع قرضه در فصلهای مختلف تغییر می‌کند و این امر باید در زمان ساخت گوره موردتوجه قرار گیرد. به همین علت ضرورت دارد که درصد رطوبت طبیعی مصالح قرضه براساس نمونه‌های گرفته شده در فصل اجرا تعیین گردد، زیرا این امر در زمان و نحوه اجرا تأثیر دارد.

1- Riverside

omoorepeyman.ir

خصوصیات یک خاک خوب برای ساختن گوره عبارت است از : چگالی زیاد، ریـزدانگـی نسـبی، چسـبندگی و نامنظمی در شکل ذرات. خاکی با این خصوصیات توده متراکمی تشکیل می‌دهد و مقاومت زیادی نسبت به تراوش آب خواهد داشت. خاکی که بیشتر این خصوصیات را دارد، خاک رسی با مقدارکمی شن و ماسه است. برخی از رسهای خالص وقتی که خشک شود منقبض می‌شود و ترک بر می‌دارد. مقدارکمی شن و ماسه در رس از این پدیده جلوگیری می‌کند، بدون اینکه به مقاومت رس لطمه‌ای بزند. خاک لوم [1] در درجه دوم ارزش پس از خاک رسی است. دانه‌های خاک لوم ریز است و خوب فشرده می‌شود. از طرف دیگر پایداری آن وقتی که اشباع شود، کم است.گوره با خاک لوم باید دارای مقطع بزرگتری نسبت به گوره با خاک رس باشد. ماسه چسبندگی نداشته و به عنوان مصالح ساختمانی گوره بسیار نامرغوبتر از رس و لوم است.گوره‌ای که با ماسه ساخته شود، باید مقطع بزرگی داشته و شیب شیروانی سمت رودخانه آن ۱ به ۵ باشد؛ مگر اینکه سطح آن در مقابل فرسایش ناشی از امواج و جریان آب محافظت شده باشد. در صورتی که بدنه گوره در محدوده شیروانیهای آن از رس و لوم سنگین ساخته شود، می‌توان از ماسه برای هسته [2] گوره در مناطق با پتانسیل زلزله‌خیزی کم، استفاده کرد، زیرا در مناطق زلزله‌خیز در شرایط زلزله، امکان روانگرایی هسته ماسه‌ای وجود دارد. شن در صورتی که به مقدارکم با رس مخلوط شده و به‌کار رود، مصالح با ارزشی است. شن همچنین پوشش سطحی خوبی برای حفاظت در مقابل فرسایش است. طراحی مقطع عرضی گوره باید براساس خصوصیات ضعیفترین خاکی که در ساخت آن به‌کار می‌رود، انجام گیرد.

حجم عظیمی از مصالح برای خاکریزی برای احداث گوره‌ها موردنیاز است که تهیه این حجم مصالح، از محلی به غیر از محدوده گوره‌ها اغلب غیراقتصادی خواهد بود. بدیهی است در شرایط خاص استفاده از منابع قرضه مناسب در مسافتهای نسبتاً دور به میزان محدود در یک طرح اجتناب‌ناپذیر است. در مواردی مخلوط کردن مصالح مناسب با مصالح نامناسب در صورت وجود، برای بهبود کیفیت مصالح ضرورت پیدا می‌کند که بررسی ایـن مـوضوع در مراحل پیشرفته مطالعات الزامی است.

براساس ویژگیهای انواع خاک که در بالا ذکر گردید و همچنین سایر ویژگیهای کم‌اهمیتتر، انواع گوناگون خاک در کتب مکانیک خاک براساس سودمند بودن آنها برای احداث گوره، طبقه‌بندی شده‌اند. جدول ۳-۶ طبقه‌بندی دفتر آبادانی ایالات متحده [3] است، که در رابطه با طراحی گوره، ستون مربوط به خاکریز همگن این جدول، موردنظر است. این جدول شن رس‌دار [4] را به عنوان مناسبترین (اولویت اول) و رسهای آلی [5] را به عنوان نامناسب‌ترین (اولویت دهم) نوع خاک معرفی می‌نماید. بقیه خاکها در ردیفهای بین این دو قرار دارند:

1- Loam
2- Core
3- United States Bureau of Reclamation (U.S.B.R)
4- Clayey Gravel (GC)
5- Organic Clays (OH)

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۶- طبقه‌بندی انواع خاکها (U.S.B.R) [۱۵]

نـــام گروههای خاک	گروه‌خاک	اولویت برای خاکریز همگن	خواص مهم فیزیکی			کارآیی به‌عنوان مصالح
			نفوذپذیری	مقاومت برشی	تراکم‌پذیری	
شن بادانه‌بندی مناسب،مخلوط شن و ماسه، با ریزدانه ناچیز	GW	–	نفوذپذیر	عالی	ناچیز	عالی
شن با دانه‌بندی نامناسب، مخلوط شن و ماسه، با ریزدانه ناچیز	GP	–	خیلی‌نفوذپذیر	خوب	ناچیز	خوب
شن لای‌دار، مخلوطی از شن و ماسه و لای با دانه‌بندی نامناسب	GM	۲	نیمه‌نفوذپذیر تا نفوذپذیر	خوب	ناچیز	خوب
شن رس‌دار، مخلوطی از شن و ماسه و رس با دانه‌بندی نامناسب	GC	۱	نفوذناپذیر	خوب‌تامتوسط	خیلی کم	خوب
ماسه با دانه‌بندی مناسب، ماسه شن‌دار، با ریزدانه ناچیز	SW	–	نفوذپذیر	عالی	ناچیز	عالی
ماسه با دانه‌بندی نامناسب، ماسه شن‌دار، با ریزدانه ناچیز	SP	–	نفوذپذیر	خوب	خیلی کم	متوسط
ماسه لای‌دار، مخلوط ماسه و لای با دانه‌بندی نامناسب	SM	۴	نیمه‌نفوذپذیر تا نفوذناپذیر	خوب	کم	متوسط
ماسه رس‌دار، مخلوط ماسه و رس با دانه‌بندی نامناسب	SC	۳	نفوذناپذیر	خوب‌تامتوسط	کم	خوب
لای‌های غیرآلی، ماسه‌های خیلی ریز، آرد سنگ، ماسه‌های ریز لای‌دار و رس‌دار با پلاستیسیته کم	ML	۶	نیمه نفوذپذیر تا نفوذناپذیر	متوسط	متوسط	متوسط
رس‌های غیرآلی با پلاستیسیته کم تا متوسط، رسهای شن‌دار، رسهای ماسه‌دار،رسهای‌لای‌دار،رسهای‌ضعیف	CL	۵	نفوذناپذیر	متوسط	متوسط	خوب تا متوسط
لای‌های آلی، رس و لای آلی با پلاستیسیته کم	OL	۸	نیمه نفوذپذیر تا نفوذناپذیر	ضعیف	متوسط	متوسط
لای‌های غیرآلی،ماسه‌های‌ریزمیکایی یا دیاتومه‌ای یا خاکهای لای‌دار، لای‌های الاستیک	MH	۹	نیمه نفوذپذیر تا نفوذناپذیر	متوسط تا ضعیف	بالا	ضعیف
رس‌دارهای‌غیر آلی‌باپلاستیسیته‌بالا، رس‌های چرب	CH	۷	نفوذناپذیر	ضعیف	بالا	ضعیف
رس‌های آلی، با پلاستیسیته متوسط تا زیاد	OH	۱۰	نفوذناپذیر	ضعیف	بالا	ضعیف
خاکهای مردابی و تمام خاکهای کاملاً آلی	PT	–	–	–	–	–

omoorepeyman.ir

۳-۷-۲ بررسیهای صحرایی و آزمایشگاهی

با استفاده از مطالعات زمین‌شناسی، ژئوتکنیک و مکانیک خاک که در مباحث قبلی مورد بررسی قرار گرفت، زمینه لازم برای بررسی منابع قرضه و مصالح ساختمانی فراهم می‌گردد. این موضوع از این دیدگاه اهمیت دارد که منابع قرضه و مصالح ساختمانی تأثیر بسیار مهمی بر اقتصاد طرح دارند. لذا شناسایی این منابع به‌ویژه در بازدیدهای صحرایی دارای اهمیت است و چنانچه گزارشهای قبلی زمین‌شناسی و ژئوتکنیک از منطقه طرح موجود باشد، می‌تواند همراه با بازدیدهای صحرایی کمک مؤثری در شناسایی منابع قرضه و مصالح ساختمانی مناسب محلی بکند. استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و تطبیق آن با محل و کاوشهای محلی شامل: بازدید از ترانشه‌های ایجاد شده توسط رودخانه یا حفاریهای ایجاد شده توسط مردم، اطلاعات ارزشمندی در مورد منابع قرضه در اختیار قرار خواهد داد.

مصالح قرضه باید دارای کیفیت مناسب باشد، رطوبت آنها نباید زیاد و جنس آنها نباید در طول مسیر خیلی متغیر باشد. همچنین منابع قرضه سنگی نیز برای استفاده‌های مختلف از جمله حفاظت شیروانی گوره‌ها و کناره‌های رودخانه در مقابل فرسایش، باید شناسایی شود و مورد ارزیابی قرار گیرد. با تهیه نمونه‌هایی از منابع قرضه در هنگام بازدیدهای صحرایی و نیز استفاده از مطالعات زمین‌شناسی و حفر گمانه‌های دستی و یا عمقی و آزمایشهای لازم مطابق آنچه که در مباحث ژئوتکنیک و مکانیک خاک مطرح شد، می‌توان مشخصات و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی مصالح منابع قرضه نظیر: طبقه‌بندی خاک، میزان رطوبت، حدود اتربرگ، تراکم‌پذیری، تحکیم‌پذیری، مقاومت برشی و چسبندگی و غیره را برای خاکهای ریزدانه چسبنده و همچنین طبقه‌بندی، دانه‌بندی، وزن مخصوص، میزان نفوذپذیری، تحکیم‌پذیری، مقاومت برشی، زاویه اصطکاک داخلی و غیره را برای خاکهای درشت‌دانه تعیین کرد.

در بررسیهای اولیه و شناسایی محلی منابع قرضه و مصالح ساختمانی، مواردی مانند:گردآوری اطلاعات مربوط به چاله‌های قرضه[1] (گودالهای آزمایشی حفر شده در منابع قرضه)، انجام آزمایش بر روی خاکهای سطحی و آزمایش نفوذ استاندارد ساده صحرایی در محل چاله‌های قرضه موردنظر، بررسی راههای موجود دسترسی به منابع قرضه و پیشنهاد راههای جدید در صورت نیاز و جمع‌آوری گزارشهای مطالعات قبلی و یا در حال انجام مربوط به سایر طرحها در منطقه باید انجام گیرد.

1- Borrow Pits

omoorepeyman.ir

در بررسی نهایی و دقیق برای انتخاب مصالح مناسب باید از هر لایه خاک چاله قرضه موردنظر به وسیله نمونه‌بردار خاک، حفاری ماشینی، حفاری دستی و غیره نمونه‌برداری گردد و آزمایشهای مورد نیاز بر طبق مندرجات جداول «۳-۱» و «۳-۲» انجام گیرد.

نتایج بررسیهای اولیه، شناسایی محلی و بررسیهای دقیق و نهایی در مورد منابع قرضه باید بر روی یک نقشه توپوگرافی دقیق با مقیاس مناسب پیاده گردد، به‌طوری‌که امکان محاسبه حجم مصالح در منابع قرضه را فراهم آورد و این نقشه باید به همراه گزارش ارائه گردد. نتایج آزمایشهای درجا و آزمایشگاهی انجام شده باید برای تهیه نیمرخهای عرضی خاک در مقیاس مناسب مانند ۱/۱۰۰ مورد استفاده قرار گیرد و نتایج آزمایشها برای هر نوع خاک در نیمرخ نشان داده شود. همچنین در صورت نیاز، محلهای منابع قرضه و راههای دسترسی به آنها بر روی نقشه با مقیاس مناسب مابین ۱/۵۰۰۰ تا ۱/۲۰۰۰۰ پیاده گردند.

۳-۷-۳ جانمایی

امکان دسترسی و فاصله از محل ساخت گوره، معمولاً تأثیر تعیین‌کننده در انتخاب محلهای قرضه دارد. محلهای قرضه باید ترجیحاً در سمت رودخانه گوره باشد: زیرا علاوه بر نزدیک‌بودن به محل احداث آن، به دلیل افزایش سطح مقطع مفید بین گوره‌های دو طرف رودخانه، به ظرفیت عبور سیل نیز می‌افزاید. محلهای قرضه دراز و کم عمق در امتداد مسیر گوره به علت فاصله حمل کم و داشتن حداقل آثار منفی زیست محیطی، مطلوب هستند. محلهای قرضه پهن و کم عمق بر گودالهای عمیق و باریک ترجیح داده می‌شود. زیرا امکان پیدایش مشکلاتی مانند پدیده رگاب و آثار منفی زیست محیطی کمتر می‌شود. منابع قرضه وسیع و یکپارچه معمولاً تنها برای ساخت گوره‌های مناطق شهری که منابع قرضه در مجاورت گوره وجود ندارد، به‌کار می‌رود. باید بین پنجه شیروانی گوره و لبه گودال قرضه، نواری نسبتاً پهن جا گذاشته شود (شکل ۳-۸-الف). پهنای این نوار بستگی به شرایط شالوده، ارتفاع گوره و مقدار زمین موجود دارد. در جایی که مواد نفوذپذیر شالوده به کف گودال قرضه نزدیک باشد، پهنای نوار مذکور با تحلیل تراوش به‌دست می‌آید و اگر شیروانی گودال قرضه به‌گوره نزدیک باشد، باید این پهنا را با تحلیل پایداری به دست آورد. گودالهای قرضه باید از نظر ایجاد رگاب در زیر گوره مورد توجه قرار بگیرد و یکی از دلایل گذاشتن فاصله بین پنجه گوره و لبه گودال قرضه همین است. بهترین فاصله باید حدود ۵ تا ۱۰ برابر ارتفاع بیشینه آب در مجاورت گوره باشد، اما در هر صورت به هیچوجه نباید کمتر از ارتفاع گوره باشد [۱۸]. عموماً پهنای این نوار در سمت خشکی[1] گوره باید ۲/۵ برابر پهنای نوار در سمت رودخانه گوره باشد. در رودخانه‌های بزرگ حداقل پهنای

1- Landside

omoorepeyman.ir

نوار برای سمت رودخانه ۱۲ متر و برای سمت خشکی ۳۰ متر در نظر گرفته می‌شود. یک نوار ساحلی نسبتاً پهن باید بین گودال قرضه و لبه رودخانه جا گذاشته شود تا از رسیدن فرسایش کناره رودخانه به گودال قرضه جلوگیری کند. پهنای این نوار ساحلی برای رودخانه‌های بزرگ ۶۰ متر به بالاست. همچنین در فواصل بین گودالهای قرضه، باید گذرگاههای[1] دست نخورده طبیعی به نسبت ۵ متر به ازاء هر ۱۲۰ متر درازای گودال، جا گذاشته شود تا دسترسی را ممکن سازد و نیز شالوده‌ای برای عبور دکلهای برق، لوله‌ها و خطوط ارتباطی باشد. به علاوه این گذرگاه از وقوع جریانهای ساحلی در نواحی قرضه که باعث فرسایش پنجه‌گوره می‌شود، جلوگیری می‌کند و رسوبگذاری را افزایش داده، باعث پرشدن گودال‌های قرضه می‌گردد. شیب شیروانی سمت پایین دست گودال قرضه در جهت جریان باید در حدود ۱ قائم به ۶ تا ۱۰ افقی باشد تا فرسایش ناشی از سرریز شدن را به حداقل برساند. در صورتی که قرار باشد، خطوط تأسیساتی و جاده‌های عمومی از روی این گذرگاهها عبور کنند، باید شیبها را کمتر در نظر گرفته و در صورت نیاز به روشهای مختلف از جمله سنگچینی آنها را حفاظت کرد [۱۴].

۳-۷-۴ طراحی گودالهای قرضه

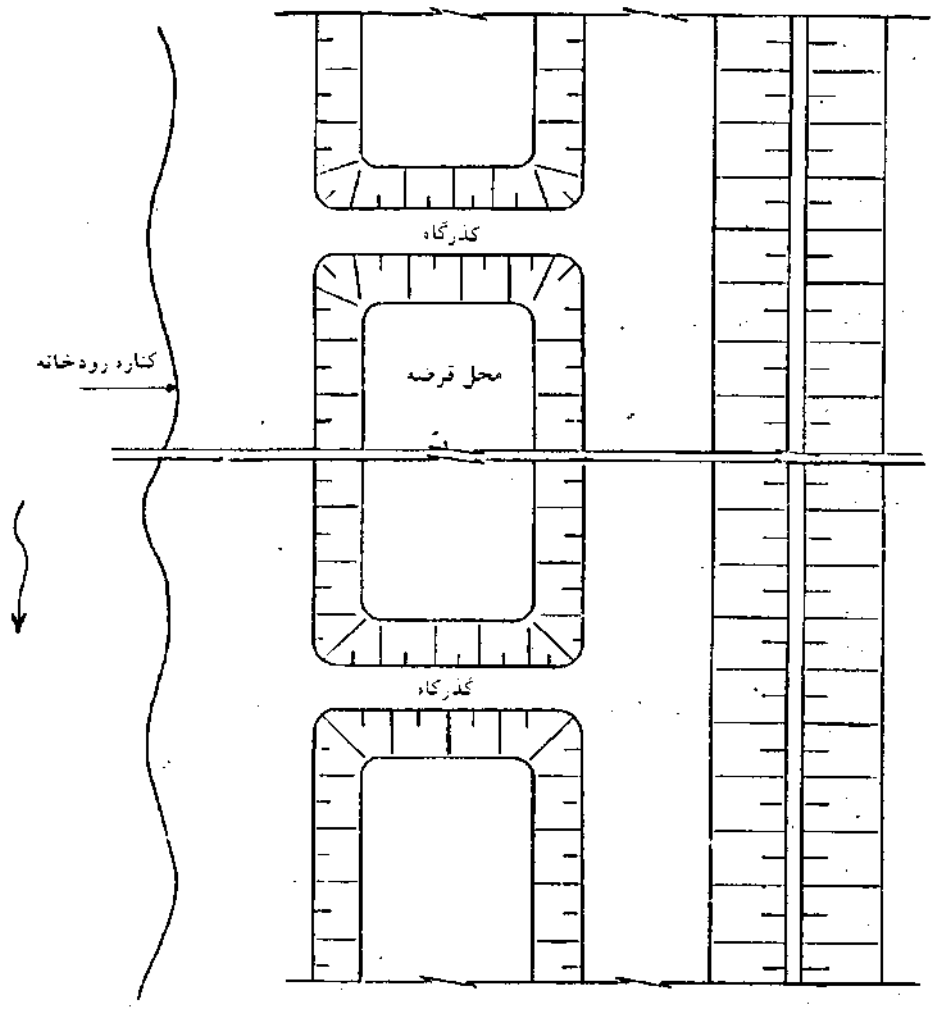
شیروانی گودالهای قرضه باید پایدار باشد. به ویژه این موضوع برای شیروانی گودالهای قرضه در مجاورت گوره‌ها مهم است. شیب شیروانی گودال قرضه در مجاورت گوره نباید تندتر از ۱ قائم به ۳ افقی باشد. همچنین در جایی که گودالهای واقع در سمت خشکی گوره باید برای کشاورزی پر و تسطیح شوند، تغییرات در شیب باید به گونه‌ای صورت گیرد که کار با ماشین‌آلات راحت باشد. عمق گودال قرضه بستگی به تراز سطح آب زیرمینی، عمق مصالح مناسب و ملاحظات زیست محیطی دارد. عمق گودال در سمت گوره نباید بیش از ۱متر باشد و کف گودال باید با شیب ملایمی، حداکثر تا عمق ۲/۵ تا ۳/۵ متر پایین رود. علت شیبدار بودن کف گودال قرضه در خلاف جهت موقعیت گوره، دورکردن زه از گوره است (شکل ۳-۸- ب). در صورت لزوم گودالهای واقع در سمت خشکی گوره، باید شیبدار باشد تا تراوش را به کمک آبراهه‌های تعبیه شده از گوره دور ساخته یا به موازات آن تخلیه سازد.

در محاسبه حجم منابع قرضه، باید ضریب انقباضی[2] حداقل برابر با ۲۵٪ در نظر گرفته شود. به عبارت دیگر حجم منابع قرضه باید حداقل ۱۲۵ درصد حجم مقطع عرضی گوره باشد. علت این امر، کاهش حجم مواد، اتلاف در حمل و سایر تلفات است. حریم مورد نیاز برای منابع قرضه حدود ۵ تا ۷ متر دورتر از لبه گودالهای قرضه است. این حریم اضافی، امکان ملایم کردن شیب گودالهای قرضه را فراهم می‌کند. ضمناً در صورت نیاز به منابع قرضه اضافی در دوره بهره‌برداری از گوره، امکان تأمین مصالح موردنیاز از محل حریم گودالهای قرضه وجود دارد [۱۴].

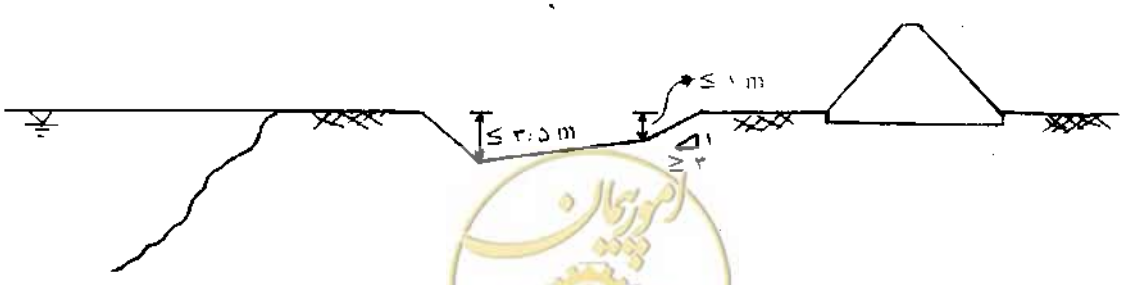
1- Traverse

2- Shrinkage

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۸- الف : محل قرضه در حاشیه رودخانه



شکل ۳-۸- ب : مقطع عرضی ازگوره و محل قرضه در حاشیه رودخانه

omegrepeyman.ir

۴- طراحی گوره‌ها

در این فصل اصول و روشهای طراحی گوره‌ها ارائه می‌گردد. بررسی این اصول و روشها بدون شناخت عوامل تخریب گوره‌ها، امکانپذیر نیست. با شناخت عوامل تخریب گوره‌ها، می‌توان راه‌حلهای مقابله با آن را در هنگام طراحی در نظر گرفت تا از وقوع خطرهای بعدی در هنگام بهره‌برداری جلوگیری گردد. از این رو برای طراحی و اجرای صحیح گوره‌ها، شناخت عوامل تخریب آن ضروری است و به همین دلیل در ابتدای این فصل به بررسی عوامل اصلی تخریب گوره‌ها پرداخته می‌شود:

۴-۱ عوامل تخریب گوره‌ها

عوامل اصلی تخریب گوره‌ها عبارتند از :

- سرریز کردن آب از روی گوره در حالت سیلابی
- فرسایش سطحی شیروانی گوره ناشی از جریان آب، برخورد امواج، بارندگی، باد، عوامل انسانی و ...
- تراوش و ایجاد پدیده رگاب در بدنه گوره و شالوده آن
- لغزش و گسیختگی شیروانیهای خاکریز گوره و شالوده آن
- تخریب گوره به وسیله حیوانات و انسان

در مورد سرریز کردن جریان آب از روی گوره‌ها باید اذعان داشت که ارتفاع ناکافی یکی از عوامل اصلی تخریب گوره‌هاست. این امر به علل مختلف، از جمله: وقوع سیل با بده‌ای بیش از بده سیلاب طراحی، کاهش ظرفیت آبگذری رودخانه به دلیل تغییر در شرایط هیدرولیکی و ریخت‌شناسی آن و کاهش ارتفاع گوره ناشی از نشست بدنه و شالوده آن است. در رابطه با سرریز کردن آب از روی گوره و راههای مهار آن در مبحث ۵-۵ مربوط به بزرگسازی گوره‌ها [1] بحث خواهد شد.

فرسایش سطحی شیروانی گوره به ویژه شیروانی سمت رودخانه‌ای آن می‌تواند منجر به تخریب گوره بشود؛ لذا هر قسمت از گوره که انتظار فرسایش و آبشستگی شیروانی آن می‌رود، باید در مقابل عوامل تخریب نظیر: جریان آب، امواج، رگبار و سایر عوامل فرساینده محافظت شود. مواردی نیز وجود دارد که فرسایش و آبشستگی آنقدر شدید است که سبب می‌شود گوره تحت اثر زیرکنی [2] از زیر خالی شود که اصطلاحاً به پدیده غارکنی [3] نیز موسوم است. این امر منجر به تخریب تدریجی گوره می‌شود، به طوری که کم‌کم این تخریب به شیروانی سمت خشکی گوره می‌رسد و آن را نیز تخریب می‌کند. در این مرحله اراضی اطراف در معرض تهاجم سیل قرار خواهد گرفت؛ مگر اینکه گوره‌های اضطراری در پشت گوره اصلی ایجاد گردد. در مورد روشهای مهار فرسایش و حفاظت شیروانی گوره در مبحث مربوط به آن بحث خواهد شد.

1- Levee Enlargement

2- Undercutting , Undermining

3- Caving

omoorepeyman.ir

تراوش در بدنه و شالوده‌گوره در موارد بسیاری منجر به خرابی شده است. زیرا اگر شرایط خاک برای فرسایش ناشی از تراوش آب مساعد باشد، موجب شسته شدن آن در نقاط مساعد می‌گردد و در صورت ادامه یافتن این حالت، پدیده رگاب، پدیده جوشش ماسه[1] و یا پدیده پوسته‌ای شدن[2] شیروانی سمت خشکی گوره رخ می‌دهد. هر کدام از پدیده‌های یاد شده می‌تواند منجر به تخریب گوره بشود. در مورد این مسائل نیز در مباحث بعدی بحث خواهد شد. لغزش و گسیختگی شیروانیهای گوره و شالوده آن و نیز تغییر مکان یا روان شدن خاک بدنه‌گوره که عمدتاً ناشی از عدم دقت در رعایت نکات فنی ژئوتکنیک و مکانیک خاک شالوده و مصالح خاکریز و نیز نحوه اجراست، در مواردی منجر به تخریب گوره می‌شود. جدول «۴-۱» شرایط تهدید کننده ایمنی گوره‌ها را به نقل از گروه مهندسان ارتش آمریکا[3] نشان می‌دهد. در هر حال اگر کلیه شرایط فوق نیز رعایت شود، باز در جریانهای سیلابی بزرگ، خطر فرسایش شیروانی گوره‌ها بسیار تهدید کننده است و باید تمهیدات لازم را برای مهار فرسایش آنها به کار برد. زیرا در صورت فرسایش شیروانی گوره و نیز از زیر خالی شدن گوره توسط جریانهای عادی یا سیلابی رودخانه، تخریب شیروانیها هرچند که مقاوم باشند، امری بدیهی است، چون پایداری چندانی برای مقاومت در مقابل تخریب وجود ندارد، به ویژه در حالی که شیروانیها حالت قائم به خود بگیرند و یا اینکه زیر آنها خالی شود. این پدیده در موارد بسیاری، به ویژه مواقعی که سرعت آب زیاد باشد، مشاهده می‌گردد.

جدول ۴-۱- شرایط تهدیدکننده ایمنی گوره‌ها [۱۴]

نقص	اثرات ممکن
پاکسازی‌نشدن شالوده از مواد آلی	- نشست غیریکنواخت - گسیختگی برشی - فرسایش داخلی که به وسیله تراوش در بدنه ایجاد می‌شود.
وجود مواد با خاصیت آلی زیاد، یا خیلی زیادخیس یا خشک در خاکریز	- نشست خیلی زیاد - مقاومت ناکافی
قرارگیری لایه‌های نفوذپذیر بطور کامل در سرتاسر طول خاکریز	منجر به تراوش در داخل بدنه‌گوره می‌شود که ممکن است به فرسایش درونی و شکست‌گوره منتهی گردد.
تراکم ناکافی خاکریز (لایه‌های خیلی ضخیم، عدم کاربرد کافی تجهیزات متراکم‌کننده و ...)	- نشست خیلی زیاد - مقاومت ناکافی - ایجاد زه در داخل بدنه‌گوره
تراکم ناکافی خاک در اطراف سازه‌های متقاطع با خاکریز	- نشست خیلی زیاد - مقاومت ناکافی - ایجاد تراوش در سطح بین سازه و خاکریز که ممکن است به فرسایش درونی وتخریب‌ناشی‌ازپدیده‌رگاب‌منجرشود.

1- Sand Boils

2- Sloughing

3- U.S. Army Corps Of Engineers

omoorepeyman.ir

۲-۴ پایداری گوره

گوره‌های با ارتفاع کم وگوره‌هایی که با استفاده از مصالح خوب بر روی شالوده‌های مستحکم احداث می‌گردند، نیاز به تحلیل دقیق پایداری ندارد و انجام دادن تحلیلهای ساده‌تر کفایت می‌کند. در چنین شرایطی، رعایت بعضی نکات عملی نظیر: نوع و روش ساخت، تعمیر و نگهداری گوره و چگونگی حفاظت شیروانیهای آن در تعیین میزان شیب شیروانی مؤثر است. اما زمانی‌که در زمینه تأمین مصالح مناسب برای ساخت‌گوره و یا شرایط شالوده نگرانی وجود داشته باشد، طراحی مطمئن مقطع‌گوره نیازمند به تحلیل دقیق پایداری آن است.

دو روش اساسی که در تحلیل پایداری‌گوره‌ها در مقابل گسیختگی برشی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ عبارت است از:

الف) یک سطح لغزش دایره‌ای شکل که در شالوده یا بدنه‌گوره اتفاق می‌افتد.

ب) یک سطح گسیختگی مرکب از یک سطح افقی طولانی در یک شالوده نسبتاً ضعیف یا یک لایه نازک شالوده که به سطوح صاف موربی که از شالوده و بدنه‌گوره عبور می‌کند، متصل می‌شود و به سطح زمین می‌رسد.

در تحلیلهای پایداری که بر اساس فرضیه ایجاد سطح لغزش دایره‌ای شکل استوارند، یا روش سوئدی اصلاح شده [۱] (که نیروها را در دو طرف سطوح لغزش مورد توجه قرار می‌دهد) به کار می‌رود و یا روش ساده‌تر لغزش سوئدی [۲] (که فرض می‌کند نیروهای لغزش در مقدار مساوی و موازی با سطح مبنای هر لایه لغزش هستند) مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۴]. براساس چنین روشهایی، برنامه‌های کامپیوتری مختلفی تهیه شده که می‌توان برای تحلیل پایداری بدنه و شالوده‌گوره‌ها از آنها استفاده نمود. در عین حال برای تحلیل پایداری‌گوره‌ها می‌توان از روشهای دیگری نظیر: روش مورگان استرن [۳]، اسپنسر [۴]، یانبو [۵] و روش بیشاپ [۶] استفاده کرد.

در مطالعه و تحلیل پایداری‌گوره‌ها، همانند همه سازه‌های خاکی که در مجاورت آب قرار دارند، باید به موضوع تخریب ناشی از سرریز شدن جریان سیل از تاج‌گوره نیز توجه نمود و در همین رابطه برای تأمین ایمنی لازم در مقابل عبور سیل و برخورد امواج حاصله از باد و غیره، ارتفاع آزاد [۷] مناسبی در نظر گرفت. از دیگر مسائلی که در پایداری‌گوره‌ها باید در نظر گرفت، زهکشی اراضی پشت‌گوره‌ها و تخلیه جریان آبراهه‌های فرعی منتهی به رودخانه است که پس از احداث‌گوره، مسیر آنها مسدود می‌گردد. همچنین فرسایش‌گوره‌ها در مقابل جریان سیل، ضربات موج و بارندگی است که در بخش قبل مورد بحث قرار گرفت.

1- The Modified Swedish Method
2- The Swedish Slide Method
3- Morgan Estren
4- Spenser
5- Yanbo
6- Bishop
7- Freeboard

omoorepeyman.ir

در ادامه مبحث، به حالات مختلف بارگذاری گوره‌ها که نیازمند به تحلیل دقیق پایداری شالوده و بدنه‌گوره است، اشاره خواهد شد. در هر حالت، بسته به نوع و شرایط خاک، باید از مشخصه‌های مقاومتی خاک مربوط به آن حالت استفاده نمود. برای کسب اطلاعات بیشتر و جزئی‌تر مربوط به هر حالت در ارتباط با مقاومت برشی مورد استفاده، روش تحلیل و فرضیات هر حالت، لازم است به کتب مکانیک خاک معتبر مراجعه شود.

۴-۲-۱ حالات مختلف تحلیل پایداری گوره

۴-۲-۱-۱ حالت پایان ساخت گوره

این حالت بیانگر شرایط زهکشی نشده برای خاکهای نفوذناپذیر شالوده و بدنه‌گوره است. در چنین حالتی، فشار آب منفذی اضافی وجود دارد، زیرا زمان کافی برای تخلیه آب موجود در خاک نبوده است. نتایج آزمایشهای UU (تحکیم نیافته - زهکشی نشده[1]) در تحلیل پایداری خاکهای چسبنده با شرایط یاد شده و نتایج آزمایشهای CD (تحکیم یافته - زهکشی شده[2]) در تحلیل پایداری خاکهای درشت دانه‌ای که به سرعت زهکشی می‌شوند و درنتیجه هیچ فشار آب منفذی اضافی نخواهند داشت، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تحلیل پایداری در حالت پایان ساخت گوره برای شیروانیهای هر دو سمت گوره (سمت رودخانه و سمت اراضی اطراف رودخانه) کاربرد دارد.

۴-۲-۱-۲ حالت افت ناگهانی[3] تراز سیل

این حالت بیانگر شرایطی است که در آن یک سیل طولانی مدت، حداقل بخش عمده‌ای از بالادست (سمت رودخانه) بدنه‌گوره را اشباع می‌کند و قبل از اینکه خاک فرصت زهکشی پیدا کند، تراز سیلاب سریعتر پایین می‌آید. در نتیجه فشار آب منفذی افزایش می‌یابد و موجب ناپایداری شیروانی بالادست گوره می‌گردد. در چنین حالتی تحلیل پایداری گوره‌ای که از خاک نفوذناپذیر (چسبنده) ساخته شده است، باید براساس مشخصه‌های مقاومتی خاک در شرایط CU (تحکیم‌یافته - زهکشی نشده) انجام گیرد و برای گوره‌های ساخته شده از خاکهای نفوذپذیر (دانه‌ای) باید از نتایج آزمایشهای CD استفاده نمود.

۴-۲-۱-۳ حالت تراز سیل بحرانی[4]

این حالت مربوط به شرایطی می‌شود که به موجب آن چندین سیل متمادی با تراز متوسط، بدنه‌گوره را اشباع می‌کند

1- Unconsolidated - Undrained
2- Consolidated - Drained
3- Rapid (Sudden) Drawdown
4- Critical Flood Stage

omoorepeyman.ir

و شرایط تراوش پایدار پدید می‌آید، این حالت نظیر شرایط ایجاد شده برای یک سد خاکی با مخزن آب نیمه‌پر است و لذا تحلیل پایداری مشابهی با آن دارد. مشخصه‌های مقاومت برشی طرح برای خاکهای نفوذناپذیر، در شرایطی که مقاومت حاصل از آزمایش CD کمتر از مقاومت حاصل از آزمایش CU باشد، باید متناسب با میانگین منحنی پوش مقاومت در دو حالت CD و CU باشد. برای گوره‌های ساخته شده از خاکهای نفوذپذیر (دانه‌ای)، مقاومت برشی طرح باید برابر با مقاومت حاصل از آزمایش CD باشد.

۴-۲-۱-۴ حالت تراوش پایدار ناشی از تراز بالای سیل[1] در شرایط سطح زهکشی آزاد کامل[2]

این شرایط زمانی اتفاق می‌افتد که سطح آب سیل برای مدت طولانی در بالاترین سطح ممکن قرار می‌گیرد به نحوی که بدنه گوره کاملاً اشباع می‌شود و شرایط تراوش پایدار پدید می‌آید. این شرایط ممکن است برای پایداری شیروانی پایین‌دست (سمت خشکی) گوره بحرانی باشد، مقاومت برشی طرح در این حالت نظیر حالت سوم یعنی وقوع حالت سیل بحرانی است.

۴-۲-۱-۵ حالت تراوش پایدار ناشی از تراز بالای سیل در شرایط سطح زهکشی آزاد غیرکامل[3]

این حالت اساساً شبیه حالت قبل است. با این تفاوت که مدت رخداد بالاترین تراز سیل به حدی نیست که تمامی بدنه گوره به حالت اشباع کامل درآید و در نتیجه شرایط تراوش پایدار در بخشی از خاکریز پدید می‌آید. در این حالت باید تخمین زد که چه قسمتی از بدنه گوره در شرایط تراوش پایدار قرار دارد. این تخمین بستگی به عواملی نظیر مدت وقوع سیل، نفوذپذیری و تخلخل مؤثر مصالح به کار می‌رود در ساخت گوره و مشخصات هندسی و ناحیه‌بندی گوره دارد. باید توجه داشت در صورتی که پایداری گوره برای حالت چهارم تحلیل شود، نیازی به تحلیل آن در این حالت نخواهد بود و برعکس. به هر حال، اگر این حالت به جای حالت چهارم تحلیل شود، باید ثابت نمود که حالت چهارم رخ نخواهد داد.

۴-۲-۱-۶ حالت مربوط به شرایط وقوع زلزله

بارگذاری ناشی از وقوع زلزله معمولاً در تحلیل پایداری گوره‌ها در نظر گرفته نمی‌شود، زیرا احتمال وقوع زلزله همزمان با وقوع سیل و بالا بودن تراز آب بسیار کم است. گوره‌های ساخته شده از مصالح غیرچسبنده سست و همچنین گوره‌های ساخته شده روی شالوده‌های با مصالح غیرچسبنده و سست در معرض تخریب ناشی از وقوع

1- Full Flood Stage

2- Fully Developed Phreatic Surface

3- Partially Developed Phreatic Surface

omranrepeyman.ir

پدیده روانگرایی در زمان زلزله هستند. از این رو بررسی و تحلیل این پدیده برای چنین‌گوره‌هایی باتوجه به اهمیت خودگوره و شدت زلزله محتمل ممکن است نیاز باشد. کنترل پایداری برای شرایط وقوع زلزله درگوره‌های واقع در مناطق مسکونی و صنعتی باید انجام شود و این کنترل برای حالات ۴-۲-۱-۱ تا ۴-۲-۱-۵ ضروری است و نباید آن را کم‌اهمیت شمرد. در این حالات تحلیل پایداری عموماً به‌کمک مشخصه‌های تنش مؤثر خاک به همراه فشار آب حفره‌ای انجام می‌گیرد.

۴-۲-۲ حداقل ضریب اطمینان قابل قبول برای پایداری گوره

حداقل ضرایب اطمینان برای پیش‌بینی شرایط طرح در تحلیل پایداری‌گوره‌ها در حالات مختلف شرح داده شده در قبل و مشخصه‌های مقاومتی موردنیاز هریک در جدول «۴-۲» آورده شده است:

جدول ۴-۲- حداقل ضرایب اطمینان در تحلیل پایداری‌گوره [۱۴]

شماره حالت	شرایط طرح	شیب بحرانی مورد تحلیل	مشخصه‌های مقاومتی مورد استفاده	حداقل‌ضرایب اطمینان
اول	پایان ساخت	بالادست‌وپایین‌دست*	UU یا CD	۱/۳
دوم	افت ناگهانی سطح‌آب	بالادست	CU یا CD	۱
سوم و چهارم	تراز متوسط سطح آب رودخانه	بالادست	CD اگر CD کمتر از CU باشد $\frac{CU+CD}{۲}$ اگر CU کمتراز CD باشد	۱/۴
پنجم	تراوش پایدار ناشی از تراز بالای سیل	پایین‌دست	CD اگر CD کمتر از CU باشد $\frac{CU+CD}{۲}$ اگر CU کمتراز CD باشد	۱/۴
ششم	زلزله (همراه با حالات اول، سوم و چهارم با بارگذاری)	بالادست و پایین‌دست	مربوط به هر حالت مورد تحلیل	۱

* منظور از بالادست، سمت رودخانه‌ای‌گوره و منظور از پایین‌دست سمت خشکیهای پشت‌گوره است.

۴-۲-۳ روشهای افزایش پایداری گوره

برای افزایش پایداری‌گوره‌ها، روشهای مختلفی برای اصلاح شالوده و بدنه‌گوره قابل توصیه است که به طور مختصر بیان می‌گردد. به طورکلی می‌توان گفت روشهای مختلف بر دو محور اصلاح شالوده‌های سست و یا تراکم‌پذیر و اصلاح بدنه‌گوره با تغییر سطح مقطع آن استوار است.

omranrepeyman.ir

۴-۲-۳-۱ اصلاح شالوده با جایگزینی خاک مناسب

مناسبترین روش برای اصلاح شالوده‌های سست و یا با قابلیت تراکم‌زیاد، برداشت لایه نامناسب خاک از زیرگوره و جایگزینی آن با خاک مناسب و تراکم آن است. بدیهی است این روش در جاهایی امکانپذیر است که عمق لایه نامناسب زیاد نیست و جایگزینی خاک مناسب نیز از نظر اقتصادی قابل توجیه است.

۴-۲-۳-۲ اصلاح شالوده با ریختن مصالح مناسب[1]

گاهی لازم است که گوره‌های کوتاه در مردابها یا بستر رودخانه‌ها و بر روی مواد ریزدانه بسیار سست که محتوی مواد آلی فراوانی است، احداث گردند. اگرچه ممکن است ضخامت این لایه نامناسب زیاد نباشد، ولی قطعاً برداشت آنها کاری مشکل و پرهزینه است. لذا برای ساخت یک‌گوره با پایداری مطلوب، اقدام به ریختن مصالح مناسب از یک سمت مرداب یا رودخانه می‌شود که به مرور با افزایش وزن این خاکریزی مواد سست بستر به سمت دو طرف‌گوره و به طرف جلو جابه‌جا می‌گردد و مصالح مناسب جایگزین آن می‌شود. با ادامه عملیات خاکریزی،گوره به ارتفاع مورد نیاز دست‌یافته و امتداد می‌یابد. از نقطه‌ضعفهای این روش آن است که ممکن است بخشی از مواد سست بستر در زیرگوره باقی بماند و در نتیجه موجب لغزش‌گوره هنگام ساخت و یا نشست آن پس از اتمام ساخت گردد. در این روش مصالح تشکیل دهنده بدنه‌گوره غیرمتراکم است و این امر باید در طراحی مقطع آن مورد توجه قرار گیرد. در صورتی که اصلاح شالوده‌گوره در یک مسیر طولانی در یک ناحیه ناپایدار مانند باتلاق مدنظر باشد، استفاده از روشهای انفجاری برای جابه‌جایی یا تراکم مصالح سست می‌تواند مطرح باشد که برای این منظور باید از مراجع مربوط کمک گرفت.

۴-۲-۳-۳ اصلاح شالوده با روش ساخت چند مرحله‌ای

در صورتی‌که شالوده یک‌گوره، تحمل بار کامل‌گوره را بر اثر ساخت ممتد آن و افزایش فشار آب منفذی در شالوده و عدم تخلیه سریع آب اضافی در طول ساخت نداشته باشد، از روش ساخت چند مرحله‌ای استفاده می‌شود. در این روش بدنه خاکریز در چند مرحله با فاصله زمانی مناسب احداث می‌گردد تا فرصت کافی برای تخلیه آب اضافی از شالوده ایجاد گردد و مقاومت خاک افزایش یابد و بار بیشتری تحمل کند. این روش زمانی مؤثر است که به دلیل لایه‌بندی مناسب شالوده، شرایط زهکشی فراهم، مسیر زهکشی کوتاه شده و سرعت کاهش فشار منفذی زیاد باشد. در غیر این صورت لازم است تا با استفاده از چاههای زهکشی ماسه‌ای (به قطر حداقل ۲۵ سانتیمتر و فواصل ۳ تا ۵متر) مسیر زهکشی راکوتاه نمود.

1- Displacement by End Dumping

omoorepeyman.ir

۴-۲-۳-۴ اصلاح شالوده با روش تراکم ماسه‌های سست

احتمال وقوع پدیده روانگرایی در شالوده‌های متشکل از رسوبات ماسه‌ای سست وجـود دارد. ازآنـجاکـه اصـلاح این‌گونه شالوده‌ها با روشهای متراکم کردن ماسه سست نظیر روش لرزه‌ای، بسیار پر هزینه است، لذا تنها برای تقویت پی سازه‌های مهم مانند: ایستگاههای پمپاژ، سرریزها، کانالها، دریچه‌ها و غیره در سیستم‌گوره از این روشها استفاده می‌شود و عمدتاً برای مقابله با پدیده روانگرایی از روشهای دیگری نظیر: افزایش ارتفاع آزاد، عریضتر کردن تاج‌گوره و کاهش شیبهای طرفین آن باید استفاده کرد.

۴-۲-۳-۵ اصلاح بدنه‌گوره با روش کاهش شیب شیروانیهای طرفین

کاهش شیب شیروانیهای طرفین‌گوره معمولاً پایداری آن را در برابر گسیختگیهای سطحی که در بدنه خاکریز اتفاق می‌افتد، افزایش می‌دهد. این کاهش شیب، نیروهای وزن راکه عامل گسیختگی است، کاهش می‌دهد و طول سطوح گسیختگی را افزایش می‌دهد و درنتیجه ضریب اطمینان پایداری افزایش می‌یابد.

۴-۲-۳-۶ اصلاح بدنه‌گوره با احداث پله‌ها یا سکوهای پایداری[1]

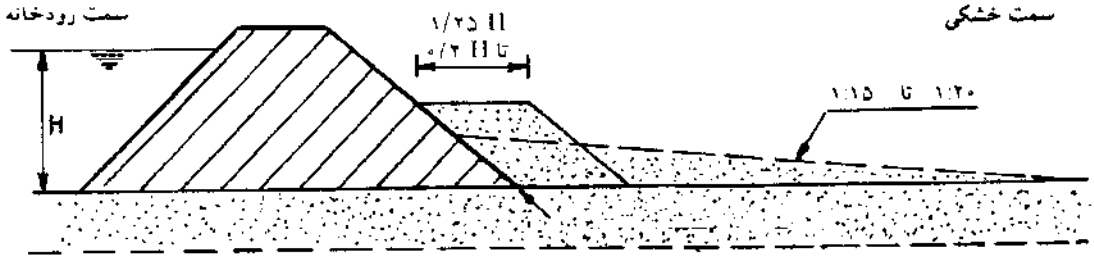
عملکرد سکوهای پایداری همانند کاهش شیب شیروانیهای‌گوره است، اما معمولاً به دلیل افزایش قابل‌توجه در طول مسیر گسیختگی، تأثیر بیشتری نسبت به روش قبلی دارد. این سکوها نه تنها روش مناسبی برای پایداری‌گوره در مقابل گسیختگیهای سطحی در شالوده و بدنه آن است، بلکه در مهار گسیختگی عمقی‌گوره نیز بسیار مـؤثر است (شکلهای ۴-۱ و ۴-۲). ضخامت و عرض سکوها با استفاده از تحلیل پایداری تعیین شده و طول آن باید کل ناحیه موردنظر را باتوجه به نیمرخ خاک در برگیرد، اغلب این سکوها به عنوان یک روش اضطراری برای تثبیت‌گوره و جلوگیری از حرکت جانبی آن و یا تغییر مکان مواد شالوده نیز به‌کار می‌روند. گاهی نیز از مصالح سکوهای پایداری پایین‌دست‌گوره، به عنوان یک منبع قرضه برای اصلاح اضطراری بدنه‌گوره اصلی استفاده می‌شود.

برای احداث سکوهای پایداری، به خصوص در شرایط اضطراری، می‌توان از کیسه‌های پر از خاک یا شن استفاده کرد.

omorepeyman.ir

1- Stability Berms

شکل ۴-۱- احداث پله (سکو) همراه با یک کانال زهکشی در طول شیروانی گوره



شکل ۴-۲- احداث پله (سکو) در پشت‌گوره به منظور حفظ پایداری و جلوگیری از پدیده جوشش ماسه و مهار تراوش از بدنه و زیرگوره

۴-۳ تراوش در بدنه و زیرگوره و مهار آن

گوره‌ها نیز همچون سدهای خاکی در معرض تخریبهای ناشی از نفوذ و تراوش آب از شالوده و بدنه آن هستند، ولی به دلیل آنکه گوره‌ها برای مدت نسبتاً کوتاهی در تماس با جریان سیل قرار می‌گیرند، اهمیت مسئله تراوش و خطرهای ناشی از آن در مقایسه با سدهای خاکی کمتر است و از این‌رو در بسیاری موارد نیاز به احداث زهکشی نیست، یا می‌توان با دقت کمتر آن را طراحی کرد. اما در صورتی که در مناطقی احتمال وقوع سیلابهای بلندمدت باشد و یا اراضی حفاظت شده توسط گوره از ارزش و اهمیت زیادی برخوردار باشد (مانند مناطق توسعه یافته شهری و صنعتی)، مسئله تراوش مهم است و روشهای مختلف مهار تراوش باید به جدیت مورد توجه قرار گیرد.

به طورکلی سه نوع خرابی عمده ممکن است بر اثر تراوش آب از بدنه و شالوده گوره به وجود آید :

الف - پدیده پوسته‌ای شدن در بدنه گوره

این پدیده بر اثر نفوذپذیری زیاد بدنه گوره، عدم پیش‌بینی زهکشی مناسب در پنجه گوره، تراکم ناقص لایه‌های بدنه

omorepeyman.ir

گوره و نهایتاً زمان طولانی سیلاب، رخ داده و منجر به جدا شدن بخشهایی از خاک بدنه‌گوره در سمت پایین‌دست آن می‌گردد که ادامه آن ناپایداری و تخریب‌گوره را به دنبال خواهد داشت.

ب - پدیده رگاب در بدنه و شالوده‌گوره

در صورتی که به علتی جریان آب در بدنه یا شالوده‌گوره نفوذ یابد، در محلهایی که شیب هیدرولیکی زیاد و نیروی جریان تراوش یافته بیش از نیروی مقاوم خاک باشد، ذرات خاک جدا شده و توسط جریان آب حمل می‌گردد. ادامه این عمل، منجر به ایجاد مجرایی در بدنه یا شالوده‌گوره شده و در نهایت تخریب‌گوره را به دنبال خواهد داشت.

به طورکلی تراکم نامناسب، وجود ترک و شکاف در بخشی از شالوده یا بدنه‌گوره، تمرکز تراوش و عدم وجود چسبندگی در بین ذرات خاک از مهمترین عوامل ایجاد پدیده رگاب است. برای جلوگیری از پدیده رگاب، اقداماتی نظیر متراکم کردن خوب خاک، بخصوص در محل اتصال بدنه‌گوره با شالوده و یا سازه‌های متقاطع با آن و لایه‌های مختلف‌گوره و همچنین استفاده از زهکش در سمت خشکی‌گوره می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

ج - پدیده جوشش ماسه

این پدیده معمولاً در اراضی سمت خشکی‌گوره و بعد از پنجه آن، زمانی اتفاق می‌افتد که جریان آب تراوش یافته از شالوده‌گوره، نیرویی بیش از وزن مؤثر دانه‌های خاک بر آنها اعمال می‌کند و موجب جابه‌جایی آنها به سمت بالا می‌گردد. این پدیده حفره‌هایی در پایین پاشنه و زیرگوره به وجودآورده که در نهایت به خارج شدن خاک از زیرگوره و فرونشست بدنه آن می‌انجامد. برای مقابله با این پدیده نیز باید اقداماتی برای کاهش شیب هیدرولیکی جریان خروجی نظیر طولانی کردن مسیر زهکشی از زیرگوره و استفاده از زهکش در پایین‌دست‌گوره انجام گیرد.

به طورکلی برای مهار تراوش در شالوده و بدنه‌گوره، باید دو مقوله اصلی در نظر گرفته شود؛ جلوگیری از نفوذ آب در شالوده و بدنه‌گوره و زهکشی صحیح آب نفوذ کرده در شالوده و بدنه‌گوره. به این منظور، اقدامات مختلفی می‌توان انجام داد که به‌طور مختصر بیان می‌گردد:

۴-۳-۱ دیوار آببند[1]

استفاده از دیوار آببند در زیرگوره روش مناسبی برای کاهش تراوش از شالوده‌گوره و در عین حال بسیار گران است.

1- Cutoff Wall

omoorepeyman.ir

این دیوار، به روش خاکبرداری و متراکم کردن خاک نفوذناپذیر در داخل آن یا حفر ترانشه حاوی گل حفاری در نزدیکی پاشنه سمت رودخانه‌گوره ساخته می‌شود. از آنجاکه برای مؤثر بودن این روش، دیوار باید تا عمقی حدود ۹۵ درصد عمق لایه نفوذپذیر زیرگوره نفوذ کند، استفاده از آن در مواقعی که عمق لایه نفوذپذیر بیش از ۱۲ متر باشد، اقتصادی نیست [۱۴]. از سپرهای فلزی یا بتنی نیز می‌توان به عنوان دیوار آببند استفاده کرد، اگرچه سپرها به دلیل نشت آب در محل قفل و بستهای آنها، کاملاً آببند نیستند، ولی به میزان قابل توجهی از امکان ایجاد پدیده جوشش ماسه می‌کاهند (شکل ۴-۳- الف).

۴-۳-۲ فرش نفوذناپذیر سمت رودخانه[1]

گوره‌ها اغلب بر روی شالوده‌هایی قرار می‌گیرند که از پوششهای طبیعی متشکل از مصالح ریزدانه نفوذناپذیر تا نیمه نفوذپذیر که بر روی لایه‌های نفوذپذیر شن و ماسه قرار دارند، تشکیل شده‌اند. اگر این لایه نفوذناپذیر تا فاصله قابل ملاحظه‌ای در سمت رودخانه‌ای گوره پیوسته امتداد داشته باشد، به نحو مناسبی می‌تواند از تراوش جریان آب و میزان فشارهای تراوشی در سمت خشکی گوره بکاهد. در زمانی‌که مسئله تراوش از زیرگوره خطرساز باشد، برداشت مصالح محلی باید تا عمقی که به این لایه پوشش طبیعی نفوذناپذیر لطمه نزند، محدود شود. در جایی‌که ضخامت این لایه نفوذناپذیر کافی نباشد و یا اصلاً وجود نداشته باشد، می‌توان مطابق شکل ۴-۳- ث با استفاده از مصالح نفوذناپذیر مناسب یک فرش نفوذناپذیر برای مهار تراوش در سمت رودخانه‌ای گوره احداث نمود.

کارآیی فرش بالادست تا حد زیادی بستگی به ضخامت، طول و میزان نفوذ ناپذیری آن دارد و با استفاده از رسم خطوط جریان یا روشهای ریاضی تقریبی قابل ارزیابی است. حفاظت فرش بالادست در مقابل فرسایش اهمیت زیادی دارد.

۴-۳-۳ سکوهای تراوش سمت خشکی[2]

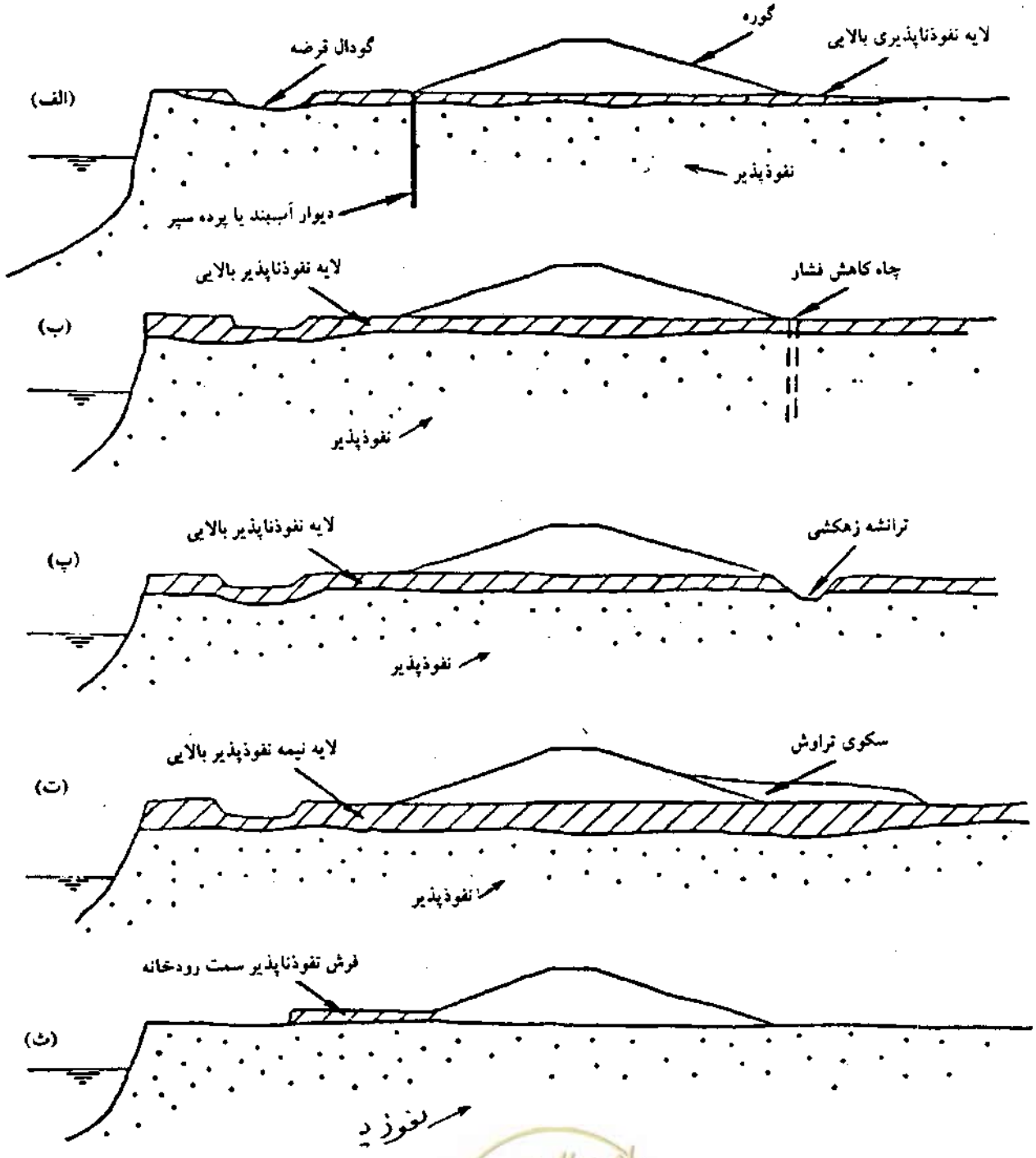
یکی از روشهای مؤثر در مهار یا کاهش تراوش درگوره‌ها، احداث سکوهای تراوش در سمت خشکی گوره بر روی لایه‌های سطحی (نفوذپذیر تا نفوذناپذیر) خاک است. این سکوها علاوه‌بر مقابله با پدیده جوشش ماسه و کاهش شدید آثار تخریبی تراوش، در پایدارسازی شیروانی سمت خشکی گوره و همچنین مقابله با پدیده پوسته‌ای شدن آن تأثیر مثبتی دارد. در عین حال، سکوهای تراوش، در مواقع بحرانی در زمان سیل می‌توانند به عنوان منابع قرضه اضطراری برای ترمیم یا افزایش ارتفاع تاج گوره مورد استفاده قرار گیرند. در طراحی سکوهای تراوش، شرایط زیر سطحی زمین، بخصوص در سمت خشکی گوره باید به دقت مطالعه گردد. سکوهای تراوش انواع مختلفی نظیر

1- Riverside Blanket

2- Landside Seepage Berms

omranrepeyman.ir

سکوهای نفوذناپذیر، سکوهای نیمه‌نفوذپذیر، سکوهای ماسه‌ای و سکوهای با زهکشی آزاد دارد که برای آشنایی با مشخصات آنها بهتر است به مراجع مربوط مراجعه نمود (شکل ۴-۳- ت).



شکل ۴-۳- اقدامات مهار تراوش در زیرگوره‌ها

omorepeyman.ir

۴-۳-۴ ترانشه زهکشی پنجه[1]

در صورتی که گوره بر روی لایه نفوذپذیری که یک لایه با نفوذپذیری کم یا غیرقابل نفوذ و با ضخامت کم روی آن قرار دارد، ساخته شود، وجود یک ترانشه زهکشی در نزدیکی پنجه سمت خشکی گوره می‌تواند شرایط تراوش را بهبود بخشد (شکل ۴-۳-پ). کاربرد اصلی ترانشه زهکش پنجه، مهار تراوش تحتانی در عمق کم و حفاظت ناحیه مجاور پنجه‌گوره است. به همین دلیل اغلب ترانشه‌ها به همراه چاه‌های کاهش فشار[2] به‌کار می‌رود. در این صورت چاههای کاهش فشار، تراوشهای عمیق و ترانشه زهکش پنجه، تراوشهای کم عمق را جمع می‌کند.

معمولاً پهنای ترانشه‌های زهکش از ۶۰ سانتیمتر تا ۲ متر متغیر است، ولی میزان عرض و عمق ترانشه بستگی به عواملی نظیر بده جریان تراوش، میزان لازم برای کاهش فشار هیدرواستاتیک، امکانات اجرایی و پایداری مواد زمین که ترانشه در آن حفر می‌شود، دارد [۱۴].

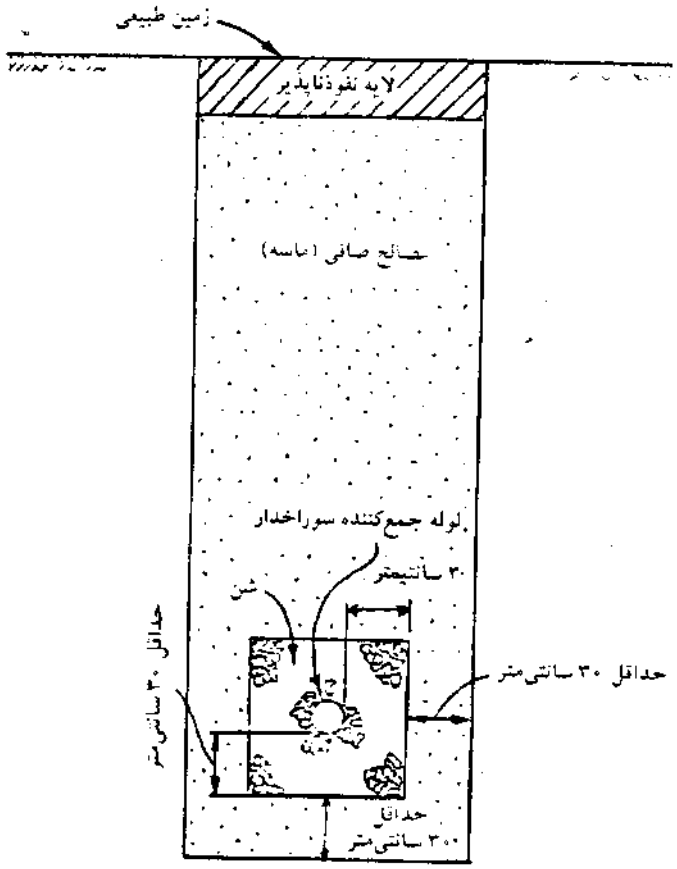
برای تسریع در جمع‌آوری آبهای تراوش یافته در ترانشه پنجه، معمولاً یک ردیف لوله جمع‌کننده نیز در کف ترانشه کار گذاشته می‌شود. اطراف لوله را یک لایه مصالح درشت‌دانه و دانه‌بندی شده به ضخامت حداقل ۳۰ سانتیمتر پوشانده و درون ترانشه را باید با مصالح صافی[3] نظیر ماسه پر کرد و سپس سطح آن را با یک لایه مصالح غیرقابل نفوذ پوشاند (شکل ۴-۴). ترانشه‌های زهکش پنجه اغلب در پنجه سمت خشکی گوره قرار داده می‌شود، لیکن گاهی اوقات در زیردامنه سمت خشکی آن (در فاصله $\frac{1}{4}$ پهنای گوره از پنجه آن) ساخته می‌شود و جریان تراوش از طریق یک لایه نفوذپذیر افقی منتقل می‌شود. در صورتی که از این نوع ترانشه استفاده شود، امکان آن فراهم می‌شود که بتوان تجهیزات بازرسی و سنجش فشار و میزان تراوش را نیز نصب نمود (شکل ۴-۵).

۴-۳-۵ چاه‌های کاهش فشار

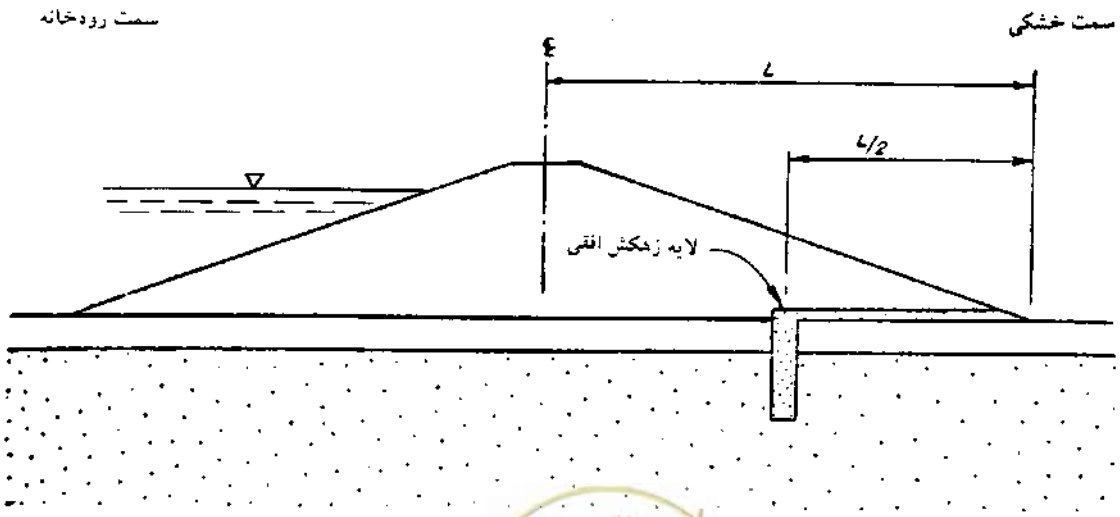
چاههای کاهش فشار ممکن است در طول پنجه سمت خشکی گوره‌ها به منظور کاهش زیر فشار[4] که معمولاً موجب ایجاد پدیده‌های رگاب و جوشش ماسه می‌شود، ساخته شود (شکل ۴-۳- ب). چاههای کاهش فشار هنگامی استفاده می‌شود که لایه‌های نفوذپذیر زیرگوره دارای عمق زیادی باشد و امکان استفاده از ترانشه زهکش پنجه یا دیوار آببند نباشد. فاصله چاههای کاهش فشار باید به مقدار کافی کم باشد تا بخوبی ناحیه بین چاهها، زهکشی شود و دیواره چاهها باید نفوذپذیری کافی داشته باشد و در عین حال از ورود ذرات خاک جلوگیری شود. معمولاً هزینه نگهداری این چاهها قابل توجه است و به دلیل گرفتن سوراخهای آن، کارآیی آنها کاهش می‌یابد. برای آشنایی با جزییات این‌گونه چاههای کاهش فشار به منابع مربوط رجوع شود.

1- Pervious Toe Trench
2- Pressure Relief Wells
3- Filter
4- Uplift Pressure

omranrepeyman.ir



شکل ۴-۴- ترانشه زهکشی پنجه با استفاده از لوله جمع‌کننده در کف ترانشه

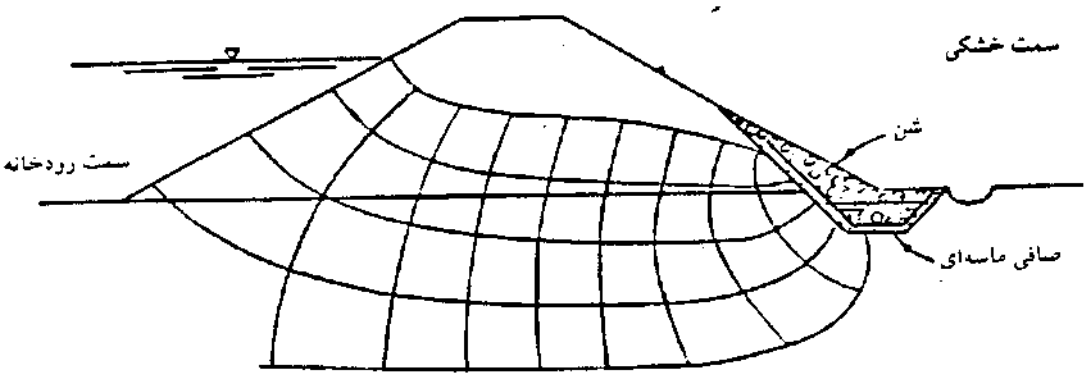


شکل ۴-۵- ترانشه زهکشی پنجه در موقعیت زیر شیروانی سمت خشکی

omoorepeyman.ir

۴-۳-۶ زهکش پنجه[1]

این نوع زهکش یک مسیر تراوش و خروج آسان آب از بدنه‌گوره را فراهم می‌کند و سطح آزاد آب را درگوره به حد کافی پایین می‌آورد و بدین ترتیب خطر نشت آب و تخریب‌گوره را در دامنه پایین‌دست برطرف می‌کند. زهکش پنجه می‌تواند همراه با ترانشه زهکش پنجه به‌کار رود (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- زهکش پنجه بهمراه ترانشه زهکش پنجه

۴-۳-۷ زهکش افقی[2]

زهکش افقی همان عمل زهکش پنجه را انجام می‌دهد، اما در طول بیشتری زیرگوره قرار می‌گیرد و در عین حال مصالح کمتری برای ساخت آن به‌کار می‌رود. این زهکش در شرایطی که از شالوده‌گوره در عمق کم تراوش صورت گیرد، موجب کاهش زیر فشار در محدوده زیرگوره می‌گردد. در بعضی مواقع، از زهکش افقی به همراه ترانشه زهکش استفاده می‌شود (شکل ۴-۷).

۴-۳-۸ لایه زهکش مایل[3]

زهکشهای مایل بیشتر در سدهای خاکی استفاده می‌گردند و برخلاف تأثیر خوب آنها در مهار فرسایش، به دلیل هزینه اجرایی زیاد آنها، درگوره‌ها کمتر کاربرد دارند. فقط در شرایطی که ارزش اراضی حفاظت شده پشت‌گوره بسیار بالا باشد و امکان اجرای روشهای دیگر مهار تراوش نبوده و یا آن روشها کارساز نباشد، از این روش استفاده می‌شود. این

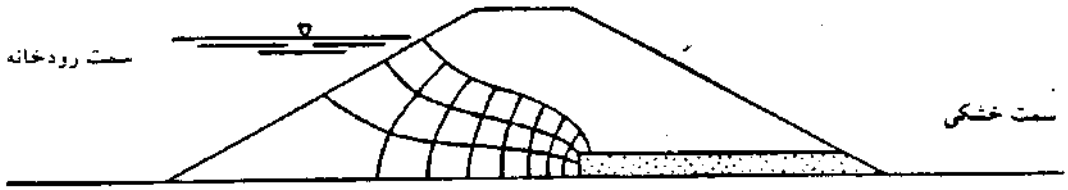
1- Toe Drain

2- Horizontal Drainage

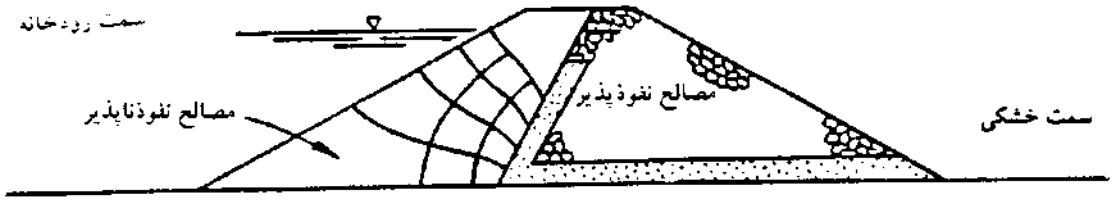
3- Inclined Drainage Layer

omoprepeyman.ir

نوع زهکش موجب قطع کامل تراوش در محدوده پایین‌دست بدنه‌گوره بدون توجه به چگونگی لایه‌بندی‌گوره یا نوع مصالح دو طرف زهکش است و در عین حال زهکش مایل به عنوان یک صافی بین مصالح نفوذناپذیر بالادست و نفوذپذیر پایین‌دست عمل کرده و مانع شسته‌شدن مصالح ریزدانه می‌گردد. زهکشهای مایل باید به یک لایه زهکش افقی برای خروج تراوش جمع شده متصل شوند (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۷- زهکش افقی در سمت خشکی گوره



شکل ۴-۸- لایه زهکش مایل در حد فاصل مصالح نفوذناپذیر و نفوذپذیر

۴-۳-۹ ضرورت استفاده از صافی (فیلتر) در گوره

به علت جریان تراوش در داخل خاک، دانه‌های ریز می‌توانند از محیط خود جدا و به همراه آب به نقاط دیگری منتقل شوند، به‌طوری که استمرار این پدیده موجب پوک شدن بخشی از خاک و در نتیجه موجب عدم پایداری می‌شود. برای مهار نیروی تراوش و کاهش پدیده رگاب که منجر به شستشو و خروج مواد ریزدانه از بدنه‌گوره‌ها می‌شود، استفاده از لایه صافی در حد فاصل خاکهای با دانه‌بندی مختلف (در حد فاصل خاک بدنه با زهکشها با آببندها با پوششها و غیره) ضروری است.

صافیها باید دارای دو ویژگی اساسی باشند: یکی نفوذپذیری (به این معنی که مقاومت صافی در مقابل جریان تراوش بیش از خاک مورد حفاظت نباشد، زیرا در غیر این صورت فشار هیدرولیکی آب در مرز بین خاک اصلی و صافی موجب ناپایدارشدن خاک می‌گردد. به عبارت دیگر نفوذپذیری لایه صافی باید بیش از نفوذپذیری خاک مورد

omoorepeyman.ir

حفاظت باشد). و دیگری پایداری (مواد صافی باید برای جلوگیری از فرار دانه‌های مصالح مورد حفاظت به قدر کافی ریزدانه باشد). ضوابط طراحی صافی برای انواع گوناگون خاکها توسط مراجع مختلف از جمله مرجع [۱۴] داده شده است.

۴-۴ مهار فرسایش و آبشستگی[1] گوره‌ها

۴-۴-۱ عوامل فرسایش و آبشستگی گوره‌ها

سطح گوره، شامل: شیروانیهای طرفین و تاج گوره، در معرض فرسایش ناشی از باد، باران، جریان آب و غیره است. معمولاً برای حفاظت تاج گوره و شیروانی سمت خشکی آن، استفاده از پوشش گیاهی کفایت می‌کند، مگر در مواردی که بارندگیهای بسیار شدید و مداوم، موجب فرسایش خاک سطحی گوره شود. در آن صورت پوششهای حفاظتی[2] مناسبتری برای مهار فرسایش لازم است. شیروانی سمت رودخانه‌ای گوره بر اثر جریان آب و عمل موج، در معرض فرسایش و تخریب شدیدتری نسبت به سایر قسمتها قرار دارد. این موضوع به ویژه در شیروانی گوره‌های واقع در مواضع بحرانی با سرعت زیاد، سمت خارجی پیچها و در مجاورت سازه‌های نزدیک یا متقاطع باگوره بیشتر پدیدار می‌گردد. در هر کجا که انتظار فرسایش و آبشستگی توسط عوامل فوق می‌رود، حفاظت لازم در مقابل آن باید در طراحی و اجرای گوره و بویژه شیروانی آن منظور گردد و اگر در محلی از شیروانی گوره فرسایش رخ دهد، باید اقدامات مناسب برای جلوگیری از تخریب آن به‌عمل آید. علاوه‌بر حفاظت شیروانی، در موارد لزوم حفاظت پنجه گوره و ساحل مجاور آن نیز باید مدنظر قرار گیرد. زیرا اگر ساحل مجاورگوره در معرض فرسایش و تخریب قرار گیرد، این فرسایش به سمت گوره پیشروی می‌کند و باعث فرسایش پنجه و یا از زیر خالی شدن گوره (پدیده غارکنی) می‌شود. اگر سیلاب در مدت کوتاه و یا با سرعت کم در مجاورت گوره جریان داشته باشد، پوشش گیاهی قادر است حفاظت کافی در مقابل فرسایش ایجاد کند. اما در موارد زیر استفاده از انواع پوششهای حفاظتی و گاهی استفاده از آبشکنها اجتناب‌ناپذیر است :

- هنگام وقوع سیلابهای شدید و بلندمدت
- قرار داشتن گوره بر روی ساحل در مجاورت رودخانه
- شیروانی سمت رودخانه‌ای گوره، قسمتی از مجرای اصلی رودخانه را تشکیل دهد.

از مزایای استفاده از پوشش گیاهی آن است که چنین پوششی در مقابل جریان آب، امواج و همچنین بارندگی مقاوم بوده و از این رو شیروانی سمت خشکی گوره و روی تاج آن را می‌توان به این منظور پوشش داد.

1- Scouring

2- Revetments

omoorepeyman.ir

به طورکلی نوع حفاظت مورد نیاز، بستگی به عوامل زیر دارد :

- حساسیت خاک‌گوره در مقابل فرسایش
- فاصله‌گوره تا کناره رودخانه و نیز میزان تراکم و نوع پوشش گیاهی روی ساحل
- سازه‌های سمت رودخانه‌ای گوره (پایه پلها و شمعها، دریچه‌های آبگیری، زهکشها و غیره باعث محدود شدن جریان و ایجاد آشفتگی شده و فرسایش موضعی به وجودمی‌آورند).
- تغییرات ناگهانی در راستای گوره که باعث آشفتگی جریان و فرسایش شیروانی می‌گردد.
- شیب شیروانی سمت رودخانه‌ای گوره (شیبهای کند در سمت رودخانه به حفاظت کمتری از شیبهای تند نیاز دارند).

۲-۴-۴ روشهای مهار فرسایش و حفاظت شیروانی گوره و کناره رودخانه

این روشها گسترده و متنوع است و باتوجه به شرایط مختلف می‌تواند ترکیبی از روشهای زیر باشد:

الف - روش سازه‌ای [1]

در این روش با استفاده از مصالح ساختمانی و بنایی، انواع پوششهای حفاظتی ساخته می‌شود. این پوششها عموماً نیازمند مصالح و امکانات فنی و کارگاهی مناسب و هزینه آنها نسبتاً زیاد است، ولی در شرایطی که فرسایش و تخریب شدید باشد، کارآیی مؤثری دارند.

ب - روش طبیعی [2] یا بیولوژیک

در این روش با استفاده از پوشش گیاهی (چمن، بوته، درختچه و درخت) یا استفاده از چوب و ترکه به هم بافته شده، نوعی حفاظت طبیعی برای مهار فرسایش ایجاد می‌کنند. این روش گرچه از نظر بیولوژیک و زراعی، مسائل و مشکلات خاص خود را دارد، ولی از جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی گزینه مطلوبی است و در شرایطی که سرعت جریان کم و فرسایش‌پذیری اندک باشد، کارآیی خوبی دارد. به هر حال عمر مفید و دوام این روش کم و نیازمند حفاظت و نگهداری پیوسته است.

ج - روش ترکیبی (طبیعی - سازه‌ای)

در این روش مجموعه شرایط حفاظت سازه‌ای و تثبیت طبیعی فراهم می‌گردد. به عنوان مثال در قسمتی که فرسایش

1- Structural Mean (Measure)

2- Natural Mean (Measure)

omoorepeyman.ir

بیشتر است از پوششهای سازه‌ای و در قسمتی که فرسایش کمتر است از پوشش گیاهی استفاده می‌گردد. همچنین در بین پوششهای متخلخل و آبگذر [1] (نفوذپذیر) نظیر پوشش تورسنگ [2]، سنگریز و غیره، در اثر ته‌نشست رسوبات زمینه لازم برای حفاظت به وسیله پوشش گیاهی فراهم می‌گردد. این روش برای شرایط مختلف کاربرد دارد و به عنوان روشی اقتصادی و مؤثر مورد توجه بوده و از جنبه زیبایی و چشم‌انداز نیز برگزیده است.

پوشش‌های سازه‌ای بر حسب نوع مصالح و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آنها به دوگروه تقسیم می‌شوند:
گروه اول - پوششهای انعطاف‌پذیر یا صلب
گروه دوم - پوششهای آبگذر یا آب ناگذر [3]

به طورکلی پوششهای انعطاف‌پذیر بهتر از سازه‌های صلب هستند، زیرا اگر بر اثر رخداد پدیده فرسایش یارگاب و غیره، نشستهای غیریکنواخت رخ دهد یا قسمتی از شیروانی‌گوره یا کناره مجاور آن فرو ریزد، یک سازه صلب دچار ترک‌خوردگی شده و بخشهایی از آن تخریب می‌گردد و سرانجام کل سازه از هم گسیخته می‌شود. در حالی که سازه‌های انعطاف‌پذیر نسبت به تغییرات، قابلیت تطبیق و جابه‌جایی و امکان مرمت و بازسازی مجدد دارند.
پوشش آبگذر بر پوشش آب ناگذر (نفوذناپذیر) برتری دارد، زیرا این نوع پوشش باعث تلاطم موضعی و گردابی جریان می‌شود و علاوه بر کاهش سرعت جریان اولیه (در جهت طولی رودخانه)، سبب گسترش جریان ثانویه [4] می‌گردد. از این طریق بدون اعمال نیروی قابل توجهی، بخشی از جریان حاوی رسوبات از پوشش عبور می‌کند و باعث ته‌نشین شدن رسوبات در محل درز و شکافها و پشت سازه می‌شود و سبب تثبیت بیشتر آن می‌گردد و زمینه لازم برای ایجاد پوشش گیاهی را فراهم می‌آورد.

در یک تقسیم‌بندی کلی، روشهای مهار فرسایش به دو قسمت اصلی تقسیم می‌شود. روش اول حفاظت مستقیم [5] است که در آن به کمک پوششهای حفاظتی از تماس مستقیم جریان آب با شیروانی‌گوره یا کناره رودخانه جلوگیری می‌کند و بنابراین از فرسایش آن ممانعت به عمل می‌آید یا شدت آن را کاهش می‌دهد. روش دوم حفاظت غیرمستقیم [6] نام دارد که در آن جریان آب توسط آبشکنها ازگوره یا کناره رودخانه دور شده یا به آرامی در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد.

۴-۲-۴-۱ حفاظت مستقیم به وسیله پوشش

در این روش پوششهای حفاظتی بر روی شیروانی‌گوره ایجاد شده و در صورت لزوم ساحل مجاور آن نیز محافظت

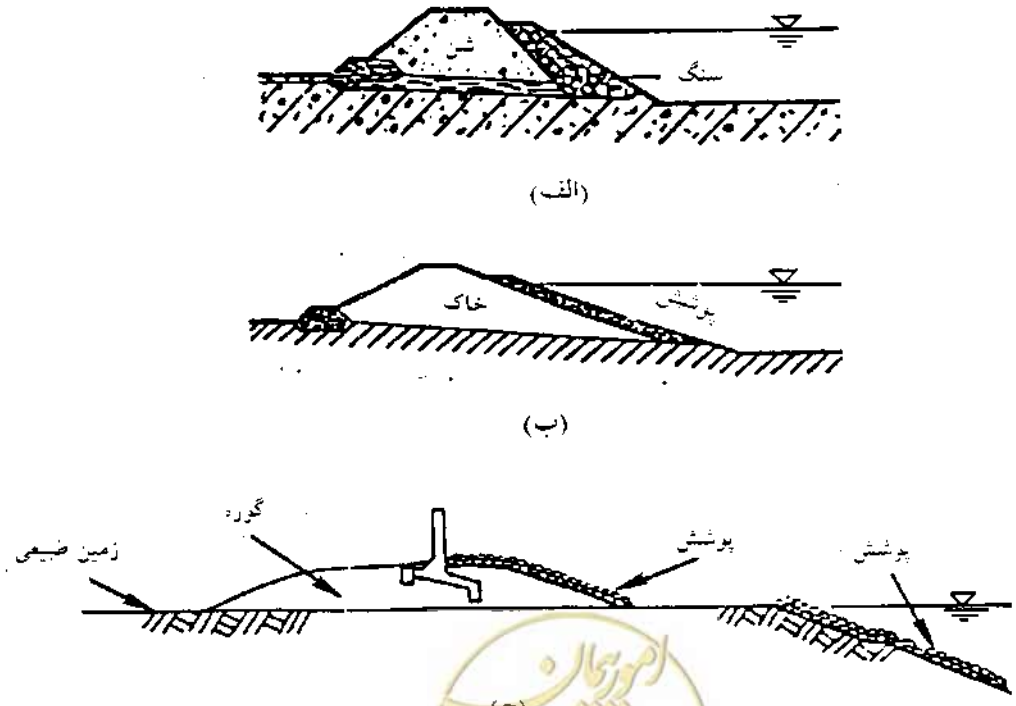
1- Pervious Revetment
2- Gabion
3- Impervious
4- Secondary Flow
5- Direct Protection
6- Indirect Protection

omoorepeyman.ir

می‌گردد. مقاومت مصالح به کار رفته در پوشش، در کارآیی آن بسیار مؤثر است. پوشش برای سرعت زیاد جریان و فرسایش‌پذیری شدید مناسب است. برای حفاظت پنجه از فرسایش، پوشش باید تا عمق آبشستگی ادامه داده شود. در صورت استفاده از پوشش انعطاف‌پذیر، این پوشش باید حداقل ۱/۵ تا ۲ برابر عمق آبشستگی در عرض بستر گسترش یابد (شکل ۴-۱۰-ب). کاربرد صافی مناسب در زیر پوشش سازه‌ای موجب جلوگیری از شسته شدن مواد ریزدانه خاک شده و پایداری بیشتری را برای گوره و کناره رودخانه فراهم می‌کند.

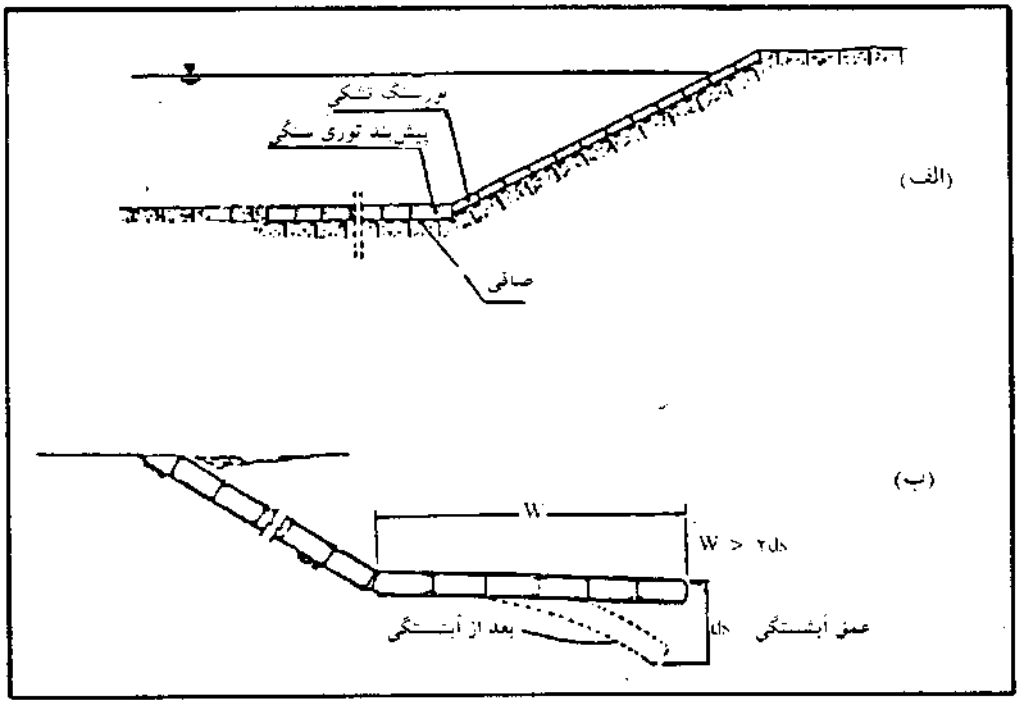
از انواع مصالح ساختمانی برای ایجاد پوشش می‌توان استفاده کرد که انتخاب آن علاوه بر رعایت معیارهای فنی نظیر: جنبه‌های هیدرولیکی و زیست محیطی، بستگی به فراوانی آن در منطقه طرح، سهولت دسترسی، روش اجرا و مهارت در ساخت و نگهداری باتوجه به معیارهای اقتصادی دارد. از جمله این مصالح: بتن، سنگ، آجر، خاک، مصالح فلزی، قیر و آسفالت، چوب، مواد پلاستیکی، تور سیمی و ... است.

بعضی از انواع پوششهایی که می‌تواند برای حفاظت شیروانی گوره‌ها و کناره‌های رودخانه به کار رود عبارت از پوشش: سنگریز یا سنگچین، تور سنگ، کیسه‌ای، بتنی، آسفالتی، بلوک خاک سیمان و ... است. در شکلهای «۴-۹» تا «۴-۱۱» چند نوع پوشش نشان داده شده است. برای بررسی بیشتر جزئیات هریک از روشها می‌توان به مراجع مربوط مانند [۷] و [۲۶] مراجعه کرد.



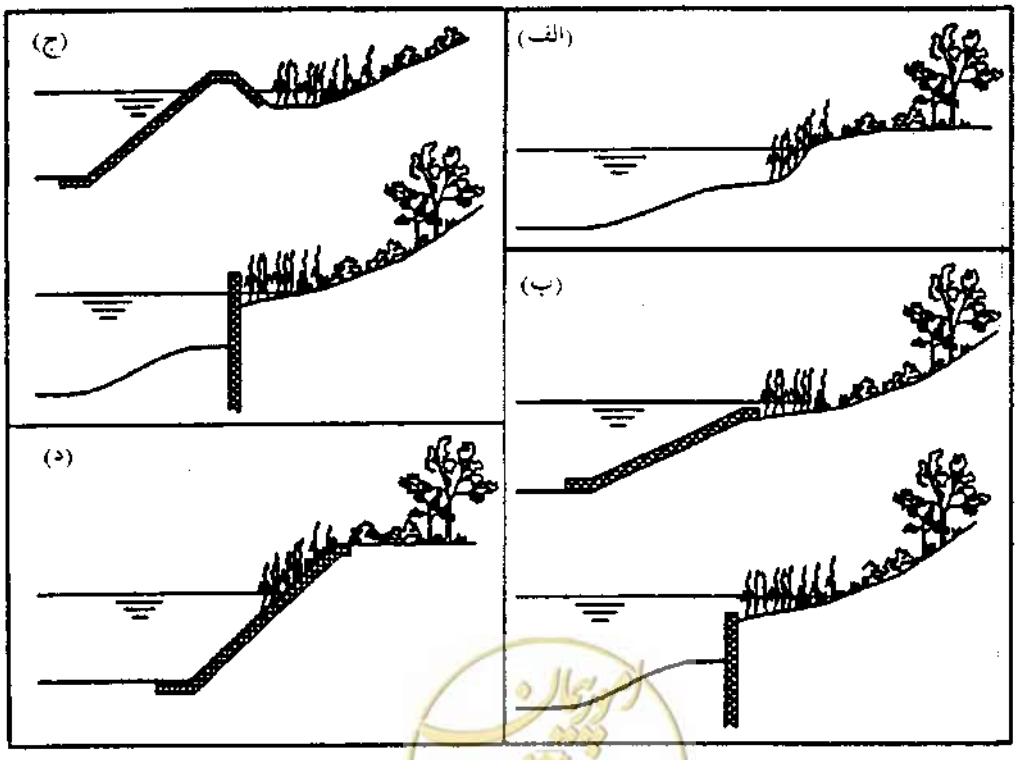
شکل ۴-۹- چند نوع گوره همگن با پوششهای محافظ مختلف

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۰- الف - تور سنگی تشکی پیش بنددار برای حفاظت شیروانی گوره و کناره رودخانه

ب - تغییر شکل تور سنگ بعد از آبشستگی



شکل ۴-۱۱-نمونه‌هایی از پوششهای حفاظتی طبیعی و طبیعی - سازه‌ای

omorepeyman.ir

۴-۴-۲-۲ حفاظت غیرمستقیم به وسیله آبشکنها

حفاظت غیرمستقیم به وسیله آبشکنها، بیشتر مربوط به کناره‌های فرسایش‌پذیر رودخانه است ولی در مواردی این روش را برای حفاظت شیروانی گوره‌ها می‌توان به کار برد. به ویژه هنگامی که شدت جریان و فرسایش‌پذیری خاک گوره و کناره رودخانه در مجاور آن خیلی زیاد باشد و ضرورت داشته باشد که جریان آب را از گوره دور یا آن را آرام ساخت.

آبشکنها از مصالح سنگی، تور سنگی، خاکی، شمعی، مصالح رودخانه‌ای و غیره و یا ترکیبی از مصالح مختلف ساخته می‌شوند. این آبشکنها عمود بر گوره‌ها یا با زاویه‌ای نسبت به آن، از بدنه گوره به سمت رودخانه ایجاد می‌شوند و در فواصل معینی از یکدیگر قرار می‌گیرند و با انحراف جریان آب از کنار گوره‌ها و هدایت آن به سمت محور رودخانه، سبب حفاظت گوره می‌گردند. شکل «۴-۱۲» کاربرد آبشکن و شکل «۴-۱۳» پلان و مقاطع آبشکن از نوع سنگریز را نشان می‌دهد.

احداث آبشکنهای متوالی از جریان یافتن آب با سرعت زیاد در نزدیکی گوره و کناره رودخانه جلوگیری می‌کند و مانع از فرسایش و آبشستگی آنها می‌گردد. در عین حال در برخورد آب با آبشکنها سرعت جریان کم می‌شود و منطقه‌ای بین آبشکنها به وجود می‌آید که آب به صورت گردابی و با سرعت کم حرکت می‌کند. این مسئله باعث رسوبگذاری در منطقه مذکور شده و با گذشت زمان و جمع شدن رسوبات بر روی هم، ساحل جدیدی در بین آبشکنها ایجاد می‌گردد.

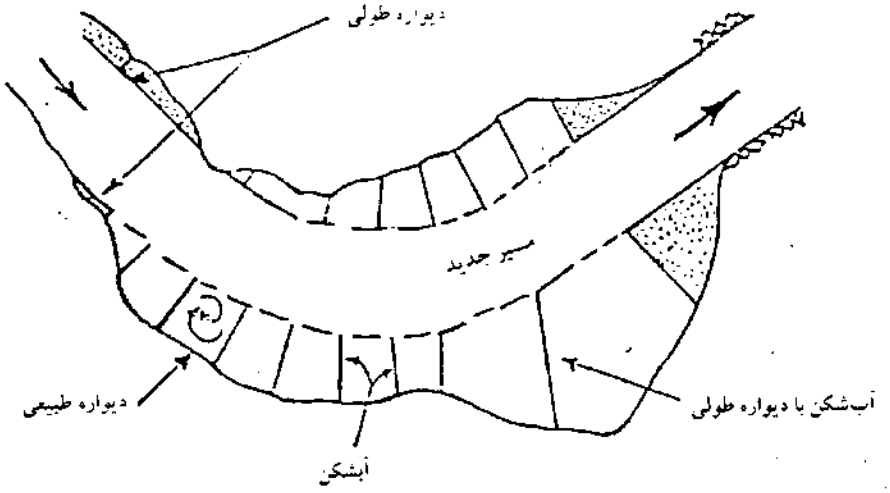
آبشکنها برای شرایط مختلف جریان و به خصوص سرعتهای بیش از ۳ متر بر ثانیه مؤثر و مناسب‌اند و برای اصلاح مسیر رودخانه‌های عریض و شریانی [1] و دارای بار رسوبی زیاد، مناسبترند. این موضوع در رودخانه‌های شریانی که به کمک گوره‌ها جریان در یک عرض مشخص محدود می‌گردد نیز کاربرد خوبی برای حفاظت گوره‌ها دارد.

در حالتی که آبشکنها برای حفاظت گوره اصلی به کار رود و از جنس خاکی مشابه خاک گوره اصلی ساخته شده باشند، اصطلاحاً گوره آبشکن نامیده می‌شود. البته در نوع آبشکن خاکی، بهتر است هسته را از مصالح رودخانه‌ای ساخته و سطح آبشکن را با پوششهای مختلف پوشاند و به ویژه، نوک آبشکن را با روشهای مختلف محافظت کرد. شکل «۴-۱۴». یک گوره آبشکن را که با استفاده از مصالح رودخانه‌ای ساخته می‌شود و برای حفاظت گوره اصلی به کار می‌رود، نشان می‌دهد.

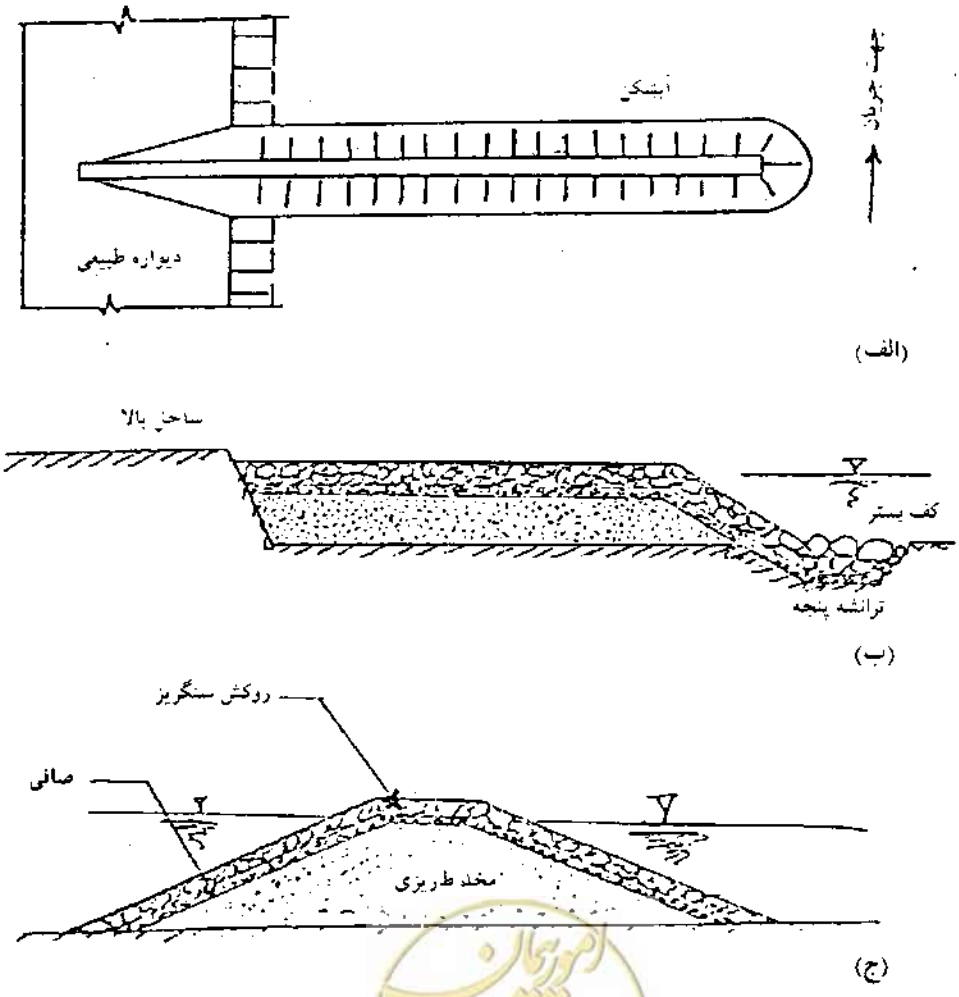
برای بررسی بیشتر در مورد پوششها و آبشکنها می‌توان به مراجع مربوط مانند «۷» و «۲۶» مراجعه کرد.

1- Braided

omoorepeyman.ir

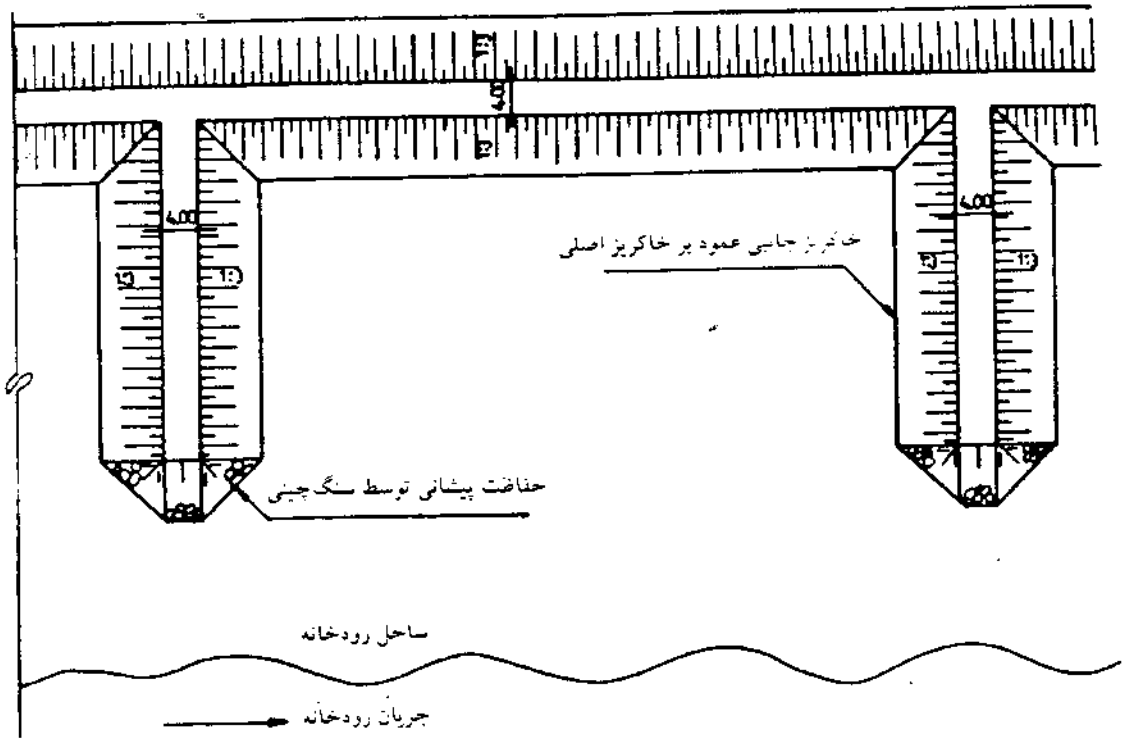


شکل ۴-۱۲-کاربرد آبشکن برای مهار فرسایش و اصلاح مسیر



شکل ۴-۱۳- پلان و مقاطع آبشکن نوع سنگریز؛ الف - پلان، ب - مقطع طولی، ج - مقطع عرضی

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۴-گوره آبشکن (حفاظت‌گوره اصلی باگوره آبشکن)

۴-۵ نشست بدنه و شالوده گوره

۴-۵-۱ بررسی نشست

زمین زیرگوره به علت وزن خاکریز بالای آن، نشست خواهد کرد که مقدار این نشست بستگی به نوع زمین و مقدار بار وارد شده دارد. در زمینهای سنگی و آبرفتی شن و ماسه‌ای، نشست شالوده تقریباً در ضمن ساخت‌گوره به طور کامل اتفاق می‌افتد و در زمینهای رسی و سیلتی، نشست شالوده سالها پس از تکمیل خاکریز ادامه دارد.

حداکثر نشست در نقاط میانی خاکریز اتفاق می‌افتد و به تدریج به سمت پاشنه و پنجه به صفر می‌رسد، به همین علت پای (قاعده) خاکریز به تدریج تحت تأثیر نوعی نیروهای جانبی قرار می‌گیرد. توجه به این پدیده در طرح لوله‌ها و آبروهایی که در پای خاکریز کار گذاشته می‌شوند، اهمیت دارد.

در مقطع عرضی کلیه خاکریزها، نشست تاج‌گوره نامساوی است، هرچند ممکن است متقارن باشد. زیرا وزن خاکریز در محور آن، حداکثر است و در پنجه‌ها به صفر می‌رسد. شرایط دیگری مثل ناهمگن بودن شالوده، وجود لایه‌هایی با ضخامتهای متفاوت در شالوده، وجود زهکش در یک طرف، وجود فشار آب در سمت رودخانه‌ای و غیره موجب

omorepeyman.ir

نامتقارن شدن نشست می‌گردد. تأثیر نشست نامساوی حتی اگر متقارن باشد در بخشهای مختلف خاکریزگوره قابل اغماض نیست که به طور خلاصه به عمده‌ترین این تأثیرها اشاره می‌شود:

- اگر پوشش آب‌بندگوره از مواد شکننده (مانند بتن) باشد در معرض صدمه دیدن قرار می‌گیرد.
- در حد فاصل لایه‌های خاکریز با دانه‌بندی‌های مختلف، بر اثر نشست نامساوی، احتمال دارد نظم و تراکم اولیه از دست برود.
- از همه متداولتر، ایجاد ترکهای طولی، عرضی یا مورب در خاکریز است.

لازم به ذکر است که در همه موارد بالا، احتمال رخداد پدیده رگاب وجود دارد.

بدیهی است که تاج‌گوره در مجموع بیش از سایر نقاط آن نشست خواهد کرد. زیرا علاوه بر نشست شالوده، حداکثر نشست بدنه‌گوره در آن پدیدار می‌گردد و مقدار این نشست باید در ارتفاع آزاد و ارتفاع نهایی‌گوره منظور گردد.

هنگامی که تحکیم قابل توجهی مورد انتظار باشد، مانند: بار ناشی از خاکریز بلند، خاکریزهای با مصالح تراکم‌پذیری زیاد، خاکریزهای روی شالوده‌های تراکم‌پذیر و زیر سازه‌های بتنی و فولادی در بدنه‌گوره‌های واقع بر روی خاکهای تراکم‌پذیر، تحلیل دقیق نشست باید انجام گیرد. میزان نشست را طراح می‌تواند براساس تحلیلهای تئوریکی و نتایج آزمایشگاهی به دست آورد یا تخمین بزند. در رابطه با تعیین اثر نشست بر ارتفاع نهایی‌گوره در بخشهای بعدی بحث خواهد شد.

گاهی نیز ایجاد حفره و سوراخ در بدنه یا شالوده‌گوره توسط حیوانات، منجر به پدیده رگاب می‌گردد و در نهایت به نشست موضعی‌گوره می‌انجامد.

۴-۵-۲ مهار نشست

هرگاه محاسبات نشان دهدکه نشست شالوده بیش از حد مجاز است، جابه‌جایی و انتقال قسمتی یا تمام خاک شالوده تراکم‌پذیر برای پایداری و مهار نشست، موردنیاز است. وقتی که خاکبرداری موردنیاز آنقدر زیاد باشد که از نظر اقتصادی با صرفه نباشد، در آن صورت روشهایی مانند ساخت مرحله‌ای‌گوره یا اجرای چاههای ماسه‌ای در شالوده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در روش مرحله‌ای، ساخت‌گوره در چند مرحله با فاصله زمانی مناسب صورت می‌گیرد و قسمت عمده نشست، قبل از اتمام ساخت به‌وقوع می‌پیوندد. در مراحل اولیه ساخت، عکس‌العمل شالوده و خاکریز مشخص می‌گردد و چنانچه مواردی مشاهده شود که ممکن است موجب تخریب گوره گردد، هنوز فرصت اصلاح و محکم‌سازی وجود دارد. به‌هرحال در مرحله نهایی، تغییر شکلها به حداقل می‌رسد. زیرا خاک شالوده بر اثر فشارهای وارد شده قبلی تحکیم یافته است.

omoorepeyman.ir

استفاده از چاههای ماسه‌ای (کاهش فشار) برای تسریع تحکیم و نشست خاک شالوده است که باعث کوتاه کردن مسیر زهکشی در تحکیم سه‌بعدی خاک می‌گردد. در نتیجه زمان رسیدن به نشست نهایی کوتاه می‌شود و قسمت عمده نشست شالوده در حین ساخت رخ می‌دهد. لذا فرصت علاج و اصلاح اشکالات را فراهم می‌کند و نیز در بخش بالایی گوره، نشست‌های نامساوی که احیاناً موجب ایجاد ترک می‌گردد، پدیدار نمی‌شود.

باید ذکر شود که باتوجه به صرف هزینه و اختصاص وقت نسبتاً زیاد، روشهای ساخت مرحله‌ای و استفاده از چاههای ماسه‌ای زهکش کمتر در موردگوره‌ها کاربرد دارد و بیشتر برای سدهای خاکی به‌کار می‌رود.

چنانکه ذکر شد، در صورت استفاده ازگوره‌های متراکمی که از خاک مناسب با درصد رطوبت بهینه به میزان ۹۵درصد استاندارد متراکم شده باشند، مقدار نشست به حداقل کاهش می‌یابد.

۶-۴ زهکشی آبهای سطحی زمینهای پشت گوره

احداث گوره‌ها در طرفین رودخانه، از زهکشی رواناب سطحی زمینهای مجاور به داخل رودخانه جلوگیری می‌کند. این رواناب در پشت گوره انباشته می‌شود و باعث غرقاب شدن موضعی اراضی دشت می‌گردد. زیرا زهکشی این اراضی قبل از ساخت گوره‌ها به طور مستقیم یا غیرمستقیم به وسیله رودخانه انجام می‌شده است. راه‌حلهای عمومی برای رفع این مشکل عبارت است از :

- یک کانال زهکش در امتدادگوره و در مجاورت پنجه سمت خشکی آن ساخته شود، به طوری که رواناب سطحی و زهآب به وسیله این کانال جمع‌آوری و در پایین‌دست بازه موردنظر به محلی که امکان تخلیه ثقلی آن به رودخانه یا جای دیگر وجود دارد، انتقال یابد.
- آبهای سطحی و زهآب در محل پستی در پشت‌گوره جمع‌آوری و با پمپاژ به رودخانه تخلیه گردد.
- در مواردی که شاخه‌های فرعی به رودخانه می‌ریزد، می‌توان آب آن را با لوله‌های تحت فشار از زیر خاکریز به رودخانه تخلیه کرد. این روش در صورتی توصیه می‌شود که تخلیه آب از طریق لوله همواره به صورت ثقلی بوده و هزینه لوله‌گذاری زیاد نباشد.
- گاهی اوقات می‌توان رواناب سطحی و زهآب را در یک حوضچه یا استخر ذخیره کرد و زمانی که تخلیه ثقلی به رودخانه امکانپذیر باشد، آن را رها ساخت.
- با احداث آبروهایی در بدنه گوره و استفاده از دریچه‌های کشندی[1] (جزر و مدی) یک‌طرفه در آن، می‌توان در زمان کم‌آبی رودخانه، تخلیه ثقلی آبهای سطحی را انجام داد و در هنگامی که تراز آب رودخانه بالاست، از وقوع جریان معکوس جلوگیری کرد.

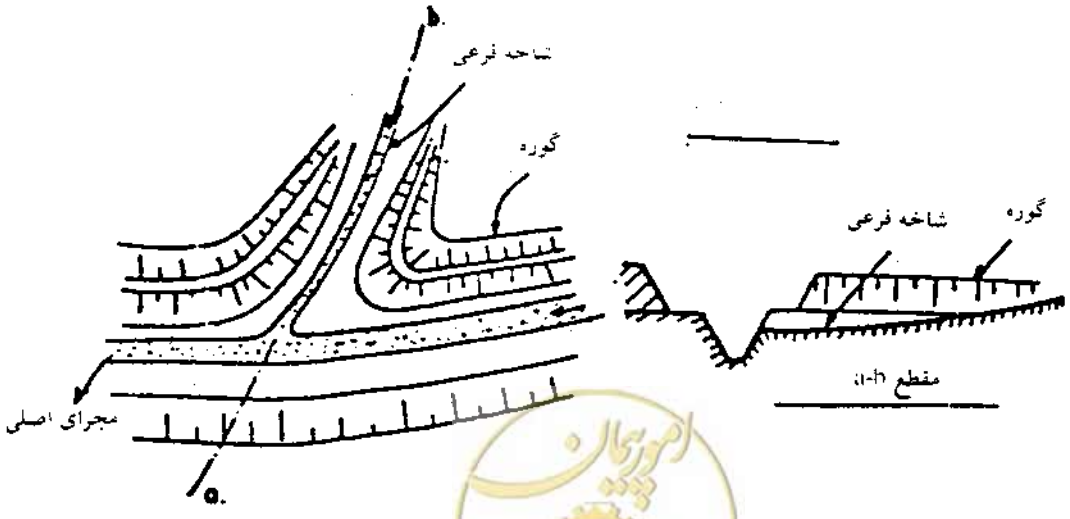
1- Tidal Gates

omoorepeyman.ir

در محل ریزش آبراهه‌ها و زهکشها به داخل رودخانه،گوره نباید امتداد داشته و پیوسته باشد؛ مگر اینکه اقدامات ویژه‌ای برای عبور زهکشهای فرعی از بدنه‌گوره انجام گیرد و یا اینکه‌گوره در امتداد شاخه‌های فرعی ادامه داده شود (شکل ۴-۱۵).

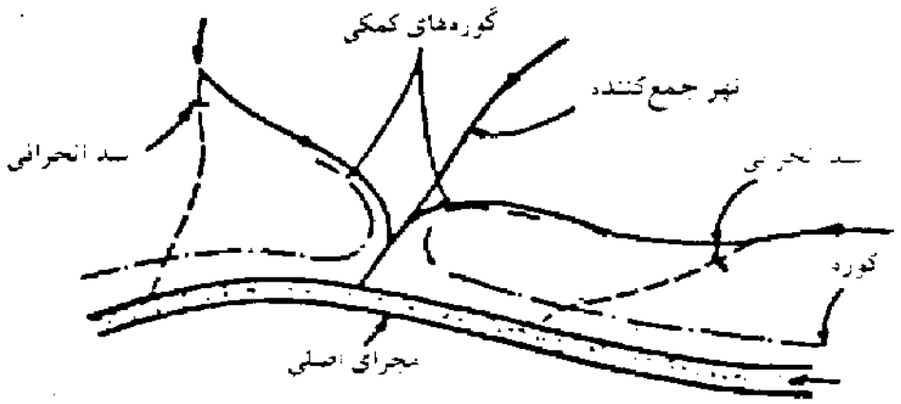
یک اصل اساسی آن است که اقدامات کاهش سیل در امتداد شاخه اصلی رودخانه، نباید منجر به افزایش نواحی سیلگیر در امتداد شاخه‌های فرعی بشود. برای شاخه‌های فرعی مهم، ارزانترین راه برای اینکه ناحیه سیلگیر در امتداد شاخه فرعی افزایش نیابد، ساختن گوره‌هایی در امتداد شاخه‌های فرعی است. این گوره‌های فرعی باید به امتدادگوره اصلی متصل شوند و به سمت بالادست شاخه فرعی تا محدوده پس‌زدگی آب یا زمینهای بلند ادامه یابد. این موضوع در شکل «۴-۱۵» نشان داده شده است. اما اگر تعداد شاخه‌های فرعی یا کانالهایی که در طول مسیرگوره به رودخانه متصل می‌شوند زیاد باشد، غالباً اجرای راه‌حل فوق برای هریک از آنها پرهزینه است و یا ممکن است زمین به قدرکافی برای این‌گونه اقدامات در دسترس نباشد. در چنین حالاتی، راه‌حل آن است که چند شاخه فرعی را به یکی از آنها، به عنوان جمع‌کننده، انحراف دهیم و فقط در امتداد این کانال جمع‌کننده،گوره احداث گردد (شکل ۴-۱۶).

هرگاه به علت شرایط پستی و بلندی و یا شرایط دیگر، ساخت گوره‌های کمکی در امتداد شاخه‌های فرعی خیلی پرهزینه یا نامناسب باشد، راه‌حل منطقی آن است که‌گوره اصلی در محل تقاطع قطع نشود و یک سازه تخلیه تنظیم‌کننده در خاکریزگوره برای شاخه فرعی احداث گردد. چنین سازه‌ای به شکل زیرگذر همراه با دریچه‌های کشویی یا شیر تنظیم مطابق شکل «۴-۱۷» است و هنگامی که تراز آب در رودخانه اصلی بالا باشد، بسته نگهداشته می‌شود و فقط بعد از فرونشست جریان سیلابی در رودخانه اصلی، باز می‌شود. اصولاً این‌گونه دریچه‌های تنظیم پرهزینه است و به افراد ماهر برای بهره‌برداری احتیاج دارد.

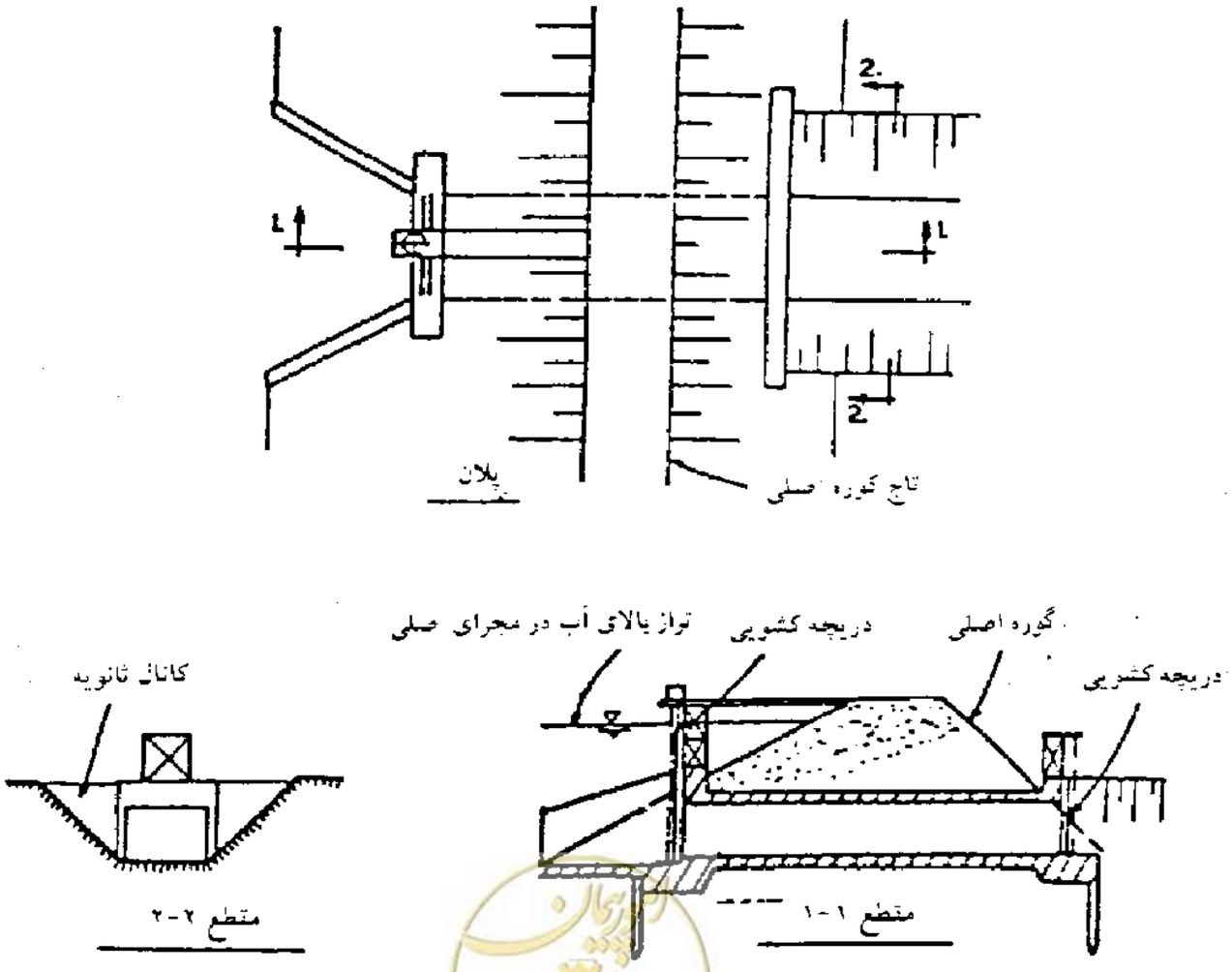


شکل ۴-۱۵-گوره فرعی در امتداد شاخه فرعی

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۶- ترتیب گوره‌ها در ورودی شاخه‌های فرعی به رودخانه



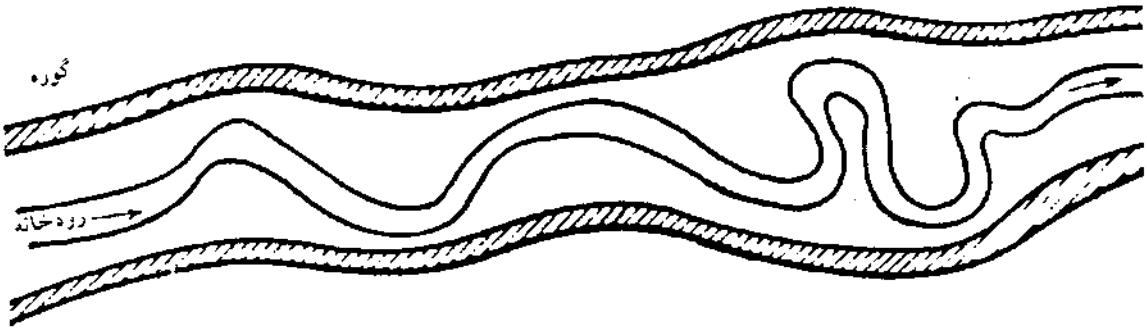
شکل ۴-۱۷- زیرگذر در بدنه گوره (با دریچه‌های کشویی)

omoorepeyman.ir

۴-۷ مشخصه‌های اصلی گوره

۴-۷-۱ راستای[1] گوره

اگر قرار باشد که زمینها و تأسیسات دو طرف رودخانه از سیل محافظت گردد، لازم است که مالکان این اراضی و تأسیسات، قسمتی از زمینهای دو طرف رودخانه را برای عبور سیلاب، آزادگذارند تا سیلاب بتواند بر روی این زمینها در حد فاصل بین‌گوره‌های طرفین رودخانه عبور کند. اگر مسیر رودخانه مستقیم است و شرایط محلی اجازه دهد،گوره را می‌توان در فواصل مساوی در دو طرف رودخانه ساخت. اما معمولاً رودخانه‌ها پیچ و خم‌دار است و مناسب نیست که مسیرگوره از پیچ و خم‌های رودخانه تبعیت کند. از این‌رو مسیرگوره باید نسبت به رودخانه دارای پیچ و خم کمتری بوده و مستقیم‌تر باشد. در هیچ محلی نبایدگوره آنقدر به خم رودخانه نزدیک باشد تا در معرض پدیده از زیرکنی و غارکنی قرار گیرد و یا شیروانیهای آن در معرض فرسایش شدید ناشی از سرعت جریان آب در دوره‌های سیلابی واقع گردد.گوره باید تا آنجاکه ممکن است مستقیم و بدون پیچهای تند باشد به طوری که مطابق شکل «۴-۱۸» کمربندی[2] در دو طرف رودخانه ایجاد کند.



شکل ۴-۱۸- موقعیت‌گوره‌ها در بستر مارپیچ رودخانه

پهنای سرتاسری این کمربند کم و بیش باید در سرتاسر طول بازه‌گوره‌بندی شده ثابت بماند. تغییر جهتهای‌گوره باید با شعاع انحنای زیاد صورت گیرد. در این مورد، محدوده عرضی بین‌گوره‌ها، علاوه بر تبعیت از شکل کلی پیچشی رودخانه همراه با تعدیل پیچها و حذف نامنظمیهای مسیر، تابعی از اهمیت زمینهای حاشیه رودخانه و پستی و بلندی سیلابدشت است.

محل استقرارگوره‌ها براساس نیازهای مهار سیلاب مشخص می‌شود و این امر بدون توجه به شرایط مناسب یا

1- Alignment
2- Belt

omoorepeyman.ir

نامناسب شالوده است. گاهی می‌توان در صورت وجود جای کافی، برای دوری جستن از شرایط نامطلوب شالوده گوره‌ها را به مقدار کمی جابه‌جا کرد. اما بیشتر اوقات، محدودیت ایجاب می‌کند که از زمین دارای شالوده ضعیف استفاده کرد و به جای تغییر محل استقرار گوره‌ها، طراحی گوره را تغییر داد و یا شالوده را تقویت نمود. برای مثال در صورت روبه‌رو شدن با جاهایی که از شالوده ضعیف برخوردارند (مانند جایی که گوره پیچهای بستر قدیمی رودخانه یا مناطق باتلاقی را قطع می‌کند)، پای گوره و سطح مقطع پهن‌تری برای گوره‌ها در نظر گرفته می‌شود.

همچنین لازم است که نقاط ابتدا و انتهای گوره به مواضع بلند و محکمی وصل گردد. این مواضع ممکن است به طور طبیعی وجود داشته باشد در غیر این صورت می‌توان از عوارض مصنوعی مانند جاده و غیره استفاده کرد. در صورتی که این امکان نیز وجود نداشته باشد، با کاهش تدریجی ارتفاع گوره در جهت بالادست و پایین‌دست بازه موردنظر، باید ارتفاع گوره را به صفر رساند.

از آنجا که انتخاب راستای گوره و فاصله مناسب بین آنها در دو طرف رودخانه، یکی از مهمترین موارد در طراحی گوره است. در زیر به دسته‌بندی عوامل مهم و مؤثر در تعیین راستا می‌پردازیم :

- توپوگرافی

نحوه استفاده از عوارض طبیعی حاشیه رودخانه در محدوده طرح، یکی از عوامل مهم در انتخاب مسیرهای مختلف گوره است. با عبور مسیر گوره بر روی زمینهای بلند حاشیه رودخانه، علاوه‌بر کاهش حجم خاکریزی و درنتیجه هزینه اجرای گوره، شرایط مناسبی را از نظر شالوده فراهم کرد و از این عوارض طبیعی برای تأمین ارتفاع لازم برای مهار سیلاب استفاده می‌گردد.

- فاصله گوره‌ها

یکی دیگر از مبانی انتخاب راستای گوره، ایجاد مقطع کافی برای عبور سیلاب است که بستگی به فاصله و ارتفاع گوره‌ها از یکدیگر دارد. در این مورد در بخش بعد مطالب لازم ارایه می‌شود.

- مسیرسازی [1] (هدایت مسیر)

اگر رودخانه دارای شاخه‌های متعدد یا پیچ و خمهای زیاد باشد، مسیرسازی رودخانه و هدایت جریان در یک عرض مشخص، باعث کاهش طول مسیر رودخانه و نهایتاً افزایش شیب و سرعت جریان می‌گردد و کشش رودخانه برای عبور سیلاب افزایش می‌یابد. با افزایش کشش رودخانه، گوره‌های حفاظتی ارتفاع کمتری نیاز دارند و نیز با کوتاهتر شدن مسیر گوره‌ها به دلیل حذف پیچ و خمها، هزینه اجرای گوره‌ها و نیز هزینه تثبیت شیروانی گوره و کناره رودخانه در محل پیچها کاهش می‌یابد.

- مناطق مسکونی و تأسیسات

درجه اهمیت مناطق مسکونی و تأسیسات حاشیه رودخانه می‌تواند در انتخاب راستاهای مختلف برای گوره مؤثر باشد.

1- Canalization

omoorepeyman.ir

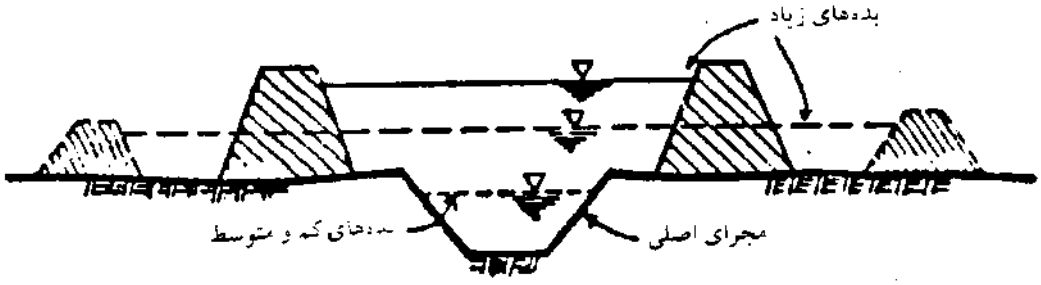
با توجه به مبانی فوق، گزینه‌های مختلفی برای مسیر (راستای)گوره در بازه‌های مختلف رودخانه انتخاب می‌شود. این گزینه‌ها روی نقشه با مقیاس مناسب به صورت مقدماتی طراحی می‌شود و پس از نهایی شدن راستای گوره‌ها، نیمرخ طولی سطح آب برای راستای هر گزینه محاسبه می‌گردد تا با محاسبه ارتفاع‌گوره در نقاط مختلف و محاسبه حجم و هزینه عملیات اجرایی هر گزینه، گزینه نهایی انتخاب گردد.

۴-۷-۲ ارتفاع گوره

ارتفاع‌گوره از مهمترین عوامل مؤثر در طراحی گوره‌هاست و خود تابعی از شرایط اقتصادی، اجتماعی، ایمنی، هیدرولوژی، هیدرولیکی و ... است. از مسائل مهم در تعیین ارتفاع نهایی گوره، موضوعاتی مانند فاصله گوره‌ها از یکدیگر، ارتفاع آزاد و نشست است که خود بستگی به عوامل متعدد دیگری دارند که در زیر به بررسی آنها می‌پردازیم.

۴-۷-۲-۱ ارتفاع و فاصله گوره‌ها از یکدیگر

برای روندیابی بده سیلاب طرح و به دست آوردن تراز آب، مقاطع عرضی رودخانه در قسمتهای مختلف آن باید تهیه شود. وقتی گوره‌ها در امتداد رودخانه ساخته می‌شوند، ترکیبی از سطح مقطع به‌دست می‌آید که بستگی به فاصله گوره‌ها از کناره رودخانه دارد. آشکار است که برای عبور یک بده ثابت از بین‌گوره‌هایی با فاصله کم در دو طرف رودخانه، ارتفاع‌گوره‌ها زیاد شده و در صورت عبور همان بده از بین‌گوره‌هایی با فاصله زیاد، ارتفاع‌گوره‌ها کاهش می‌یابد. شکل ۴-۱۹ این موضوع را به روشنی نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۹-گوره‌های بلند با فاصله کم از یکدیگر وگوره‌های کوتاه با فاصله زیاد از یکدیگر

به استثنای حالاتی که در آن فاصله‌گوره‌ها از کناره رودخانه با توجه به شرایط محیطی و قانونی مانند: مسایل حقوقی، سلب مالکیت و ... محدود می‌گردد، فاصله و در نتیجه ارتفاع‌گوره‌ها عموماً به جنبه‌های زیر بستگی دارد:

omoorepeyman.ir

الف - اقتصاد

از نظر هزینه اجرا، گوره‌های کوتاه ارزانتر ساخته می‌شوند. این موضوع نه تنها به علت حجم کمتری است که برای مصالح به کار می‌رود، بلکه به این دلیل است که گوره بلند هزینه بیشتری دارد. زیرا هم حجم عملیات و هم ضرایب کار در ارتفاع، افزایش می‌یابد و چون گوره‌ها در طول زیادی از رودخانه ساخته می‌شوند، از این رو هزینه آن بسیار وابسته و تأثیرپذیر از ارتفاع اضافی گوره است.

فاصله و ارتفاع گوره‌ها از طریق سعی و خطا تعیین می‌شود. به این صورت که ابتدا براساس راستای تعیین شده برای گوره‌ها در بازه‌های مختلف و بده سیلاب طرح، یک ارتفاع اولیه برای گوره‌های دو طرف رودخانه به دست می‌آید. سپس هزینه گوره و قیمت زمینهای محافظت نشده در بین گوره‌ها محاسبه می‌شود. محاسبات مشابهی باید برای فاصله‌های بین گوره‌ها و ارتفاع‌های مختلف آن انجام شود و ارتفاعی که در آن مجموع هزینه گوره و ارزش زمینهای محافظت نشده حداقل گردد، ارتفاع مناسب برای گوره خواهد بود. البته همان طور که در بخشهای بعدی می‌آید، باید به ارتفاع به دست آمده برای گوره، ارتفاع آزاد را نیز اضافه کرد.

ب - ایمنی

امکان شکست گوره همیشه باید مدنظر باشد. این موضوع نه تنها به علت سرریز شدن آب در سیلابهای شدید است، بلکه می‌تواند مربوط به مسائل فنی ناپیدا (رگاب ناشی از حفره‌های ایجاد شده توسط حیوانات، نشست زیاد خاک شالوده، اجرای نادرست کار و ...) باشد. کمتر می‌توان در مقابل سرریز شدن آب از روی گوره ناشی از سیلابهای شدید اقدامی انجام داد؛ مگر اینکه به وسیله بزرگسازی اضطراری[1] گوره‌ها، که در فصل ۵ بررسی می‌شود، اقدام شود. بازدید منظم از گوره‌ها و نگهداری آن، از کارهای اساسی برای موفقیت کار گوره‌بندی است.

شکست گوره‌های کوتاه فقط باعث خطرهای کم و نگرانی اندکی برای مردم می‌شود، اما شکست گوره‌های بلند هم خطرهای مالی و هم مصائب مردمی و در مواردی نیز خسارات جانی دارد. از طرف دیگر توجه کافی به مسائل ایمنی با افزایش هزینه‌ها همراه است، از این رو یک طرح بهینه باید تهیه گردد.

ج - هیدرولیک

شرایط هیدرولیکی و محاسبه عمق آب در بازه گوره‌بندی شده و قسمتهای بالادست و پایین‌دست آن باید مورد توجه

1- Emergency Enlargement

omoorepeyman.ir

کافی قرار گیرد. در شرایطی که تراز آب در قسمت گوره‌بندی شده از عمق نرمال برای همان بده در دیگر بازه‌ها بیشتر باشد، باعث پس‌زدن (دمه) آب در بازه بالادست شده و می‌تواند تولید خسارت کند. اگر مطالعات هیدرولیکی نشان دهد که بازه گوره‌بندی شده آنقدر طولانی است که عمق نرمال بتواند در آن ایجاد شود، در آن صورت عمق در آن بازه کمتر از بازه‌های دیگر است و خطری به دنبال ندارد. اضافه ارتفاع ناشی از جریان در خم رودخانه که در مباحث بعدی بررسی خواهد شد، نیز از مسائل مهم هیدرولیکی است که باید در طراحی گوره ملحوظ شود. نکته مهم در رابطه با فاصله گوره‌ها آن است که ادامه شیروانی گوره نباید بستر رودخانه را قطع کند. همچنین برای اطمینان از عدم تخریب گوره بر اثر پیشروی فرسایش کناره‌های رودخانه به سمت آن، رعایت حداقل فاصله پنجه گوره از لبه رودخانه به میزان ۱۲ متر لازم است [۱۴].

۴-۷-۲-۲ ارتفاع آزاد

فاصله بین تاج گوره و تراز بیشینه آب در سیلاب طرح، ارتفاع آزاد نامیده می‌شود. این ارتفاع اضافی برای اطمینان در مقابل سیلابهای بزرگتر از سیلاب طرح بوده و گوره را در مقابل امواج سیل محافظت می‌کند. زیرا یک گوره، بدون حفاظت کامل نباید توسط سیلاب سرریز شود. علاوه‌بر منظور کردن ارتفاع آزاد با هدف فوق، باید عوامل زیر نیز در تعیین ارتفاع نهایی گوره در نظر گرفته شود:

- افزایش ارتفاع ناشی از باد و موج
- نشست قابل پیش‌بینی
- اضافه ارتفاع[1] ناشی از جریان در خم‌ها
- امکان تخریب و زوال سطح تاج گوره

در صورتی که آبراهه کوچک باشد، ارتفاع آزاد به میزان ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود [۱۸]. ولی برای آبراهه‌های بزرگ که امکان ایجاد امواج بلند در آنها وجود دارد، ارتفاع ناشی از باد و موج باید جداگانه محاسبه گردد. به هر حال بندهای فوق جداگانه قابل محاسبه است و از این‌رو به‌ویژه در رودخانه‌ها و آبراهه‌های بزرگ، ارتفاع آزاد باید جدای از بندهای فوق تعیین و در ارتفاع نهایی گوره منظور گردد. توصیه‌های زیر برای ارتفاع آزاد از منابع مختلف ارائه شده است:

تراز تاج گوره متناسب با بده جریان و امواج سطحی آن، باید به اندازه ۰/۴ تا ۱ متر از تراز سطح آب بالاتر باشد و بعضی از مراجع آن را ۰/۵ تا ۱/۵ متر در نظر می‌گیرند [۱۱]. حداقل ارتفاع آزاد مجاز برای گوره‌های واقع در زمینهای کشاورزی ۰/۶ متر و برای گوره‌های واقع در نواحی شهری ۱ متر در نظر گرفته می‌شود [۲۶]. به هر حال

1- Super Elevation

omoorepeyman.ir

حداقل ارتفاع آزاد برای گوره باید ۰/۵ متر باشد. همچنین باید توجه ویژه‌ای در انتخاب ارتفاع آزاد در جایی که سرعت‌ها فوق‌بحرانی هستند، درنظر گرفته شود.

با تشخیص صحیح محلهای سرریز آب در طول گوره و طراحی ارتفاع آزاد مناسب برای قسمتهای موردنیاز، می‌توان خطر تخریب گوره را کاهش و ایمنی آن را افزایش داد. توجه به این نکته مهم است که با محاسبه تراز سطح آب، درنظرگرفتن ارتفاع آزاد برای قسمتهای مختلف باید به گونه‌ای صورت گیرد که اولین سرریزی آب از روی تاج گوره در محلی رخ دهد که کمترین خطر را دارا است. توجه به مسئله پس‌زدن آب در بالادست بازه گوره‌بندی شده مهم است و امکان دارد بر اثر جریانی بیشتر از سیلاب طرح، در بازه پایین‌دست، تراز آب کمی بالا بیاید، ولی در بازه بالادست، افزایش تراز آب زیاد باشد. به همین دلیل توصیه می‌گردد که در سرتاسر طول گوره ارتفاع آزاد یکسان در نظر گرفته نشود.

۴-۷-۲-۳ نشست

در تعیین ارتفاع نهایی گوره، نشستی را که بعد از تکمیل خاکریز و پدیده تحکیم روی می‌دهد باید منظور کرد. این نشست نهایی بستگی به خصوصیات مصالح، درجه اشباع، روش اجرای گوره، ارتفاع گوره و بار وارده بر شالوده، نوع شالوده و میزان باربری آن دارد.

نشست ماسه و سایر خاکهای غیرچسبنده مشابه که در لایه‌های نازک (مثلاً ۱۵ سانتیمتر) با رطوبت بهینه کوبیده شود، اغلب در ضمن ساخت گوره اتفاق می‌افتد. به‌طوری که با گذشت زمان هیچ نشست اضافی مورد انتظار نیست. در حالی که خاکهای چسبنده به زمان زیادتری برای تحکیم نیاز دارد و از این‌رو باید به اندازه ۱ تا ۵ درصد به ارتفاع گوره اضافه شود [۱۸].

معمولاً در خاکریزی که خوب متراکم شده باشد، نشست تاج به علت نشست بدنه به ندرت ممکن است که از ۰/۲۵ درصد ارتفاع گوره بیشتر شود. در شرایط معمولی برای گوره‌های متراکم می‌توان نشست تاج به علت نشست بدنه خاکریز را ۲٪ ارتفاع خاکریز در نظر گرفت و در نقاط زلزله‌خیز به این مقدار ۱٪ ارتفاع را اضافه کرد. اما برای نشست کل تاج نمی‌توان رقمی را ذکر کرد، زیرا به عوامل متعدد، به ویژه شرایط شالوده بستگی دارد و حتی در مواردی نشست خاکریز به علت وجود شالوده تراکم‌پذیر، حتی تا ۱۰٪ ارتفاع گوره هم نشان داده شده است [۶].

کمیسیون رودخانه می‌سی‌سی‌پی برای جبران نشست، اضافه کردن ارتفاع گوره را به میزان ۱۵٪ برای کار با اسکریپر، ۲۰٪ برای کار با واگن و ۲۵٪ برای کار با دراگ‌لاین و سایر ماشین آلات لازم می‌داند، هر چند که معتقدند گوره‌ای که خوب ساخته شده باشد تا این اندازه نشست نخواهد کرد.

omoorepeyman.ir

برحسب نوع ساخت و میزان تراکم خاکریز نیز نشستهای متفاوتی منظور می‌گردد. برای مقابله با کاهش ارتفاع ناشی از نشست، برای خاکریزهای متراکم از ۰ تا ۵٪، خاکریزهای نیمه‌متراکم از ۵ تا ۱۰٪، خاکریزهای نامتراکم ۱۵٪ و خاکریزی به روش هیدرولیکی ۵ تا ۱۰٪ به ارتفاع گوره می‌افزایند [۱۴].

در موارد زیر محاسبه نشست باید با دقت صورت گیرد :

- گوره‌های بلند
- گوره‌های ساخته شده با خاکهای تراکم‌پذیر
- گوره‌های ساخته شده روی شالوده‌های تراکم‌پذیر
- محدوده زیر سازه‌های بتنی و فولادی که از داخل گوره‌هایی عبور کنند که بر شالوده تراکم‌پذیر قرار دارند

در هر حال میزان نشست را باید به قضاوت مهندسی گذاشت. تاج گوره باید بعد از نشست، حداقل تا ارتفاع از قبل تعیین شده باشد، ازاین رو بهتر است که مقدار بیشتری برای نشست منظور گردد. البته باید این موضوع را در نظر داشت که افزایش ارتفاع گوره در حین ساخت، ضمن افزایش هزینه‌ها مشکلات پایداری گوره را نیز افزایش داده و برای بعضی از شالوده‌ها غیر عملی یا نامطلوب است.

۴-۷-۲-۴ ارتفاع نهایی

ارتفاع نهایی گوره را می‌توان با استفاده از رابطه زیر برای قسمتهای مختلف بازه گوره‌بندی شده به دست آورد:

$$H_t = h + F.B.$$

$$F.B = \Delta h + h_s + h_w + F.B._{min}$$

h = ارتفاع متوسط تراز سطح آب در بده سیلاب طرح که از محاسبه نیمرخ طولی سطح آب به دست می‌آید.

F.B. = ارتفاع آزاد

Δh = اضافه ارتفاع تراز سطح آب ناشی از جریان در خم رودخانه (در سمت خارجی خم، شکل ۴-۲۰)

h_s = ارتفاع مربوط به نشست تاج گوره (کاهش رقوم تاج گوره)

h_w = ارتفاع مربوط به موج و باد

توضیح : چنانکه ذکر شد، برای رودخانه‌ها و آبراهه‌های باریک و کوچک، این ارتفاع در ارتفاع آزاد گنجانده شده و برای رودخانه‌های پهن و بزرگ و جاهایی که احتمال امواج بزرگ وجود دارد باید جداگانه حساب شود.

$F.B._{min}$ = حداقل ارتفاع آزاد مورد نیاز

omoorepeyman.ir

برای محاسبه Δh روابط متعددی پیشنهاد شده که متداولترین آنها رابطه زیر است [۱۸]:

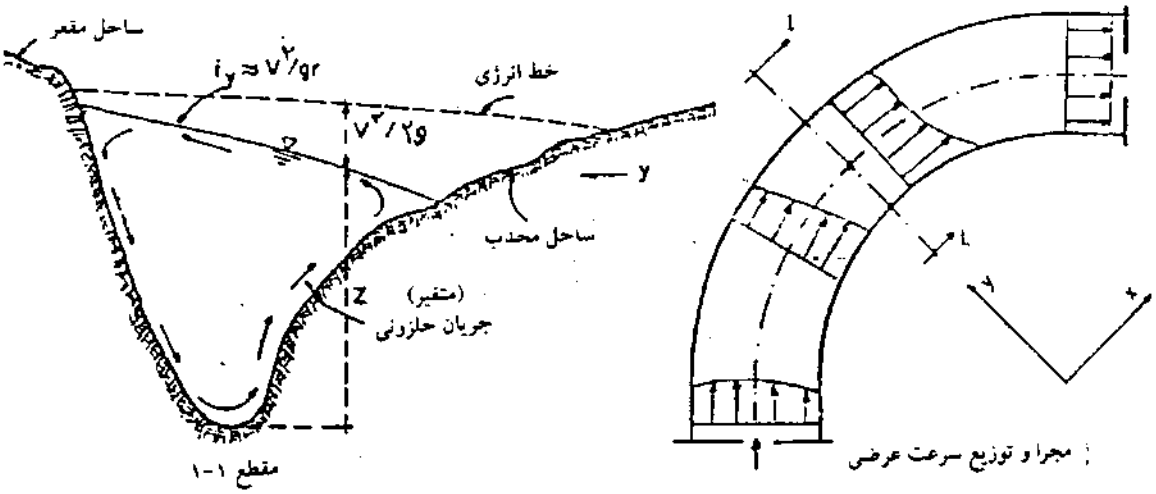
$$\Delta h = \frac{V_m^2 B}{g.r}$$

Vm = سرعت متوسط آب (متر بر ثانیه)

B = پهنای سطح آب در خم رودخانه (متر)

g = شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه)

r = شعاع انحنای خم بیرونی (کناره خارجی) (متر)



شکل ۴-۲۰- اضافه ارتفاع تراز سطح آب ناشی از جریان در خم رودخانه

نکته مهم قابل توجه آن است که حداکثر توان باربری شالوده گوره محدود بوده و متناظر با ارتفاع معینی است، از این‌رو ارتفاعی که به این ترتیب به‌دست می‌آید باید کوچکتر از ارتفاعی باشد که شالوده‌گوره، توان باربری و تحمل آن را دارد، زیرا در این صورت امکان افزایش ارتفاع گوره، برای افزایش بده سیلاب طرح در حالت عادی و یا مقابله با سیلابهای بزرگتر از سیلاب طرح در حالت اضطراری وجود ندارد.

۴-۷-۳ شیب شیروانی

شیب شیروانی‌گوره به عنوان یکی از اجزای مهم در طراحی هندسی گوره محسوب می‌گردد. تعیین شیب شیروانیهای گوره از نظر اقتصادی دارای اهمیت است، زیرا تأثیر مستقیمی در حجم مصالح مورد استفاده در ساخت گوره، پایداری بدنه آن و همچنین وسعت اراضی اشغال شده توسط گوره دارد. از طرف دیگر تعیین شیب شیروانیها، بستگی

omoorepeyman.ir

به عواملی نظیر خصوصیات مواد تشکیل‌دهنده گوره، روش اجرای آن و مدت زمانی که ممکن است گوره در معرض جریان سیل قرار گیرد، دارد.

برای تعیین شیب شیروانی در گوره‌های کم ارتفاع و گوره‌هایی که از مصالح خوب بر روی شالوده مناسب ساخته شده‌اند، نیاز به تحلیل دقیق پایداری شیب نیست. برای چنین گوره‌هایی، انتخاب شیب می‌تواند براساس ملاحظات عملی نظیر: نوع و سهولت اجرا، نگهداری و بهره‌برداری و معیارهای حفاظت شیروانی انجام گیرد. اگر در مورد کیفیت مصالح قابل دسترسی برای ساخت گوره و شرایط مناسب شالوده آن ابهامی وجود داشته باشد، تحلیل دقیق پایداری شیب شیروانیهای گوره موردنیاز است.

در گوره‌هایی که با روش کاملاً متراکم ساخته می‌شوند، این امکان فراهم می‌شود که از شیبهای جانبی تندتری در مقایسه باگوره‌های نیمه‌متراکم و یاگوره‌هایی که به روش هیدرولیک ساخته می‌شود، استفاده شود. این امر در مناطق شهری که استفاده از مقطع کوچکتر گوره ضرورت می‌یابد، از اهمیت خاصی برخوردار است. به طور کلی یک شیب جانبی ۱:۲ تندترین شیبی است که امکان عملیات سنگ چینی را برای حفاظت گوره با استفاده از ماشین‌آلات فراهم و در این حالت پایداری پوشش سنگچین را نیز تأمین می‌کند. همچنین یک شیب جانبی ۱:۲/۵ تندترین شیبی است که امکان حرکت دادن راحت تجهیزات علف‌چینی بر روی آن وجود دارد. این شیب در سمت ساحل، برای گسترش پوشش گیاهی و نگهداری و حفاظت آن، مناسب است. در حالی که در سمت رودخانه، شیب ۱:۳ یا بیشتر مناسب است و در صورت تندتر بودن آن، باید از پوشش حفاظتی سازه‌ای و یا ایجاد پله استفاده کرد. در صورتی که سرعت جریان رودخانه کمتر از ۰/۹ متر بر ثانیه باشد، شیب سمت رودخانه با استفاده از پوشش گیاهی (چمن) و در صورتی‌که سرعت جریان بیشتر از ۰/۹ متر بر ثانیه باشد، باید از پوشش سازه‌ای برای حفاظت استفاده نمود. در حالی‌که شیب سمت خشکی معمولاً نیاز به حفاظت ندارد و فقط برای رعایت جنبه زیبایی ظاهری و کاهش گرد و خاک از پوشش گیاهی و یا یک لایه ۱۵ سانتیمتری شن و یا یک لایه ۳۰ سانتیمتری خاک متراکم و چمن بر روی آن استفاده می‌شود.

برای گوره‌هایی که ارتفاع آنها از ۴ تا ۵ متر تجاوز نمی‌کند و مشکل خاصی نیز در مورد شالوده آنها وجود ندارد، شیب سمت رودخانه آنها ۱:۳ تا ۱:۳/۵ و شیب سمت خشکی آنها ۱:۲ تا ۱:۲/۵ توصیه می‌گردد [۱۸]. درگوره‌های بلند، معمولاً شیروانیهای آنها با استفاده از پله شکسته می‌شود تا پایداری شیروانی بهتر تأمین گردد و ضمناً از فرسایش خاک سطحی شیروانی گوره در اثر وقوع رواناب سطحی ناشی از بارش مستقیم جلوگیری شود. این پله‌ها باید دارای شیب عرضی معکوس ۱ تا ۲ درصد و یک کانال کوچک زهکشی در سرتاسر طول گوره باشند تا اینکه آبهای سطحی را به سمت کانالهای تخلیه، هدایت کند (شکل ۴- ۱) [۱۸]. گاهی پله می‌تواند در پشت گوره به منظور حفظ پایداری و جلوگیری از پدیده جوشش ماسه و مهار تراوش از بدنه و زیرگوره با شیب جانبی ۱:۱۵ تا ۱:۲۰ اجرا گردد

omoorepeyman.ir

(شکل۴-۲) و یا به شکل دیگری با شیب تاج ۱ تا ۲ درصد و عرض تاج برابر با ۰/۲ تا ۱/۲۵ ارتفاع اجرا گردد. در چنین حالتی شیب جانبی پله باید پایدار باشد.

۴-۷-۴ شیب طولی

شیب طولی گوره براساس ارتفاع حداکثر سطح آب در طول مسیر رودخانه برای سیلاب طرح که از مطالعات هیدرولیک سیل که در بخش ۳-۵ توضیح داده شده به دست می‌آید. برای این منظور وجود اطلاعات کافی در مطالعات هیدرولیک موردنیاز است، در حالی که در بسیاری از حوضه‌ها و رودخانه‌ها، اطلاعات اندازه‌گیری شده وجود ندارد. در چنین شرایطی شیب طولی گوره مطابق با شیب کف رودخانه اختیار می‌گردد. اگرچه این کار بعضاً ایجاد مشکلاتی نیز می‌نماید، زیرا معمولاً شیب سطح آب در زمان طغیان سیل، بیشتر از شیب کف رودخانه و در زمان فروکش سیل، کمتر از شیب رودخانه است و لذا شیب کف به عنوان یک شیب متوسط می‌تواند مورد قبول قرار گیرد.

نکته دیگری که در تعیین شیب طولی باید موردتوجه باشد، رعایت حداقل ضوابط راهسازی در تعیین شیب طولی گوره در شرایطی است که از تاج گوره به عنوان جاده تردد خودروها استفاده شود. بنابراین در صورتی که شیب کف رودخانه یا بستر گوره تند باشد، ضروری است تدابیر لازم برای تردد ایمن و مطمئن خودروها فراهم شود.

۴-۷-۵ پهنای تاج

پهنای تاج گوره از چند جهت تأثیر می‌پذیرد. اولاً حداقل عرض مورد نیاز براساس ضرورتهای دوره ساخت تعیین می‌شود. این امر بخصوص در احداث گوره‌های متراکم و نیمه‌متراکم برای عبور و مرور ماشین‌آلات ساخت مهم است، ثانیاً پیش‌بینیهای کافی در تاج گوره برای دوره نگهداری و تعمیرات و به خصوص در زمان سیل، هنگامی‌که نیاز به ترمیم یا بزرگسازی گوره است، ضروری خواهد بود. مهمتر از دو جنبه فوق تأمین پهنای کافی در تاج گوره برای حالتی است که از تاج گوره به‌عنوان جاده استفاده خواهد شد. در چنین حالتی ضرورت دارد تا استانداردهای مربوط به راه‌سازی مراعات شود و این امر بستگی به نوع و درجه راه و میزان ترافیک عبوری از روی آن دارد.

به طور کلی عرض تاج گوره در حدود ۲/۵ تا ۵ متر و معمولاً ۳ متر انتخاب می‌شود. این عرض برای گوره‌های با حداکثر ارتفاع ۲ متر، برابر ۲ متر است و برای گوره‌های بلندتر، این پهنا تا ۳ متر افزایش می‌یابد. در صورتی که تاج گوره به عنوان جاده یک طرفه استفاده شود، حداقل عرض ۴ متر در نظر گرفته می‌شود، البته در این صورت در طول گوره، گاهی عرض تاج را برای عبور دو خودرو از کنار یکدیگر و یا دور زدن یک خودرو، به طور موضعی پهنتر

omoorepeyman.ir

می‌کنند، در صورتی که عبور دو طرفه و یا راه‌آهن از روی تاج‌گوره در نظر باشد، عرض تاج ممکن است تا ۱۳ متر نیز افزایش یابد که البته به لحاظ پایداری گوره ضرورتی ندارد.

در صورتی که ارتفاع‌گوره زیاد باشد و برای تأمین پایداری آن از پله استفاده شود، عرض پله حداقل ۲ متر باید باشد و اگر ارتفاع‌گوره بیش از ۶ متر شود، عرض پله حداقل ۳ متر تعیین می‌گردد.

در بعضی از منابع، حداقل عرض تاج‌گوره باتوجه به میزان بده سیلاب طرح پیشنهاد می‌شود. براساس استاندارد کارهای رودخانه‌ای ژاپن، مقادیر حداقل عرض تاج‌گوره مطابق جدول زیر پیشنهاد می‌گردد:

جدول ۴-۳- مقادیر عرض تاج‌گوره بر اساس سیلاب طرح (درکشور ژاپن) [۱۷]

بده سیل (مترمکعب‌برثانیه)	کمتر از ۵۰۰	۵۰۰ تا ۲۰۰۰	۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰	۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	بیشتر از ۱۰۰۰۰
حداقل عرض تاج‌گوره (متر)	۳	۴	۵	۶	۷

۴-۷-۶ تراکم خاک

موضوع تراکم خاک در احداث‌گوره‌ها زمانی اهمیت پیدا می‌کند که‌گوره به روش متراکم یا نیمه‌متراکم ساخته شود. درصورتی که شالوده‌گوره از مقاومت کافی برخوردار باشد، به منظور اشغال کمتر اراضی و کاهش حجم مصالح مصرفی درگوره، باید از شیبهای جانبی تندتری در طرح‌گوره استفاده شود و بدین منظور باید با استفاده از منابع قرضه با مشخصات خوب مصالح و همچنین تجهیزات مناسب و رطوبت مطلوب، تراکم‌کافی را در شالوده و بدنه گوره ایجاد کرد تا پایداری آن تأمین شود.

در چنین شرایطی لازم است تا آزمایش تراکم بر روی خاکهای چسبنده ریزدانه انجام شود. در روش احداث گوره‌های متراکم، باید آزمایش استاندارد تراکم با ۲۵ ضربه انجام شود و برای‌گوره‌های نیمه‌متراکم آزمایش استاندارد با ۱۵ ضربه باید انجام شود.

omorepeyman.ir

تراکم خاک نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت کار و در نتیجه تأمین ضریب اطمینان و درجه ایمنی گوره دارد. لذا در تراکم خاک‌گوره باید به عوامل مؤثر در کیفیت تراکم نظیر ضخامت لایه‌ها، درصد رطوبت، همگنی و یکنواختی کوبیدگی، نوع خاک و دانه‌بندی آن توجه نمود. برای دستیابی به تراکم موردنظر، لایه‌های خاک درگوره‌های متراکم به ضخامت ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر باید کوبیده شود و درگوره‌های نیمه‌متراکم ضخامت لایه‌ها ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر است. برای تراکم خاک‌گوره‌ها از غلتکهای پاچه بزی، پاچه فیلی، چرخ لاستیکی و یا چرخ فولادی استفاده می‌شود و تعداد دفعات عبور غلتک برای رسیدن به درصد تراکم موردنظر براساس حداکثر چگالی استاندارد تعیین می‌گردد.

نکته دیگر آنکه خاک اطراف سازه‌ها و ابنیه‌های متقاطع باگوره باید به خوبی متراکم گردد. تراکم خوب از نفوذپذیری مصالح گوره جلوگیری کرده و اتصال محکمی بین سازه و گوره ایجاد می‌کند. برای تراکم سنگین باید از غلتکهای مکانیکی استفاده کرد و در سطوح محدودتر، نزدیک دیواره‌های بتنی، خاک‌گوره باید به روش دستی و به صورت محکم کوبیده شود.

در لایه‌های زهکش به‌کار رفته در پای‌گوره نیز باید تراکم لازم ایجاد شود، غلتکهای مکانیکی بهترین وسیله برای این کار است، اما از تراکتورهای غلتک‌کشی و غلتکهای چرخ لاستیکی نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد، اما تراکم لایه‌های زهکشی باید به نحوی انجام شود که موجب جداشدن دانه‌ها و تخریب لایه نگردد.

omorepeyman.ir

۵- ساخت و نگهداری گوره‌ها

۵-۱ تجهیزات و ماشین‌آلات ساخت

با توجه به حجم عظیم عملیات خاکی، اعم از خاکبرداری و خاکریزی در ساخت گوره‌ها، نقش ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده در کنار نیروی انسانی مورد نیاز، بسیار با اهمیت خواهد بود. معمولاً در احداث گوره‌ها، با توجه به طول زیاد آنها، تعداد کارگاهها و ماشین‌آلات مورد استفاده زیاد است و در چندین جبهه کاری، عملیات اجرایی می‌تواند به‌طور همزمان انجام شود. در مراحل مختلف ساخت نظیر: پاکسازی، خاکبرداری، خاکریزی، کوبیدن و غیره انواع مختلف ماشین‌آلات و تجهیزات ساختمانی و راهسازی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در مرحله پاکسازی سطح زمین زیرگوره از مواد آلی، گیاهان، خار و خاشاک و غیره، تجهیزاتی نظیر لودر، گریدر و اسکریپر به‌کار گرفته می‌شود. برای خاکبرداری و حذف لایه‌های نامناسب سطحی می‌توان از ماشین‌آلاتی نظیر: لودر، بولدوزر و دراگلاینهای مختلف استفاده نمود. برای خاکریزی در لایه‌های مختلف که ضخامت این لایه‌ها با توجه به روش ساخت (متراکم، نیمه متراکم، نامتراکم و هیدرولیکی) متفاوت است، می‌توان از ماشین‌آلاتی نظیر: کامیون، لودر، بولدوزر و اسکریپر بهره جست. در روش ساخت هیدرولیکی با استفاده از مصالح رودخانه‌ای، از لایروبهای هیدرولیکی و لوله‌های انتقال مصالح نیز استفاده می‌شود و سپس توسط بولدوزر یا گریدر پخش می‌گردد.

مهمترین مرحله ساخت گوره، کوبیدن لایه‌های خاک است که با استفاده از انواع غلتکها و لرزنده‌ها انجام می‌گیرد. غلتکهای چرخ فولادی، چرخ لاستیکی و پاچه‌پزی، کفشکها و همچنین تخماقها و لرزنده‌های دستی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از غلتکهای چرخ فولادی برای کوبیدن خاکهای درشت دانه خوب دانه‌بندی شده و خاکهای ریزدانه غیر خمیری استفاده می‌گردد. غلتکهای چرخ لاستیکی بیشتر برای کوبیدن خاکهای درشت دانه و ریزدانه به‌کار می‌رود. ویژگی این غلتکها در این است که سرعت عملیات افزایش یافته و لایه‌های با ضخامت بیشتر را می‌توان کوبید و بدین ترتیب هزینه و مدت زمان اجرا تا حدی کاهش می‌یابد.

غلتکهای پاچه‌پزی برای خاکهای ریزدانه خمیری و غیرخمیری و خاکهای درشت دانه با بیش از ۲۰ درصد ریزدانه به‌کار می‌رود. کفشکهای لرزنده[1] برای خاکهای درشت دانه‌ای که کمتر از ۱۵ درصد مصالح ریزدانه دارند، مناسب است. از تخماقهای موتوری و لرزنده‌های دستی نیز برای کوبیدن محلهای کوچک که دسترسی به آنها برای ماشین‌آلات سنگین مشکل است و یا در مجاورت سازه‌های بتنی و فلزی متقاطع باگوره استفاده می‌شود.

1- Vibrating Shoes

omorepeyman.ir

علاوه بر ماشین‌آلات مختلفی که در بالا اشاره شد، در مرحله ساخت گوره، برای پیاده‌کردن راستای گوره در مسیر طراحی شده و همچنین اجرای مقطع طرح (عرض تاج و شالوده و شیب شیروانیها و شیب طولی گوره) لازم است از تجهیزات مناسب نقشه‌برداری استفاده کرد.

۵-۲ روشهای ساخت

برای احداث گوره‌ها، عمدتاً از ماشین‌آلات سنگین استفاده می‌شود که در مراحل مختلف ساخت، همان طور که در بخش ۵-۱ توضیح داده شد، به‌کار می‌روند. این مراحل عبارتند از :

- آماده‌سازی شالوده گوره شامل: پاکسازی مسیر گوره از کلیه پوششهای گیاهی، خاکهای سست، سنگها و موانع دیگر در محدوده زیر گوره و سکوهای زه و همچنین گودبرداری مسیر گوره تا عمق مناسبی که خاک بستر از مقاومت کافی برای تحمل وزن بدنه گوره برخوردار باشد. گودبرداری فقط در محدوده زیر گوره ضروری است و در صورتی که مصالح خاکبرداری برای استفاده در بدنه گوره مناسب باشد، در نزدیکی مسیر گوره نگهداشته می‌شود و در غیر این صورت به محلی منتقل می‌شود که در مسیر عبور جریان سیلاب واقع نباشد و مانع عملیات آتی نیز نگردد. عمق گودبرداری معمولاً بین ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر است؛ مگر در محلهایی که خاک زمین زیر گوره بسیار سست باشد و در این صورت تا عمق مناسب خاکبرداری انجام می‌شود [۱۴].
- تراکم شالوده گوره که قبل از خاکریزی انجام می‌شود.
- انتقال مصالح از محل منابع قرضه به محل احداث گوره که معمولاً با استفاده از ابزار و وسایل دستی (در صورت نزدیکی محل معادن قرضه به مسیر گوره و وجود نیروی انسانی ارزان) و ماشین‌آلات سنگین و همچنین خط لوله برای انتقال مواد لایروبی شده به روش هیدرولیکی، انجام می‌شود.
- استقرار مصالح منتقل شده و تراکم آنها در لایه‌های مختلف که معمولاً با توجه به روش ساخت انتخابی در ضخامتهای مختلف می‌تواند انجام شود. میزان تراکم و روش تراکم نیز بستگی به نوع گوره موردنظر، از نظر روش ساخت (متراکم، نیمه متراکم، نامتراکم و یا روش هیدرولیکی) دارد که بعداً شرح داده خواهد شد.

همان طور که در مبحث ۱-۳-۳ ذکر گردید، گوره‌ها از نظر روش ساخت به سه دسته گوره‌های متراکم، نیمه متراکم و نامتراکم تقسیم می‌شوند. البته روش ساخت نامتراکم، خود به دو روش مکانیکی و هیدرولیکی اجرا می‌شود. از طرف دیگر تمام مقطع عرضی گوره الزاماً به یک روش ساخته نمی‌شود. در صورتی که گوره ناهمگن باشد، هسته مرکزی آن ممکن است متراکم یا نیمه متراکم اجرا شده و پوسته آن نیز نیمه متراکم یا نامتراکم اجرا گردد.

omorepeyman.ir

۵-۲-۱ ساخت گوره به روش متراکم

در این روش بدنه گوره با استفاده از ماشین آلات سنگین نظیر: غلتکهای پاچه‌پزی، چرخ لاستیکی یا چرخ فولادی با استفاده از خاک مناسب با درصد رطوبت بهینه به میزان ۹۵ درصد استاندارد متراکم می‌گردد و معمولاً زمانی این روش به‌کار گرفته می‌شود که ارزش زمینهای حفاظت شده زیاد باشد و یا با محدودیت شدید زمین برای اجرای گوره مواجه باشیم. در عین حال، وجود یک شالوده محکم و با قابلیت تراکم محدود مورد نیاز است و خاکهای سست سطحی زمین کاملاً باید پاکسازی شود.

رطوبت مصالح مورد استفاده با توجه به میزان رطوبت بهینه و بر طبق شرایط استاندارد باید تأمین شود. خاکریزی باید در لایه‌های ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر انجام گیرد و تعداد دفعات عبور غلتک از روی لایه برای رسیدن به درصد تراکم موردنظر، براساس حداکثر چگالی استاندارد تعیین می‌گردد. معمولاً تراکم بالاتر از ۸۵درصد در ساخت این نوع گوره موردنظر است.

مقطع این گوره کمترین فضا را اشغال می‌کند و باتوجه به قابلیت تراکم کم آن، در صورت تأمین عرض کافی در تاج آن، شرایط مناسبی برای عبور راههای اصلی از روی تاج آن فراهم می‌شود.

۵-۲-۲ ساخت گوره به روش نیمه متراکم

این روش ساخت برای احداث گوره‌هایی به‌کار گرفته می‌شود که با محدودیت فضا مواجه نباشد و درجه اهمیت زمینهای حفاظت شده در حدی نباشد که نیاز به احداث گوره متراکم باشد. در بعضی مناطق نیز، اراضی زیرگوره و یا به عبارتی شالوده آن از مقاومت و استحکام کافی برای احداث گوره متراکم برخوردار نیست و یا نوع مصالح موجود برای ساخت گوره، آن گونه است که برای مهار نشت آب از بدنه یا زه‌تحتانی، نیاز به احداث گوره‌هایی با قاعده عریضتر نسبت به گوره‌های متراکم است، در چنین شرایطی نیز ساخت گوره‌های نیمه متراکم می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

در روش ساخت نیمه متراکم، مصالح با رطوبت طبیعی خود کوبیده می‌شود و تعداد دفعات عبور غلتکها معمولاً کمتر از گوره‌های متراکم است و درصد تراکم باید با آزمایش نفوذ استاندارد[1] (۱۵ ضربه‌ای) ارزیابی گردد. ضخامت لایه‌های خاک نیز معمولاً در حدود ۳۰ سانتیمتر است. ضمناً در صورتی که گوره در مناطقی ساخته شود که ناگزیر از استفاده از مصالح قرضه با رطوبت زیاد باشد و یا در زمان اجرا، پیش‌بینی ریزش مداوم باران بشود، احداث گوره به روش ساخت نیمه متراکم نسبت به روش ساخت متراکم ترجیح دارد.

1- Standard Penetration Test (S.P.T.)

omoorepeyman.ir

۵-۲-۳ ساخت گوره به روش نامتراکم

این روش ساخت گوره عمدتاً در شرایطی استفاده می‌شود که مصالح قرضه بسیار مرطوب و یا شامل مواد آلی باشد. در صورتی که زمینهای زیرگوره نیز بسیار سست و لجنزار باشد و یا در مناطق پرباران، از گوره‌های غیرمتراکم می‌توان استفاده کرد. احداث این نوع گوره اغلب به صورت درجا و در لایه‌های ضخیم و بدون پخش مصالح انجام می‌گیرد.

گوره‌های نامتراکم به دو روش مکانیکی و هیدرولیکی احداث می‌گردند. در روش مکانیکی، از ماشین‌آلاتی نظیر لودر وبولدوز برای جابه‌جایی و انباشت مصالح استفاده می‌گردد، در صورتی که در روش هیدرولیکی، شناورهای لایروب و خط لوله انتقال مواد لایروبی شده، به‌کار می‌رود. مصالح مورد استفاده در روش هیدرولیکی معمولاً شن و ماسه نفوذپذیر بوده که اغلب از حفر کانال و لایروبی رودخانه به‌دست می‌آید.

این روش ساخت معمولاً در شرایط اضطراری و برای اهداف کوتاه‌مدت یا موقت مهار سیلاب به‌کار می‌رود. گاهی در احداث سکوهای پایداری یا زهکشی نیز از این روش استفاده می‌گردد. در هر صورت شیب جانبی گوره‌هایی که با این روش احداث می‌گردند، بسیار ملایم است (بیش از ۱ عمودی به ۴ افقی) و اراضی زیادی نیز توسط گوره اشغال می‌شود.

۵-۳ منابع قرضه و مصالح ساختمانی

در فصل سوم در مورد منابع قرضه و مصالح ساختمانی به تفصیل بحث گردید و نوع مصالح قرضه، بررسیهای صحرایی و آزمایشگاهی، جانمایی منابع قرضه و طراحی گودالهای قرضه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این مبحث سایر نکات مربوط به ساخت و نگهداری گوره‌ها که در ارتباط با منابع قرضه و مصالح ساختمانی باشد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

گودالهای قرضه در سمت رودخانه‌گوره، باید به نحوی طراحی و ساخته شود که به هنگام بالاآمدن تراز آب، به آرامی پر شده و در هنگام پایین افتادن تراز آب، کاملاً زهکشی شود. این کار در حالتی که جریان بر روی ساحل وجود دارد باعث کاهش فرسایش در گودال می‌شود. همچنین باعث به‌وجودآمدن شرایط مناسب برای رشد گیاهان و رسوبگذاری در گودال می‌گردد. برای اجتناب از جریان محدود شده و متمرکز در نواحی قرضه سمت رودخانه‌گوره، باید تا حد امکان موانع از سر راه جریان آرام و یکنواخت برداشته شود. گودالهای قرضه سمت رودخانه‌گوره، باید تا حد امکان از لحاظ پهنا و شیب طولی یکنواخت باشد تا از تغییرات ناگهانی اجتناب گردد. موانعی که می‌تواند باعث ایجاد جریان متمرکز شود، نظیر: باقیمانده گوره‌های قدیمی و لبه‌های بلند و باریک اطراف منابع قرضه، باید پاکسازی

omranrepeyman.ir

شود. در صورت وجود موانعی که قابل انتقال یا پاکسازی نیستند، مانند پایه‌های پلها و دیگر سازه‌های ثابت در کنار گوره، به منظور حفظ پایداری گوره و این سازه‌ها لازم است که شیروانیهای گوره و یا گودال قرضه در نزدیکی این موانع با پوشش سنگی یا سایر پوششها حفاظت گردند.

محلهای قرضه باید به‌گونه‌ای باشد که آثار منفی زیست محیطی آن کاهش یابد و در صورت امکان با چشم‌انداز محیط وفق داده شود. بهسازی نواحی قرضه از نظر زیبایی و زیست محیطی، در سالهای اخیر جنبه عملی و استاندارد به خود گرفته و برحسب نوع و محل پروژه متفاوت است. در نواحی شهری یا تفریحی باید به امر بهسازی بیش از نواحی کشاورزی یا روستایی توجه شود. حداقل بهسازی باید شامل: زهکشی صحیح، صاف کردن پستی و بلندی و ایجاد شرایط مناسب برای رشد گیاهان باشد. در نواحی قرضه باید حتی‌الامکان پوشش گیاهی مناسب ایجاد شود تا با منظره اطراف یکنواخت و هماهنگ باشد. این کار از جنبه زیبایی مطلوب است و گودالهای قرضه را از فرسایش محافظت می‌کند. در گودالهای قرضه سمت خشکی گوره نیز در صورت امکان می‌توان درختکاری کرد.

نواحی قرضه باید پاکسازی و از ریشه‌های گیاهان زدوده شود تا مصالح خاکریزی بدون مواد مزاحمی مانند: درختان، گیاهان، علفها و ریشه‌های گیاهان به دست آید. بخشهای کوچکی در داخل نواحی قرضه باید دست‌نخورده باقی بماند تا بتوان درختها و گیاهان سالم را برای استفاده‌های بعدی در آنها نگهداری کرد. خاک سطحی با پوشش گیاهی کم را می‌توان در محلی انباشته کرد تا بعداً در روی شیروانی سمت خشکی گوره و نیز برای سکوهای مهارزه[1] مورد استفاده قرار گیرد. خاک سطحی نوار شالوده گوره و منابع قرضه می‌تواند در محلی روی هم انباشته شده و سپس در داخل گودال قرضه پخش گردد (بعد از اینکه حفاری گودال قرضه کامل شد). این کار باعث تقویت لایه نفوذناپذیر در داخل گودالهای قرضه شده و نیز شرایط مساعدی را برای رشد گیاهان فراهم می‌آورد. گودالهای قرضه سمت رودخانه‌ای گوره نباید آنقدر عمیق حفر شوند که گیاهان دوباره کاشته شده به علت استغراق طولانی از بین بروند. سازمانهای مسئول نگهداری گوره‌های تکمیل شده، باید برای کاشت و نگهداری پوشش گیاهی و درختچه‌ها در نواحی قرضه تشویق شوند. مطلوب است که گودالهای قرضه سمت رودخانه با روند طبیعی پر شوند و در صورت امکان بلافاصله بعد از حفاری، کاشتن گیاهان در این نواحی توصیه نشود یا اینکه ممانعت گردد تا آنکه گودالها به‌طور طبیعی از رسوبات رودخانه‌ای پر شوند.

در هنگام برداشت مصالح از منابع قرضه، باید یک لایه نفوذناپذیر با ضخامت کافی بر روی لایه خاک نفوذپذیر زیرین، در کف گودال قرضه باقی بماند. حداقل ضخامت این لایه نفوذناپذیر در گودالهای قرضه سمت رودخانه، ۶۰سانتیمتر و برای گودالهای سمت خشکی گوره، ضخامت آن باید به قدر کافی باشد تا از ایجاد پدیده جوشش ماسه جلوگیری کند.

1- Seepage Berm

omoorepeyman.ir

۵-۴ نگهداری گوره‌ها در شرایط عادی و اضطراری

نگهداری سازه‌های مهار سیلاب به ویژه گوره‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا در صورت عدم نگهداری صحیح از گوره‌ها، کارآیی آنها در مقابله با خطرات سیلاب کاهش یافته و نقطه ضعفهای به‌وجود آمده در گوره، می‌تواند در زمان وقوع سیلاب، خطرآفرین باشد. به‌ویژه آنکه اگر خرابیهای بوجود آمده در گوره، در زمان رخداد سیل منجر به شکست آن گردد، خطر سیلاب به مراتب بیش از حالتی است که گوره وجود نداشته است. زیرا بر اثر گوره‌بندی رودخانه، حذف ذخیره دره‌ای و محدود نمودن مجرای سیلاب، بده، سرعت و تراز آب افزایش قابل توجهی یافته و در نتیجه فرار سیلاب در ناحیه‌ای که گوره شکسته شده است منجر به بروز خطرهای شدید در مناطق حفاظت شده می‌گردد. توجه به این نکته مهم است که در زمان طراحی گوره، باید استانداردها و ضوابط و معیارهای دقیق طراحی و اجرا، رعایت شده و تمهیداتی نیز برای زمان نگهداری اتخاذ گردد وگرنه در صورت عدم رعایت اصول و مبانی و نکات فنی در طرح و اجرا، هزینه تعمیر و نگهداری از گوره‌ها به شدت افزایش می‌یابد. برای نگهداری صحیح گوره‌ها اقدامات زیر توصیه می‌گردد:

۵-۴-۱ بازدید و نظارت

گوره‌ها باید مرتب بازرسی شده و در همه اوقات به خوبی نگهداری شوند تا بتوانند به همان میزان مورد انتظار، برای مهار سیلاب عمل کنند. گوره‌های نوساز بازرسی مداوم و نگهداری عمومی قابل توجهی را می‌طلبند تا اینکه در برابر عوامل مختلف تخریب به ویژه نشست گوره و حفاظت شیروانیهای آن اطمینان لازم حاصل شود.

گروه کارشناسی بازرسی و نظارت باید در زمینه‌های مورد بازدید، متخصص و صاحبنظر باشد تا بتوانند با دید مهندسی و با سرعت عمل کافی، ضمن مقابله با خرابیها، بحرانهای حاصله را کاهش دهند. زمان مناسب برای بازدیدها با توجه به شرایط محلی و محدودیتهای آب و هوایی انتخاب گردیده و معمولاً در سه موقعیت زمانی مختلف شامل: پیش از رخداد سیل، هنگام رخداد سیل و بعد از آن است. گروه بازدیدکننده باید در سرتاسر طول گوره از قسمتهای مختلف آن بازدید کرده و نقاط یا محلهای فرسایش یافته، تخریب شده یا در معرض خطر را شناسایی کند، این خطرها می‌تواند شامل: لغزشها و گسیختگیها در بدنه گوره و شالوده آن، شکافها و ترکهای طولی و عرضی، محلهای سرریزی آب از روی گوره، فرسایش سطحی گوره، حفره‌های ایجاد شده توسط جریان آب یا رگاب یا حیوانات، نشستها و غیره باشد. در این رابطه باید وضعیت فعلی مشخصات هندسی گوره‌ها با آنچه که در نقشه‌های همچون ساخت[1]، موجود است مقایسه گردد؛ از جمله مشخصات مهم هندسی ارتفاع و شیب جانبی گوره است که بر

1- As built

omoorepeyman.ir

اثر مقایسه فوق میزان نشست و پایداری شیب گوره قابل ارزیابی است. در دوره بهره‌برداری از گوره، با استفاده از نمونه‌گیری از نقاط مختلف آن، با آزمایشهای لازم بر روی نمونه‌ها، بازدیدهای صحرایی، انجام آزمایشهای ژئوفیزیک، حفر چاههای مشاهده‌ای و پیزومتریک، می‌توان پایداری گوره را در مقابل لغزش، نشست، فرسایش شیروانیها و پوششهای حفاظتی آنها، حفره‌های ایجاد شده در زیر گوره، پدیده‌های رگاب و جوشش ماسه مورد بررسی و ارزیابی قرار داد.

علاوه بر موارد فوق بازدید از ایستگاههای آب و هواشناسی و جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها و نیز جمع‌آوری اطلاعات مربوط به زمان رخداد سیل، می‌تواند برای مقابله با سیلاب و نگهداری بهتر گوره مؤثر باشد.

تأکید بر این نکته لازم است که حضور گروه کارشناسی در حین وقوع سیل برای شناسایی صحیح عملکرد متقابل سیل و گوره و نیز مقابله اضطراری با خطرهای احتمالی با اقداماتی نظیر: سیل ستیزی[1] به کمک بزرگسازی اضطراری[2] گوره و غیره ضروری است. همچنین بلافاصله بعد از فروکش کردن سیلاب، باید بازدید و بررسیهای دقیق در سرتاسر طول گوره صورت گیرد تا اگر تخریبهایی انجام گرفته، بتوان سریعاً شناسایی و مورد مرمت قرار داد یا به تقویت گوره پرداخت.

۵-۴-۲ نگهداری و مرمت

چنانکه در بخش قبلی مطرح گردید، گوره باید همیشه خوب نگهداری شود تا بتواند به میزان مورد انتظار، کارآیی داشته باشد. عوامل اصلی تخریب گوره‌ها را در بخش ۴-۱ چنین برشمردیم:

- سرریز کردن آب از روی گوره در حالت سیلابی
- فرسایش سطحی گوره
- پدیده تراوش و رگاب در بدنه و شالوده گوره
- لغزش و گسیختگی شیروانیهای خاکریز گوره
- تخریب گوره به وسیله حیوانات و انسان

نکات ایمنی برای مقابله با خطرهای فوق در طراحی گوره‌ها باید ملحوظ گردد که در فصل ۴ به تفصیل در این مورد بحث گردیده است. از این رو در ادامه این بخش به بررسی روشهای مقابله با عوامل اصلی فوق، بعد از ساخت گوره و در زمان بهره‌برداری می‌پردازیم.

1- Flood Fighting

2- Emergency Enlargement

omoorepeyman.ir

۵-۴-۲-۱ نگهداری گوره در مقابل سرریزکردن آب

یکی از علل اساسی تخریب گوره سرریز کردن آب از روی آن است که علت آن، ارتفاع ناکافی گوره در مقابل سیلاب عبوری است. در رابطه با راه‌حلهای مقابله با این مشکل در بخش بعدی تحت عنوان «بزرگسازی گوره» بطور مفصل بحث خواهد شد. علاوه بر وقوع سیلابی بزرگتر از سیلاب طرح که می‌تواند منجر به سرریز شدن آن از روی گوره بشود، پدیده نشست گوره ناشی از عوامل مختلف نیز می‌تواند در کاهش ارتفاع گوره مؤثر باشد که در این مورد نیز در بخش ۴-۵ به‌طور مفصل بحث شده است.

۵-۴-۲-۲ مهار فرسایش

در مناطقی که آب و هوا اجازه دهد یک پوشش گیاهی مناسب باید در روی شیروانیهای گوره ایجاد شده و جاهای فرسوده مرمت شود و حفره‌ها و گودیها و فروافتادگیها سریعاً پرگردد. پوشش گیاهی در روی گوره (تاج و شیروانیها) و سکوها باید برای اهداف زیبایی و چشم‌انداز، به خوبی نگهداری گردند. اما سایر بوته‌ها و گیاهان وحشی که می‌توانند برای گوره خطر داشته باشند، باید به عنوان یک اقدام ایمنی بخش، کنده و حذف گردند. حذف علفهای هرز و ترمیم خسارات وارده به پوشش گیاهی توسط چهارپایان، از جمله نکات مهم در نگهداری گوره است. در جاهایی که سرعت جریان زیاد بوده و فرسایش شدیدتر باشد، باید مطابق بخش ۴-۴ پوششهای مناسب برای مقابله با فرسایش به‌کار رود. علاوه بر آن باید اقدامات مدیریتی برای کاهش فرسایش ناشی از عملکرد انسان و حیوانات اعمال گردد. از جمله این اقدامات می‌تواند راهنماییهای لازم به اهالی برای نحوه دسترسی به رودخانه و زمینهای بین گوره‌ها، عبور حیوانات از روی گوره، نحوه استفاده از تاج گوره برای تردد وسایل نقلیه و انسانها و احشام و نیز توصیه‌های لازم برای کاهش فرسایش و تخریب سطوح گوره به‌وسیله انسانها، ماشین‌آلات، احشام و ... باشد. ایجاد راههای دسترسی مناسب به طرفین گوره برای تردد مردم و احشام می‌تواند در کاهش فرسایش و تخریب گوره‌ها بسیار مؤثر باشد.

۵-۴-۲-۳ مهار تراوش و رگاب

تراوش و رگاب در بدنه و شالوده گوره، به غیر از عواملی مانند: جنس خاک و دانه‌بندی که در فصلهای قبلی مورد بررسی قرار گرفت، ناشی از نفوذ آب در حفره‌هایی است که به وسیله حیوانات در بدنه و شالوده گوره ایجاد شده‌اند. سوراخها و حفره‌های ایجاد شده در بدنه و شالوده گوره در دوره‌های سیلابی باعث ایجاد خطر می‌گردد. این سوراخها باید در فصل خشک با خاک یا سایر مصالح مناسب پر شده و متراکم گردد تا از تراوش زیاد آب و تخریب احتمالی گوره در دوره‌های سیلابی جلوگیری شود. همه سوراخها و پناهگاههای حیوانات کوچک نیز باید با مصالح متراکم پر

omoorepeyman.ir

شوند. به عنوان نمونه در کشور چین مسائل مشابهی در مورد اجتماعات و خانه‌های مورچه‌ها تجربه شده است که با تزریق با مواد مختلف از جمله بتن آنها را پر کرده‌اند. همچنین پخش خاک مناسب و تراکم آن بر روی شیروانی گوره و بستر مجاور آن در سمت رودخانه، باعث پرکردن ترکها و سوراخها و کاهش میزان تراوش می‌گردد.

۵-۴-۲-۴ مهار لغزش و گسیختگی

لغزش مصالح شیروانی در سمت خشکی گوره، یک علت رایج برای خرابی گوره‌هاست. این پدیده به این علت روی می‌دهد که وقتی گوره با آب تراوش یافته اشباع می‌شود، در آن صورت خاکریز با شیبی که برای خاک خشک در نظر گرفته شده، پایدار نخواهد بود. همچنین ذرات ریزتر، همراه با تراوش آب به خارج از بدنه گوره انتقال می‌یابد و موجب پوک‌شدن خاک بدنه گوره و نشست آن می‌گردد.

رخداد لغزش که معمولاً ناشی از اجرای ضعیف است، بدون هشدار اتفاق نمی‌افتد و اگر به موقع مشاهده گردد، می‌توان از وقوع آن جلوگیری کرد. در یک لغزش ساده، ابتدا تکه‌های سست خاک بر روی سطح شیروانی پدیدار می‌گردد. سپس آب از آن محل به طرف پائین شیروانی جاری می‌شود و ذرات خاک را با خود حمل کرده، ترکهای طولی در تاج با قسمت بالایی شیروانی ایجاد می‌گردد و نهایتاً خاکریز نشست کرده و می‌لغزد یا فرو می‌ریزد و تا آن حد پیش می‌رود که فشار آب یک شکاف ایجاد کند. این شکاف معمولاً قابل مهار نیست.

برای مهار پدیده لغزش که در مراحل اولیه آن باشد، کانالهای کوچکی در قسمت پایین شیروانی گوره و به صورت افقی در جهت طولی آن در فواصل ۰/۶ تا ۲ متر برای خارج کردن آب تراوش یافته حفر می‌گردد و حفر این کانالها به طرف بالای شیروانی گوره تا محل مورد نیاز ادامه می‌یابد. این عمل از سست شدن پوسته سطحی شیروانی گوره جلوگیری کرده یا آن را به تعویق می‌اندازد. اگر اقدامات بیشتری لازم باشد، شیروانی را با تنه درختان یا بوته به صورت موازی شیب گوره می‌پوشانند. باید مراقب بود که در کانالهای حفر شده مانعی ایجاد نگردد. این پوشش موجب جلوگیری از گسیخته‌شدن پوسته سطحی و شسته‌شدن شیروانی می‌گردد. برای اینکه پوشش گیاهی در جای خود باقی بماند و برای اینکه پایداری بیشتری به پوسته سطحی داده شود، کیسه‌های خاک را در فواصل معین روی پوشش قرار می‌دهند. اگر پوشش یاد شده، با خطر لغزش مواجه گردد، باید با ایجاد تیغه‌ای در پای شیروانی و سنگین کردن قسمت پایین پوشش مذکور با کیسه‌های خاک، از لغزش جلوگیری کرد. ضمناً همان طور که در بخش قبل گفته شد لازم است بعد از پایان هر دوره بارندگی و سیلاب، وضعیت گوره از نظر وقوع ترکها مورد بازدید و بررسی قرار گیرد و در صورت ضرورت می‌توان در مواقع غیر سیلابی با ریختن خاک مناسب (مانند خاک رس با دامنه خمیری نه خیلی زیاد) بر روی شیروانی سمت رودخانه گوره و پرکردن ترکها و سوراخهای آن، از میزان تراوش آب در زمان سیل کاست.

omoorepeyman.ir

در صورتی که یک شکاف درگوره به‌وجود آید، سریعاً بر اثر جریان تند آب، عریض و عمیق می‌شود و در این صورت اگر بستن آن غیر ممکن نباشد، بسیار مشکل و پرهزینه است. در عمل باید صبر کرد تا سیلاب فروکش کند و سپس یک‌گوره جدید در محل شکاف و در پشت‌گوره قدیمی و در مجاورت آن ساخت که به آن‌گوره پشتیبان می‌گویند. اگر گوره نسبتاً کوتاه بوده و شکاف خیلی پهن نباشد و شالوده‌گوره از خاک مناسب با فرسایش‌پذیری کم تشکیل شده باشد، حتی اگر آب رودخانه زیاد هم باشد، شکاف را نیز می‌توان بست. روش متداول برای این کار، ساختن دیواره شمعی باز[1] در اطراف شکاف، ایجاد پوشش در کف شکاف با کیسه‌های خاک یا دیگر مصالح برای جلوگیری از فرسایش و سرانجام پرکردن فضای بین دیواره‌ها با مصالح مناسب یا کیسه‌های خاک است. در صورت استفاده از کیسه‌های خاک برای این منظور، ابتدا باید عمیقترین قسمت دیواره‌ها پر شده و پرکردن به صورت افقی به طرف بالا ادامه یابد تا بدین ترتیب تدریجاً از سرعت جریان آب کاسته شده و بدون فرسایش بیشتر، شکاف بسته شود.

مواردی از لغزشها و گسیختگیها مربوط به عواملی غیر از عوامل یاد شده بوده و راه‌حلهای لازم برای افزایش پایداری شیروانی گوره در مرحله طراحی و اجرا در بخش ۴-۲ ارائه شده است. بعضی از راه‌حلهای ارائه شده برای مرحله اجرا، در زمان بهره‌برداری نیز قابل کاربرد است که از جمله می‌توان به بارگذاری روی پنجه یا گذاشتن تیغه در جلو شیب، برداشتن بخشی از خاکریز و کاهش بار آن و زهکشی اشاره کرد.

۵-۵ بزرگسازی گوره[2]

دستورالعملها و ضوابط نگهداری گوره‌ها در شرایط عادی و اضطراری در بخش ۵-۴ ارائه گردیده است. چنانکه ذکر شد ارتفاع ناکافی یکی از دلایل اساسی سرریز کردن آب از روی گوره و تخریب آن است. این موضوع ضرورت بزرگسازی گوره در زمان طغیان رودخانه را محرز می‌سازد. ارتفاع ناکافی یا به علت رخدادن سیلابی بزرگتر از سیلاب طراحی بوده و یا در اثر نشستهای زیاد بدنه و شالوده‌گوره است. گاهی بر اثر توسعه منطقه، باید سیلاب طراحی گوره را افزایش داد که در آن صورت ارتفاع فعلی گوره کفایت نمی‌کند. برای جلوگیری از سرریز شدن سیلاب از روی تاج و شستن و تخریب بخشی ازگوره، ارتفاع آن را باید افزایش داد.

روشهای مختلفی برای بزرگسازی گوره وجود دارد. به عنوان مثال، می‌توان از ایجاد یک خاکریز بر روی تاج گوره قبلی، انباشتن کیسه‌های شن و خاک بر روی تاج، به‌کار بردن تیرهای چوبی و کیسه‌های شنی، به‌کار بردن تیرهای چوبی دو ردیفه و خاکریزی در میان آن، استفاده از دیوارهای سیلبند[3] بتنی، چوبی، سنگی و غیره بر روی تاج‌گوره و همچنین بزرگسازی کل مقطع عرضی گوره با خاک و غیره نام برد. بزرگسازی گوره در دو حالت عادی و اضطراری انجام می‌گیرد که در زیر به بررسی هریک می‌پردازیم:

1- Open Pile Dike

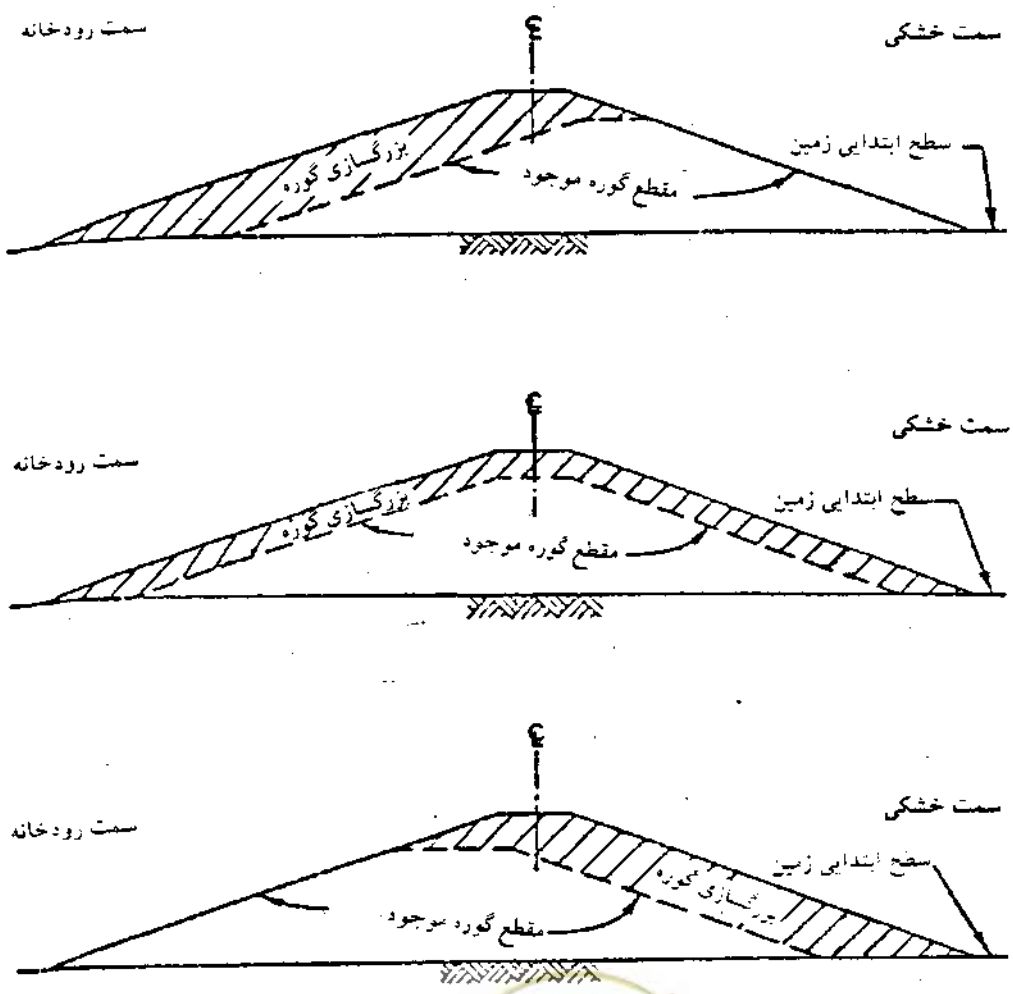
2- Levee Enlargement

3- Flood Walls

omoorepeyman.ir

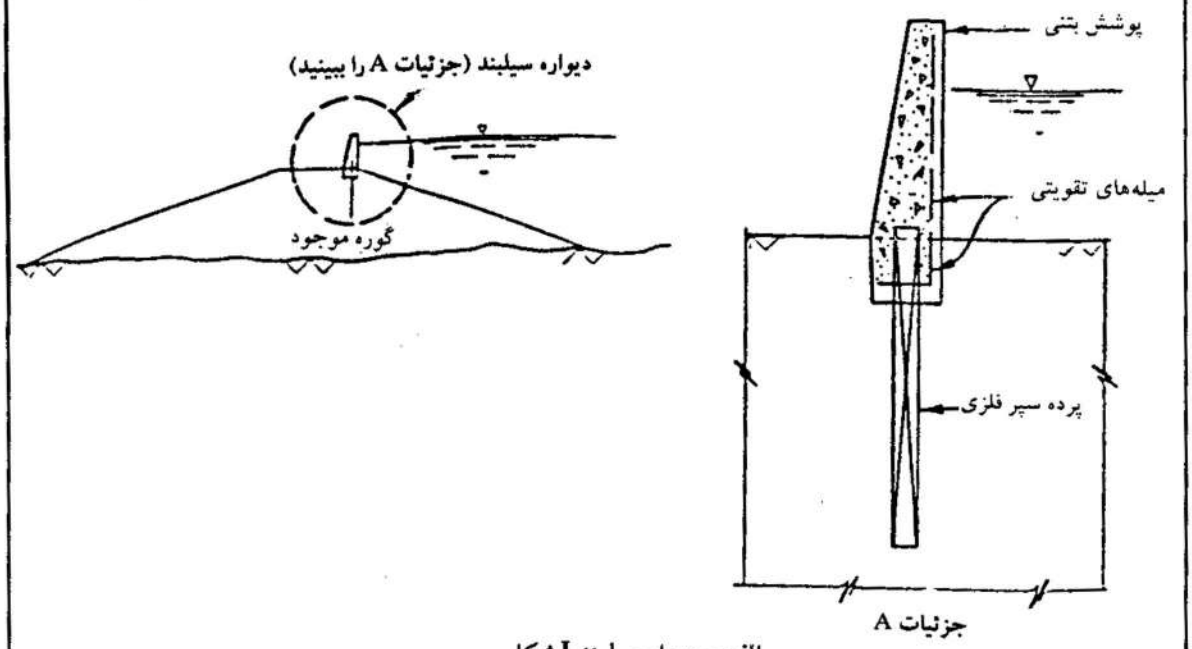
۵-۵-۱ بزرگسازی عادی

بزرگسازی عادی برای مواقعی است که حالت اضطراری کمتر باشد. به همین دلیل باید اقدامات اساسی برای بزرگسازی گوره صورت گیرد، چون زمان و فرصت کافی برای انجام این کار وجود دارد. دو روش اساسی برای بزرگسازی عادی عبارت از بزرگسازی با خاک و بزرگسازی با دیوارهای سیلبند است. بزرگسازی گوره با خاک را می‌توان در سمت رودخانه، سمت خشکی یا در هر دو سمت گوره انجام داد. دیوار سیلبند نیز که پیش ساخته است به شکلهای مختلف مانند T و I بر بالای تاج گوره نصب می‌شود. شکل ۵-۱ روشهای بزرگسازی با خاک و شکل ۵-۲ روشهای بزرگسازی با دیوارهای سیلبند را نشان می‌دهد. در صورتی که امکان انجام دادن آن باشد، بزرگسازی گوره با خاک در مقایسه با بزرگسازی با دیوار سیلبند برتری دارد و توصیه می‌گردد، به ویژه آنکه منابع قرضه نزدیک باشد یا

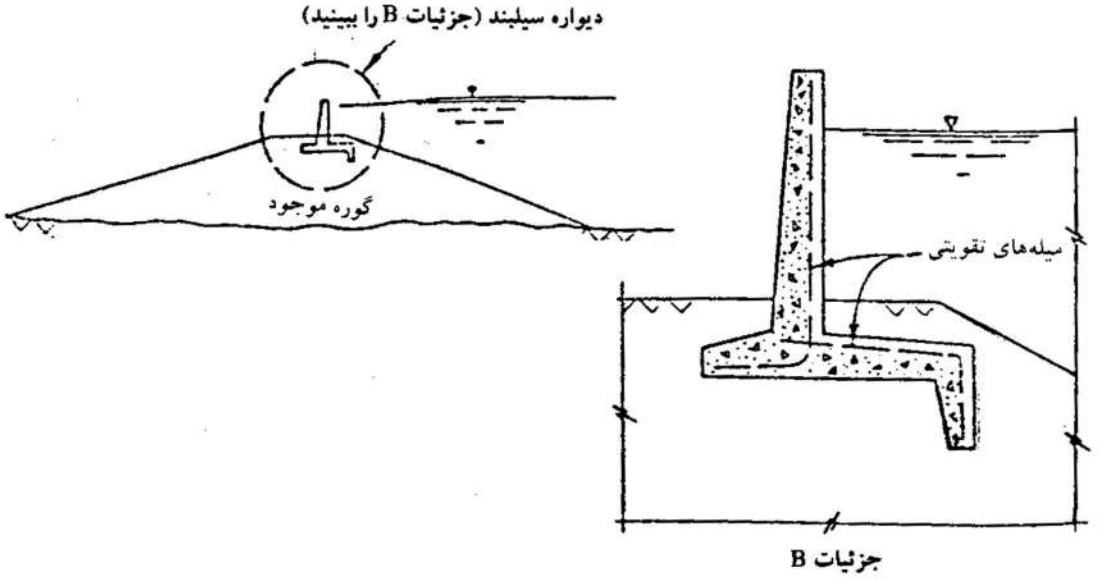


شکل ۵-۱- بزرگسازی گوره به‌وسیله خاک، الف - بزرگسازی در سمت رودخانه ب - بزرگسازی در دو طرف ج - بزرگسازی در سمت خشکی

omoorepeyman.ir



الف - دیوار سیلبند I شکل



ب - دیوار سیلبند T شکل

شکل ۵-۲- بزرگسازی گوره به کمک دیوارهای سیلبند

omoorepeyman.ir

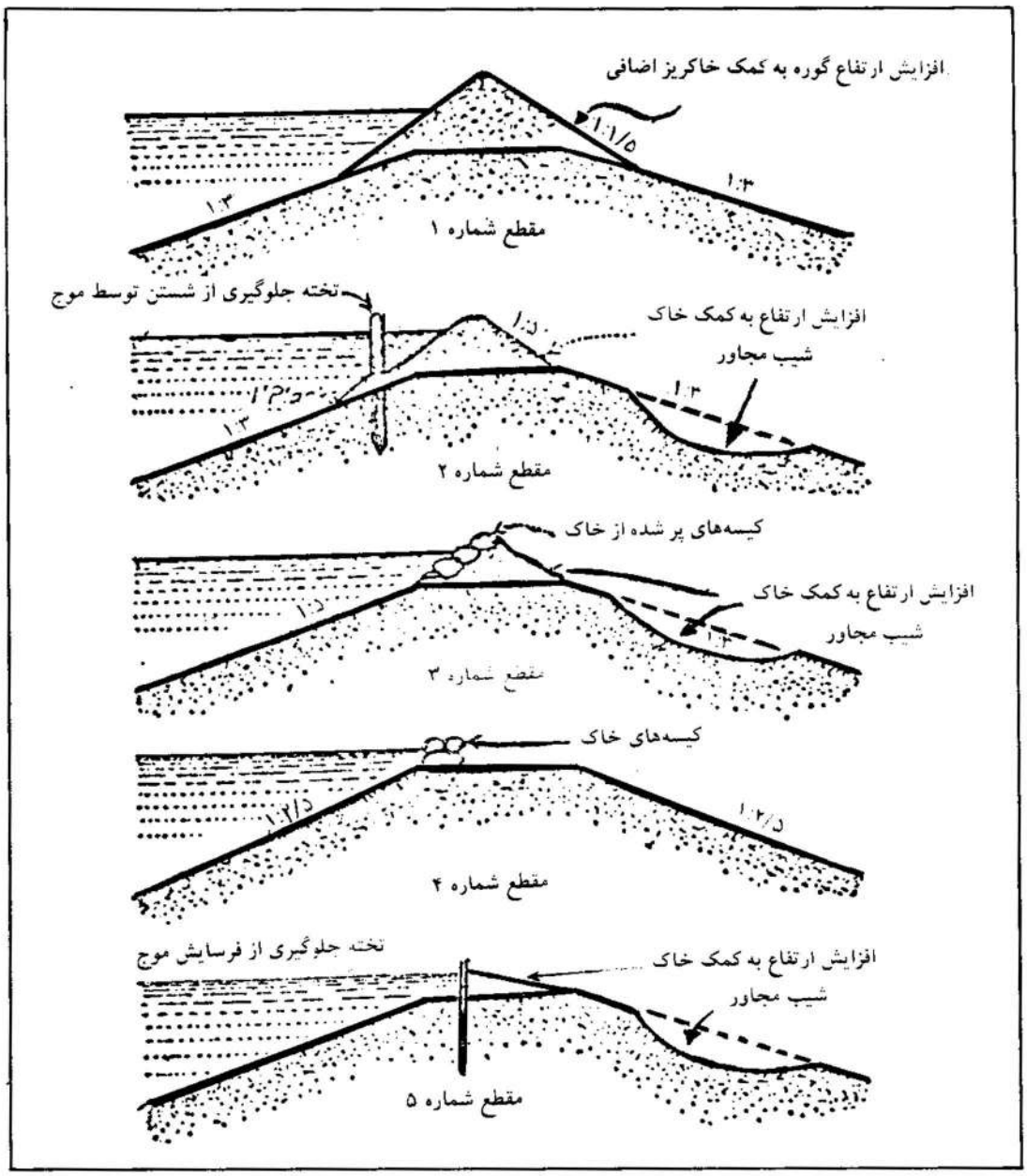
بتوان از خاک سمت خشکی استفاده کرد. به علت ارزش بیشتر برای اراضی سمت خشکی گوره، توصیه می‌شود که حتی‌الامکان بزرگسازی با خاک، در سمت رودخانه‌ای صورت گیرد. این موضوع به‌ویژه در مواقعی که شیب شیروانی سمت رودخانه گوره، تندتر از شیب سمت خشکی آن باشد، به علت حجم کمتری که برای خاکریزی لازم است، توصیه می‌گردد.

به دلیل ضرورت ایجاد اتصال و تراکم کافی بین گوره اولیه و قسمت بزرگسازی شده آن، باید خاک سطحی روی گوره اولیه از مواد آلی، خاکهای سست و گیاهان تا عمق مناسب پاکسازی شود. سایر نکاتی که در مباحث طراحی و ساخت گوره‌ها از جمله: مسئله تراوش، پایداری، فرسایش و غیره مطرح گردید نیز باید در بزرگسازی گوره مدنظر قرار گرفته و یکنواختی و هماهنگی بین مصالح گوره اولیه و قسمت بزرگسازی شده رعایت شود. به همین دلیل در صورتی که نوع مصالح به‌کار رفته در گوره اولیه کاملاً شناخته شده نیست، باید با حفر گمانه‌هایی در آن نسبت به شناسایی مصالح اقدام شود.

بزرگسازی به وسیله دیوار سیلبند در مواقعی که فضای کافی برای بزرگسازی با خاک وجود نداشته باشد، ضرورت می‌یابد. همچنین اگر دسترسی به مصالح مناسب خاکی در محل آسان نباشد، استفاده از دیوار سیلبند به ویژه از نوع بتنی برای بزرگسازی مناسبتر است. دیوار سیلبند باید به نحوی بر روی گوره قرار گیرد که از اتصال کافی با بدنه گوره و از پایداری لازم در برابر نیروهای وارده (مانند: آب، باد و غیره) برخوردار باشد و بتواند در مقابل واژگونی مقاومت کند. به همین دلیل عمق ریشه این دیوار در داخل بدنه و مقاومت خاک گوره اهمیت زیادی در پایداری آن دارد. توجه به پدیده نشست دیوار سیلبند نیز در این روش مهم است، از این‌رو خاک بدنه گوره باید از تراکم کافی برخوردار باشد. از این‌رو لازم است تا در طراحی دیوار سیلبند، پایداری آن در برابر لغزش و واژگونی کنترل شده و پایداری سازه‌ای آن نیز مورد بررسی قرار گیرد.

برای ساخت دیوار I شکل، معمولاً از یک ردیف پرده سپر در داخل گوره به عنوان پایه استفاده کرده و دیوار بتنی مطابق شکل ۵-۲ بر روی آن قرار می‌گیرد. به این ترتیب نه تنها مقاومت دیوار I شکل افزایش می‌یابد، بلکه پرده سپر مانع از تراوش آب از بدنه گوره می‌گردد. دیوار سیلبند T شکل با مصالح بتن مسلح ساخته شده و از پایداری بیشتری در مقایسه با دیوارهای I شکل برخوردار است. برای ساخت دیوار سیلبند با ارتفاع بیش از ۲ متر بر بالای تاج گوره، از نوع T شکل استفاده می‌گردد و در چنین حالتی به‌ندرت می‌توان از دیوار I شکل با ارتفاع بیش از ۲ متر بر روی تاج گوره استفاده کرد. ابعاد سیلبند T شکل باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر پایداری، در مقابل تراوش آب نیز مؤثر باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۳- روشهای جلوگیری از سرریز آب در هنگام جریان سیل (روشهای مختلف بزرگسازی اضطراری گوره)

۵-۵-۲ بزرگسازی اضطراری[1]

برای بزرگسازی گوره‌ها در مواقع اضطراری روشهای مختلفی وجود دارد که بعضی از این روشها در شکل ۵-۳ نشان داده شده است. معمولترین روش، افزایش ارتفاع گوره با کیسه‌های خاک است. این کیسه‌ها باید فقط تا نصف پر شوند

1- Emergency Enlargement

omoorepeyman.ir

تا خوب در کنار یکدیگر قرار بگیرند. برای پرکردن کیسه‌ها، اگر خاک رس یا لوم موجود باشد، نباید از شن و ماسه استفاده کرد. معمولاً برای بزرگسازی اضطراری با کیسه، از خاک شیروانی و یا سکوی سمت خشکی گوره استفاده می‌گردد. حسن استفاده از کیسه‌های خاک آن است که در مقایسه با دیگر روشها، به مقدار کمتری خاک نیاز دارد، اما کمبود کیسه در مواقع اضطراری ممکن است موجب عدم استفاده از این روش گردد.

اقدامات بزرگسازی اضطراری مانند: ایجاد یک خاکریز بر روی تاج گوره، رویهم چیدن کیسه‌های شن و خاک، به‌کاربردن تیرهای چوبی و کیسه‌های شنی یا خاک و غیره چون در حین وقوع سیل و برای مقابله با آن به‌کار می‌روند، بخشی از مجموعه عملیات مقابله با سیل تحت عنوان سیل ستیزی قرار می‌گیرند.

۵-۶ جاده‌های دسترسی[1]

جاده‌های دسترسی گوره عموماً به منظور بازرسی و نگهداری خودگوره و مبارزه با سیل در زمان وقوع سیلاب و در زمانی که احتمال سرریز کردن سیل از روی گوره و یا شکست و تخریب گوره وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از جاده‌های دسترسی گوره، معمولاً به صورت اختصاصی در انحصار واحد سرپرستی گوره‌هاست، ولی در اغلب اوقات، با توجه به نیازهای محلی و ضمن هماهنگی مسئولین محلی با واحد سرپرستی گوره، مورد استفاده عمومی نیز قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی بازرسی و نگهداری مرتب و مستمر آنها، اهمیت بیشتری می‌یابد.

جاده‌های دسترسی از سه قسمت مشخص تشکیل می‌گردد: جاده‌های دسترسی به‌گوره، شیبهای دسترسی[2] به تاج گوره (شیبراه) و جاده دسترسی روی تاج گوره که هریک به‌طور جداگانه و مختصراً توضیح داده می‌شود.

۵-۶-۱ جاده‌های دسترسی به‌گوره

این قسمت از جاده‌های دسترسی در سمت زمین‌گوره به نحوی طراحی و ساخته می‌شود که با صرف کمترین هزینه ممکن، بیشترین امکان دسترسی را در سرتاسر طول گوره، به آن فراهم کند و به خوبی ارتباط بین جاده‌های اصلی و فرعی را به‌گوره برقرار می‌کند و در عین حال در شبکه راههای محلی، نقش مؤثری را برای ترددهای عمومی ایفا کند. مشخصات فنی این جاده‌ها باید براساس استانداردهای کشوری و ایمنی عبور دو طرفه تعیین گردد. این امر بخصوص زمانی که در نظر است تا تردد عمومی از روی آنها صورت گیرد، الزامی است.

1- Access Roads

2- Ramps

omoorepeyman.ir

۵-۶-۲ شیبهای دسترسی به تاج گوره (شیبراه)

به منظور دسترسی به تاج گوره و یا خروج از روی آن و همچنین عبور انسان، حیوان و خودرو از یک سمت گوره به سمت دیگر آن شیبراههایی در دو سمت گوره احداث می‌گردد. شیبراه سمت زمین برای برقراری ارتباط جاده روی تاج گوره با جاده‌های دسترسی محلی به گوره بوده و شیبراه سمت رودخانه نیز به منظور ارتباط با تأسیسات، اراضی حاشیه رودخانه و خود رودخانه و یا دسترسی به ساحل مقابل رودخانه در محلهایی که نیاز باشد، احداث می‌گردد. موقعیت شیبراهها باید به تصویب واحد سرپرستی گوره‌ها برسد.

شیبراهها براساس نوع استفاده‌شان به دو گروه شیبراههای عمومی و خصوصی طبقه‌بندی می‌شوند. شیبراههای عمومی به منظور تأمین نیازهای عمومی در سطح کشوری، استانی، شهری یا محدوده جاده[1] طراحی می‌گردد. در احداث شیبراههای خصوصی، رعایت حداقل هزینه ممکن و حداکثر بهره‌وری اقتصادی باید مدنظر باشد و در زمانی ساخته شود که واقعاً وجودشان ضروری بوده و حتماً مورد استفاده قرار گیرند.

برای صرفه‌جویی قابل توجه در مصالح مورد استفاده در احداث شیبراهها، بهتر است این شیبراهها در امتداد مایل نسبت به راستای گوره و نه عمود بر آن طراحی شود. عرض شیبراه بستگی به نوع استفاده از آن دارد. در محل اتصال شیبراه به گوره، نیاز به عریض‌سازی گوره برای تأمین شعاع مناسبی برای گردش خودرو است. شیب طولی شیبراه نباید بیش از ۱۰ درصد باشد. شیبهای جانبی در طرفین شیبراه نباید کمتر از ۱ عمودی به ۳ افقی باشد تا درصورت استفاده از پوشش گیاهی برای حفاظت شیبهای جانبی، امکان عملکرد ماشینهای علف‌چینی باشد. برای حفاظت شیبراه باید سطح شیب با یک لایه شن با دانه‌بندی مناسب و یا سنگ شکسته پوشیده شود و این لایه تا حدی در روی سطح تاج گوره نیز امتداد یابد.

ذکر این نکته نیز ضروری است که برای احداث شیبراههای عمومی یا خصوصی باید از مصالح مناسب جدید استفاده کرد و به هیچوجه نباید از خاکریز گوره برای این منظور استفاده شود و ضمناً ساخت شیبراه منجر به کاهش عرض تاج گوره نیز نشود.

۵-۶-۳ جاده دسترسی روی تاج گوره

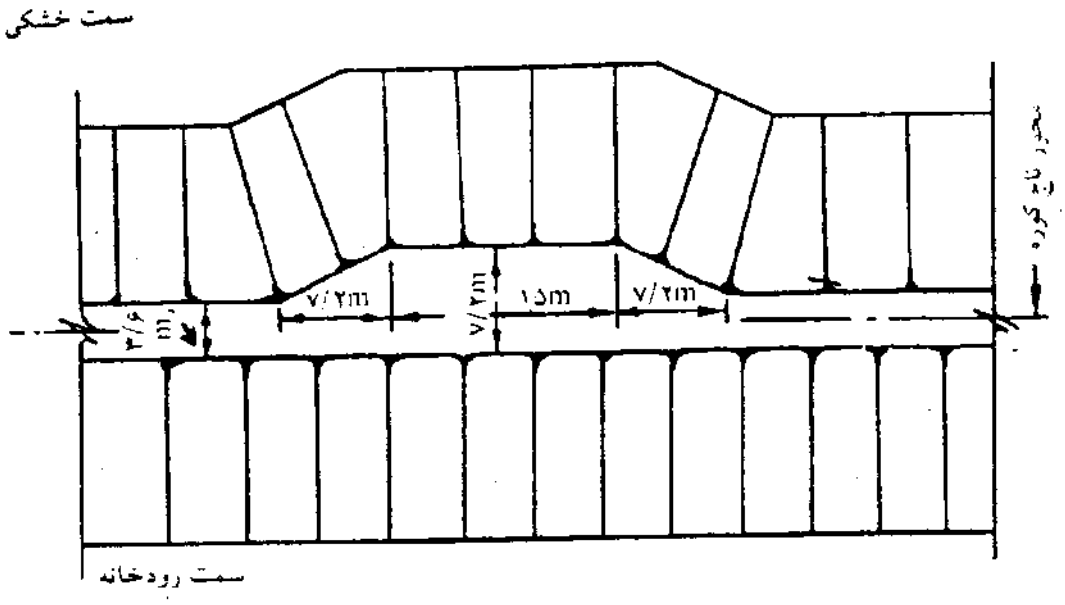
در بعضی مواقع جاده دسترسی به عنوان جاده گشت‌زنی[2] در روی تاج گوره احداث می‌شود تا به منظور بازرسی گوره و تعمیرات آن و اقدامات سیل ستیزی استفاده گردد.

1- Road District

2- Patrol Road

omoorepeyman.ir

عرض این جاده دسترسی بستگی به عرض گوره و وضعیت استفاده از جاده دسترسی روی تاج دارد. در اکثر مواقع جاده روی تاج یک طرفه احداث می‌شود و در بعضی مواقع با هدف بهره‌برداری از آن برای تردد عمومی، دو طرفه نیز ساخته می‌شود که در این صورت باید در مرحله طراحی گوره پیش‌بینی لازم را انجام داد. در صورت طراحی یک طرفه برای جاده روی تاج، لازم است تا ایستگاههایی [1] برای توقف خودروها و عبور خودرو مقابل در نظر گرفت. فاصله مناسب برای این ایستگاهها از یکدیگر در صورتی که شیبراه در این حد فاصل نباشد، برابر ۸۰۰ متر است. موقعیت دقیق این ایستگاهها بستگی به عواملی نظیر فاصله کارگاه، خصوصیات جاده، راستای گوره و نیازهای محلی دارد. به عنوان مثال، در صورتی که عرض تاج گوره ۳/۶ متر باشد، ابعاد یک ایستگاه بر طبق شکل ۵-۴ است.



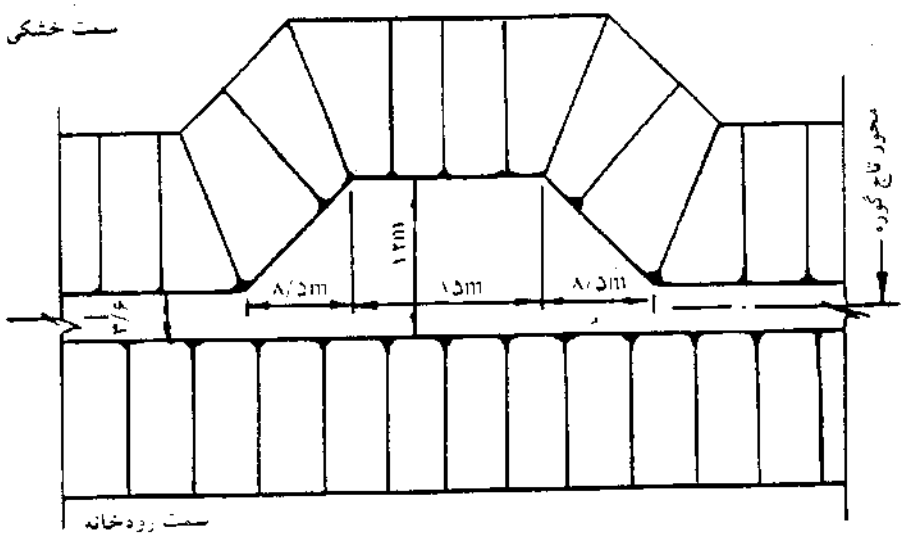
شکل ۵-۴- ایستگاه در مسیر جاده دسترسی روی تاج گوره

همچنین به منظور دورزدن خودروها در روی تاج گوره و بخصوص در انتهای جاده دسترسی روی گوره، لازم است محلهای مناسبی در جاده‌های یک طرفه پیش‌بینی کرد. ابعاد یک محل دورزنی [2] برای جاده دسترسی به عرض ۳/۶ متر، مطابق با شکل ۵-۵ است.

1- Turnouts

2- Turnarounds

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۵- محل دورزدن در مسیر جاده دسترسی روی تاج گوره

۵-۷ سازه‌های متقاطع با گوره

در مسیر گوره‌ها، ممکن است سازه‌های مختلفی نظیر: لوله‌های انتقال آب، نفت یا گاز، کانالهای انتقال آب و یا کابلهای برق و تلفن و غیره عبور نماید و در این صورت بدنه یا شالوده گوره را قطع کند، در صورتی که در مرحله طراحی یا ساخت گوره و سازه‌های متقاطع با آن، توجه کافی به اصول و حساسیتهای خاص مجاورت دو نوع سازه با مصالح خاکی و بتنی، فلزی یا پلاستیکی نشود، احتمال بروز خطرهای جدی برای هرکدام از سازه‌ها و بخصوص گوره می‌رود. زیرا در شرایط سیلابی و بالاآمدن تراز آب در مجاورت گوره، احتمال وقوع پدیده تراوش در سطح خارجی سازه متقاطع و همچنین رخداد پدیده رگاب در بدنه یا شالوده گوره وجود دارد. در عین حال احتمال نشت آب از محل اتصالات لوله به داخل بدنه و شالوده گوره و یا نفوذ ذرات خاک به داخل لوله نیز وجود دارد. در این زمینه بعضی نقایص اساسی دیگر ممکن است بروز کند که در زیر به آن اشاره می‌شود:

- عدم مقاومت کافی لوله‌ها در برابر فشار خاک فوقانی یا تنشهای ناشی از عبور ترافیک از روی گوره
- عدم قابلیت انطباق اتصالات لوله‌ها با حرکتهای ناشی از نشست شالوده و یا بدنه گوره
- نامناسب‌بودن مصالح ریخته شده در اطراف لوله‌ها یا عدم تراکم کافی این مصالح

با توجه به نکات فوق، حتی‌الامکان باید از عبور سازه‌ها و بخصوص خطوط لوله انتقال مایعات در شالوده و بدنه گوره خودداری نمود، اما در بعضی موارد، این امر اجتناب‌ناپذیر است و لذا در چنین شرایطی که ممکن است به‌دلیل عبور مسیر یک گوره جدید از روی یک خط لوله موجود، تغییر مسیر یک خط لوله یا عبور خط لوله جدید از داخل یا روی

omorepeyman.ir

گوره موجود ایجاد شود، توجه به عوامل مهم زیر لازم است:

- ارتفاع گوره
- مدت و فراوانی رخداد سیل، بخصوص در تراز بالای آن
- نوع خط لوله (خط لوله با فشار کم یا زیاد، خط لوله زهکشی با جریان ثقلی)
- استحکام سازه‌ای خط لوله و اتصالات آن و میزان تراکم خاک اطراف لوله
- امکان قطع جریان لوله در شرایط شکستگی خط لوله یا در زمان خرابی شیرهای یک طرفه در مسیر خطوط جریان ثقلی هنگام سیلاب
- سهولت انجام تعمیرات و دفعات مورد نیاز
- هزینه سیستمهای مختلف قابل قبول
- نتایج محتمل ناشی از پدیده رگاب یا شکست خط لوله
- تجارب قبلی ساخت و نگهداری خطوط لوله

علاوه بر توجه به عوامل فوق، یک سری معیارهای عمومی نیز در عبور خطوط لوله از زیر یا داخل گوره‌ها ضروری است که در جدول شماره ۵-۱ آمده است. اما باید توجه داشت که عبور لوله‌ها از روی تاج گوره‌ها در مقایسه با عبور آنها از داخل بدنه یا شالوده گوره‌ها بهتر است و باید ترجیح داده شود و این امر بخصوص برای لوله‌های انتقال گاز و لوله‌های تحت فشار ضرورت دارد.

باید توجه نمود، در صورتی که در مسیر گوره، خطوط لوله وجود دارد، باید این خطوط براساس معیارهای داده شده در جدول ۵-۱ بررسی شوند. در صورت لزوم قبل از اجرای گوره اصلاح یا تعویض شده و یا در صورت امکان مسیر آنها جابه‌جا گردد و در غیر این صورت اگر امکان اصلاح یا تعمیر، تعویض یا جابه‌جایی وجود ندارد، لوله موجود ترجیحاً با بتن پر شود و به‌جای آن از خط لوله جدید در روی گوره استفاده نمود. این امر به ویژه برای خط لوله تحت فشار ضروری است. شکست یا نشت از خطوط لوله تحت فشار می‌تواند آثار تخریب‌کننده‌ای بر شالوده گوره داشته باشد. استفاده از شیرهای کنترل سریع یا تجهیزاتی که از فرار گاز یا سیالهای دیگر جلوگیری کند، در خطوط تحت فشار الزامی است.

در ارتباط با لوله‌های زهکش ثقلی موجود، اگرچه عبور آنها از گوره مجاز است، ولی به‌دلیل آنکه امکان دارد این خطوط مقاومت لازم برای تحمل بار وارد شده از طرف گوره را نداشته باشد، لذا قبل از احداث گوره باید از نظر مقاومت آنها کاملاً مطمئن شد.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ معیارهای عبور خط لوله ازگوره [۲۶]

وضعیت عبور لوله / معیار موردنظر		برجای ماندن خط لوله موجود در شالوده گوره	عبور خط لوله جدید	
			از بدنه‌گوره در زیر تراز بیشینه آب	از روی تاج، داخل یا روی شیب و در بالای تراز بیشینه آب
باید مطمئن شد خط لوله در شرایط خوب است.		×		
باید خط لوله مقاومت کافی در برابر بارهای وارد شده از طرف گوره را داشته باشد.		×	×	
خطوط لوله باید پوشش کافی از خاک را برای مقاومت در مقابل عبور خودرو یا وسایل سنگین داشته باشد.				×
خط لوله باید گیرداری کافی یا پوشش مناسب را برای مقابله با نیروی زیر فشار مربوط به پدیده شناوری داشته باشد.				×
خط لوله باید در محل اتصالات از انعطاف‌پذیری کافی در مقابل نشست و کشش مورد انتظار برخوردار باشد.		×	×	×
خط لوله تحت فشار باید تمهیدات لازم را برای قطع سریع جریان در زمان نشت یا شکست لوله داشته باشد.		×	×	×
خط لوله با جریان ثقلی باید دارای تمهیداتی به منظور قطع اضطراری در هنگام عمل نکردن شیرهای یک طرفه در انتهای خط لوله در سمت رودخانه باشد.		×	×	
در زیر خط لوله در محدوده $\frac{1}{3}$ سمت خشکی گوره مصالح نفوذپذیر به‌کار رود.	– مصالح شالوده نسبت به پدیده رگاب حساسیت دارد.	×		
	– مصالح بدنه‌گوره نسبت به پدیده رگاب حساسیت دارد.		×	

omoorepeyman.ir

در صورت احداث خطوط لوله جدید، تنها عبور لوله‌های با جریان ثقلی از شالوده یا بدنه‌گوره مجاز است و تعداد این خطوط و ابعاد آنها باید به حداقل ممکن کاهش یابد. اگرگوره‌ای از مصالح نفوذپذیر ساخته شده است و یا فرش نفوذناپذیر بالادست آن در سمت رودخانه کمتر از ۱/۵ متر ضخامت دارد، به هیچ وجه نباید لوله‌ای از این‌گوره عبور داده شود.

اصولاً عبور خط لوله جدید از مسیر گوره، بهتر است از روی تاج آن یا در بدنه‌گوره در ترازی بالاتر از تراز بیشینه سیل باشد. اگرچه در این حالت مشکلات شالوده و بدنه‌گوره بسیار کاهش می‌یابد، ولی احتمال بروز مشکلاتی نظیر شناور شدن لوله بر اثر مغروق شدن آن در زمان سیلاب، آبشستگی یا فرسایش‌گوره در محل خروج لوله از بدنه و تخریب لوله بر اثر برخورد اجسام شناور در جریان سیل وجود دارد.

نکته دیگری که در ارتباط با عبور خط لوله از شالوده و بدنه‌گوره باید مدنظر داشت، ضرورت حفاظت لوله‌های فلزی در مقابل عوامل مخرب شیمیایی یا فیزیکی است، در این زمینه استفاده از نوعی پوششهای حفاظتی با استفاده از موادی نظیر: قیر مخصوص[1]، قطران[2]، سیمان، رنگ اپوکسی[3] و پوششهای پلی‌اتیلن با رعایت استانداردهای مربوط توصیه می‌گردد. مواد حفاظتی مورد استفاده علاوه بر دارابودن خاصیت گیرایی و مقاومت کافی، باید به مقدار کافی، به سهولت و با هزینه کم در دسترس باشد و تغییرات درجه حرارت را به خوبی تحمل کند، خطوط لوله بتنی یا پلی‌اتیلن مقاومت نسبتاً خوبی در مقابل عوامل مخرب دارند.

علاوه بر خطوط لوله مختلف که ذکر آن گذشت، سازه‌ها و تأسیسات مختلف دیگری که عمدتاً بتنی هستند در مسیر گوره احداث می‌گردد. تأسیساتی نظیر: دریچه‌های تخلیه زه اراضی و مناطق مسکونی اطراف، پایه‌های پلها، کانالهای انتقال آب، آبندهای کشتیرانی، سرریزها، سیفونها و غیره که در هنگام طراحی‌گوره باید دقت کافی به نحوه تماس و اتصال آنها باگوره مبذول گردد. در این زمینه، علاوه بر توجه به مسئله تراوش و رگاب، موضوع نشست نامتقارن تأسیسات وگوره نیز از حساسیت بیشتری برخوردار است، بخصوص زمانی که شرایط شالوده ضعیف و سست است. در این شرایط بهتر است محدوده اتصال‌گوره و سازه بتنی قبل از اجرا با اقدامات پیش بارگذاری تقویت شود تا نشستهای نامتقارن به حداقل برسد.

در محل اتصال‌گوره با سازه‌های بتنی، در صورت امکان باید با استفاده از غلتکهای پاچه‌بزی یا لرزشی تراکم کافی ایجاد نمود و در صورت نبودن فضای کافی و یا احتمال خطر برای سازه بتنی در زمان کار غلتک ماشین سنگین، باید از غلتکهای دستی استفاده کرد.

نکته مهم دیگر در این رابطه، توجه به حفاظت شیروانیهای‌گوره در مجاورت کلیه سازه‌های بتنی است. زیرا بر اثر تغییر شکل سازه‌های مجاور، احتمال بروز اغتشاش در جریان و فرسایش و آبشستگی بدنه‌گوره وجود دارد. لذا باید با روشهای مناسب، شیروانی‌گوره در این محدوده حفاظت گردد.

1- Bitumen

2- Coal Tar

3- Epoxy Paints

omorepeyman.ir

۶- فهرست مراجع

۱- اصلاح مسیر و حفاظت دیواره رودخانه‌های سیلابی با روشهای مناسب ساختمانی - بیولوژیکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مهدی یاسی، دانشگاه شیراز، تابستان ۱۳۶۷.

۲- بررسی و مقایسه روشهای کنترل سیلاب، محمدحسن چیتی، مهندسین مشاور سازه‌پردازی ایران، ۱۳۷۲.

۳- توصیه‌هایی در مورد فنون بررسیهای صحرایی از دیدگاه ژئوتکنیکی، طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور، وزارت نیرو، ۱۳۶۷

۴- راهنمای مطالعات طرحهای کنترل سیلاب، طرح استانداردهای مهندسی آب، وزارت نیرو، شهریور ۱۳۷۱.

۵- زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، معماریان، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.

۶- سدهای خاکی و پاره‌سنگی، محمود وفائیان، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۶۸.

۷- طراحی گوره‌ها (Levees) برای رودخانه‌های ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، محمدحسن چیتی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، شهریور ۱۳۷۰.

۸- مقاومت و گسیختگی خاک، محمود وفائیان، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۶۴.

۹- مهندسی سیلاب، نورالدین آیرملو، انتشارات مؤسسه تحقیقاتی و انتشاراتی ذوقی، تبریز، ۱۳۶۲.

۱۰- هیدرولیک کاربردی، محمد نجمایی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۲.

11- Canal and River Levees, Pavol Peter, Slovak Technical Univ., Bratislava, Czechoslovakia, 1982.

12- Design of Low Head Hydraulic Structures, United Nations, Water Resources Series, No. 45, New York, 1973.

13- Design of Small Dams, U.S.B.R., 1977.

14- Design and Construction of Levees, U.S.Army Corps of Engineers, 1978.

15- Earth Manual, U.S.B.R., 1974.

16- Flood Control in the World, K.K. Framji, New Delhi, India, 1976.

17- Manual for River Works in Japan, River Bureau of Ministry of Construction.

18- Manual of Surface Drainage Engineering, B.Z.Kinori and J.Mevorach, Vol II, 1984.

19- Manual of Flood Control Methods and Practices, K.K. Framji et.al., ICID, New Delhi, India, 1983.

20- Manual and Guidelines for Comprehensive Flood Loss Prevention and Management, ESCAP, 1991.

21- Manual on River Behaviour Control and Training, D.V.Joglekar, India, 1971.

omoorepeyman.ir

22- Open Channel Hydraulics, V.T.Chow, Mc Graw - Hill, New York, 1959.

23- Open Channel Hydraulics, R.H.French, Mc Graw - Hill, New York, 1980.

24- Principles of River Engineering, P.Ph.Jansen et.al., Pitman Pub., London, 1979.

25- Relief Wells for Dams and Levees, T.A.Middlebrooks et.al., ASCE, Vol.112, 1974.

26- River Engineering, M.S.Petersen, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersy, 1986.

27- River Behaviour Management and Training, G.V.J.Varman et.al., New Delhi, India, 1989.

28- River Mechanics, H.W.Shen, Vol.II, U.S.A., 1971.

29- Sea Dikes and River Levees, H.J.Verhagen, Delft, The Netherlands, 1993.

30- Water Resources Engineering, R.K. Linsley et.al., Mc Graw - Hill Co., New York, 1987.

omoorepeyman.ir

In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

Guideline for Design, Construction and Maintenance of Levees

omoorepeyman.ir

Publication No.214

این نشریه
با عنوان "راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری گوره‌ها" و با هدف معرفی یکی از مهمترین و متداولترین روشهای مهار سیلاب و طغیان رودخانه‌ها، تهیه گردیده است.

در فصلهای اول تا سوم، کلیاتی در مورد گوره‌ها و انواع آن، زمینه‌های کاربرد، آمار و اطلاعات موردنیاز، مطالعات پایه و تعیین مبانی طراحی ارائه شده است. فصل چهارم به طراحی گوره‌ها اختصاص یافته و عوامل تخریب و روشهای مقابله با آن برشمرده شده است. فصل پنجم نیز به ساخت و نگهداری گوره‌ها اختصاص یافته است.

این نشریه با توجه به اهمیت، وضعیت، امکانات، ظرفیتها، مسائل و مشکلات رودخانه‌ها و ضمن رعایت ملاحظات عمومی مهندسی رودخانه، براساس مطالعات و بررسیهای کارشناسی و استفاده از مراجع خارجی و بعضاً داخلی تهیه و تدوین گردیده است.

مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-248-9

9789644252488

omoorepeyman.ir