جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش

جلد دوم

دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای سکو بندی

نشریه شماره ۲-۴۵۰

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

http:// tec.mporg.ir

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
معاونت آبخیزداری
دفتر طرح ریزی و هماهنگی

http:// www Frw.org.ir

۱۳۸۸

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۱۰۰/۵۶۶۱۴
	تاریخ:	۱۳۸۸/۶/۲۲

موضوع:
مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش- جلد دوم: دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای سکوبندی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۲-۴۵۰ دفتر نظام فنی اجرایی، در چهار جلد با عنوان «**مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش- جلد دوم: دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای سکوبندی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

امیرمنصور برقعی
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

٦١٨٩٦٩

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- *شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.*

۲- *ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.*

۳- *در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.*

٤- *نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.*

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام فنی اجرایی

Email: tsb.dta@mporg.ir **web: http://tec.mporg.ir/**

پیشگفتار

منابع طبیعی به عنوان بستر حیات و توسعه پایدار کشور، متعادل کننده اکوسیستم و پشتوانه بخش کشاورزی است.ولی این منابع به دلایل گوناگونی از جمله افزایش جمعیت و کمبود اراضی و منابع آب دچار تخریب شده‌اند.

آبخیزداری به عنوان یک اقدام مدیریتی به منظور حفاظت و استفاده صحیح و پایدار از این منابع طبیعی می‌باشد.یکی از اهداف اصلی آبخیزداری ،کنترل فرسایش و جلوگیری از آن است زیرا عوامل فرسایش به طور طبیعی در حال تخریب لایه سطحی خاک است و در صورت تشدید فرسایش به علل مختلف، میزان آن بسیار زیاد و خسارت بار خواهد بود. آبخیزداری در حفظ و نگهداری و بهره وری صحیح از جنگل ها و مراتع، تامین آب سدها، کاهش رسوبات، کاهش خسارات ناشی از سیل و ... نقش دارد. اقدامات اجرایی آبخیزداری را می توان به چند دسته تقسیم کرد که شامل اقدامات مکانیکی (سازه ای) و بیولوژیکی و بیومکانیکی (تلفیقی) می باشد.

اقدامات بیومکانیکی شامل احداث بانکت ، تراس و سکو می باشد. که می‌توان گفت در سطح وسیعی از حوزه‌های آبخیز اجرا می‌شود و از این رو استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی) مطالعه و طراحی، اجرا، بهره برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، از اهمیتی ویژه ای برخوردار است. در همین ارتباط نیز نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰هیات محترم وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده‌است.

معاونت نظارت راهبردی معاونت برنامه ریزی ونظارت راهبردی رییس جمهور با توجه به مراتب بالاو وظایف قانونی خود طبق ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین نامه استانداردهای اجرایی (موضوع قانون یاد شده) مصوب هیات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور مصوب هیات محترم وزیران به شماره ۴۲۳۳۹/ ت۳۳۴۹۷هـ مورخ۱۳۸۵/۴/۲۰ نسبت به ضوابط و معیارهای فنی اقدام نمود. یکی از دستاوردهای برنامه یاد شده تهیه ضوابط و طراحی و اجرای سکو بندی می‌باشد.

متن اولیه در اداره ضوابط و استانداردهای معاونت آبخیزداری ، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری تهیه گردیده است و توسط مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری و دفتر نظام فنی اجرایی مورد بررسی و تصویب قرار گرفت.

معاونت نظارت راهبردی بدین‌وسیله از کلیه عزیزانی که در تهیه این نشریه همکاری داشته‌اند و رهنمودها و حمایت‌های ایشان در به ثمر رسیدن نشریه حاضر موثر بوده است، سپاسگزاری و قدردانی می‌نماید.

امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظرات خود در خصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۸

مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش
جلددوم: دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای سکو بندی
نشریه شماره ۲-۴۵۰

تهیه کنندگان:

- آقای مهندس بهمن چهر منوری، فوق لیسانس آبخیزداری
- آقای مهندس احمد صفاری ، فوق لیسانس جنگل و مرتع

بازنگری و تکمیل متن:

- آقای دکتر حمید رضا صادقی، دکنری آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس

بررسی و تصویب:

الف) معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری:

- آقای مهندس علیرضا دولتشاهی، معاون دفتر نظام فنی اجرایی
- آقای مهندس خشایار اسفندیاری، رییس گروه آب و کشاورزی دفتر نظام فنی اجرایی

ب) سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور:

- آقای مهندس سید علیرضا بنی هاشمی، مدیرکل دفتر طرح ریزی و هماهنگی آبخیزداری و مجری طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی آبخیزداری و منابع طبیعی
- آقای مهندس محمد عقیقی، رئیس گروه ضوابط و استانداردهای معاونت آبخیزداری

ج) مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری(گروه داوری):

- آقای دکتر عبدالرسول تلوری، دکتری آبخیزداری
- آقای دکتر جمال قدوسی ، دکتری آبخیزداری
- آقای دکتر علی اکبر عباسی، دکترای هیدرولیک

در نهایت معاونت نظارت راهبردی بدین‌وسیله از کلیه عزیزانی که اسامی ایشان در بالا ذکر شده، و بویژه جناب آقای دکتر **فرود شریفی**، معاون محترم وزیر و رییس سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور ، جناب آقای مهندس **محمد رضا شجاعی** ، معاون محترم آبخیزداری ،جناب آقای مهندس **نادر صنوبر** مدیر کل محترم دفتر آبخیزداری مناطق بحرانی و سیل خیز و جناب آقای دکتر **محمد حسین مهدیان** ، مسئول محترم گروه داوری که رهنمودها و حمایتهای ایشان راهگشایی ارزنده برای به ثمر رسیدن نشریه حاضر بوده است، سپاسگزاری و قدردانی می نماید. امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظریات خود در خصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول – کلیات	۹
۱-۱- مقدمه	۹
۱-۲- تعریف سکو	۹
۱-۳- اهداف و اصول کاربرد	۱۰
فصل دوم- طبقه بندی سکوها	۱۲
۲-۱- طبقه بندی بر اساس شیب طولی	۱۲
۲-۱-۱- سکوهای افقی	۱۲
۲-۱-۲- سکوهای شیبدار	۱۲
۲-۲- طبقه بندی بر اساس شیب عرضی	۱۲
۲-۲-۱- سکو بندی با شیب طبیعی	۱۲
۲-۲-۲- سکو بندی با شیب مصنوعی	۱۳
۲-۳- طبقه بندی بر اساس نوع مصالح مورد استفاده	۱۴
۲-۳-۱- سکوهای خاکی	۱۴
۲-۳-۲- سکوهای سنگی	۱۴
۲-۴- بر اساس موقعیت آنها نسبت به سکوی اصلی	۱۵
۲-۴-۱- سکو های کناری	۱۵
۲-۴-۲- سکوهای جانبی	۱۵
۲-۴-۳- سکوهای مکمل	۱۶
۲-۴-۴- سکوهای حاشیه ای یا مرزی	۱۶
۲-۵- طبقه بندی بر اساس خروج آب	۱۷
۲-۵-۱- سکوهای بدون خروجی	۱۷
۲-۵-۲- سکوها ی با خروجی	۱۷
۲-۵-۲-۱- سرریزهای طبیعی	۱۷
۲-۵-۲-۲- سرریزهای مصنوعی	۱۷
۲-۶- طبقه بندی بر اساس کانال زهکشی	۲۱
۲-۶-۱- سکوبندی با کانال زهکشی	۲۱
۲-۶-۲- سکوبندی بدون کانال زهکشی	۲۱
فصل سوم- معیارهای طراحی	۲۲
۳-۱- انتخاب محل سکوبندی	۲۲
۳-۲- سکوهای افقی	۲۳
۳-۲-۱- تعیین فاصله سکوها	۲۳
۳-۲-۱-۱- فاصله عمودی بین سکوها	۲۳
۳-۲-۱-۱-۱- فرمولRamser	۲۳
۳-۲-۱-۱-۲- فرمول Cox	۲۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۲-۱-۱-۱- فرمولRamser	۲۳
۳-۲-۱-۱-۲- فرمول Cox	۲۴
۳-۲-۱-۱-۳- فرمولUSDA	۲۶
۳-۲-۱-۱-۴- فرمول پیشنهادی استرالیا	۲۶
۳-۲-۱-۲- فاصله افقی بین سکوها	۲۷
۳-۲-۱-۲-۱- تعیین فاصله بر اساس شیب اولیه زمین	۲۷
۳-۲-۱-۲-۲- تعیین فاصله بر اساس عمق خاک	۲۷
۳-۲-۱-۲-۳- تعیین فاصله بر اساس شیب نهایی زمین	۲۷
۳-۲-۱-۳- تعیین سطح مقطع سکوها	۳۲
۳-۲-۱-۳-۱- ارتفاع سکو	۳۲
۳-۲-۱-۳-۲- عرض پایین ، عرض بالا و شیب کناره های سکو	۳۳
۳-۳- سکوهای شیبدار	۳۶
۳-۳-۱- فواصل بین سکوها	۳۶
۳-۳-۲- شیب کانال	۳۶
۳-۳-۳- تعیین سطح مقطع سکوها	۳۷
۳-۴- تعیین ابعاد سر ریزها	۳۸
۳- ۴- ۱- تعیین قطر سر ریزهای لوله ای	۴۰
۳- ۵- تعیین ابعاد سکوهای سنگی	۴۰
۳- ۶- تعیین ابعاد سکوهای خاکی	۴۱
۳-۷- محاسبه خاکریزی	۴۳
۳-۸- مساحت از دست رفته برای سکو بندی	۴۳
۳-۹- منابع قرضه برای ساخت سکوهای خاکی	۴۸
فصل چهارم- برنامه ریزی و تهیه نقشه های اجرائی	۴۹
۴-۱- نقشه های توپوگرافی	۴۹
۴-۱-۱- تعیین مرزهای دایمی	۴۹
۴-۱-۲- تعیین موقعیت سکوها	۴۹
۴-۲- تعیین حجم عملیات	۵۱
۴-۲-۱- تعیین حجم عملیات سکوهای سنگی	۵۱
۴-۲-۱-۱- تعیین حجم عملیات سنگی در سکوهای سنگی	۵۱
۴-۲-۱-۲- تعیین حجم عملیات خاکی در سکوهای سنگی	۵۶
۴-۲-۲- تعیین حجم عملیات در سکوهای خاکی	۵۹
۴-۲-۲-۱- تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی	۵۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۲-۲-۲- تعیین عملیات سر ریزها (خروجی ها)	۶۰
۴-۳- تعیین هزینه عملیات	۶۲
۴-۳-۱- تعیین ساعت کار عملیات خاکبرداری و خاکریزی	۶۲
۴-۳-۲- تعیین هزینه عملیات سنگی	۶۳
فصل پنجم – ساخت سیستمهای سکوبندی	۶۴
فصل ششم – نگهداری سیستمهای سکوبندی	۶۷
۶-۱- روشهای نگهداری و بازدید	۶۷
۶-۱-۱- بررسی نیازهای مرمتی پس از وقوع رگبارها	۶۷
۶-۱-۲- بررسی نیازهای تعمیری پس از عملیات زراعی	۶۸
۶-۱-۳- بررسی نیازهای مرمتی سالانه	۶۸
۶-۲- شیوه های نگهداری	۶۸
۶-۲-۱- نگهداری سیستم سکوبندی بوسیله بخش دولتی	۶۸
۶-۲-۲- نگهداری سیستم سکوبندی بوسیله بخش نیمه دولتی	۶۸
۶-۲-۳- نگهداری سیستم سکوبندی بوسیله بخش خصوصی	۶۹
منابع مورد استفاده	۷۰

فهرست شکل ها

شماره و عنوان	صفحه
۱- سکو بندی سنگی با شیب طبیعی (شیب پایدار در اثر فرسایش)	۱۳
۲- سکو بندی با شیب مصنوعی(خاکبرداری و خاکریزی)	۱۳
۳- سکو بندی سنگی با شیب مصنوعی(و خاکریزی)	۱۴
۴- نمای یک سکوی خاکی	۱۴
۵- نمای یک سکوی سنگی	۱۵
۶- موقعیت انواع سکوها	۱۶
۷- سرریز پلکانی(موقتی)	۱۸
۸- سریز بدون مانع	۱۹
۹- نمای یک سرریز کانالی	۲۰
۱۰- نمای یک سرریز لوله ای	۲۰
۱۱- نمای یک سکو با کانال زهکشی	۲۱
۱۲- جزئیات مربوط به تعیین ارتفاع سکو	۳۳
۱۳- نمونه ای از سطح مقطع سکو	۳۴
۱۴- طراحی سکوی شیبدار	۳۷
۱۵- طراحی خروجی در سکو	۳۸
۱۶- پارامترهای مربوط به ارتفاع سکوهای سنگی	۴۱
۱۷- پارامترهای مربوط به ارتفاع سکوهای خاکی	۴۲
۱۸- وسیله ساده ترازیابی برای تعیین مسیر سکوها بر روی خطوط تراز	۶۶

فهرست جداول

شماره و عنوان **صفحه**

۱- مقادیر تقریبی X در فرمول COX برای بارندگی متوسط ۲۴

۲- تعیین مقدار Y بر اساس نفوذپذیری و پوشش گیاهی ۲۴

۳- فاصله افقی سکوها – متر(X = 0/4) ۲۵

۴- فاصله افقی سکوها – متر(X = 0/6) ۲۵

۵- فاصله افقی سکوها – متر (X = 0/8) ۲۶

۶- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۳ درصد و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر) ۲۹

۷- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۳ درصد و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی متر) ۲۹

۸- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۶ درصد و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر) ۳۰

۹- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۶ درصد و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی متر) ۳۰

۱۰- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۸ درصد و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر) ۳۱

۱۱- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۸ درصد و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی متر) ۳۱

۱۲- شیب کناره های سکو با توجه به خاک ۳۴

۱۳- سطح مقطع سکو در شرایط مختلف ۳۵

۱۴- تغییر ابعاد در نقاط انحراف سکو ۳۶

۱۵- تعیین C در روش استدلالی ۳۹

۱۶- تعیین ابعاد سکوهای خاکی بر حسب نوع خاک ۴۲

۱۷- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۱ متر) ۴۴

۱۸- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۱/۵ متر) ۴۵

۱۹- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۲ متر) ۴۵

۲۰- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۲/۵ متر) ۴۶

۲۱- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۳ متر) ۴۶

فهرست جداول

شماره و عنوان **صفحه**

۲۲- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۳/۵ متر) ۴۷

۲۳- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۴ متر) ۴۷

۲۴- تعیین ابعاد گودال های قرضه در سکوهای خاکی ۴۸

۲۵- طول سکوها در یک هکتار زمین سکوبندی شده بر حسب متر ۵۲

۲۶- حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = ۰/۵) ۵۳

۲۷- حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = 1) ۵۳

۲۸- حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI =۱/۵) ۵۴

۲۹- حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = 2) ۵۴

۳۰- حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = ۲/۵) ۵۵

۳۱- حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI =3) ۵۵

۳۲- حجم عملیات پی کنی در سکوهای سنگی بر حسب متر مکعب در هکتار (B =۰/۸) ۵۷

۳۳- حجم عملیات پی کنی در سکوهای سنگی بر حسب متر مکعب در هکتار (B=1) ۵۸

۳۴- حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی در سکوهای خاکی بر حسب متر مکعب در هکتار ۵۹

۳۵- حجم عملیات مورد نیاز جهت احداث سر ریز بر حسب متر مکعب در هکتار (V=1) ۶۰

۳۶- حجم عملیات مورد نیاز جهت احداث سر ریز بر حسب متر مکعب در هکتار (V= 2) ۶۱

۳۷- تعیین نفر روز کارگر برای عملیات پی کنی ۶۲

۳۸- تعیین نفر روز کارگر برای عملیات خاکریزی ۶۳

۳۹- تعیین نفر روز کارگر برای عملیات سنگ چین و بتون ریزی ۶۳

فصل اول - کلیات

۱-۱- مقدمه

امروزه انجام اقدامات حفاظتی آب و خاک به عنوان یکی از مبانی کلیدی آبخیزداری و زمینه دستیابی به بسیاری دیگر از اهداف طرح های جامع حوزه های آبخیز از ضرورت های اساسی در تعامل با اکوسیستم های مختلف است. پیشرفت دانش فنی آبخیزداری و تأمین امکانات لازم برای اجرای طرح های آبخیزداری، تنوع گسترده در اقدامات مختلف را منجر گردیده است.

استفاده از اراضی شیبدار به منظور اهداف کشاورزی در اغلب موارد با فرسایش شدید خاک و هدر رفت آن همراه است که پیش بینی تدابیر مناسب کنترلی از ضروریات می باشد. در اراضی شیبداری که به علت عدم کاربری مناسب زمین فرسایش خاک منطقه قابل توجه باشد از سکوبندی استفاده می شود. سکوبندی از دیر زمان در کشور ما متداول بوده و عمدتاً برای مقاصد مختلفی بکار برده می شد. در بعضی از مناطق زارعین برای تعیین حد و مرز زمین های خود از سکوهای سنگی و یا خاکی استفاده می نمودند البته در مناطقی این مرزبندی به وسیله سکو ها در جهت عمود بر شیب قرار گرفته و نمائی از سکوبندی را ایجاد نموده که مشابه عملیات رایج در آبخیزداری می باشد. اصولاً در منابع خارجی سکو بندی تحت عنوان پشته بندی [۱] یاپشته روی[۲] تراز ارائه شده است.

سکوبندی را می توان حدواسط بین تراس بندی[۳] و بانکت بندی[۴] از نقطه نظر تأثیر شیب در شکل زمین به حساب آورد. به این ترتیب که در سکوبندی به مرور زمان زمین شیبدار حالت پلکانی به خود گرفته در حالیکه در تراس بندی از همان ابتدا چنین وضعیتی ایجاد می گردد. واژه سکو در فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی نیز تحت عنوان پشته[۵] آورده شده است.

سکوبندی نیز یکی از روش های معمول و بعضا سنتی بوده که از عمومیت کافی در مجموعه اقدامات حفاظت آب و خاک برخوردار می باشد. از این رو تهیه دستورالعمل طراحی و اجرای آن دارای اهمیت است. در تدوین ضوابط طراحی و اجرا سعی گردیده است تا از استانداردهای موجود در کشور های توسعه یافته و در حال توسعه و همچنین از منابع علمی معتبر مختلف استفاده لازم بعمل آید.

۱-۲- تعریف سکو

سکو یک واژه فارسی بوده که در فرهنگ لغت به عنوان تختگاه ارائه شده است. سکو بندی در آبخیزداری به عملیاتی اطلاق می‌گردد که در آن سکوهایی از خاک، سنگ و چوب با فواصل معین در اراضی شیبدار و عمود بر جهت شیب احداث می‌شوند. متداول ترین نوع سکو بندی شامل سکوهای خاکی و سنگی بوده که اکثرا در اراضی دیم رها شده احداث می گردد.

در اراضی شیبداری که خاک سطحی دارای سنگ به اندازه کافی باشد اینگونه عملیات معمولا در نظر گرفته می شوند. سنگهای جمع آوری شده به فواصل معین و ارتفاع مشخصی بر روی خطوط تراز بر روی هم چیده شده که در اینصورت به آنها سکوهای سنگی[۶]

---

[1] - Bunding
[2] - Contour bund
۳- Terracing
٤- Channel terracing
[5] - Bund, Berm
[6] - Stone Bunds

گفته می شود. در حالی که در سکوبندی خاکی[1] از خاک برای ایجاد سکو استفاده می شود. جهت صرفه جویی در هزینه ها بهتر است سنگ و خاک مورد نظر برای احداث سکو از زمین مربوطه تهیه شود در غیر اینصورت می توان برای دستیابی به این مصالح از محل های قرضه نزدیک به محل کار استفاده نمود.

۱-۳- اهداف و اصول کاربرد

سکو بندی جزو آن دسته از عملیات مکانیکی محسوب می شود که کنترل فرسایش خاک را از طریق تعدیل در طول و شدت شیب موجب می شود. بدین سان در ابتدا مکانیسم عمل سکو بندی با بانکت بندی تشابه داشته ولی پس از چند سال زمین مورد نظر شکل پلکانی به خود گرفته و به تراس بندی شباهت می یابد. بنابراین در سکو بندی در ابتدا شدت شیب زمین کاهش نیافته بلکه طول شیب دامنه مورد بررسی به قطعاتی شکسته می شوند و بدین ترتیب تأثیر آن بر تندی شیب در طی چند سال پس از احداث صورت خواهد گرفت.

از طرفی چون هزینه عملیات سکو بندی کم بوده و اجرای آن نیز ساده تر است لذا روستائیان تمایل بیشتری در مشارکت اینگونه عملیات دارند. در مناطقی که اصلاح شخم از طریق تغییر در نوع کشت امکانپذیر نباشد می توان از سکو بندی استفاده نمود سکو بندی با حفظ آب و خاک محل در افزایش تولیدات زراعی و مرتعی نقش مؤثر ایفا می نماید.

اصولا سکو بندی در اراضی که خاک آنها دارای عمق نسبتا کمی بوده و از حاصلخیزی مناسبی نیز برای زراعت های آبی برخوردار نباشد, مورد استفاده قرار می گیرد. در کشور ما سکوبندی عمدتا در اراضی رها شده که از لحاظ کاربری قابلیت مناسبی برای مرتع کاری یا جنگل کاری دارند ولی از آنها به صورت زراعت دیم استفاده می شود طراحی و اجرا می شوند. بنابراین با عملیات سکو بندی نوع کاربری زمین نیز قابل اصلاح است. به طوری که زمینی که قبلا قابلیت کاربری مرتع را داشته در صورت احداث سکو ها از آنها می توان به صورت زراعت دیم استفاده نمود.

بنابراین اهدافی که در سکو بندی اراضی می توان برای عملیات آبخیزداری در نظر گرفت عبارتند از :

۱- کنترل جریانات سطحی در اراضی شیبدار و جلوگیری از رسیدن سرعت رواناب به آستانه حد فرسایش.

۲- جلوگیری از فرسایش خاک و خسارت ناشی از آن

۳- کم کردن میزان رسوب در جریان های سطحی

۴- افزایش رطوبت نسبی خاک و توزیع مناسب آن

۵- زمینه سازی اصلاح شخم در اراضی دیم

۶- افزایش زمان تمرکز جریان های سطحی

۷- کاهش دبی اوج در پایین دست منطقه سکو بندی شده

۸- اصلاح کاربری اراضی

۹- بهبود کیفیت فیزیکی آب در پایین دست منطقه سکوبندی شده

۱۰- امکان افزایش تولید محصول با جمع آوری سنگ های پراکنده در سطح اراضی

[1] - Earth Bunds

جهت بهره وری بهتر از اراضی که عملیات سکوبندی در آنها اجرا می شود می توان از کشت های ترازی[۱] با سکو, تناوب زراعی[۲] و شخم حفاظتی[۳] استفاده نمود. در صورتی که سکو بندی مانند سایر عملیات مکانیکی برای کنترل رسوب در منطقه ای بکار گرفته شود لازم است که با احداث سازه هایی نظیر بندهای رسوب گیر[۴] و حوضچه های کنترل رسوب [۵]حمایت و تکمیل گردند.

۱- Contour cropping
۲- Rotation
۳-Conservative plowing
۴- Sili Trapping Dams
۵- Silting basin

فصل دوم- طبقه بندی سکوها

سکو ها بر اساس معیارهای مختلفی از جمله شیب طولی و عرضی , مصالح مورد استفاده , کانال خروجی و کانال زهکشی طبقه بندی می گردند:

۲-۱- طبقه بندی بر اساس شیب طولی[۱]

سکو ها از دو طریق ذخیره و نفوذ آب به داخل خاک و یا دور کردن آب از مناطق حساس موجب جلوگیری از فرسایش خاک می شود. برای دستیابی به هدف ذخیره آب سکوهای با شیب طولی صفر و در صورت نیاز به هدایت آب از سکوهای با شیب طولی متفاوت استفاده می شود.بر همین اساس سکوها را به دو دسته زیر تقسیم می کنند:

۲-۱-۱- سکوهای افقی[۲]

سکوهای افقی شامل پشته های ذوزنقه ای بر روی خط تراز برای نگهداشتن رواناب و ذخیره آن برای نفوذ تدریجی در خاک برای استفاده محصولات می باشد. شیب طولی این سکوها صفر است و رواناب در آنها جریان ندارد. این سکوها برای مناطق با بارندگی کمتر از ۶۰۰ میلی متر و خاکهای نفوذپذیر تا شیب ۶ درصد در اراضی کشاورزی پیشنهاد می گردد.

۲-۱-۲- سکوهای شیبدار[۳]

این نوع سکوها در مناطق با بارندگی زیاد(۶۰۰-۸۰۰ میلی متر) برای اجتناب از ماندگاری آب و از کاهش ضرر به محصولات زراعی ساخته می شود. سکوهای شیبدار حتی در مناطق با بارندگی کمتر که بافت خاک بسیار نفوذناپذیر و یا رسی با بافت بسیار ریز هستند نیز پیشنهاد می شوند. این گونه سکوها کانالهای عریض با عمق کم و دارای شیب طولی می باشند که آب با سرعتی کمتر از سرعت فرسایشی[۴] در آنها جریان داشته و به خارج منطقه هدایت می شود. طراحی آنها بستگی به نوع خاک سطحی، اقلیم(میزان بارندگی)، شیب زمین، نوع، وسعت پوشش گیاهی دارد.

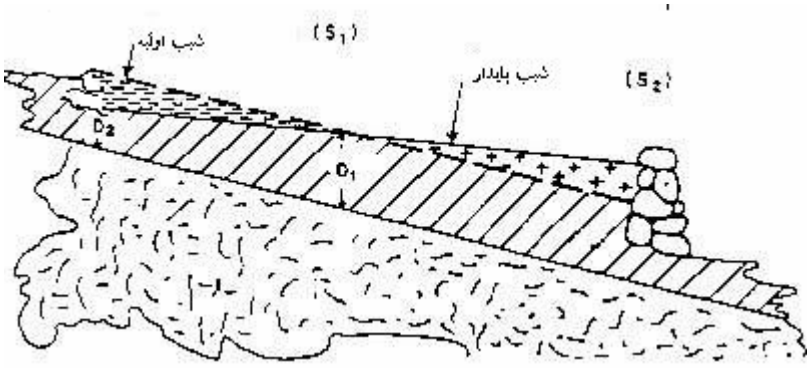
۲-۲- طبقه بندی بر اساس شیب عرضی

۲-۲-۱- سکو بندی با شیب طبیعی[۵]

در غالب عملیات های سکوبندی, معمولا سکوها را بر اساس شیب طبیعی زمین در نظر گرفته, لذا بر اثر فرسایش در طی چند سال اراضی بین دو سکو بصورت شیب پایدار در می آید. شیب نهایی این گونه سکوبندی ها کمتر از شیب اولیه مین بوده و اصولا شیب نهائی را بین ۳ تا ۸ درصد در نظر می گیرند. شیب نهایی این نوع از سکوبندی به طور طبیعی و به مرور زمان ایجاد شده . انسان

۱- longitudinal grade
۲- Contour bunding
۳- Graded bunding
۴- Erosive velosity
۵- Contour bunding with natural slop

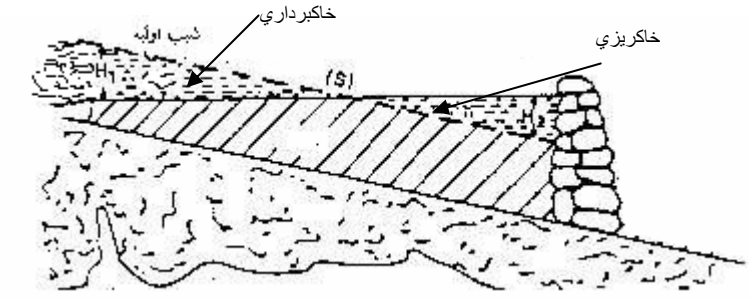
دخالتی در ایجاد آن تدارد. در شکل شماره(۱) نمونه ای از سکوبندی باشیب طبیعی نشان داده شده است. معمولا این گونه سکو بندی در اراضی طراحی و اجرا می شوند که دارای شیب ۱۰ تا ۲۰ درصد باشند.



شکل شماره ۱ سکو بندی سنگی با شیب طبیعی (شیب پایدار در اثر فرسایش)

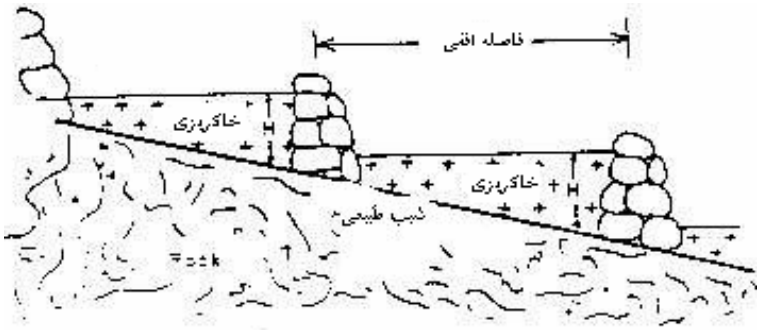
۲-۲-۲- سکو بندی با شیب مصنوعی[۱]

در این گونه سکو بندی(همانند تراس بندی) یک بخش از زمین خاک برداری شده و بخش دیگر خاکریزی می گردد(شکل۲) یا اینکه خاک از محل به محل دیگر سکو بندی حمل شده و در فواصل بین دو سکو ریخته می شود(شکل۳), به طوری که شیب زمین به صورت افقی در می آید. چنین سکوبندی معمولا در کشور ما به ندرت طراحی و اجرا گردیده و اکثرا در اراضی که دارای شیبی بین ۲۰ تا ۲۵ درصد می باشند احداث می گردند.



شکل شماره۲ سکو بندی با شیب مصنوعی(خاکبرداری و خاکریزی)

۲- Contour bunding with artificial slop



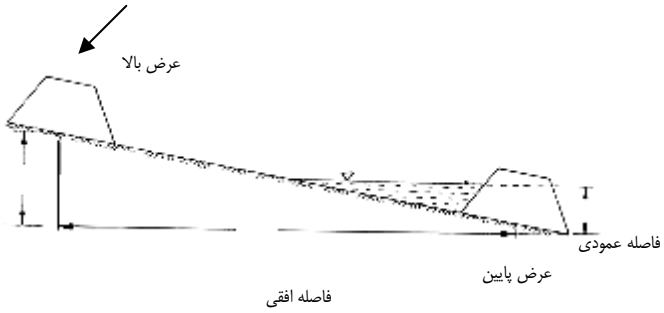
شکل شماره۳ سکو بندی سنگی با شیب مصنوعی(و خاکریزی)

۲-۳- طبقه بندی بر اساس نوع مصالح مورد استفاده

سکو ها معمولاً بر اساس هدف و نوع مصالح موجود در منطقه از مصالح مختلف از جمله خاک، سنگ، لاستیک وچوب ساخته می شوند. از بهترین انواع آنها می توان به سکوهای خاکی و سنگی اشاره نمود.

۲-۳-۱- سکوهای خاکی[۱]

اینگونه سکو بندی ها در مناطق با بارندگی سالانه کمتر از ۶۰۰ میلی متر و با هدف ذخیره آب سطحی در اراضی با شیب کمتر ۶ درصدانجام گرفته و بر اساس ضوابط طراحی سکوها ، از خاک از موجود در محل ساخته می شوند. تجارب نشان می دهد که اینگونه سکوها تنها در خاکهای با عمق متوسط در حدود ۷۵ سانتی متر مقاومت خوبی نشان می دهند و در خاکهای بسیار عمیق و بسیار کم عمق از موفقیت بالایی برخوردار نمی باشند. شکل ۴ نمونه ای از سکوهای خاکی را نشان می دهد.



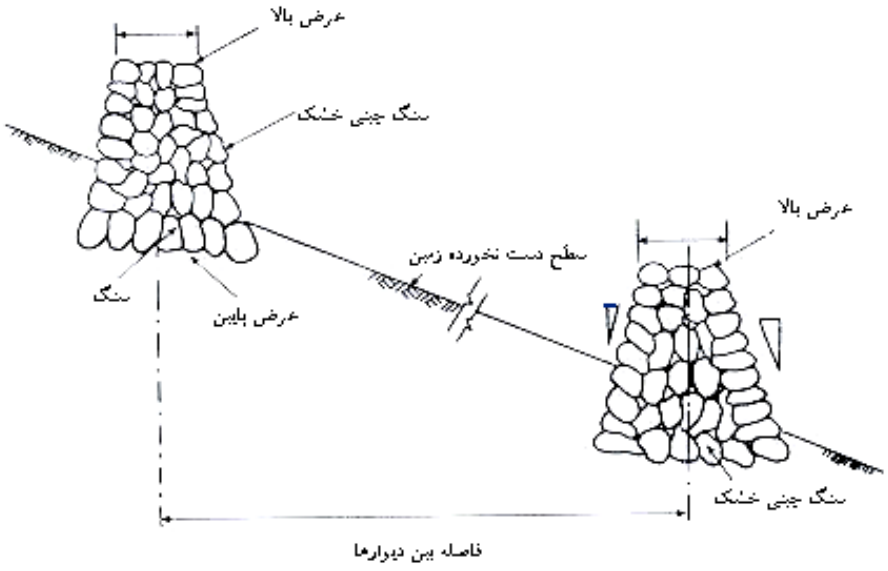
شکل شماره ٤ نمای یک سکوی خاکی

۲-۳-۲- سکوهای سنگی[۲]

دیواره این گونه سکوها از طریق جمع آوری سنگهای سطح زمین در ابعاد مختلف و چیدن آنها بر روی خطوط تراز در فواصل معین احداث می شوند. سنگ های تشکیل دهنده این سکوها دارای ابعادی بین ۰/۵ تا ۲ متر و گاهی اوقات ۵-۱۰ متر بسته به

۱- Contour bunding with soil walls
۲- Contour bunding with stone walls

سنگهای موجود و توپوگرافی زمین می باشد. سکوهای سنگی از انواع سدهای نیمه نفوذ پذیر[۱] هستند که اجازه عبور رواناب را داده و رسوب را در پشت خود جمع می کنند. نمونه ای از این سکو ها با جزئیات دقیق طراحی آنها در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل شماره ۵ نمای یک سکوی سنگی

۲-٤- بر اساس موقعیت آنها نسبت به سکوی اصلی

گاهی اوقات در اثر موانع موجود بر روی زمین برای پشتیبانی سکوهای اصلی از انواع دیگر سکوها استفاده می شود که به شرح زیر می باشند:

۲-٤-۱- سکو های کناری[۲]

در دو انتهای سکوهای اصلی وعمود بر آنها(در جهت شیب) به ارتفاع ۰/۳ متر ساخته می شوند. هدف اصلی از احداث این سکوها نگهداری آب برای مدت بیشتر در پشت سکوها و نفوذ بیشتر آنبه داخل خاک می باشد.

۲-٤-۲- سکوهای جانبی[3]

زمانی که طول سکوهای اصلی بیشتر از ۳۰۰ متر شود برای جلوگیری از تمرکز آب در یک طرف سکو، با استفاده از سکو های جانبی که عمود بر سکوهای اصلی و در بین سکوهای کناری هستند طول آن را به قطعات کوچکتر تقسیم می کنند. پیش بینی سکوهای جانبی در صورت وجود خروجی برای سکوها ضروری نمی باشد.

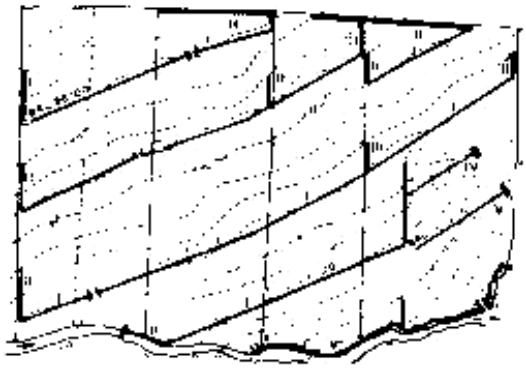
۳- semi previus dams
[2] - Side bund
۲- . Lateral bund

۲-٤-۳- سکوهای مکمل[۱]

هنگامی که فاصله افقی بین دو سکو بیشتر از حد مجاز تعین شده باشد از سکوهای مکمل یا تکمیلی استفاده می شود. این سکوها عمود بر شیب و موازی با سکوهای اصلی ساخته می شوند و طول کمتری نسبت به سکوهای اصلی دارند و تکمیل رسالت سکوهای اصلی را بر عهده دارند.

۲-٤-٤- سکوهای حاشیه ای یا مرزی[۲]

سکوهائی هستند که در پایین ترین قسمت حوزه یا در کنار جاده ها، رودخانه ها، آبراهه ها، طول مرز مزارع و یا گالی ها با همان سطح مقطع سکوی اصلی ساخته می شوند. هدف اصلی از احداث سکو های حاشیه ای حفاظت مناطق پایین دست آنها می باشد. جانمایی و موقعیت انواعسکوهای مورد بحث در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل شماره ٦- موقعیت انواع سکوها

۲-۵- طبقه بندی بر اساس خروج آب

نظر به ضرورت نگهداری و هدایت امن آب به مناطق مورد نظر، انواع سکوها از لحاظ وضعیت نگهداری و یا انتقال آب به شرح زیر وجود دارد.

۲-۵-۱- سکوهای بدون خروجی[۳]

سکوهایی که هیچگونه خروجی جهت تخلیه آب اضافی ندارند را سکوهای بدون خروجی می گویند. اینگونه سکوها معمولاً در مناطق با بارندگی کم و خاک عمیق که تمامی نزولات در پشت سکوها نفوذ کرده و از سکو سرریز نمی کنند، استفاده می شود.

۳- Supplemental bunds
۴- Marginal bunds/ Boundary
۱- Contour bunding with out outlet

۲-۵-۲- سکوها ی با خروجی[۱]

سکو هایی هستند که جهت دفع آب اضافی در پشت سکو ها بر روی آنها خروجی هایی به عنوان سرریز[۲] تعبیه می شود. اینگونه سکوها در مناطق پرباران که مقدار آب جمع شده از بارندگی بیشتر از ظرفیت سکوهاست، استفاده می شوند. نصب سرریز بر روی سکوها باید با اصول صحیح، طراحی و اجرا شود. به طوری که سرریزهای متوالی نباید روبه روی هم قرار بگیرند چرا که موجب تمرکز جریان ودر نتیجه فرسایش می شوند. اصول طراحی آنها در بخش معیارهای طراحی آورده شده است. براساس شرایط موجود انواع مختلف سرریز ساخته می شود که در ذیل به آنها پرداخته می شود:

۲-۵-۲-۱- سرریزهای طبیعی[۳]

در شرایطی که پستی و بلندی منطقه مورد نظر به گونه ای باشد که ارتفاع قسمت برآمدگی آن بین۳۰ تا ۴۰ درصد ارتفاع سکو ها باشد، می توان از آن به عنوان سرریز استفاده کرد.

۲-۵-۲-۲- سرریزهای مصنوعی[٤]

سرریزهایی هستند که با دستکاری محل مورد نظر برای سرریز و کم یا اضافه کردن مصالح به آن قسمت ساخته شده و بر حسب نوع مصالح انواع مختلفی به شرح زیر دارند:

الف) سرریز های ملاتی[۵]

در جاهایی که منطقه زهکش شده به داخل سکو بیشتر از ۳/۷۵ هکتار باشد احتیاج به ساخت اینگونه سرریز می باشد. از آنجایی که مناطقی را که برای کارهای اجرایی آبخیزداری انتخاب می شوند شامل حوزه های زهکشی کوچکی هستند، بنابراین تنها آنهایی که مساحتی بیشتر از ۳/۷۵ هکتار دارند احتیاج به سرریزهای بتونی دارند. اینگونه سرریزها در انواع سکوهای اصلی، مکمل و حاشیه ای استفاده می شود.

ب) سرریز های سنگی[۶]

این نوع سرریزها در مناطقی که سنگ به اندازه کافی وجود داشته باشد استفاده می شوند. سرریزهای سنگی در سکوبندی اصولاً به صورت خشکه چین، گابیونی و سنگی ملاتی احداث می شوند. چنین سرریزهایی بیشتر در سکوهای سنگی نسبت به سرریزهای خاکی کاربرد داشته چرا که مصالح مربوطه به اندازه کافی در منطقه قابل دسترس می باشد کاربرد دارد، تاج این سرریزها عموما ۳۰ سانتی متر بالاتر از زمین قرار دارد. هست.

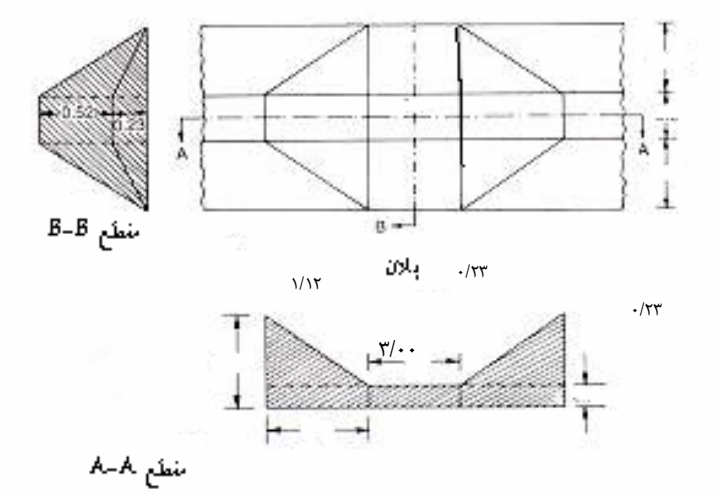
ج) سرریز های خاکبرداری شده[۷]

۲- Contour bunding with outlet
۳- Waste weir
۱- Natural weir
۲-Artificial weir
۳- Masonary weir
٤ – Stone waste weir
1 - Excavated weir

چنانجه در مسیر سکوهای طراحی شده و یا در قسمتهای انتهایی سکوها برآمدگی تقریباً هم ارتفاع با سکو و جود داشته و خاک آنها دارای بافت و ساختمان مناسبی باشد، سرریز مناسب از طریق خاکبرداری آنها احداث می شود. گاهی مواقع می توان از مصالحی مثل سنگ و سیمان برای مقاوم سازی این سرریزها استفاده نمود.

د) سرریز های پله ای(موقتی)[1]

اصولاً در حین اجرای سکوبندی خاکی در مناطقی که احتمال رگبارهای شدید وجود داشته و امکان ساختن فوری سرریز وجود نداشته باشد جهت جلوگیری از آسیب احتمالی به سکوها از سرریزهای موقتی استفاده می شود. ارتفاع آنها ۰/۲۵ سانتی متر بوده با شیب کناره های ۱۰ :۱ در دو طرف سراب و پایاب و معمولاً با گیاهان پوشیده می شوند. چنین سرریزهایی معمولاً موقتی بوده و پس از کامل شدن سکوها با سرریزهای دائمی جایگزین می شوند. شکل ۷ نمونه ای از این سرریزها به همراه جزئیات مربوطه را نشان می دهد.

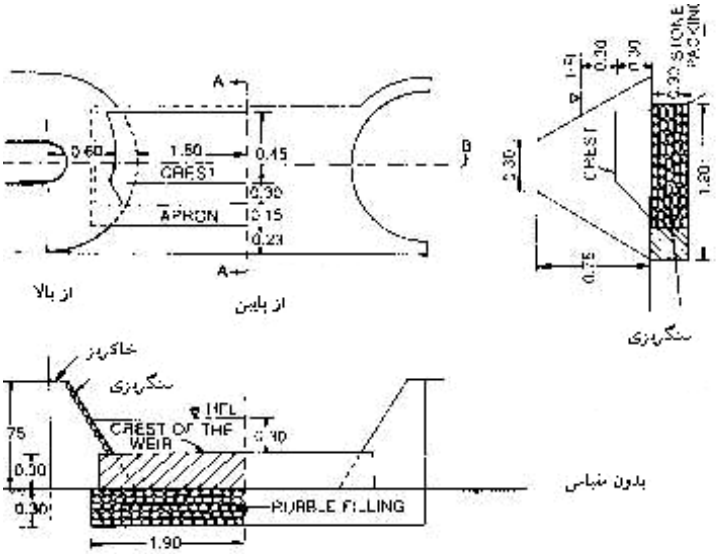


شکل شماره ۷ سرریز پلکانی(موقتی)

ه) سرریز های بدون مانع[2]

سرریزهایی هستند که بر روی سکوهای اصلی با ارتفاع تاج ۰/۳ متر ساخته می شوند. این ارتفاع برای گیاهان حساس کاشته شده و یا موجود در حد واسط سکوها می تواند کاهش یابد. در این گونه موارد دو طرف سکو که به سمت سرریز است باید با مصالح مناسب محکم شود. نما و جزئیات طراحی سرریز های بدون مانع در شکل ۸ نشان داده شده است.

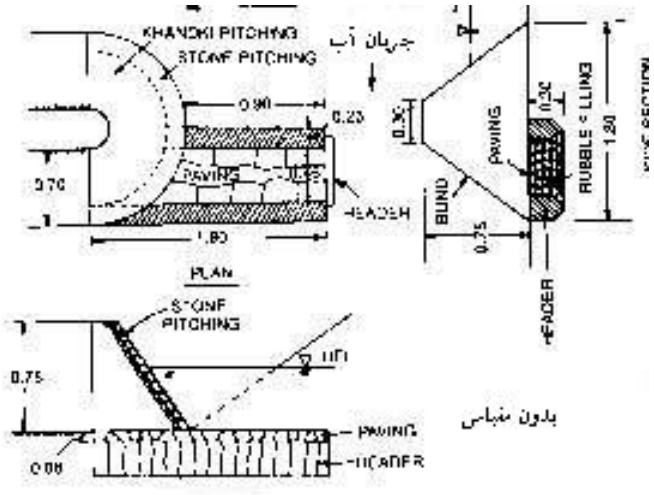
[2] - Ramp-cum-waste weir
[3] - Clear overfall weir



شکل شماره ۸ سریز بدون مانع

و) سرریزهای کانالی[۱]

اینگونه سرریزها در یک طرف سکو برای جلوگیری از شکست دماغه سکو احداث می شوند و شامل یک دیواره سنگی در زیر زمین است که عمقی برابر ۰/۳ متر دارد. در این مورد یک طرف سکو مسلح می شود. گاهی مواقع از سنگریزی خشک به عنوان دیواره سنگی استفاده می شود. شکل ۹ جزئیات طراحی سریزهای کانالی را نشان می دهد.

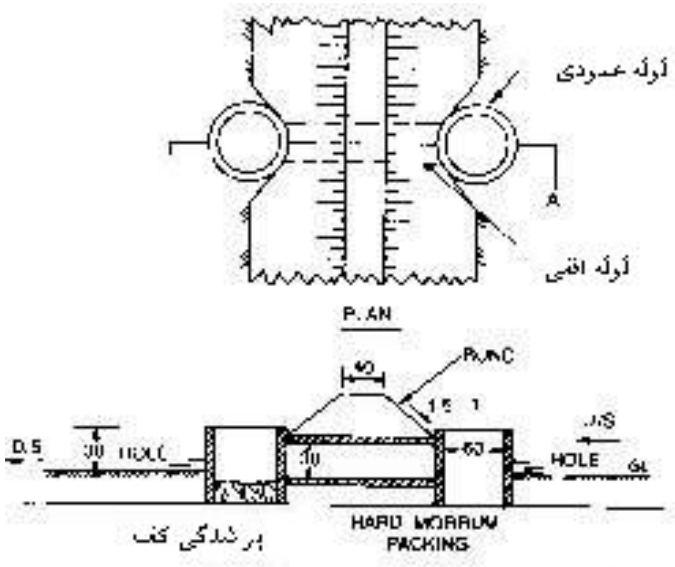


شکل شماره ۹ نمای یک سریز کانالی

[۱] - Channel weir

ز) سرریز های لوله ای[۱]

در چنین سرریزهایی برای تخلیه رواناب از لوله استفاده می شود و معمولاً در مناطقی که مصالح مناسب برای ساخت سرریز وجود نداشته باشد بکار می روند. از انواع لوله های سیمانی و فلزی که در بدنه سکو کارگذاشته شده است ، استفاده می شود. جزئیات و نمای کلی سرریز های لوله ای در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. معمولا از لوله های با قطر ۱۵ سانتی متر برای حوزه های حدود ۳ هکتار و لوله های با قطر ۳۰ سانتی متر برای حوزه های در حد ۸ هکتار استفاده می شود.



شکل شماره۱۰ نمای یک سرریز لوله ای

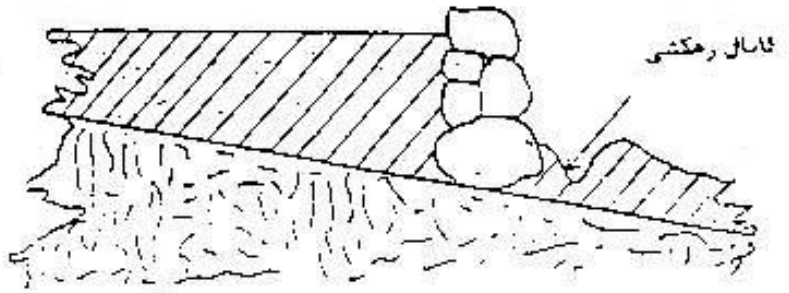
۲-٦- طبقه بندی بر اساس کانال زهکشی

سامانه های سکو بندی همچنین بر اساس وجود و یا عدم وجود کانال های زهکشی در پایاب سکوها به دو نوع با کانال و بدون کانال زهکشی تقسیم می شو ند.

۲-٦-۱- سکوبندی با کانال زهکشی[۲]

دراینگونه سکوبندی، اصولاً یک کانال زهکشی به منظور کاهش فشار آب در قسمت پایاب سکوها ساخته می شود. بدیهی است که چنین کانال هایی در مناطقی که خاک آنها دارای نفوذپذیری مناسبی نمی باشد در نظر گرفته می شود. نمای کلی سک.های با کانال زهکشی در شکل۱۱ نشان داده شده است.

[۱]- Pipe outlet
[۲] - Contour bunding with drainage channel



شکل شماره ۱۱ نمای یک سکو با کانال زهکشی

۲-٦-۲- سکوبندی بدون کانال زهکشی[1]

در صورتی که احتمال تخریب سکو در اثر فشار آب وجود نداشته باشد نیازی به احداث کانال زهکشی در قسمت پایاب[2] نخواهد بود. سکو بندی بدون کانال زهکشی عمدتاً در مناطقی که خاک آنها دارای نفوذپذیری خوبی باشد مورد استفاده قرار می گیرد.

[1] - Contour bunding without drainage channel
[2] - Down stream

فصل سوم- معیارهای طراحی

از آنجا که سکو بندی یکی از عملیات رایج در آبخیزداری بوده و در بسیاری از مناطق اجرا می‌شود لذا ضرورت دارد با استفاده از ضوابط و اصول طراحی شده زمینه‌های اجرای صحیح آنها را مهیا نمود. اولین نکته که باید در طراحی سکوبندی مورد توجه قرار گیرد تشخیص محل صحیح سکو بندی است. همچنین تعیین فواصل بین سکوهای متوالی از اهمیت زیادی برخوردار است که بر اساس شیب زمین، عمق و میزان نفوذپذیری خاک و متوسط بارندگی سالانه متفاوت بوده و بر همین اساس روابط مختلفی ارائه شده است.
جنبه دیگری که در طراحی سیستم‌های سکو بندی ضروری است، تعیین ابعاد سکوها است. ارتفاع و عرض‌های بالا و پایین سکوها در یک سیستم سکوبندی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده که با توجه به فاکتورهای مختلف تأثیرگذار تعیین می‌شوند. همچنین برآورد ابعاد خروجی ها (سرریزها) در سیستم‌های سکوبندی مهم است. این سرریزها در مناطقی که ارتفاع آب در پشت سکوها بیش از ارتفاع سکو باشد طراحی و مورد اجرا گذارده می‌شود. در این بخش معیارهای طراحی سکوهای افقی و شیبدار به ترتیب ارائه می‌شوند.

۳-۱- انتخاب محل سکوبندی

جایی که پوشش گیاهی به تنهایی قادر به محافظت و هدایت آب تمرکز یافته از سراشیبی‌ها نیست و سازه‌ها ممکن است آسیب ببینند از سکوبندی استفاده می‌شود. مناطق با کانال‌های واحد آبشارهای تند، سرعت‌های بالا رواناب و پتانسیل تولید کم پوشش گیاهی برای انجام سکوبندی مناسب هستند. در صورت ضرورت هدایت آب مازاد به مناطق امن از سکوهای شیبدار استفاده می‌شود. در سکوهای شیبدار، آبراهه های طبیعی نامنظم به یک خروجی سکویی تبدیل می شوند.
محل اجرای سکو بندی در اراضی باید براساس مطالعات انجام گرفته تعیین گردد. در صورتی که در منطقه‌ای نیاز به طراحی یک سیستم سکوبندی باشد، باید به موارد ذیل توجه شود.
– سنگهای سطحی زمین مورد نظر به اندازه کافی بوده (حداقل ۱۰ متر مکعب در هکتار) و از قطرهای مختلف نیز برخوردار باشند.
– زمین مربوطه دارای خاک نسبتا کم عمقی بوده و از نفوذپذیری مناسبی برخوردار باشد.
– شیب زمین از ۲۵ درصد برای سکوهای سنگی و از حداکثر ۱۰ درصد برای سکوهای خاکی تجاوز نکند.
– شیب زمین حتی‌الامکان یکنواخت بوده و شکستگی‌های شیب در آن کمتر مشاهده شود.
– اراضی دیم رها شده یا اراضی که اصلاح شخم در آنها از طریق تغییر در نوع کاربری زمین میسر نباشد در اولویت قرار دارند.
– در صورتی که زمین سنگ‌های سرگردان نداشته باشد باید از سکوهای خاکی استفاده نمود. در این رابطه باید به موارد زیر توجه داشت:
– زمین مورد نظر خاکی با عمق متوسط تا زیاد داشته باشد.
– در نزدیکی زمین مورد نظر محل قرضه مناسب وجود داشته باشد.
نکته حائز اهمیت در سکوبندی این است که اینگونه عملیات در مناطقی مناسب‌تر است که متوسط بارندگی سالیانه آنها کمتر از ۶۰۰ میلی متر باشد. ولی در صورت رعایت ضوابط طراحی می‌توان از اینگونه عملیات در مناطق دیگر نیز استفاده نمود.

۳-۲- سکوهای افقی

۳-۲-۱- تعیین فاصله سکوها

تعیین فواصل عمودی و افقی بین سکوها، از ابتدایی ترین موارد طراحی است. روش‌های متنوعی برای محاسبه آنها ارائه شده که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود. تعیین هر یک از فواصل با مشخص نمودن فاصله دیگر قابل محاسبه است:

۳-۲-۱-۱- فاصله عمودی بین سکوها

معیار اصلی جهت تعیین فاصله سکوها بر اساس جلوگیری از ایجاد سرعت آستانه فرسایش روآناب حاصل از بارندگی در یک دامنه شیبدار است. باید توجه داشت که ضوابط مربوط به تعیین فاصله بین دو سکو برای انواع سکوهای سنگی و خاکی یکسان در نظر گرفته می‌شود. فاصله سکوها نباید در حدی باشد که از عملیات کشاورزی جلوگیری کند.

روابط مختلفی برای تعیین فاصله عمودی سکوها ارائه شده است که فاکتورهای متفاوتی را مدنظر قرار داده‌اند که ساده ترین آنها متأ ثر از شیب زمین و ارتفاع سکو خواهد بود و پیچیده ترین آنها ملحوظ نمودن کلیه فاکتورهای مؤثر از جمله شیب زمین، بافت و عمق خاک، میزان بارندگی و نیز نحوه کشت در اراضی مورد نظر برای سکوبندی در محاسبات است نمونه‌های مهم روش‌های مورد استفاده در زیر آورده شده‌اند.

۳-۲-۱-۱-۱- فرمول Ramser

C.E.Ramser رابطه‌ای را برای محاسبه فاصله عمودی سکوها ارائه کرده است که از تجربیاتش در مناطق مرطوب با نفوذپذیری خوب خاک ناشی شده است.

$$V.I. = 0.3(S/3+2) \quad (۱)$$

که در آن

V.I= فاصله عمودی بین سکوها

S = شب زمین به درصد

فرمول فوق خصوصیات خاک و بارندگی را در محاسبات وارد نکرده است. هنگامی که این فرمول برای خاکهای با نفوذپذیری بالا و عملیات حفاظتی خوب استفاده شود، می‌توان فاصله را ۲۵٪ بیشتر از مقدار محاسباتی در نظر گرفت، و از طرف دیگر در خاکهای با ظرفیت نفوذپذیری پایین و عملیات حفاظتی نامساعد فواصل باید تا ۱۵٪ مقدار محاسباتی کاهش یابد. چنین اصلاحاتی در مورد بارندگی‌های مختلف نیز باید صورت گیرد. برای مناطق با بارندگی بالا، فواصل باید کاهش یابد. در واقع شدت بارندگی و قدرت فرسایندگی آن مهمتر از بارندگی سالانه است. از این رو رابطه عمومی زیر را می توان برای مکانهای مختلف به‌کار برد:

$$V.I. = 0.3(S/a+b) \quad (۲)$$

که b و a برای خصوصیات مختلف خاک و بارندگی فرق می کند و به صورت تجربی قابل تعیین است.

۳-۲-۱-۱-۲- فرمول Cox

M.P. Cox فرمول زیر را برای تعیین فواصل عمودی سکوها ارائه کرده است:

$$V.I.=(X.S+Y) * 0.3 \quad (۳)$$

X= فاکتور بارندگی

Y= فاکتور نفوذ و پوشش گیاهی.

این فاکتورها بر اساس جداول زیر تعیین می‌شوند.

جدول شماره ۱- مقادیر تقریبی متغیر X در فرمول Cox برای متوسط بارندگی سالانه

بارندگی سالانه (میلی متر)	مقدار X
≥۶۴۰	۰/۸
۹۰۰-۶۴۰	۰/۶
>۹۰۰	۰/۴

جدول شماره ۲- تعیین مقدارY بر اساس نفوذپذیری و پوشش گیاهی

وضعیت نفوذپذیری	وضعیت پوشش گیاهی در طول باران‌های فرساینده	مقدار Y
کم تا متوسط(خاکهای رسی)	پوشش گیاهی کم	۱
متوسط تا زیاد (خاک های سیلتی و ماسه‌ای)	پوشش گیاهی خوب	۲
در صورتی که یک فاکتور مناسب و دیگری نامناسب باشد		۱/۵

با توجه به این جدول چنانچه وضعیت پوشش گیاهی در طول دوره بارندگی‌های شدید منطقه نامناسب (کم) باشد ولی وضعیت نفوذپذیری خاک مناسب (متوسط تا زیاد) باشد، مقدار Y برابر ۱/۵ خواهد بود.

فاصله افقی بین سکوها بر اساس مقادیر X ،Y و شیب های مختلف زمین در جداول شماره ۳ تا ۵ ارائه شده است.

جدول شماره ۳- فاصله افقی سکوها – متر(X = 0.4)

شیب زمین درصد	مقادیر مختلف Y			ملاحظات
	۱	۱/۵	۲	
۶	۵/۲۰	۷/۷۴	۱۰/۲۸	مناسب برای سکوی خاکی
۸	۳/۹۳	۵/۸۴	۷/۷۴	"""
۱۰	۳/۱۷	۴/۶۹	۶/۲۲	"""
۱۲	۲/۶۶	۳/۹۳	۵/۲۰	مناسب برای سکوی سنگی
۱۴	۲/۳۰	۳/۳۸	۴/۴۷	"""
۱۶	۲/۰۲	۲/۹۸	۳/۹۳	"""
۱۸	۱/۸۱	۲/۶۶	۳/۵۱	"""
۲۰	۱/۶۴	۲/۴۰	۳/۱۷	"""
۲۲	۱/۵۰	۴/۲۰	۲/۸۹	"""
۲۴	۱/۳۹	۲/۰۲	۲/۶۶	"""
۲۵	۱/۳۴	۱/۹۵	۲/۵۶	"""

جدول شماره٤- فاصله افقی سکوها – متر(X = 0.6)

شیب زمین درصد	مقادیر مختلف Y			ملاحظات
	1	۱/۵	2	
۶	۵/۲۶	۷/۸۰	۱۰/۳۴	مناسب برای سکوی خاکی
۸	۳/۹۹	۵/۹۰	۷/۸۰	"""
۱۰	۳/۲۳	۴/۷۵	۶/۲۸	"""
۱۲	۲/۷۲	۳/۹۹	۶/۲۶	مناسب برای سکوی سنگی
۱۴	۲/۳۶	۳/۴۵	۴/۵۴	"""
۱۶	۲/۰۸	۳/۰۴	۳/۹۹	"""
۱۸	۱/۸۷	۲/۷۲	۳/۵۷	"""
۲۰	۱/۷۰	۲/۴۷	۳/۲۳	"""
۲۲	۱/۵۶	۲/۲۶	۲/۶۵	"""
۲۴	۱/۴۵	۲/۰۲	۲/۶۶	"""
۲۵	۱/۴۰	۲/۰۱	۲/۶۲	"""

جدول شماره ۵- فاصله افقی سکوها – متر (X = 0.8)

شیب زمین درصد	مقادیر مختلف Y			ملاحظات
	۱	۱/۵	۲	
۶	۵/۳۲	۷/۸۶	۱۰/۴۱	مناسب برای سکوی خاکی
۸	۴/۰۵	۵/۹۶	۷/۸۶	"""
۱۰	۳/۲۹	۴/۸۱	۶/۳۴	"""
۱۲	۲/۷۸	۴/۰۵	۵/۳۲	مناسب برای سکوی سنگی
۱۴	۲/۴۲	۳/۵۱	۴/۶۰	"""
۱۶	۲/۱۵	۳/۱۰	۴/۰۵	"""
۱۸	۱/۹۳	۲/۷۸	۳/۶۳	"""
۲۰	۱/۷۶	۲/۵۳	۳/۲۹	"""
۲۲	۱/۶۳	۲/۳۲	۳/۰۱	"""
۲۴	۱/۵۱	۲/۱۵	۲/۷۸	"""
۲۵	۱/۴۶	۲/۰۷	۲/۶۸	"""

۳-۲-۱-۱-۳- فرمول USDA

$$V.I.= (2+S/4)*0.3 \qquad (۴)$$

طبق این فرمول سکوها نزدیکتر و وضعیت رطوبت ناحیه بین سکوها بهتر از فاصله تعیین شده توسط فرمول Ramser هستند.

۳-۲-۱-۱-٤- فرمول پیشنهادی استرالیا

رابطه زیر نیز برای محاسبه فاصله عمودی سکوها ارائه شده است.

$$V.I.= KS^{-0.5} \qquad (۵)$$

که در آن :

V.I.= اختلاف ارتفاع به متر

K = ضریب متناسب با فرسایش پذیر ی خاک بین ۱ تا۴

S= درصد شیب زمین

۳-۲-۱-۲- فاصله افقی بین سکوها

۳-۲-۱-۲-۱- تعیین فاصله بر اساس شیب اولیه زمین

در این رابطه فاصله افقی بین دو سکو تابعی از شیب زمین و ارتفاع سکو بوده و معمولا برای مواقعی به کار برده می‌شود که خاکریزی در پشت سکو انجام پذیرد. در اراضی که عمق خاک کم باشد برای تسطیح زمین از خاک مناطق قرضه[۱] در نزدیکی

[۱] - Borrow pits

سکوبندی استفاده می‌شود. این روش به علت خاکریزی دستی بسیار پر هزینه بوده و در کشور ما کمتر متداول است. با توجه به شکل ۳ رابطه مورد استفاده در محاسبه فاصله افقی بین سکو مطابق زیر است:

$$HD = H/S \qquad (۶)$$

که در آن:

HD= فاصله افقی بین دو سکو بر حسب متر

H= ارتفاع سکو بر حسب متر

S= شیب زمین بر حسب متر بر متر

در روش فوق به علت نزدیکی فواصل سکو ها کاربرد ماشین آلات کشاورزی به سهولت قابل انجام نبوده و از طرفی دسترسی به اراضی بین سکوها نیز بسیار مشکل خواهد بود.

۳-۲-۱-۲-۲- تعیین فاصله بر اساس عمق خاک

در سکو بندی گاهی جهت تسطیح زمین بین دو سکو از خاک برداشته شده در قسمت بالاتر استفاده می‌شود. این گونه سکو بندی مشابه تراس بندی با دیواره محافظ بوده و دارای هزینه زیادتری است و در کشور ما کمتر رواج دارد. با توجه به شکل ۳ برای تعیین فاصله بین دو سکو در اینگونه عملیات از رابطه زیر استفاده می شود:

$$HD = (H_1+H_2)/S \qquad (۷)$$

که در آن:

HD = فاصله افقی بین دو سکو بر حسب متر

H_1 = حداقل عمق خاکبرداری شده بر حسب متر

H_2 = حداکثر عمق خاکریزی شده بر حسب متر

S = شیب زمین

عیب اصلی این روش کاهش عمق خاک زراعی در قسمت خاکبرداری شده سیستم سکوبندی است.

۳-۲-۱-۲-۳- تعیین فاصله بر اساس شیب نهایی زمین

در چنین روشی در اراضی بین سکوها همانگونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، هیچگونه عملیات خاکبرداری و خاکریزی صورت نمی گیرد بلکه فرض بر این است که شیب اولیه زمین در اثر فرسایش خاک قسمت فوقانی و رسوبگذاری در قسمت تحتانی تغییر خواهد نمود. در این روش علاوه بر فاکتور شیب، حداقل عمق خاک زراعی مورد نیاز جهت عملیات کشاورزی نیز در نظر گرفته می شود.

$$HD = 2(D_1 - D_2)/S_1 - S_2 \qquad (۸)$$

که در آن:

HD= فاصله افقی بر حسب متر

D_1= عمق خاک فعلی زمین بر حسب متر

D_2= حداقل عمق خاک زراعی مورد نیاز بر حسب متر

S_1= شیب فعلی زمین بر حسب متر بر متر

S_2= درصدشیب نهایی

در مورد تعیین حداقل عمق خاک زراعی مورد نیاز باید به موارد ذیل توجه لازم مبذول گردد:

– حداقل عمق خاک در ارتباط با عملیات زراعی معمولا ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر در بخش فوقانی بین دو سکو در نظر گرفته می‌شود.

– در ارتباط با کاشت درختان مثمر و یا غیر مثمر جهت احداث باغ ضرورت دارد عمق خاک مورد نیاز همان عمق ریشه دوانی درختان و در حدود۳۰ تا۶۰ سانتی متر منظور گردد.

– درمورد خاک های کم عمق بر اساس مواردی که در بالا اشاره شد چنانچه عملیات سکوبندی صورت پذیرد حتی الامکان باید از کاشت درختان خودداری نمود.

شیب نهایی زمین برای عملیات مختلف زراعی بین ۳ تا ۸ درصد منظور می گردد. مسلم است بر اثر شخم زمین فرسایش خاک در اراضی واقع در بین سکو قطعی بوده و لذا مقداری خاک به پشت سکو ها حمل شده و انباشته می شود. هر چقدر میزان شیب نهایی در رابطه بیشتر در نظر گرفته شود بالتبع فاصله بین سکو ها نیز افزایش می یابد و بالعکس فاصله افقی سکو ها کاسته خواهد شد. در جداول شماره ۶ تا ۱۱ ارقام به‌دست آمده از رابطه فوق نشان داده شده است.

فاصله های تعیین شده توسط هر یک از فرمول های بالا تا ۱۰٪ (۱۵ سانتی متر) برای بهتر کردن موقعیت در مسیر ها و اجتناب از موانع قابل افزایش است. در مورد نوارهای کوچک، این درصد بین آخرین پشته و مرز زمین چشم پوشی می شود و یا ممکن است بین تمام پشته ها توزیع شود. برای مثال ، اگر سکوها در فواصل ۰/۸ متر طراحی شده اند و فاصله بین آخرین سکو و مرز ۰/۴ متر باشد ، سکوی آخر می تواند در فاصله ۱/۲ متر طراحی شود و یا حتی این اختلاف ۰/۴ متری بین سایر پشته های دیگر به طور مساوی یا نا مساوی توزیع شود.

جدول شماره ٦- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۳ درصد و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر)

شیب زمین	ارتفاع مفید سکوها – متر								
درصد	۰/۵	۰/۵۵	۰/٦۰	۰/٦۵	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۰
۱۰	۸/۵۷	۱۰/۰۰	۱۱/۴۲	۱۲/۸۵	۱۴/۲۸	۱۵/۷۱	۱۷/۱۴	۱۸/۵۷	۲۰/۰۰
۱۲	۶/۶۶	۷/۷۷	۸/۸۸	۱۰/۰۰	۱۱/۱۱	۱۲/۲۲	۱۳/۳۳	۱۴/۴۴	۱۵/۵۵
۱۴	۵/۴۵	۶/۳۶	۷/۲۸	۸/۱۸	۹/۰۹	۱۰/۰۰	۱۰/۹۰	۱۱/۸۱	۱۲/۷۲
۱۶	۴/۶۱	۵/۳۸	۶/۱۵	۶/۹۲	۷/۶۹	۸/۴۶	۹/۲۳	۱۰/۰۰	۱۰/۷۶
۱۸	۴/۰۰	۴/۶۶	۵/۳۳	۶/۰۰	۶/۶۶	۷/۳۳	۸/۰۰	۸/۶۶	۹/۳۳
۲۰	۳/۵۲	۴/۱۱	۴/۷۰	۵/۲۹	۵/۸۸	۶/۴۷	۷/۰۵	۷/۶۴	۸/۲۳
۲۲	۳/۱۵	۳/۶۸	۴/۲۱	۴/۷۳	۵/۲۶	۵/۷۸	۶/۳۱	/۶۸	۷/۳۶
۲۴	۲/۵۸	۳/۳۳	۳/۸۰	۴/۲۸	۴/۷۶	۵/۲۳	۵/۷۱	۶/۱۹	۶/۶۶
۲۵	۲/۷۲	۳/۱۸	۳/۶۳	۴/۰۹	۴/۵۴	۵/۰۰	۵/۴۵	۵/۹۰	۶/۳۶

جدول شماره ۷- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۳ درصد و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی متر)

شیب زمین	ارتفاع مفید سکوها – متر								
درصد	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۰
۱۰	۵/۷۱	۷/۱۴	۸/۵۷	۱۰/۰۰	۱۱/۴۲	۱۲/۸۵	۱۴/۲۸	۱۵/۷۱	۱۷/۱۴
۱۲	۴/۴۴	۵/۵۵	۶/۶۶	۷/۷۷	۸/۸۸	۱۰/۰۰	۱۱/۱۱	۱۲/۲۲	۱۳/۳۳
۱۴	۳/۶۳	۴/۵۴	۵/۴۵	۶/۳۶	۷/۲۷	۸/۱۸	۹/۰۹	۱۰/۰۰	۱۰/۹۰
۱۶	۳/۰۷	۳/۸۴	۴/۶۱	۵/۳۸	۶/۱۵	۶/۹۲	۷/۶۹	۸/۴۶	۹/۲۳
۱۸	۲/۶۶	۳/۳۳	۴/۰۰	۴/۶۶	۵/۳۳	۶/۰۰	۶/۶۶	۷/۳۳	۸/۰۰
۲۰	۲/۳۵	۲/۹۴	۳/۵۲	۴/۱۱	۴/۷۰	۵/۲۹	۵/۸۸	۶/۴۷	۷/۰۵
۲۲	۲/۱۰	۲/۶۳	۳/۱۵	۳/۶۸	۴/۲۱	۴/۷۳	۵/۲۶	۵/۷۸	۶/۳۱
۲۴	۱/۹۰	۲/۳۸	۲/۸۵	۳/۳۳	۳/۸۰	۴/۲۸	۴/۷۶	۵/۲۳	۵/۷۱
۲۵	۱/۸۱	۲/۲۷	۲/۷۲	۳/۱۸	۳/۶۳	۴/۰۹	۴/۵۴	۵/۰۰	۵/۴۵

جدول شماره ۸ – فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ٦ درصد و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر)

شیب زمین	ارتفاع مفید سکوها – متر								
درصد	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۰
۱۰	۱۵/۰۰	۱۷/۵۰	۲۰/۰۰	۲۲/۵۰	۲۵/۰۰	۲۷/۵۰	۳۰/۰۰	۳۲/۵۰	۳۵/۰۰
۱۲	۱۰/۰۰	۱۱/۶۶	۱۳/۳۳	۱۵/۰۰	۱۶/۶۶	۱۸/۳۳	۲۰/۰۰	۲۱/۶۶	۲۳/۳۳
۱۴	۷/۵۰	۸/۷۵	۱۰/۰۰	۱۱/۲۵	۱۲/۵۰	۱۳/۷۵	۱۵/۰۰	۱۶/۲۵	۱۷/۵۰
۱۶	۶/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۹/۰۰	۱۰/۰۰	۱۱/۰۰	۱۲/۰۰	۱۳/۰۰	۱۴/۰۰
۱۸	۵/۰۰	۵/۸۳	۶/۶۶	۷/۵۰	۸/۳۳	۹/۱۶	۱۰/۰۰	۱۰/۸۳	۱۱/۶۶
۲۰	۴/۲۸	۵/۰۰	۵/۷۱	۶/۴۲	۷/۱۴	۷/۷۸	۸/۵۷	۹/۲۸	۱۰/۰۰
۲۲	۳/۷۵	۴/۳۷	۵/۰۰	۵/۶۲	۶/۲۵	۶/۸۷	۷/۵۰	۸/۱۲	۸/۷۵
۲۴	۳/۳۳	۳/۸۸	۴/۴۴	۵/۰۰	۵/۵۵	۶/۱۱	۶/۶۶	۷/۲۲	۷/۷۷
۲۵	۳/۱۵	۳/۶۸	۴/۲۱	۴/۷۳	۵/۲۶	۵/۷۸	۶/۳۱	۶/۸۴	۷/۳۶

جدول شماره ۹- فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ٦ درصد و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی متر)

شیب زمین	ارتفاع مفید سکوها – متر								
درصد	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۰
۱۰	۱۰/۰۰	۱۲/۵۰	۱۵/۰۰	۱۷/۵۰	۲۰/۰۰	۲۲/۵۰	۲۵/۰۰	۲۷/۵۰	۳۰/۰۰
۱۲	۶/۶۶	۸/۳۳	۱۰/۰۰	۱۱/۶۶	۱۳/۳۳	۱۵/۰۰	۱۶/۶۶	۱۸/۳۳	۲۰/۰۰
۱۴	۵/۰۰	۶/۲۵	۷/۵۰	۸/۷۵	۱۰/۰۰	۱۱/۲۵	۱۲/۵۰	۱۳/۷۵	۱۵/۰۰
۱۶	۴/۰۰	۵/۰۰	۶/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۹/۰۰	۱۰/۰۰	۱۱/۰۰	۱۲/۰۰
۱۸	۳/۳۳	۴/۱۶	۵/۰۰	۵/۸۳	۶/۶۶	۷/۵۰	۸/۳۳	۱۹/۱۶	۱۰/۰۰
۲۰	۲/۸۵	۳/۵۷	۴/۲۸	۵/۰۰	۵/۷۱	۶/۴۲	۷/۱۴	۷/۸۵	۸/۵۷
۲۲	۲/۵۰	۳/۱۲	۳/۷۵	۴/۳۷	۵/۰۰	۵/۶۲	۶/۲۵	۶/۸۷	۷/۵۰
۲۴	۲/۲۲	۲/۷۷	۳/۳۳	۳/۸۸	۴/۴۴	۵/۰۰	۵/۵۵	۶/۱۱	۶/۶۶
۲۵	۲/۱۰	۲/۶۳	۳/۱۵	۳/۶۸	۴/۲۱	۴/۷۳	۵/۲۶	۵/۷۸	۶/۳۱

جدول شماره ۱۰ - فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۸ درصد و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر)

شیب زمین	ارتفاع مفید سکوها - متر								
درصد	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۰
۱۰	۳۰/۰۰	۳۵/۰۰	۴۰/۰۰	۴۵/۰۰	۵۰/۰۰	۵۵/۰۰	۶۰/۰۰	۶۵/۰۰	۷۰/۰۰
۱۲	۱۵/۰۰	۱۷/۵۰	۲۰/۰۰	۲۲۵/۵۰	۲۵/۰۰	۲۷/۵۰	۳۰/۰۰	۳۲/۵۰	۳۵/۰۰
۱۴	۱۰/۰۰	۱۱/۶۶	۱۳/۳۳	۱۵/۰۰	۱۶/۶۶	۱۸/۳۳	۲۰/۰۰	۲۱/۶۶	۲۳/۳۳
۱۶	۷/۵۰	۸/۷۵	۱۰/۰۰	۱۱/۲۵	۱۲/۵۰	۱۳/۷۵	۱۵/۰۰	۱۶/۲۵	۱۷/۵۰
۱۸	۶/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۹/۰۰	۱۰/۰۰	۱۱/۰۰	۱۲/۰۰	۱۳/۰۰	۱۴/۰۰
۲۰	۵/۰۰	۵/۸۳	۶/۶۶	۷/۵۰	۸/۳۳	۹/۱۶	۱۰/۰۰	۱۰/۸۳	۱۱/۶۶
۲۲	۴/۲۸	۵/۰۰	۵/۷۱	۶/۴۲	۷/۱۴	۷/۸۵	۸/۵۷	۹/۲۸	۱۰/۰۰
۲۴	۳/۷۵	۴/۳۷	۵/۰۰	۵/۶۲	۶/۲۵	۶/۸۷	۷/۵۰	۸/۱۲	۸/۷۵
۲۵	۳/۵۲	۴/۱۱	۴/۷۰	۵/۲۹	۵/۸۸	۶/۴۷	۷/۰۵	۷/۶۴	۸/۲۳

جدول شماره ۱۱ - فاصله افقی سکوها بر حسب متر (شیب نهایی ۸ درصد و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی متر)

شیب زمین	ارتفاع مفید سکوها - متر								
درصد	۰/۵	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۹۰
۱۰	۲۰/۰۰	۲۵/۰۰	۳۰/۰۰	۳۵/۰۰	۴۰/۰۰	۴۵/۰۰	۵۰/۰۰	۵۵/۰۰	۶۰/۰۰
۱۲	۱۰/۰۰	۱۲/۵۰	۱۵/۰۰	۱۷/۵۰	۲۰/۰۰	۲۲/۵۰	۲۵/۰۰	۲۷/۵۰	۳۰/۰۰
۱۴	۶/۶۶	۸/۳۳	۱۰/۰۰	۱۱/۶۶	۱۳/۳۳	۱۵/۰۰	۱۶/۶۶	۱۸/۳۳	۲۰/۰۰
۱۶	/۵	۶/۲۵	۷/۵۰	۸/۷۵	۱۰/۰۰	۱۱۱/۲۵	۱۲/۵۰	۱۳/۷۵	۱۵/۰۰
۱۸	۴/۰۰	۵/۰۰	۶/۰۰	۷/۰۰	۸/۰۰	۹/۰۰	۱۰/۰۰	۱۱/۰۰	۱۲/۰۰
۲۰	۳/۳۳	۴/۱۶	۵/۰۰	۵/۸۳	۶/۶۶	۷/۵۰	۸/۳۳	۹/۱۶	۱۰/۰۰
۲۲	۲/۸۵	۳/۵۷	۴/۲۸	۵/۰۰	۵/۷۱	۶/۴۲	۷/۱۴	۷/۸۵	۸/۵۷
۲۴	۲/۵۰	۳/۱۲	۳/۷۵	۴/۳۷	۵/۰۰	۵/۶۲	۶/۲۵	۶/۸۷	۷/۵۰
۲۵	۲/۳۵	۲/۹۴	۳/۵۲	۴/۱۱	۴/۷۰	۵/۲۹	۵/۸۸	۶/۴۷	۷/۰۵

۳-۲-۱-۳- تعیین سطح مقطع سکوها

سطح مقطع عرضی سکوها به شکل ذوزنقه است. محاسبه سطح مقطع شامل محاسبه ارتفاع، عرض بالا و عرض پایین سکوهاست.

۳-۲-۱-۳-۱- ارتفاع سکو

ارتفاع سکوها به عمق آب ذخیره شده، عمق طراحی برای جریان آب در خروجی‌ها، ارتفاع آزاد[1] ، سرعت نفوذ آب در خاک و فاصله عمودی سکوها بستگی دارد. در خاکهای با سرعت نفوذ کمتر عمق آب ذخیره شده بیشتر در حالیکه عمق آب ذخیره شده در خاکهای سبک کمتر است.

[1] - Free board

معمولاً ارتفاع مخزن پشت سکوها را ۳۰ سانتی متر، در نظر گرفته و ارتفاع روی سر ریز۳۰ سانتی متر ارتفاع آزاد را نیز ۲۰ سانتی متر و مجموعا ۸۰ سانتی متر در نظر می گیرند. اما محاسبه ارتفاع واقعی سکو به شرح زیر محاسبه می شود. جزئیات مورد استفاده در محاسبه ارتفاع سکو در شکل ۱۲ نشان داده شده اند.

ابتدا محاسبه حجم روانا ب با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$RV = R / 100 * H.I. \quad (۹)$$

که در آن:

R.V= حجم روانآب به متر مکعب

R= بارندگی ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال

H.I.= فاصله افقی بین پشته‌ها (متر)

حجم روانآب ورودی، با استفاده از روش های دیگر از جمله کاربرد روش استدلالی نیز قابل محاسبه است.

فاصله افقی متناسب با فاصله عمودی نیز توسط فرمول زیر محاسبه می شود:

$$H.I. = V.I. /S *100 \quad (۱۰)$$

S = شیب زمین به درصد

V.I.= فاصله عمودی سکوها

صرف نظر از تأثیر شیب کناره های سکو، حجم ذخیره پشت سکو به صورت زیر است:

$$SV = WS*h /2 \quad (۱۱)$$

SV= حجم آب ذخیره شده پشت واحد طول سکو

WS= طول آب ذخیره شده پشت سکو به متر

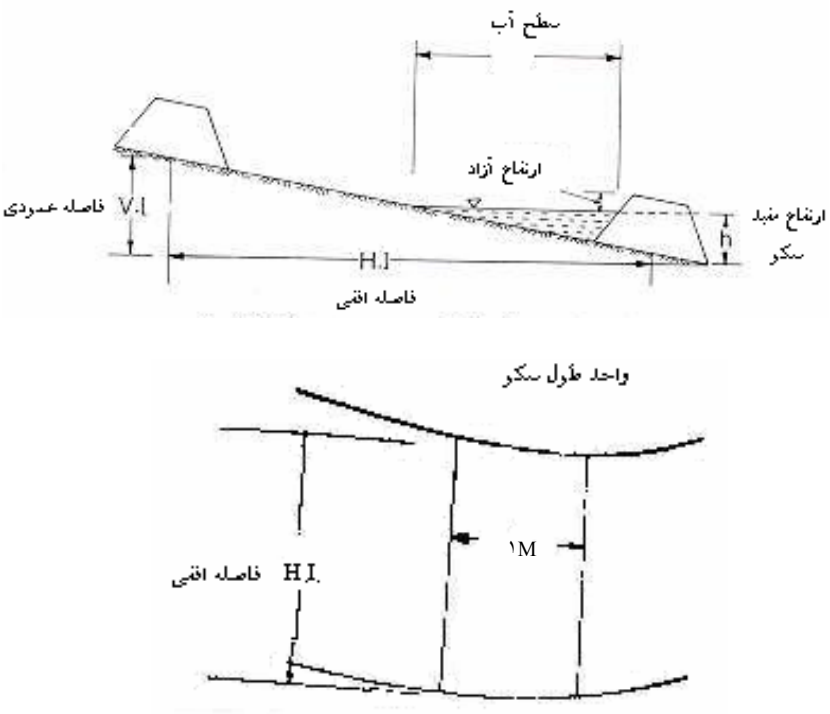
h= عمق آب پشت سکو به متر

با مساوی قرار دادن دو رابطه قبل می‌توان ارتفاع سکو را به شکل زیر به‌دست آورد:

$$h = \sqrt{R*V.I./50} \quad (۱۲)$$

این رابطه عمق آبی را که بلافاصله پشت سکوها ذخیره می شود نشان می دهد. به این عمق، باید ارتفاع آب جریان یافته بر روی سرریز و ارتفاع آزاد را نیز اضافه کرد. بنابراین ارتفاع کل سکو (H) به متر برابر است با:

H = ارتفاع آب روی سر ریز + ارتفاع آزاد + h



شکل شماره ۱۲- جزئیات مربوط به تعیین ارتفاع سکو

بعد از تعیین ارتفاع سایر پارامترهای سطح مقطع نیز باید تعیین شود.

۳-۲-۱-۳-۲- عرض پایین[۱] ، عرض بالا[۲] و شیب کناره‌های سکو

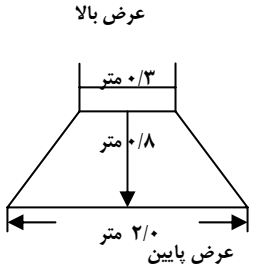
عرض پایین سکو بستگی به سرعت نفوذ انواع خاکها، عرض بالای سکو در دامنه بین ۰/۳ تا ۰/۶ متر و شیب کناره‌ها بر اساس انواع مختلف خاک در جدول شماره ۱۲ آمده است:

جدول شماره ۱۲ - شیب کناره های سکو با توجه به خاک

نوع خاک	شیب کناره‌ها	زاویه شیب زمین- درجه
خاک گراول بسیار کم عمق	۱:۱	۴۵
خاک های کم عمق	۱: ۱/۳	۳۴ –۳۷
خاکهای شنی و شنی لومی	۱: ۱/۵	۴۱–۳۳
خاک های با عمق متوسط	۱: ۲، ۱: ۱/۵	
خاکهای رسی با عمق متوسط	۱: ۱/۵ در پایاب ۱: ۵ در سراب	

۱ - Base width
۲ - Top width

در اغلب موارد عرض بالایی و پایینی یک سکو با ارتفاع معمول ۸۰ سانتی متر به ترتیب ۰/۳ و ۲ متر می‌باشد و به این ترتیب در صورتی که شیب کناره‌های سکو ۱:۱ باشد سطح مقطع آن ۱ متر مربع خواهد شد. نمایی از این مقطع و جزئیات مربوطه در شکل ۱۳ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۳- نمونه ای از سطح مقطع سکو

بر اساس نوع خاک، شیب کناره‌ها متفاوت خواهد بود اما در مناطق با بارندگی کم با خاکهای نفوذپذیر، سطح مقطع ۱ متر مربع برای سکوبندی مناسب است. بعضی جاها ممکن است که از یک مترمربع کمتر شود زیرا عمق مخزن و یا عمق آب روی سر ریز کمتر از ۳۰ سانتی متر لحاظ می شود. معمولاً پایداری سکوها بستگی به سطح مقطع دارد و برای کشت و کار باید این سکو ها پایدار بمانند. بنابراین سطح مقطع کمتر از ۱ متر مربع اغلب تولید نمی شود. سطح مقطع های با ارتفاعات و شیب کناره های مختلف در جدول شماره ۱۳ ارائه شده است.

جدول شماره ۱۳- سطح مقطع سکو در شرایط مختلف

خصوصیات خاک	عرض بالا (m)	عرض پایین (m)	ارتفاع (m)	شیب کناره (عمودی : افقی)	سطح مقطع (m2)	ملاحظات
خاک گراولی	۰/۳	۱/۲	۰/۶	۰/۷۵ :۱	۰/۴۵	
	۰/۳	۱/۵	۰/۶	۱:۱	۰/۵۴	
خاکهای قرمز مخلوط با خاکهای کم عمق شنی- لومی یا رسی	۰/۳	۲/۱	۰/۶	۱/۵ :۱	۰/۷۲	
خاکهای خیلی کم عمق	۰/۴۵	۱/۹۵	۰/۷۵	۱ :۱	۰/۹	خاکهای ۷۵ سانتی متر
خاکهای کم عمق	۰/۴۵	۲/۴	۰/۷۵	۱/۳ :۱	۱/۰۶	
خاکهای متوسط عمق	۰/۶	۳/۳	۰/۶۸	۲:۱	۱/۳۱	
	۰/۵۳	۳	۰/۸۳	۱/۵ :۱	۱/۴۴	
خاکهای متوسط عمق	۰/۳	۴/۴۳	۰/۷۵	۱/۵ :۱	۰/۹۹	
				۴ :۱	۱/۷۷	۰/۴۵ تا ۰/۶
خاکهای سیاه	۰/۳	۵/۱۸	۰/۷۵	۱/۵ :۱	۱/۱۶۵	
				۵ :۱	۲/۰۵	۰/۴۵ تا ۰/۶

با توجه به اینکه سکو های خاکی در محل های برخورد با آبکند هاو یا فرورفتگی های موضعی از امتداد خطوط تراز منحرف می شوند. نقطه انحراف سکوها از خطوط مجاز، تغییرات ارتفاع و عرض پایین را به دنبال دارد و عرض بالایی سکو ثابت می ماند. در تقاطع سکوها با برآمدگی ها و یا آبکند ها به دلیل اینکه ارتفاع تغییر می کند عرض پایین هم متناسب با آن تغییر می یابد. به عنوان مثال هنگامی که یک سکو آبکندی را قطع می نماید، ارتفاعش افزایش و هنگامی که سکو یک برآمدگی را قطع نماید، ارتفاعش کاهش خواهد یافت. در شرایطی که سکوهای خاکی خندق ها را قطع می کنند مقطع عرضی سکو معمولا بزرگتر در نظر گرفته می شود (حداقل ۶۰ سانتی متر برای ضخامت فوقانی و ترجیحا شیب ۳:۱ در سراب و ۲:۱ در پایاب) تغییرات ابعاد سکو در جدول شماره ۱۴ نمایش داده شده است.

جدول شماره ١٤ - تغییر ابعاد در نقاط انحراف سکو

انحراف	عرض بالا (متر)	عرض پایین (متر)	ارتفاع (متر)	شیب کناره ها	سطح مقطع (متر مربع)
صفر	۰/۴۵	۱/۹۵	۰/۷۵	۱:۱	۰/۹
۰/۱۵	۰/۴۵	۱/۶۵	۰/۶	۱:۱	۰/ ۶۳
۰/۳۰	۰/۴۵	۲/۵۵	۱/۰۵	۱:۱	۱/۵۸

۳-۳- سکوهای شیبدار

اصولی که باید در طراحی سکو های شیبدار رعایت گردد عموما همانند سکوهای افقی است. اما مواردی که این دو با هم اختلاف دارند در ادامه آمده‌اند:

۳-۳-۱- فواصل بین سکوها

فاصله های عمودی و افقی در سکوهای شیبدار همانند سکوهای افقی می باشد که در مواردی که خاک منطقه سنگین باشد با سرعت نفوذپذیری بالا و اجرا برنامه های کشت و کار خوب و عملیات حفاظتی کشاورزی مثل شخم روی تراز عدد محاسباتی تا ۲۵ ٪ می تواند افزایش یابد، و در مواردی که سرعت نفوذپذیری پایین است و بدون هیچگونه برنامه کشت و کار مناسب این عدد تا ۱۵ ٪ می تواند کاهش یابد.

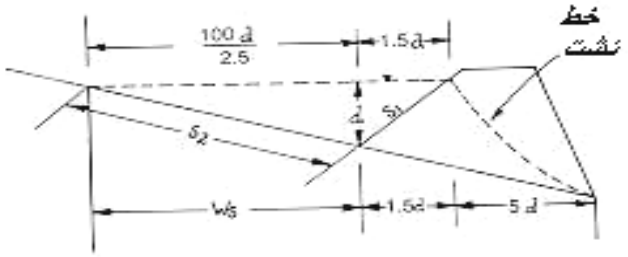
۳-۳-۲- شیب کانال

دو نوع شیب ثابت و متغیر برای سکوهای شیبدار استفاده می شود. برای سکوهای کوتاه با ۱۰۰تا ۱۵۰ متر طول شیب ثابت به‌کار برده می شود و برای سکوهای درازتر شیب متغیر توصیه می شود. معمولا بسته به نوع خاک، شیب این نوع سکوها از۲ /۰ تا ۰/۴ درصد متغیر است. در خاک های نفوذپذیر، شیب از صفر درصد در انتهای بالایی کانال تا ۰/۵ درصد در انتهای خروجی کانال ممکن است متفاوت باشد. در خاکهای نفوذناپذیر ممکن است از ۰/۲ درصد شروع شده و به ۰/۴ درصد درخروجی ختم شود. معمولاً این شیب ها در هر ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر تغییر می کند. بنابراین یک سکوی ۴۰۰ متری ، ممکن است در ۱۰۰ متر اول شیب صفر درصد ، در

۱۰۰ متر دوم، ۰/۱ درصد، در ۱۰۰ متر سوم ۰/۲ درصد، ودر ۱۰۰ متر آخر ۰/۳ درصد داشته باشد. سکوهای ۱۰۰ تا ۲۰۰متری مشکل پایداری را کاهش می دهند.

۳-۳-۳- تعیین سطح مقطع سکوها

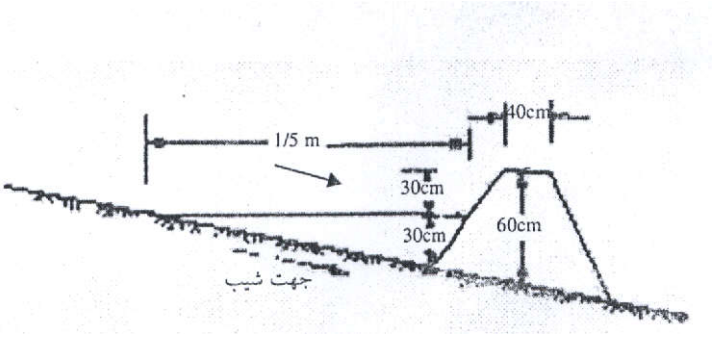
سطح مقطع سکو باید به اندازه کافی پایدار باشد. بالاترین سطح سیلاب ها پایین تر از سطح بالایی سکو باشد، و خط نشت زیر پنجه سکو در پایاب سکو باشد. معمولاً عرض بالایی سکو ۵۰ سانتی متر است اگرچه ممکن است که از ۳۰ تا ۹۰ سانتی مترنسبت به ارتفاع سکو متغیر باشد. ارتفاع می تواند ۵۰ تا ۸۰ سانتی متر باشد. معمولاً عمق سکو از کف سکو تا کناره بالای آن از ۰/۴۵ متر بیشتر نخواهد شد. شیب کناره ها به نوع خاک بستگی دارد. برای خاک های رسی شیب ۱:۱، برای خاک لومی ۱/۵:۱ و برای خاک شنی تا ۲:۱ افزایش می یابد. شیب کناره ها باید به اندازه کافی هموار باشند که اجازه عملیات کشاورزی بدون ضرر به سطح مقطع را بدهند. خط نشت دارای شیب عمودی به افقی ۳:۱، ۵:۱ و ۶:۱ به ترتیب برای خاک‌های رسی، شنی لومی و شنی می باشد. عرض پایه با توجه به این معیارها و عمق جریان تعیین می شود. در مواردی که یک کانال در ترکیب با یک سکو به کار برده می شود، باید ظرفیت کانال برای عبور رواناب اضافی با یک سرعت غیر فرسایشی کافی باشد. سرعت غیر فرسایشی از ۵۰ تا ۷۵ سانتی متر بر ثانیه برای خاکهای از شنی تا رسی متغیر است. سرعت به شیب کانال بستگی دارد. فرمول مانینگ (معمولا با ضریب زبری ۰/۰۴) باید برای سرعت جریان و ظرفیت کانال به‌کار رود. کانال ها گاهی مواقع ممکن است سهمی شکل باشند اگر چه اصل آن به شکل ذوزنقه است.



شکل شماره ١٤ - طراحی سکوی شیبدار

۳-٤- تعیین ابعاد سرریزها

کانال های خروجی در سیستم های سکوبندی برای حفظ سکوها از تخریب ناشی از رواناب و همچنین جلوگیری از خسارت وارده به محصولات از طریق افزایش ارتفاع آب در بین سکوها طراحی و اجرا می گردد. اصولا تعیین موقعیت و طراحی کانالهای خروجی در رابطه با حفاظت در شکل شماره ۱۵ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۵ - طراحی خروجی در سکو

تعیین طول و ارتفاع سر ریزها حایز اهمیت می‌باشند . طول سر ریز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Q = 1.7\ LH^{3/2} \qquad (۱۳)$$

که در آن:

Q : دبی اوج رواناب حوزه آبخیز که از روی سکو سرریز می شود.

H : ارتفاع آب روی سرریز که معمولاً ۰/۳ متر در نظر گرفته می‌شود ،

L: طول سرریز بر حسب متر

به عنوان مثال اگر دبی اوج طراحی منطقه طرح ۲/۴ متر مکعب بر ثانیه باشد طول سرریز آن حدوداً برابر با ۳/۵ متر است.

دبی اوج رواناب را می توان از روشهای مختلف به‌دست آورد که رایج ترین آنها روش استدلالی است:

$$Q=CIA/360 \qquad (۱۴)$$

که در آن :

C : ضریب رواناب

I : شدت بارندگی بر حسب میلی‌متر در ساعت

A : مساحت به هکتار

مهمترین پارامتر در تخمین مقدار رواناب اوج، شدت بارندگی است. که برای بهبود بخشیدن به معیار طراحی پیشنهاد می شود که ابزارهای اندازه‌گیری بر روی تاج خروجی نصب شود. اطلاعات عمق و دوره بازگشت جریان در تعیین دبی اوج طراحی بسیار مهم هستند که معمولاً دوره بازگشت را ۱۰ ساله در نظر می گیرند. در صورتی که شدت بارندگی‌های کوتاه مدت (کمتر از یک ساعت) با دوره بازگشت ۱۰ ساله در دسترس باشد با توجه به زمان تمرکز، شدت بارندگی مورد نظر انتخاب می گردد.

در غیر این صورت باید شدت بارندگی منطقه برای مدت زمان تمرکز با استفاده از روش‌های رایج که مناسب منطقه باشد، محاسبه شود.

برای تعیین C می توان از جدول شماره ۱۵ استفاده نمود.

جدول شماره ۱۵ – تعیین C در روش استدلالی

نوع کاربری اراضی	شیب زمین بر حسب در صد	لومی شنی	رسی و لومی شنی	رسی سخت
اراضی کشاورزی	۵ –۰	۰/۳	۰/۵	۰/۶
	۱۰–۵	۰/۴	۰/۶	۰/۷
	۳۰ –۱۰	۰/۵۲	۰/۷۲	۰/۸۲
اراضی مرتعی	۵ –۰	۰/۱	۰/۳	۰/۴
	۱۰ –۵	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۵۵
	۳۰ –۱۰	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۶
اراضی جنگلی	۵ –۰	۰/۱	۰/۳	۰/۴
	۱۰ –۵	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۵
	۳۰ –۱۰	۰/۳	۰/۵	۰/۶

برای تعیین تعداد خروجی ها (N) نیز از فرمول زیر استفاده می شود:

$$N= L / 2K \qquad (۱۵)$$

که در آن :

L : طول کل سکوها در یک هکتار به متر

K : طول بحرانی سکوها در یک هکتار به متر

در صورتیکه ابعاد زمین در یک هکتار برابر با ۱۰۰× ۱۰۰ متر فرض شود ، طول کل سکوها در یک هکتار (L) برابر خواهد بود با :

$$L = 1000 / HD \qquad (۱۶)$$

به این ترتیب در صورتیکه فاصله افقی دو سکو ۲۵ متر تعیین شده باشد لذا طول کل سکو در یک هکتار ۴۰۰ متر بوده و چنانچه طول بحرانی سکوها ۱۰۰ متر فرض در نظر گرفته شود بنابراین تنها دو عدد سر ریز در وسعت یک هکتار ضرورت دارد.

۳- ٤- ۱- تعیین قطر سرریزهای لوله ای

نصب یک لوله در محل و در بدنه سکو می تواند آب اضافی را به فضای بین سکوها انتقال داده و به عنوان سرریز عمل نماید. برای آبخیزی که مساحتی در حدود ۳ هکتار دارد از لوله‌ای به قطر ۱۵ سانتی‌متر و برای یک حوزه ۵ هکتاری لوله‌ای به قطر ۲۲/۵ سانتی‌متر و در صورتی که مساحت آبخیز ۸ هکتار باشد قطر لوله برابر با ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته می شود. در قسمت سراب سکو لوله واقع شده داخل محفظه باید ۰/۳ متر بالاتر از ارتفاع سطح تراز قرار گرفته باشد.

اندازه محفظه برای لوله‌ای به قطر ۱۵ سانتی‌متر باید در حدود ۴۵ سانتی‌متر و برای لوله‌ای به قطر ۲۲/۵ و ۳۰ سانتی‌متر قطر محفظه باید ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

۳- ۵- تعیین ابعاد سکوهای سنگی

برای تعیین ابعاد سکوهای سنگی ابتدا باید ارتفاع آنرا مشخص نمود. در تعیین ارتفاع سکو فاکتورهای مختلفی مؤثر بوده که در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$HR = (H_1 + X_1) + (H_2 + X_2) \qquad (۱۷)$$

که در آن :

HR : ارتفاع سکوی سنگی بر حسب متر

H_1 : ارتفاع خاک و آب پیش بینی شده در پشت سکو بر حسب متر

X_1 : ارتفاع خاک قابل فرسایش در پای سکو بر حسب متر

H_2 : عمق خاک قابل فرسایش در پای سکو (۲۰ سانتی متر)

X_2 : ضریب اطمینان در پی (۲۰ سانتی متر)

در شکل شماره ۱۶ پارامترهای مربوط به تعیین ارتفاع سکوی سنگی ارائه شده است. بر اساس تجربیات به‌دست آمده معمولا ارتفاع آزاد ۱۰ سانتی متر و عمق خاک به اضافه ارتفاع آب در پشت سکو برابر ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته می‌شود. همانطور که ملاحظه می‌گردد ارتفاع کلی یک سکوی سنگی یک متر لحاظ شده و ارتفاع مفید آن در حدود ۶۰ سانتی متر خواهد بود.

ضخامت تحتانی یک سکو سنگی بین ۰/۸ تا ۱ متر و ضخامت فوقانی آن بین ۰/۳ تا ۰/۶ متر منظور می شود.

در صورتی که سکوی سنگی دارای سربار اضافی ناشی از حرکت ماشین آلات نباشد ضخامت تحتانی در حدود ۰/۸ متر و ضخامت فوقانی تقریبا ۰/۳ متر ملحوظ می گردد. در شرایطی که برای سکوی سنگی سر بار اضافی در نظر گرفته شود ضخامت تحتانی در حدود یک متر و ضخامت فوقانی ۰/۶ متر در نظر گرفته می شود . سکوی سنگی در سکو بندی به صورت خشکه چین بوده که از سنگهای جمع آوری شده از سطح زمین منطقه مورد نظر برای سکو بندی و چیدن آنها بر روی هم ساخته می شود.

برای تعیین حجم سنگ مورد نیاز جهت احداث سکوهای سنگی از رابطه زیر استفاده می‌شود :

$$V_b = A \times L \times H = [(B + b)/2] \times H) \times L \times N \qquad (۱۸)$$

که در آن :

V_b : حجم سنگ مورد نیاز برای احداث سکوی سنگی در یک هکتار بر حسب متر مکعب

A : میانگین سطح مقطع سکو بر حسب متر مربع

H : ارتفاع سکو بر حسب متر

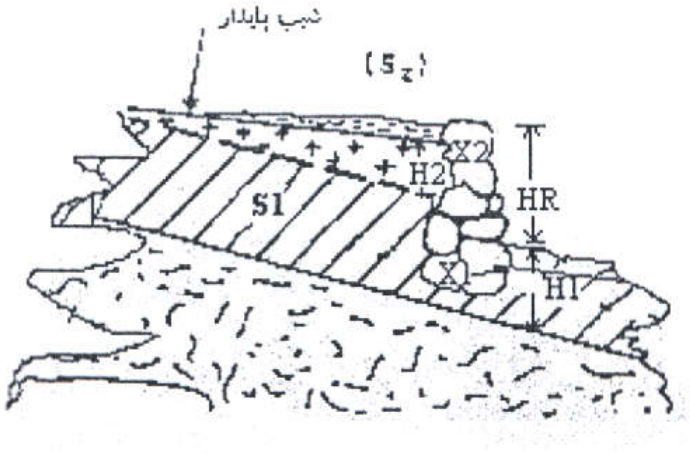
B : ضخامت تحتانی بر حسب متر

b : ضخامت فوقانی بر حسب متر

L : طول یک سکو در یک هکتار بر حسب متر

N : تعداد سکو در یک هکتار

توجه به انیکه در حالت بدون سربار ضخامت تحتانی و ضخامت فوقانی به ترتیب برابر با ۰/۳ و ۰/۸ متر بوده بنابراین سطح مقطع یک سکو با ارتفاع یک متر در چنین وضعیتی برابر با ۰/۵۵ متر مربع خواهد بود. در صورتی که سربار برای سکوی سنگی در نظر گرفته شود، ضخامت فوقانی و تحتانی به ترتیب برابر ۰/۶ و ۱ متر بوده و در اینصورت سطح مقطع ۰/۸ متر مربع خواهد شد.



شکل شماره ۱۶- پارامترهای مربوط به ارتفاع سکوهای سنگی

۳-۶- تعیین ابعاد سکوهای خاکی

فاکتورهایی که در تعیین ارتفاع سکوهای سنگی مؤثر بوده در مورد سکوهای خاکی نیز مؤثرند. ارتفاع آب ذخیره شده در پشت سکوهای خاکی بر حسب مناطق مختلف و شرایط بارندگی، ارتفاع جریان آب در خروجی‌ها (سر ریزها)، ارتفاع آزاد در نظر گرفته شده، ارتفاع خاک فرسایش یافته در اراضی بین دو سکو، شدت نفوذپذیری خاک (نفوذپذیری خاک باید همواره بیشتر از تولید رواناب باشد و لذا خاکهای با نفوذپذیری کم مثل خاک‌های رس جهت ساخت سکوهای خاکی مناسب نیستند)، فاصله عمودی بین دو سکو و اعمال نظر به منظور بهره‌وری بیشتر از سیستم های سکوبندی با توجه به انتظار بهره‌بردار جهت ذخیره آب بیشتر در پشت سکو در تعیین ارتفاع سکوهای خاکی مؤثر هستند. شکل شماره ۱۷ ابعاد سکوهای خاکی را نشان می‌دهد. ارتفاع سکوهای خاکی از رابطه ۱۹ به‌دست می آید:

$$H_S = H_1 + H_2 + H_3 \qquad (۱۹)$$

که در آن :

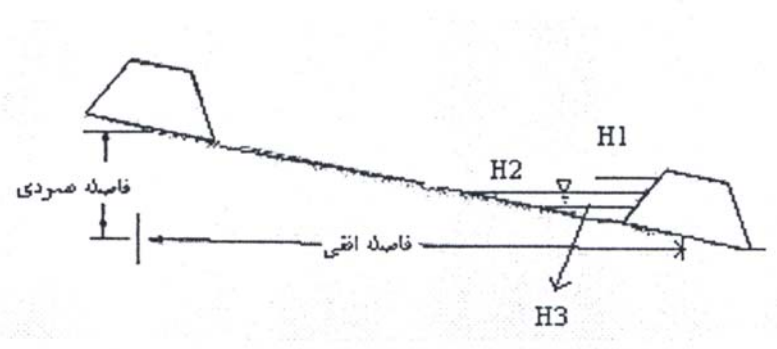
H_S : ارتفاع سکوی خاکی بر حسب متر

H_1 : ارتفاع آزاد سکوی خاکی برابر ۲۰ سانتی متر

H_2 : ارتفاع آب ذخیره شده (۳۰ سانتی متر)

H_3 : ارتفاع خاک فرسایش یافته (۳۰ سانتی متر)

بنابراین ارتفاع یک سکوی خاکی در شرایط عادی برابر با ۸۰ سانتی متر به‌دست خواهد آمد. مضاف بر اینکه در انواع خاکها ضخامت تحتانی و فوقانی و همچنین شیب‌های طرفین یک سکوی خاکی با هم فرق داشته ولی مقطع عرضی آنها به شکل ذوزنقه است. در جدول شماره ۱۶ ابعاد سکوهای خاکی ارائه شده است.



شکل شماره ۱۷ - پارامترهای مربوط به ارتفاع سکوهای خاکی

جدول شماره ١٦- تعیین ابعاد سکوهای خاکی بر حسب نوع خاک

ردیف	شرایط عمق خاک	عرض فوقانی (متر)	عرض تحتانی (متر)	ارتفاع (متر)	شیب طرفین	مقطع عرضی (متر مربع)
۱	خاک خیلی کم عمق (کمتر از ۸ سانتی متر)	۰/۴۵	۱/۹۵	۰/۷۵	۱ : ۱	۰/۹۰
۲	خاک کم عمق (۸ تا ۳۰ سانتی متر)	۰/۴۵	۲/۵۵	۰/۸۲	/۲۱	۱/۲۱
۳	خاک با عمق متوسط (۳۰ تا ۴۵ سانتی متر)	۰/۵۲	۳/۰۰	۰/۸۲	۱/۱ : ۵	۱/۴۸
٤	خاک عمیق (۴۵ تا ۹۰)	۰/۶۰	۴/۲۰	۰/۹۰	۲ : ۱	۲/۲۲

۳-۷- محاسبه خاکریزی

خاکریزی برای سکوبندی شامل سکوهای اصلی، کناری و جانبی است. همه این سکوها معمولاً سطح مقطع یکسان دارند. طول سکوهای جانبی و کناری را ۳۰ درصد طول سکوهای اصلی در نظر می گیرند.

تعداد سکو درهکتار :

$$N = 100S/L\ (V.I.) \qquad (۲۰)$$

که در آن:

L : طول سکوبندی به متر

S : شیب زمین بر حسب درصد

L : طول سکو در هکتار

V.I : فاصله عمودی بر حسب متر

۳۰ درصد سکوهای جانبی و کناری مساوی کل طول سکو در هکتار است لذا:

$$L = 130S/V.I. \quad (۲۱)$$

مساحت سطح مقطع سکو :

$$A = h * (b + T)/2 \quad (۲۲)$$

که در آن :

b : عرض پایین به متر

T : عرض بالایی سکو به متر

h : ارتفاع سکو به متر

بنابراین حجم خاکریزی در هکتار به متر مکعب عبارت است از:

$$V = L * A = 130S/V.I * h * (b + T)/2 \quad (۲۳)$$

۳-۸- مساحت از دست رفته برای سکو بندی

این اطلاعات برای کارهای اقتصادی سکوبندی و معلوم کردن محدوده شبکه گیاهان بعد از سکوبندی مفید است. مساحت واقعی اشغال شده توسط سکوبندی بستگی به عرض پایینی سکو، شیب و فاصله عمودی سکو دارد.

طول سکو در هکتار از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\text{طول سکو در هکتار} = 10000/H.I \quad (۲۴)$$

که در آن :

H.I. = فاصله افقی سکو به متر

از این رو مساحت کسر شده در اثر سکوبندی برابر است با:

$$\text{درصدمساحت کسر شده} = ۱۰۰ \times \frac{S}{V.I} \times b \quad (۲۵)$$

که در آن :

b : عرض پایین سکوبندی به متر

S : شیب زمین بر حسب درصد

V.I : فاصله عمودی بر حسب متر

طول سکوهای جانبی و کناری ۳۰ درصد طول سکوی اصلی است در نتیجه:

$$\text{کل زمین از دست رفته در هکتار} = 130\ S/V.I. \times b \qquad (۲۶)$$

مقادیر درصد مساحت کاهش یافته در شرایط مختلف سکو بندی در جداول ۱۷ تا ۲۳ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱۷ - درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۱ متر)

شیب زمین بر	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
حسب در صد	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۲۰	۱۰	۶/۶۶	۵/۰۰	۴/۰۰	۳/۲۳	۲/۸۵	۲/۵۰
۱۲	۲۴	۱۲	۸/۰۰	۶/۰۰	۴/۸۰	۴/۰۰	۳/۴۲	۳/۰۰
۱۴	۲۸	۱۴	۹/۳۳	۷/۰۰	۵/۶۰	۴/۶۶	۴/۰۰	۳/۵۰
۱۶	۳۲	۱۶	۱۰/۶۶	۸/۰۰	۶/۴۰	۵/۳۳	۴/۵۷	۴/۰۰
۱۸	۲۶	۱۸	۱۲/۰۰	۹/۰۰	۷/۲۰	۶/۰۰	۵/۱۴	۴/۵۰
۲۰	۴۰	۲۰	۱۳/۳۳	۱۰/۰۰	۸/۰۰	۶/۶۶	۵/۷۱	۵/۰۰
۲۲	۴۴	۲۲	۱۴/۶۶	۱۱/۰۰	۸/۸۰	۷/۳۳	۶/۲۸	۵/۵۰
۲۴	۴۸	۲۴	۱۶/۰۰	۱۲/۰۰	۹/۶۰	۸/۰۰	۶/۸۵	۶/۰۰
۲۵	۵۰	۲۵	۱۶/۶۶	۱۲/۵	۱۰/۰۰	۸/۳۳	۷/۱۴	۶/۲۵

جدول شماره ۱۸- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۱/۵ متر)

شیب زمین بر	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
حسب در صد	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۳۰/۰۰	۱۵/۰۰	۱۰/۰۰	۷/۵۰	۶/۰۰	۵/۰۰	۴/۲۸	۳/۷۵
۱۲	۳۶/۰۰	۱۸/۰۰	۱۲/۰۰	۹/۰۰	۷/۲۰	۶/۰۰	۵/۱۴	۴/۵۰
۱۴	۴۲/۰۰	۲۱/۰۰	۱۴/۰۰	۱۰/۵۰	۸/۴۰	۷/۰۰	۶/۰۰	۵/۲۵
۱۶	۴۸/۰۰	۲۴/۰۰	۱۶/۰۰	۱۲/۰۰	۹/۶۰	۸/۰۰	۶/۸۵	۶/۰۰
۱۸	۵۴/۰۰	۲۷/۰۰	۱۸/۰۰	۱۳/۵۰	۱۰/۵۰	۹/۰۰	۷/۷۱	۶/۷۵
۲۰	۶۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۵/۰۰	۱۲/۰۰	۱۰/۰۰	۸/۵۷	۷/۵۰
۲۲	۶۶/۰۰	۳۳/۰۰	۲۲/۰۰	۱۶/۵۰	۱۳/۲۰	۱۱/۰۰	۹/۴۲	۸/۲۵
۲۴	۷۲/۰۰	۳۶/۰۰	۲۴/۰۰	۱۸/۰۰	۱۴/۴۰	۱۲/۰۰	۱۰/۲۸	۹/۰۰
۲۵	۷۵/۰۰	۳۷/۵۰	۲۵/۰۰	۱۸/۷۵	۱۵/۰۰	۱۲/۵۰	۱۰/۷۱	۹/۳۷

جدول شماره ۱۹- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۲ متر)

شیب زمین بر حسب در صد	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۴۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۳/۳۳	۱۰/۰۰	۸/۰۰	۶/۶۶	۵/۷۱	۵/۰۰
۱۲	۴۸/۰۰	۲۴/۰۰	۱۶/۰۰	۱۲/۰۰	۹/۶۰	۸/۰۰	۶/۸۵	۶/۰۰
۱۴	۵۶/۰۰	۲۸/۰۰	۱۸/۶۶	۱۴/۰۰	۱۱/۲۰	۹/۳۳	۸/۰۰	۷/۰۰
۱۶	۶۴/۰۰	۳۲/۰۰	۲۱/۳۳	۱۶/۰۰	۱۲/۸۰	۱۰/۶۶	۹/۱۴	۸/۰۰
۱۸	۷۲/۰۰	۳۶/۰۰	۲۴/۰۰	۱۸/۰۰	۱۴/۴۰	۱۲/۰۰	۱۰/۲۸	۹/۰۰
۲۰	۸۰/۰۰	۴۰/۰۰	۲۶/۶۶	۲۰/۰۰	۱۶/۰۰	۱۳/۳۳	۱۱/۴۲	۱۰/۰۰
۲۲	۸۸/۰۰	۴۴/۰۰	۲۹/۳۳	۲۲/۰۰	۱۷/۶۰	۱۴/۶۶	۱۲/۵۷	۱۱/۰۰
۲۴	۹۶/۰۰	۴۸/۰۰	۳۲/۰۰	۲۴/۰۰	۱۹/۲۰	۱۶/۰۰	۱۳/۷۱	۱۲/۰۰
۲۵	۱۰۰/۰۰	۵۰/۰۰	۳۳/۳۳	۲۵/۰۰	۲۰/۰۰	۱۶/۶۶	۱۴/۲۸	۱۲/۵۰

جدول شماره ۲۰ - درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۲/۵ متر)

شیب زمین بر حسب درصد	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۵۰/۰۰	۲۵/۰۰	۱۶/۶۶	۱۲/۵۰	۱۰/۰۰	۸/۳۳	۷/۱۴	۶/۲۵
۱۲	۶۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۵/۰۰	۱۲/۰۰	۱۰/۰۰	۸/۵۷	۷/۵۰
۱۴	۷۰/۰۰	۳۵/۰۰	۲۳/۳۳	۱۷/۵۰	۱۴/۰۰	۱۱/۶۶	۱۰/۰۰	۸/۵۷
۱۶	۸۰/۰۰	۴۰/۰۰	۲۶/۶۶	۲۰/۰۰	۱۶/۰۰	۱۳/۳۳	۱۱/۴۲	۱۰/۰۰
۱۸	۹۰/۰۰	۴۵/۰۰	۳۰/۰۰	۲۲/۵۰	۱۸/۰۰	۱۵/۰۰	۱۲/۸۵	۱۱/۲۵
۲۰	۱۰۰/۰۰	۵۰/۰۰	۳۳/۳۳	۲۵/۰۰	۲۰/۰۰	۱۶/۶۶	۱۴/۲۸	۱۲/۵۰
۲۲	۱۱۰/۰۰	۵۵/۰۰	۳۶/۶۶	۲۷/۵۰	۲۲/۰۰	۱۸/۳۳	۰۱۵/۷۱	۱۳/۷۵
۲۴	۱۲۰/۰۰	۶۰/۰۰	۴۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۴/۰۰	۲۰/۰۰	۱۷/۱۴	۱۵/۰۰
۲۵	۱۲۵/۰۰	۶۲/۵۰	۴۱/۶۶	۳۱/۲۵	۲۴/۸۳	۲۰/۸۳	۱۷/۸۵	۱۵/۶۲

جدول شماره ۲۱ - درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۳ متر)

شیب زمین بر حسب درصد	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
	۰,۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۶۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۰/۰۰	۱۵/۰۰	۱۲/۰۰	۱۰/۰۰	۸/۸۵	۷/۵۰
۱۲	۷۲/۰۰	۳۶/۰	۲۴/۰۰	۱۸/۰۰	۱۴/۴۰	۱۲/۰۰	۱۰/۲۸	۹/۰۰
۱۴	۸۴/۰۰	۴۲/۰۰	۲۸/۰	۲۱/۰۰	۱۶/۸۰	۱۴/۰۰	۱۲/۰۰	۱۰/۵۰
۱۶	۹۶/۰۰	۴۸/۰۰	۳۲/۰۰	۲۴/۰۰	۱۹/۲۰	۱۶/۰۰	۱۳/۷۱	۱۲/۰۰
۱۸	۱۰۸/۰۰	۵۴/۰۰	۳۶/۰۰	۲۷/۰۰	۲۱/۶۰	۱۸/۰۰	۱۵/۴۲	۱۳/۵۰
۲۰	۱۲۰/۰۰	۶۰/۰۰	۴۰/۰۰	۳۰/۰۰	۲۴/۰۰	۲۰/۰۰	۱۷/۱۴	۱۵/۰۰
۲۲	۱۳۲/۰۰	۶۶/۰۰	۴۴/۰۰	۳۳/۰۰	۲۶/۴۰	۲۲/۰۰	۱۸/۸۵	۱۶/۵۰
۲۴	۱۴۴/۰۰	۷۲/۰۰	۴۸/۰۰	۳۶/۰۰	۲۸/۸۰	۲۴/۰۰	۲۰/۵۷	۱۸/۰۰
۲۵	۱۵۰/۰۰	۷۵/۰۰	۵۰/۰۰	۳۷/۵۰	۳۰/۰۰	۲۵/۰۰	۲۱/۴۲	۱۸/۷۵

جدول شماره ۲۲ درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ۳/۵ متر)

شیب زمین بر حسب در صد	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۷۰/۰۰	۳۵/۰۰	۲۳/۳۳	۱۷/۵۰	۱۴/۰۰	۱۱/۶۶	۱۰/۰۰	۸/۷۵
۱۲	۸۴/۰۰	۴۲/۰۰	۲۸/۰۰	۲۱/۰۰	۱۶/۸۰	۱۴/۰۰	۱۲/۰۰	۱۰/۵۰
۱۴	۹۸/۰۰	۴۹/۰۰	۳۲/۶۶	۲۴/۵۰	۱۹/۶۰	۱۶/۳۳	۱۴/۰۰	۱۲/۲۵
۱۶	۱۱۲/۰۰	۵۶/۰۰	۳۷/۳۳	۲۸/۰۰	۲۴/۴۰	۱۸/۶۶	۱۶/۰۰	۱۴/۰۰
۱۸	۱۲۶/۰۰	۶۳/۰۰	۴۲/۰۰	۳۱/۵۰	۲۵/۲۰	۲۱/۰۰	۱۸/۰۰	۱۵/۷۵
۲۰	۱۴۰/۰۰	۷۰/۰۰	۴۶/۶۶	۳۵/۰۰	۲۸/۰۰	۲۳/۳۳	۲۰/۰۰	۱۷/۵
۲۲	۱۵۴/۰	۷۷/۰۰	۵۱/۳۳	۳۸/۵۰	۳۰/۸۰	۲۵/۳۳	۲۲/۰۰	۱۹/۲۵
۲۴	۱۶۸/۰۰	۸۴/۰۰	۵۶/۰۰	۴۲/۰۰	۳۳/۶۰	۲۸/۰۰	۲۴/۰۰	۲۱/۰۰
۲۵	۱۷۵/۰۰	۸۷/۵۰	۵۸/۳۳	۴۳/۷۵	۳۵/۰۰	۲۹/۱۶	۲۵/۰۰	۲۱/۸۷

جدول شماره ۲۳- درصد مساحت کاهش یافته در اثر سکو بندی در یک هکتار (عرض تحتانی سکو = ٤ متر)

شیب زمین بر حسب در صد	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر							
	۰/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤
۱۰	۸۰/۰۰	۴۰/۰۰	۲۶/۶۶	۲۰/۰۰	۱۶/۰۰	۱۳/۳۳	۱۱/۴۲	۱۰/۰۰
۱۲	۹۶/۰۰	۴۸/۰۰	۳۲/۰۰	۲۴/۰۰	۱۹/۲۰	۱۶/۰۰	۱۳/۷۱	۱۲/۰۰
۱۴	۱۱۲/۰۰	۵۶/۰۰	۳۷/۳۳	۲۸/۰۰	۲۴/۴۰	۱۸/۶۶	۱۶/۰۰	۱۴/۰۰
۱۶	۱۲۸/۰۰	۶۴/۰۰	۴۲/۶۶	۳۲/۰۰	۲۵/۶۰	۲۱/۳۳	۱۸/۲۸	۱۶/۰۰
۱۸	۱۴۴/۰۰	۷۲/۰۰	۴۸/۰۰	۳۶/۰۰	۲۸/۸۰	۲۴/۰۰	۲۰/۵۷	۱۸/۰۰
۲۰	۱۶۰/۰۰	۸۰/۰۰	۵۸/۶۶	۴۰/۰۰	۳۲/۰۰	۲۶/۶۶	۲۲/۸۵	۲۰/۰۰
۲۲	۱۷۶/۰۰	۸۸/۰۰	۵۸/۶۶	۴۴/۰۰	۳۵/۲۰	۲۹/۳۳	۲۵/۱۴	۲۲/۰۰
۲۴	۱۹۲/۰۰	۹۶/۰۰	۶۴/۰۰	۴۸/۰۰	۳۸/۴۰	۳۲/۰۰	۲۷/۴۲	۲۴/۰۰
۲۵	۲۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۶۶/۶۶	۵۰/۰۰	۴۰/۰۰	۳۳/۳۳	۲۸/۵۷	۲۵/۰۰

۳-۹- منابع قرضه برای ساخت سکوهای خاکی

برای احداث سکوهای خاکی از خاک برداشته شده از گودال های قرضه به عرض ۲/۵ متر و عمق ۰/۳ متر استفاده می شود. این گونه گودال ها که در فاصله ۳ متری از پای سکو قرار گرفته عموما با مقطع بشقابی بوده که ممکن است در قسمت سراب و یا پایاب یک سکو احداث گردند. این گودال ها شبیه پیتینگ بوده و لذا به صورت منقطع هستند . در جدول شماره ۲۴ ابعاد استاندارد گودالهای قرضه برای احداث سکوهای خاکی ارائه شده است.

جدول شماره ٢٤ - تعیین ابعاد گودال‌های قرضه در سکوهای خاکی

ردیف	عمق (متر)	عرض (متر)	طول (متر)	حجم (متر مکعب)
۱	۰/۳	۳/۱۲۵	۳/۱۲۵	۲/۹۳
۲	۰/۳	۳/۱۲۵	۶/۲۵	۵/۸۶
۳	۰/۳	۳/۱۲۵	۴/۶۸	۴/۳۹

۴	۰/۳	۲/۵	۳/۹	۲/۹۳
۵	۰/۳	۲/۵	۷/۸۱	۵/۸۶

برای تعیین فاصله گودال های قرضه از رابطه زیر می توان استفاده نمود :

$$L2 = (V/A) - L1 \qquad (۲۷)$$

که در آن :

V : حجم خاکبرداری از چاله بر حسب متر مکعب

A : سطح مقطع سکو بر حسب متر مربع

$L1$: طول گودال قرضه موازی با سکو

$L2$: فاصله بین گودال قرضه

اصولا حجم گودال های قرضه باید بر اساس حجم خاک مورد نیاز در یک ردیف سکو تعیین شود.

چنانچه طول سکو مشخص باشد می توان به سهولت از تقسیم حجم خاک برداری بر طول سکو، سطح مقطع آن را مشخص نمود. پس از تعیین حجم و سطح مقطع گودالهای قرضه با استفاده از جدول شماره ۲۴ که طول گودال مشخص گردید . با جای گذاری ارقام در رابطه بالا فاصله بین گودال ها محاسبه می شود. به عنوان مثال چنانچه قرار باشد بر روی یک دامنه اقدام به اجرای سیستم سکوبندی نمود، در صورتی که حجم خاک برداری از گودال قرضه ۵/۸۶ متر مکعب و سطح مقطع سکو ۱/۵۵ متر مربع باشد ، بنابراین طول سکوی موازی با گودال برابر ۳/۷۸ متر خواهد شد. اکنون با استفاده از رابطه اشاره شده فواصل گودال های قرضه محاسبه می شود. لازم به توضیح است منظور از طول ذکر شده در جدول ۲۴ کل طول (شامل خاکبرداری و خاکریزی) می باشد و از آنجا که در بخش هدف ، تعیین فاصله بین منابع قرضه(یا همان خاکبرداری) است ، طول خاکریزی محاسبه نشده و تنها طول خاکبرداری لحاظ می گردد لذا نصف طول گودال مندرج در جدول شماره ۲۴ در نظر گرفته می شود(یعنی معادل ۳/۱۲۵ متر). در نتیجه فاصله بین گودال ها برابر با ۰/۶۵۵ متر تعیین می‌شود.

فصل چهارم- برنامه ریزی و تهیه نقشه های اجرائی

طراحی و تهیه نقشه های اجرایی پروژه های فنی مهندسی در اقدامات آبخیزداری پس از تعیین شیوه های اجرایی مناسب و انجام محاسبات مقدماتی از ضروریات بوده که در ذیل به آن پرداخته می شود . مرحله طراحی سکوبندی با استفاده از نقشه های توپوگرافی انجام پذیرفته و به محاسبه حجم عملیات و طبعا برآورد هزینه منجر می گردد .

٤-١- نقشه های توپوگرافی

با استفاده از نقشه های توپوگرافی سیستم های سکوبندی قابل برنامه ریزی هستند . یک نقشه با خطوط میزان منحنی ۰/۶ متر یا کمتر می تواند کمک بسیار مؤثری در این مورد بنماید . برای اراضی با شیب ملایم نقشه های با خطوط میزان منحنی کمتر از ۰/۶ متر مناسب تر خواهند بود . معمولا در صورتی که شیب زمین ملایم باشد از نقشه های توپوگرافی با فاصله خطوط میزان منحنی ۰/۳ متر استفاده خواهد شد . بدیهی است زا آنجایی که نقشه های توپوگرافی با دقت اشاره شده برای اغلب نقاط کشور موجود نمی باشد . لذا تهیه نقشه های مورد نیاز با دقت مناسب (برای سکوهای خاکی مقیاس ۲۰۰۰ : ۱ تا ۱۰۰۰ : ۱ و برای سکوهای سنگی مقیاس ۵۰۰۰ : ۱ تا ۱۰۰۰۰ : ۱ برای محدوده های مطالعاتی مورد تأیید طی مراحل اولیه ارزیابی ضروری است.
روی نقشه توپوگرافی می بایستی طراحی لازم را جهت اقدامات ذیل به انجام رساند .

٤-١-١- تعیین مرزهای دایمی

بر روی نقشه ابتدا می بایستی مرزهای دایمی منطقه مشخص و علامت گذاری شوند . این مرزها شامل تپه ها و بر آمدگی های ناهنجار ، فرسایش های آبکندی با عمق ۱ تا ۱/۵ متر ، گودی ها و فرورفتگی های ناهنجار ، پل ها و بیروی زدگی های سنگی می باشند .

٤-١-٢- تعیین موقعیت سکوها

در این مرحله بایستی موقعیت سکوها با توجه به فواصل تعیین شده در طراحی روی نقشه ، مشخص گردد که معمولا شامل موارد ذیل می باشند :

- موقعیت سکوهای اصلی به ویژه سکوهای کلیدی
- موقعیت سکوهای جانبی و کناری و تکمیلی
- موقعیت خروجی ها (سر ریزها)
- موقعیت کانالهای زهکشی
- موقعیت محلهای قرضه خاک (در مورد سکوهای خاکی)
- موقعیت محلهای قرضه سنگ (برای سکوهای سنگی)
- موقعیت جاده های دسترسی

منطقه ای که برای سکوبندی در نظر گرفته شده است باید به بلوکهای مستقل و به اندازه های متناسب به مساحت ۲۵ تا ۵۰ هکتـار با انجام عملیات خاک تقسیم بندی شوند . برای انتخاب یک بلوک مستقل که تحت تأثیر رواناب بلوکهای تقسیم نشده قرار می گیرد باید از اطلاعات اولیه منطقه شامل نقشه مناسب که روستاهای منطقه و مرز حوزه انتخابی بر روی آن به طور صحیح مشخص باشـد استفاده تا بتوان قضاوت صحیحی از منطقه حاصل گردد . در این ارتباط تهیه نقشه هایی با خطوط میزان منحنی ۰/۶ یـا ۰/۳ متـر از هر یک از بلوکهای مستقل ضروری می باشد بر روی این نقشه می بایستی کلیه عوارض طبیعی مصنوعی و همچنین زیر حوزه هـا و غیره نیز آورده شود و محل مورد نظر برای سکوبندی مشخص شده باشد .

توصیه می شود در برنامه ریزی سیستم های سکوبندی بر روی نقشه سکوها به ترتیب از بالا به طرف پائین دامنه های شیبدار ردیف گردند . در صورتیکه رواناب بیش از ارتفاع مفید سکوها باشد باید از سکوهای تکمیلی در برنامه ریزی استفاده نمود .

همچنین چنانچه طول سکوهای مشخص شده بر روی نقشه بیشتر از ۳۰۰ متر گردد باید از سـکوهای جـانبی بـرای کـاهش تمرکـز رواناب و خسارات ناشی زا رواناب به سکوها به ویژه سکوهای خاکی استفاده لازم به عمل آید . به طور کلی سطوح واقـع شـده بـین سکوهای اصلی ، کناری ، جانبی و مکمل به طور هماهنگ موجـب نگهـداری روانـاب بـدون ایجـاد خسـارت بـه شـبکه سـکوبندی می گردد . برای طراحی و برنامه ریزی یک سیستم سکوبندی در یک منطقه یک کارشناس نیاز به اطلاعات ذیل دارد .

I : نقشه توپوگرافی مناسب

II : فواصل سکوها

III : مقطع عرضی سکوها

IV : ارتفاع سکوها

V : مقاطع خروجیها (سر ریزها) و کانالهای خروجی

VI : نوع بهره برداری از زمینهای مورد نظر بری سکوبندی

VII : نیازهای بهره برداران

آنچه که مسلم است کلیه اطلاعات فوق باید در مرحله طراحی تعیین و مشخص شـده باشـد و در مرحلـه برنامـه ریـزی بـر اسـاس برآوردهای لازم در مرحله طراحی ، اقدامات لازم صورت پذیرد . باید توجه داشت در بیشتر مواقع دو مرحله طراحـی و برنامـه ریـزی جهت تهیه یک سیستم سکوبندی با هم صورت می پذیرد .

اصولاً به این مسئله باید توجه داشت که در برنامه ریزی سیستمهای سکوبندی فواصل تعیین شده در طراحی حدود ۲۰ – ۳۰٪ قابل افزایش و یا کاهش می باشند . تعدیل در نظر گرفته شده جهت تنظیم مناسب مسیر سکوها و یا ایجاد موقعیت بهتر و همچنین امتناع از برخورد به موانع است . به طور کلی این ایده را درباره حدود انحراف مسیر سکوها چنین بیان نمود که در یک بلوک مشخص شـده بر روی یک دامنه شیبدار حدود انحراف برای قسمت بالایی ۱۰ سانتی متر و برای قسمت پائین تر حدود ۲۰ سانتی متر منظور گردد . نکته مهم آنکه اگر در مسیر سکوها پستی و بلندی هائی و جود داشته باشد که اختلاف ارتفاع آنها بیش از یک متر یا سطح آن بـیش از ۵ متر مربع باشد ، آنگاه سکوها در محل برخورد با پستی و بلندی مسدود می گردد . اما اگر این اختلاف ارتفاع کمتر از یک متر یـا سطح آن کمتر از ۵ متر مربع باشد سکو کمی منحرف می گردد و در چنین حالتی باید نسبت به اصـلاح عـوارض تـدابیر لازم اتخـاذ گردد و در صورت عدم اصلاح فواصل سکوها بر اساس موازین طراحی شده بر روی نقشه پیاده می گردد.

٤-٢- تعیین حجم عملیات

٤-٢-١- تعیین حجم عملیات سکوهای سنگی

بطور کلی در سکوبندی از سکوهای سنگی عملیات خاکبرداری و خارکیزی همانند آنچه در تراسبندی متداول است ، انجام نگرفته و در صورت نیاز به عملیات خاکبرداری و خاکریزی حجم عملیات مزبور از استانداردهای تراسبندی تعیین می گردد . در سکوبندی با سکوهای سنگی معمولاً پی کنی سکوها و کانالهای زهکشی امری لازم و ضروری بوده که در این استاندارد به آنها اشاره می شود . آنچه که مسلم است حجم عملیات سنگی که برای احداث سکوها انجام می پذیرد از دیگر عملیات اشاره شده بیشتر بوده ولذا در این مورد توضیحاتی به شرح ذیل ارائه می گردد .

٤-٢-١-١- تعیین حجم عملیات سنگی در سکوهای سنگی

برای تعیین حجم سکوهای سنگی در یک هکتار می توان از رابطه زیر استفاده نمود .

$$L = \frac{100S}{VI} \qquad (٢٨)$$

که در آن :

L : طول سکوها در یک هکتار بر حسب متر

S : شیب زمین بر حسب درصد

V.I. : فاصله عمودی بر حسب متر

با در نظر گرفتن رابطه بالا طول سکوها در یک هکتار زمین مورد نظر برای سکوها بندی محاسبه گردیده است که در جدول شماره ٢٥ ارائه شده است .

جدول شماره ٢٥ طول سکوها در یک هکتار زمین سکوبندی شده بر حسب متر

شیب زمین بر	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر					
حسب درصد	٠/٥	١	١/٥	٢	٢/٥	٣
٦	١٢٠٠/٠٠	٦٠٠/٠٠	٤٠٠/٠٠	٣٠٠/٠٠	٢٤/٠٠	٢٠٠/٠٠
٨	١٦٠٠/٠٠	٨٠٠/٠٠	٥٣٣/٣٣	٤٠٠/٠٠	٣٢٠/٠٠	٢٦٦/٦٦
١٠	٢٠٠٠/٠٠	١٠٠٠/٠٠	٦٦٦/٦٦	٥٠٠/٠٠	٤٠٠/٠٠	٣٣٣/٣٣
١٢	٢٤٠٠/٠٠	١٢٠٠/٠٠	٨٠٠/٠٠	٦٠٠/٠٠	٤٨٠/٠٠	٤٠٠/٠٠
١٤	٢٨٠٠/٠٠	١٤٠٠/٠٠	٩٣٣/٣٣	٧٠٠/٠٠	٥٦٠/٠٠	٤٦٦/٦٦
١٦	٣٢٠٠/٠٠	١٦٠٠/٠٠	١٠٦٦/٦٦	٨٠٠/٠٠	٦٤٠/٠٠	٥٣٣/٣٣
١٨	٣٦٠٠/٠٠	١٨٠٠/٠٠	١٢٠٠/٠٠	٩٠٠/٠٠	٧٢٠/٠٠	٦٠٠/٠٠
٢٠	٤٠٠٠/٠٠	٢٠٠٠/٠٠	١٣٣٣/٣٣	١٠٠٠/٠٠	٨٠٠/٠٠	٦٦٦/٦٦
٢٢	٤٤٠٠/٠٠	٢٢٠٠/٠٠	١٤٦٦/٦٦	١١٠٠/٠٠	٨٨٠/٠٠	٧٣٣/٣٣
٢٤	٤٨٠٠/٠٠	٢٤٠٠/٠٠	١٦٠٠/٠٠	١٢٠٠/٠٠	٩٦٠/٠٠	٨٠٠/٠٠
٢٥	٥٠٠٠/٠٠	٢٥٠٠/٠٠	١٦٦٦/٦٦	١٢٥٠/٠٠	١٠٠٠/٠٠	٨٣٣/٣٣

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۰/۵ متر طول سکوها برابر خواهد بود با :

$$L = \frac{100S}{VI} = \frac{100 \times 6}{0.5} = 1200 \text{ متر}$$

پس از تعیین طول سکوها در یک هکتار می توان با در دست داشتن سطح مقطع سکوها به سهولت حجم عملیات سکوبندی در یک هکتار را برآورد نمود. در جداول شماره ۲۶ تا ۳۱ بر اساس شیب زمین و سطح مقطع سکوها حجم عملیات سکو بندی ارائه شده است . نظر به اینکه سکوبندی در سکوهای سنگی به صورت خشکه چین بوده و لذا دارای تخلخل می باشد ، باید ارقام تعیین شده در جداول ۰/۷ ضرب گردد تا حجم واقعی سنگ مورد نیاز بدست آید .

جدول شماره ۲٦ حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = ۰/۵)

شیب زمین بر حسب درصد	فاصله عمودی سکوها بر حسب متر مربع					
	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵
۶	۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۱۸۰۰
۸	۴۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰	۲۴۰۰
۱۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰
۱۲	۶۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۲۴۰۰	۳۰۰۰	۳۶۰۰
۱۴	۷۰۰	۱۴۰۰	۲۱۰۰	۲۸۰۰	۳۵۰۰	۴۲۰۰
۱۶	۸۰۰	۱۶۰۰	۲۴۰۰	۳۲۰۰	۴۰۰	۴۸۰۰
۱۸	۹۰۰	۱۸۰۰	۲۷۰۰	۳۶۰۰	۴۵۰۰	۵۴۰۰
۲۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰
۲۲	۱۱۰۰	۲۲۰۰	۳۳۰۰	۴۴۰۰	۵۵۰۰	۶۶۰۰
۲۴	۱۲۰۰	۲۴۰۰	۳۶۰۰	۴۸۰۰	۶۰۰۰	۷۲۰۰
۲۵	۱۲۵۰	۲۵۰۰	۳۷۵۰	۵۰۰۰	۶۲۵۰	۷۵۰۰

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۰/۵ متر سطح مقطع سکوهانیز ۰/۵ متر مربع ، بنابراین حجم سکوها رد یک هکتار برابر ۶۰۰ متر مکعب خواهد بود .

جدول شماره ۲۷حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = 1)

شیب زمین بر حسب درصد	سطح مقطع سکوها بر حسب متر مربع					
	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵
۶	۱۵۰	۳۰۰	۴۵۰	۶۰۰	۷۵۰	۹۰۰
۸	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
۱۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۵۰۰
۱۲	۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۱۸۰۰
۱۴	۳۵۰	۷۰۰	۱۰۵۰	۱۴۰۰	۱۷۵۰	۲۱۰۰
۱۶	۴۰۰	۸۰۰	۱۲۰۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰	۲۴۰۰
۱۸	۴۵۰	۹۰۰	۱۳۵۰	۱۸۰۰	۲۲۵۰	۲۷۰۰
۲۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰۰
۲۲	۵۵۰	۱۱۰۰	۱۶۵۰	۲۲۰۰	۲۷۵۰	۳۳۰۰
۲۴	۶۰۰	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۲۴۰۰	۳۰۰۰	۳۶۰۰
۲۵	۶۲۵	۱۲۵۰	۱۸۷۵	۲۵۰۰	۳۱۲۵	۳۷۵۰

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۱ متر سطح مقطع سکوها نیز ۰/۵ متر مربع ، بنابراین حجم سکوها در یک هکتار برابر ۳۰۰ متر مکعب خواهد بود .

جدول شماره ۲۸ حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI =۱/۵)

شیب زمین بر حسب درصد	سطح مقطع سکوها بر حسب متر مربع					
	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵
۶	۱۰۰/۰۰	۲۰۰/۰۰	۳۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۵۰۰/۰۰	۶۰۰/۰۰
۸	۱۳۳/۳۳	۲۶۶/۶۶	۳۹۹/۹۹	۵۳۳/۳۳	۶۶۶/۶۶	۷۹۹/۹۹
۱۰	۱۶۶/۶۶	۱۳۳/۳۳	۴۹۹/۹۹	۶۶۶/۶۶	۸۳۳/۳۳	۹۹۹/۹۹
۱۲	۲۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۶۰۰/۰۰	۸۰۰/۰۰	۱۰۰۰/۰۰	۱۲۰۰/۰۰
۱۴	۲۳۳/۳۳	۴۶۶/۶۶	۶۹۹/۹۹	۹۳۳/۳۳	۱۱۶۶/۶۶	۱۳۹۹/۹۹
۱۶	۲۶۶/۶۶	۵۳۳/۳۳	۷۹۹/۹۹	۱۰۶۶/۶۶	۳۳۳/۳۳	۱۵۹۹/۹۹
۱۸	۳۰۰/۰۰	۶۰۰/۰۰	۹۰۰/۰۰	۱۲۰۰/۰۰	۱۵۰۰/۰۰	۱۸۰۰/۰۰
۲۰	۳۳۳/۳۳	۶۶۶/۶۶	۹۹۹/۹۹	۱۳۳۳/۳۳	۱۶۶۶/۶۶	۱۹۹۹/۹۹
۲۲	۳۶۶/۶۶	۷۳۳/۳۳	۱۰۹۹/۹۹	۱۴۶۶/۶۶	۱۸۳۳/۳۳	۲۱۹۹/۹۹
۲۴	۴۰۰/۰۰	۸۰۰/۰۰	۱۲۰۰/۰۰	۱۶۰۰/۰۰	۲۰۰۰/۰۰	۲۴۰۰/۰۰
۲۵	۴۱۶/۶۶	۸۳۳/۳۳	۱۲۴۹/۹۹	۱۶۶۶/۶۶	۲۰۸۳/۳۳	۲۴۹۹/۹۹

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۱/۵ متر سطح مقطع سکوها نیز ۰/۵ متر مربع ، بنـابراین حجـم سـکوها در یـک هکتار برابر ۲۰۰ متر مکعب خواهد بود .

جدول شماره ۲۹حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = ۲)

شیب زمین بر حسب درصد	سطح مقطع سکوها بر حسب متر مربع					
	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵
۶	۷۵	۱۵۰	۲۲۵	۳۰۰	۳۷۵	۴۵۰
۸	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
۱۰	۱۲۵	۲۵۰	۳۷۵	۵۰۰	۶۲۵	۷۵۰
۱۲	۱۵۰	۳۰۰	۴۵۰	۶۰۰	۷۵۰	۹۰۰
۱۴	۱۷۵	۳۵۰	۵۲۵	۷۰۰	۸۷۵	۱۰۵۰
۱۶	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
۱۸	۲۲۵	۴۵۰	۶۷۵	۹۰۰	۱۱۲۵	۱۳۵۰
۲۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۵۰۰
۲۲	۲۷۵	۵۵۰	۸۲۵	۱۱۰۰	۱۳۷۵	۱۶۵۰
۲۴	۳۰۰	۶۰۰	۹۰۰	۱۲۰۰	۱۵۰۰	۱۸۰۰
۲۵	۳۱۲/۵	۶۲۵	۹۳۷/۵	۱۲۵۰	۱۵۶۲/۵	۱۸۷۵

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۲ متر سطح مقطع سکوها نیز ۰/۵ متر مربع ، بنابراین حجم سکوها در یک هکتار برابر ۱۵۰متر مکعب خواهد بود .

جدول شماره ۳۰ حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI = ۲/۵)

شیب زمین بر حسب درصد	سطح مقطع سکوها بر حسب متر مربع					
	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵
۶	۶۰	۱۲۰	۱۸۰	۲۴۰	۳۰۰	۳۶۰
۸	۸۰	۱۶۰	۲۴۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۸۰
۱۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰
۱۲	۱۲۰	۲۴۰	۳۶۰	۴۸۰	۶۰۰	۷۲۰
۱۴	۱۴۰	۲۸۰	۴۲۰	۵۶۰	۷۰۰	۸۴۰
۱۶	۱۶۰	۳۲۰	۴۸۰	۶۴۰	۸۰۰	۹۶۰
۱۸	۱۸۰	۳۶۰	۵۴۰	۷۲۰	۹۰۰	۱۰۸۰
۲۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
۲۲	۲۲۰	۴۴۰	۶۶۰	۸۸۰	۱۱۰۰	۱۳۲۰
۲۴	۲۴۰	۴۸۰	۷۲۰	۹۶۰	۱۲۰۰	۱۴۴۰
۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۱۵۰۰

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۲/۵ متر سطح مقطع سکوها نیز ۰/۵ متر مربع ، بنابراین حجم سکوها در یک هکتار برابر ۱۲۰ متر مکعب خواهد بود .

جدول شماره ۳۱ حجم سکوها در یک هکتار سکوبندی شده بر حسب متر مکعب (VI =۳)

شیب زمین بر حسب درصد	سطح مقطع سکوها بر حسب متر مربع					
	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵
۶	۵۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۵۰/۰۰	۲۰۰/۰۰	۲۵۰/۰۰	۳۰۰/۰۰
۸	۶۶/۶۶	۱۳۳/۳۳	۱۹۹/۹۹	۲۶۶/۶۶	۳۳۳/۳۳	۳۹۹/۹۹
۱۰	۸۳/۳۳	۱۶۶/۶۶	۲۴۹/۹۹	۳۳۳/۳۳	۴۱۶/۶۶	۴۹۹/۹۹
۱۲	۱۰۰/۰۰	۲۰۰/۰۰	۳۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۵۰۰/۰۰	۶۰۰/۰۰
۱۴	۱۱۶/۶۶	۲۳۳/۳۳	۳۴۹/۹۹	۴۶۶/۶۶	۵۸۳/۳۳	۶۹۹/۹۹
۱۶	۱۳۳/۳۳	۲۶۶/۶۶	۳۹۹/۹۹	۵۳۳/۳۳	۶۶۶/۶۶	۷۹۹/۹۹
۱۸	۱۵۰/۰۰	۳۰۰/۰۰	۴۵۰/۰۰	۶۰۰/۰۰	۷۵۰/۰۰	۹۰۰/۰۰
۲۰	۱۶۶/۶۶	۳۳۳/۳۳	۴۹۹/۹۹	۶۶۶/۶۶	۸۳۳/۳۳	۹۹۹/۹۹
۲۲	۱۸۳/۳۳	۳۶۶/۶۶	۵۴۹/۹۹	۷۳۳/۳۳	۹۱۶/۶۶	۱۰۹۹/۹۹
۲۴	۲۰۰/۰۰	۴۰۰/۰۰	۶۰۰/۰۰	۸۰۰/۰۰	۱۰۰۰/۰۰	۱۲۰۰/۰۰
۲۵	۲۰۸/۳۳	۴۱۶/۶۶	۶۲۴/۹۹	۸۳۳/۳۳	۱۰۴۱/۶۶	۱۲۴۹/۹۹

مثال) اگر شیب زمین ۶٪ و فاصله عمودی سکوها ۳ متر سطح مقطع سکوها نیز ۰/۵ متر مربع ، بنابراین حجم سکوها در یک هکتار برابر ۱۰۰ متر مکعب خواهد بود .

٤-۲-۱-۲- تعیین حجم عملیات خاکی در سکوهای سنگی

عملیات خاکی در احداث سنگی معمولاً شامل پی کنی برای سکوها و کانالهای زهکشی می شود . اصولاً عمق پی کنی یک چهارم ارتفاع کل سکوهای سنگی در نظر گرفته می شود . بنابراین حجم عملیات خاکبرداری برای پی کنی سکوهای سنگی از رابطه زیر بدست خواهد آمد .

$$VR = (HR \times B \times L)/4 \qquad (۲۹)$$

که در آن :

VR = حجم عملیات پی کنی بر حسب متر مکعب

HR = ارتفاع سکو بر حسب متر

B = ضخامت تحتانی سکو بر حسب متر

L = طول سکو در یک هکتار بر حسب متر

در جداول شماره ۳۲ و ۳۳ با استفاده از رابطه فوق حجم عملیات پی کنی بر حسب طولهای مختلف سکو بر ای یک هکتار سکوبندی ارائه شده است . پس از تعیین حجم عملیات پی کنی بایستی حجم عملیات خاکبرداری برای احداث کانالهای زهکشی را نیز به دست آورد . معمولاً عمق خاکبرداری در کانالهای زهکشی برابر با عمق پی کنی برای احداث سکو بوده و تنها ضخامت (عرض) آن نصف پی کنی را تقسیم بر دو نمود . بدیهی است در صورتیکه در یک سیستم سکوبندی کانال زهکشی در نظر گرفته نشود نیازی به بر آورد حجم عملیات خاکبرداری نبوده و فقط حجم عملیات پی کنی محاسبه خواهد شد .

جدول شماره ۳۲ حجم عملیات پی کنی در سکوهای سنگی بر حسب متر مکعب در هکتار (B =۰/۸)

طول سکو در یک هکتار	ارتفاع کل سکوهای سنگی بر حسب متر						
	۰/٤	۰/٥	۰/٦	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
۲۰۰	۱۶	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰
۴۰۰	۳۲	۴۰	۴۸	۵۶	۶۴	۷۲	۸۰
۶۰۰	۴۸	۶۰	۷۲	۸۴	۹۶	۱۰۸	۱۲۰
۸۰۰	۶۴	۸۰	۹۶	۱۱۲	۱۲۸	۱۴۴	۱۶۰
۱۰۰۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۴۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰
۱۲۰۰	۹۶	۱۲۰	۱۴۴	۱۶۸	۱۹۲	۲۱۶	۲۴۰
۱۴۰۰	۱۱۲	۱۴۰	۱۶۸	۱۹۶	۲۲۴	۲۵۲	۲۸۰
۱۶۰۰	۱۲۸	۱۶۰	۱۹۲	۲۲۴	۲۵۶	۲۸۸	۳۲۰
۱۸۰۰	۱۴۴	۱۸۰	۲۱۶	۲۵۲	۲۸۸	۳۲۴	۳۶۰
۲۰۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۴۰	۲۸۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰
۲۲۰۰	۱۷۶	۲۲۰	۲۶۴	۳۰۸	۳۵۲	۳۹۶	۴۴۰
۲۴۰۰	۱۹۲	۲۴۰	۲۸۸	۳۳۶	۳۸۴	۴۳۲	۴۸۰
۲۶۰۰	۲۰۸	۲۶۰	۳۱۲	۳۶۴	۴۱۶	۴۶۸	۵۲۰
۲۸۰۰	۲۲۴	۲۸۰	۳۳۶	۳۹۲	۴۴۸	۵۰۴	۵۶۰
۳۰۰۰	۲۴۰	۳۰۰	۳۶۰	۴۲۰	۴۸۰	۵۴۰	۶۰۰
۳۵۰۰	۲۸۰	۳۵۰	۴۲۰	۴۹۰	۵۶۰	۶۳۰	۷۰۰
۴۰۰۰	۳۲۰	۴۰۰	۴۸۰	۵۶۰	۶۴۰	۷۲۰	۸۰۰
۴۵۰۰	۳۶۰	۴۵۰	۵۴۰	۶۳۰	۷۲۰	۸۱۰	۹۰۰
۵۰۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰

مثال) در صورتی که طول سکو در یک هکتار ۲۰۰ متر و ارتفاع کل سکوی سنگی ۰/۴ متر و قاعده پایینی سکو ۰/۸ متر حجم عملیات پی کنی برابر ۱۶ متر خواهد بود .

$$VR = (HR \times L)/4 = 1 \times 4.0 \times 8.0 \times 200 = 16$$

جدول شماره ۳۳ حجم عملیات پی کنی در سکوهای سنگی بر حسب متر مکعب در هکتار (B=1)

طول سکو در یک هکتار	ارتفاع کل سکوهای سنگی بر حسب متر						
	۰/٤	۰/٥	۰/٦	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
۲۰۰	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
۴۰۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
۶۰۰	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۰
۸۰۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۴۰	۱۶۰	۱۸۰	۲۰۰
۱۰۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۷۵	۲۰۰	۲۲۵	۲۵۰
۱۲۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۰	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰
۱۴۰۰	۱۴۰	۱۷۵	۲۱۰	۲۴۵	۲۸۰	۳۱۵	۳۵۰
۱۶۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۲۴۰	۲۸۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰
۱۸۰۰	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰	۳۱۵	۳۶۰	۴۰۵	۴۵۰
۲۰۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰
۲۲۰۰	۲۲۰	۲۷۵	۳۳۰	۳۸۵	۴۴۰	۴۹۰	۵۵۰
۲۴۰۰	۲۴۰	۳۰۰	۳۶۰	۴۲۰	۴۸۰	۵۴۰	۶۰۰
۲۶۰۰	۲۶۰	۳۲۵	۳۹۰	۴۵۵	۵۲۰	۵۸۵	۶۵۰
۲۸۰۰	۲۸۰	۳۵۰	۴۲۰	۴۹۰	۵۶۰	۶۳۰	۷۰۰
۳۰۰۰	۳۰۰	۳۷۵	۴۵۰	۵۲۵	۶۰۰	۶۷۵	۷۵۰
۳۵۰۰	۳۵۰	۴۳۷/۵	۵۲۵	۶۱۲/۵	۷۰۰	۷۸۷/۵	۸۷۵
۴۰۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰
۴۵۰۰	۴۵۰	۵۶۲/۵	۶۷۵	۷۸۷/۵	۹۰۰	۱۰۱۲/۵	۱۱۲۵
۵۰۰۰	۵۰۰	۶۲۵	۷۵۰	۸۷۵	۱۰۰۰	۱۱۲۵	۱۲۵۰

مثال) در صورتی که طول سکو در یک هکتار ۲۰۰ متر و ارتفاع کل سکوی سنگی ۰/۴ متر و قاعده پایینی سکو ۱ متر حجم عملیات پی کنی برابر ۲۰ متر خواهد بود .

٤-۲-۲- تعیین حجم عملیات در سکوهای خاکی

٤-۲-۲-۱- تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی

بر اساس آنچه که در بحش طراحی ارائه شد سکوهای خاکی از خاکهای برداشت شده از گودالهای قرضه که ممکن است در قسمت سراب یا پایاب آنها واقع شده باشد ساخته شوند . بنابراین در اجرای سکوهای خاکی نیاز به برآورد حجم عملیات خاکبرداری و

خاکریزی است . با استفاده از رابطه زیر می توان حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی را در یک هکتـار زمـین سـکوبندی شـده بـا سکوهای خاکی را برآورد نمود .

$$V_S = 2 \times A \times L \qquad (۳۰)$$

که در آن :

V_S = حجم خاکبرداری و خاکریزی در یک هکتار بر حسب متر مکعب

A = سطح مقطع سکو بر حسب متر مربع

L = طول سکو در یک هکتار بر حسب متر

در رابطه فوق ضریب ۲ به منظور اعمال حجم خاکبرداری انجام گرفته از گودالهای قرضه ارائه شده است . با استفاده از فرمول بالا در جدول شماره ۳۴ حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی در یک هکتار سکوبندی با سکوهای خاکی ارائه گردیده است .

جدول شماره ۳٤ حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی در سکوهای خاکی بر حسب متر مکعب در هکتار

طول سکو در یک هکتار	سطح مقطع سکوهای خاکی بر حسب متر مربع								
	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۲	۱/٤	۱/٦	۱/۸	۲	۲/۲
۲۰۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰	۴۸۰	۵۶۰	۶۴۰	۷۲۰	۸۰۰	۸۸۰
۴۰۰	۶۴۰	۷۲۰	۸۰۰	۹۶۰	۱۱۲۰	۱۲۸۰	۱۴۴۰	۱۶۰۰	۱۷۶۰
۶۰۰	۹۶۰	۱۰۸۰	۱۲۰۰	۱۴۴۰	۱۶۸۰	۱۹۲۰	۲۱۶۰	۲۴۰۰	۲۶۴۰
۸۰۰	۱۲۸۰	۱۴۴۰	۱۶۰۰	۱۹۲۰	۲۲۴۰	۲۵۶۰	۲۸۸۰	۳۲۰۰	۳۵۲۰
۱۰۰۰	۱۶۰۰	۱۸۰۰	۲۰۰۰	۲۴۰۰	۲۸۰۰	۳۲۰۰	۳۶۰۰	۴۰۰۰	۴۴۰۰
۱۲۰۰	۱۹۲۰	۲۱۶۰	۲۴۰۰	۲۸۸۰	۳۳۶۰	۳۸۴۰	۴۳۲۰	۴۸۰۰	۵۲۸۰
۱۴۰۰	۲۲۴۰	۲۵۲۰	۲۸۰۰	۳۳۶۰	۳۹۲۰	۴۴۸۰	۵۰۴۰	۵۶۰۰	۶۱۶۰

مثال) اگر طول سکو در یک هکتار برابر ۲۰۰ متر و سطح مقطع آن ۰/۸ متر مربع باشد حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی آن در یک هکتار برابر خواهد بود با :

$$VS = 2 \times A \times L = 2 \times 0.8 \times 200 = 320$$ متر مکعب

٤-۲-۲-۲- تعیین عملیات سر ریزها (خروجی ها)

اصولاً خروجیها در یک سکوبندی جهت تخلیه آب اضافی در بین سکوها طراحی و اجرا می گردند .

همانطور که اشاره شد ارتفاع این خروجیها در حدود ۰/۳ متر بوده که طول آنها بر اساس دبی طراحی شده متغیر خواهد بـود . عـرض خروجی در واقع عرض متوسط سکوهای خاکی بوده و لذا طبق رابطه زیر می توان حجم عملیات مورد نظر در احداث سـرریزها را بـه سهولت برآورد نمود .

$$V_0 = [\ (\ 3.0 \times I \times E\ ) + v'\ ]\ N \qquad (۳۱)$$

که در آن :

V_0 = حجم عملیات مورد نیاز در احداث سر ریز بر حسب متر مکعب

L = طول سر ریز بر حسب متر

E = عرض سر ریز بر حسب متر

$v^{/}$ = حجم عملیات کناره های سر ریز بر حسب متر مکعب

N = تعداد سر ریز در یک هکتار

با استفاده از رابطه فوق حجم عملیات مورد نیاز برای احداث سر ریزها در یک هکتار سکوبندی در جدول شماره ۳۵ و ۳۶ ارائـه شـده است .

جدول شماره ۳۵ حجم عملیات مورد نیاز جهت احداث سر ریز بر حسب متر مکعب در هکتار (V=1)

طول سرریز (متر)	عرض سر ریز بر حسب متر															
	۰/۵				۱				۱/۵				۲			
	تعداد سر ریز				تعداد سر ریز				تعداد سر ریز				تعداد سر ریز			
	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤
۱	۱/۱۵	۲/۳۰	۳/۴۵	۴/۶۰	۱/۳۰	۲/۶۰	۳/۹۰	۵/۲۰	۱/۴۵	۲/۹۰	۴/۳۵	۵/۸	۱/۶۰	۲/۳۰	۴/۸۰	۶/۴۰
۱/۵	۱/۲۲	۲/۴۵	۳/۶۷	۴/۹۰	۱/۴۵	۲/۹۰	۴/۳۵۰	۵/۸۰	۱/۶۷	۳/۳۵	۵/۰۲	۶/۷	۱/۹۰	۳/۸۰	۵/۷۰	۷/۶۰
۲	۱/۳۰	۲/۶۰	۳/۹	۵/۲۰	۱/۶۰	۳/۲۰	۴/۸۰	۶/۴۰	۱/۹۰	۳/۸۰	۵/۷۰	۷/۶	۲/۲۰	۴/۴۰	۶/۶۰	۸/۸۰
۲/۵	۱/۳۷	۲/۷۵	۴/۱۲	۵/۵۰	۱/۷۵	۳/۵۰	۵/۲۵	۷/۰۰	۲/۱۲	۴/۲۵	۶/۳۷	۸/۵	۲/۵۰	۵/۰۰	۷/۵۰	۱۰/۰۰
۳	۱/۴۵	۲/۹۰	۴/۳۵	۵/۸۰	۱/۹۰	۳/۸۰	۵/۷۰	۷/۶۰	۲/۳۵	۴/۷۰	۷/۰۵	۹/۴	۲/۸۰	۵/۶۰	۸/۴۰	۱۱/۲۰
۳/۵	۱/۵۲	۳/۰۵	۴/۵۷	۶/۱۰	۲/۰۵	۱/۴۰	۶/۱۵	۸/۲۰	۲/۵۷	۵/۱۴	۷/۷۱	۱۰/۲۸	۳/۱۰	۶/۲۰	۹/۳۰	۱۲/۴۰
۴	۱/۶۰	۳/۲۰	۴/۸	۶/۴۰	۲/۲۰	۴/۴۰	۶/۶۰	۸/۸۰	۲/۸۰	۵/۶۰	۸/۴۰	۱۱/۲	۳/۴۰	۶/۸۰	۱۰/۲۰	۱۳/۶۰
۴/۵	۱/۶۷	۳/۳۵	۵/۰۲	۶/۷۰	۲۳/۵۰	۴/۷۰	۷/۰۵	۹/۴۰	۳/۰۲	۶/۰۵	۹/۰۷	۱۲/۱	۳/۷۰	۷/۴۰	۱۱/۱۰	۱۴/۸۰
۵	۱/۷۵	۳/۵۰	۵/۲۵	۷/۰۰	۲/۵۰	۵/۰۰	۷/۵۰	۱۰/۰۰	۳/۲۵	۶/۵۰	۹/۷۵	۱۳	۴/۰۰	۸/۰۰	۱۲/۰۰	۱۶/۰۰

مثال) حجم عملیات مورد نیاز برای احداث ۱ سر ریز در ۱ هکتار در صورتیکه حجم عملیات کناره های سر ریز ۱ متر مکعب و طول سر ریز برابر ۱ متر و عرض آن ۱ متر باشد برابر ۰/۵ متر مکعب خواهد بود.

$$V_0 = [\ (\ 0.3 \times L \times E\ ) \div V\ ]\ N$$

$$V_0 = \ (\ 0.3 \times 1\ \times 0.5\ ) + 1]\ 1 = \ 1.15$$

جدول شماره ۳٦حجم عملیات مورد نیاز جهت احداث سر ریز بر حسب متر مکعب در هکتار (V= 2)

طول سرریز (متر)	عرض سر ریز بر حسب متر															
	۰/۵				۱				۱/۵				۲			
	تعداد سر ریز				تعداد سر ریز				تعداد سر ریز				تعداد سر ریز			
	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤
۱	۲/۱۵	۴/۳۰	۶/۴۵	۸/۶۰	۲/۳۰	۴/۶۰	۶/۹۰	۹/۲۰	۲/۴۵	۴/۹۰	۷/۳۵	۹/۸۰	۲/۶۰	۵/۲۰	۷/۸۰	۱۰/۴۰
۱/۵	۲/۲۲	۴/۴۵	۶/۶۷	۸/۹۰	۲/۴۵	۴/۹۰	۷/۳۵	۹/۸۰	۲/۶۷	۵/۳۵	۸/۰۲	۱۰/۷۰	۲/۹۰	۵/۸۰	۸/۷۰	۱۱/۶۰
۲	۲/۳۰	۴/۶۰	۶/۹۰	۹/۲۰	۲/۶۰	۵/۲۰	۷/۸۰	۱۰/۴۰	۲/۹۰	۵/۸	۸/۷۰	۱۱/۶۰	۳/۲۰	۶/۴۰	۹/۶۰	۱۲/۸۰
۲/۵	۲/۳۷	۴/۷۵	۷/۱۲	۹/۵۰	۲/۷۵	۵/۵۰	۸/۲۵	۱۱/۰۰	۳/۱۲	۶/۲۵	۹/۳۷	۱۲/۵۰	۳/۵۰	۷/۰۰	۱۰/۵۰	۱۴/۰۰
۳	۲/۴۵	۴/۹۰	۷/۳۵	۹/۸۰	۲/۹۰	۵/۸۰	۸/۷۰	۱۱/۶۰	۳/۳۵	۶/۷۰	۱۰/۰۵	۱۳/۴۰	۳/۸۰	۷/۶۰	۱۱/۴۰	۱۵/۲۰
۳/۵	۲/۵۲	۵/۰۵	۷/۵۷	۱۰/۱۰	۳/۰۵	۶/۱۰	۹/۱۵	۱۲/۲۰	۳/۵۷	۷/۱۵	۱۰/۷۲	۱۴/۳۰	۴/۱۰	۸/۲۰	۱۲/۳۰	۱۶/۴۰
۴	۲/۶۰	۵/۲۰	۷/۸۰	۱۰/۴۰	۳/۲۰	۶/۴۰	۹/۶۰	۱۲/۸۰	۳/۸۰	۷/۶۰	۱۱/۴۰	۱۵/۲۰	۴/۴۰	۸/۸۰	۱۳/۲۰	۱۷/۶۰
۴/۵	۲/۶۷	۵/۳۵	۸/۰۲	۱۰/۷۰	۳/۳۵	۶/۷۰	۱۰/۰۵	۱۳/۴۰	۴/۰۲	۸/۰۵	۱۲/۰۷	۱۶/۱۰	۴۰/۷۰	۹/۴۰	۱۴/۱۰	۱۸/۸۰
۵	۲/۷۵	۵/۵۰	۸/۲۵	۱۱/۰۰	۳/۵۰	۷/۰۰	۱۰/۵۰	۱۴/۰۰	۴/۲۵	۸/۵۰	۱۲/۷۵	۱۷/۰۲	۵/۰۰	۱۰/۰۰	۱۵/۰۰	۲۰/۰۰

مثال) حجم عملیات مورد نیاز برای احداث ۱ سر ریز در ۱ هکتار در صورتیکه حجم عملیات کناره های سر ریز ۲ متر مکعب و طول سر ریز برابر ۱ متر و عرض آن ۱ متر باشد برابر ۲/۱۵ متر مکعب خواهد بود.

٤-۳- تعیین هزینه عملیات

اصولاً سکوبندی در کشور بوسیله نیروی انسانی صورت گرفته و لذا پس از تعیین حجم عملیات مورد لزوم ، باید جهت برآورد ساعت کار اقدام نمود . به طور کلی برای عملیات خاکبرداری و خاکریزی نیازی به کارگر ماهر نبوده بلکه با استفاده از کارگردان غیر ماهر نیز این عملیات قابل انجام است . در ارتباط با عملیات سنگ چینی و احداث سنگریزها باید نسبت به کارگیری کارگردان آزموده اقدام نمود .

همچنین بایستی برای تعیین ساعت انجام هر یک از عملیات اشاره شده در مبحث قبل اقدامات ذیل صورت پذیرد .

٤-۳-۱- تعیین ساعت کار عملیات خاکبرداری و خاکریزی

پس از تعیین حجم عملیات پی کنی در سکوهای سنگی و خاکی با استفاده از جدول شماره ۳۷ می توان ساعت کار مورد نیاز برای یک هکتار از عملیات مزبور در سکوبندی را مشخص نمود .

جدول شماره ۳۷ تعیین نفر روز کارگر برای عملیات پی کنی

ردیف	شرح کار	ساعت کار برای یک متر مکعب	ملاحظات
۱	پی کنی در زمینهای چمنی یا ریشه دار	۲/۵	ساعت کار ارائه شده در این جدول تا عمق ۱/۵ متری در نظر گرفته شده است .
۲	پی کنی در زمینهای لجنی و شالیزار	۵/۲۵	
۳	پی کنی در زمینهای نیمه سفت کلنگی	۳/۵	
۴	پی کنی در زمینهای سفت	۶	
۵	پی کنی در زمینهای سنگی	۱۸	

به عنوان مثال فرض شود در یک سیستم سکوبندی طراحی شده حجم عملیات پی کنی برای احداث سکوهای سنگی ۲۴۰ متر مکعب برآورد شده است ، و از طرفی زمین مورد نظر برای سکوبندی دارای خاکی نیمه سفت می باشد . بنابراین جهت برآورد هزینه مورد نیاز برای پی کنی در یک هکتار می توان به شرح ذیل اقدام نمود . در مثال فوق دستمزد روزانه کارگر **a** ریال و ساعت کارکرد روزانه ۸ ساعت در نظر گرفته شده است .

حجم کار در یک روز به متر مکعب **۸÷ ۳/۵ = ۲/۲**

دستمزد کارگر برای یک هکتار پی کنی ریال **(۲۴۰ ÷ ۲/۲) × a = b**

برای تعیین حجم خاکبرداری جهت احداث کانالهای زهکشی در صورت ضرورت می توان از جدول شماره ۳۶ استفاده نمود .

با نظر به اینکه در احداث سکوهای خاکی علاوه بر پی کنی از گودالهای قرضه باید جهت ساخت سکوی خاکی اقدام به خاکریز در محل سکوها نمود . بنابراین برای تعیین ساعت کار عملیات خاکریزی می توان از جدول شماره ۳۸ استفاده نمود .

جدول شماره ۳۸ تعیین نفر روز کارگر برای عملیات خاکریزی

ردیف	شرح کار	ساعت کار برای یک متر مکعب	ملاحظات
۱	سرند کردن خاک حاصل از خاکبرداری	۱/۵	
۲	پخش و تسطیح کردن خاک سرند شده	۱/۵	
۳	تهیه هر نوع خاک و پخش و تسطیح کردن آن	۲	

در ارتباط با تعیین ساعت کار برای عملیات خاکبرداری در احداث سکوهای خاکی چنانچه فرض شود که مجموع عملیات مزبور ۲۵۰ متر مکعب در هکتار و زمین مورد نظر نیمه سفت می باشد به شرح ذیل اقدام می گردد .

حجم خاکبرداری در یک روز – متر مکعب ۸ ÷ ۳/۵ = ۲/۲

هزینه خاکبرداری برای یک هکتار ریال (۱۲۵÷ ۲/۲) × a = b

حجم خاکریزی در یک روز متر مکعب ۸ ÷ ۳ = ۲/۷

هزینه خاکریزی برای یک هکتار– ریال (۱۲۵÷ ۲/۷) × a = c

جمع کل هزینه خاکبرداری و خاکریزی در یک هکتار b + c = d

٤-۳-۲- تعیین هزینه عملیات سنگی

بطور کلی عملیات سنگی برای احداث سکوهای سنگی و همچنین احداث پی ریز در سکوهای خاکی مورد نیاز مـی باشـد و معمـولاً پس از تعیین حجم عملیات مزبور اقدام به برآورد ساعت کار مورد نیاز برای انجام اینگونه عملیات می شود کـه مـی تـوان از جـدول شماره ۳۹ در این مورد استفاده نمود .

جدول شماره ۳۹ تعیین نفر روز کارگر برای عملیات سنگ چین و بتون ریزی

ردیف	شرح کار	ساعت کار برای یک متر مکعب	
		بناء	کارگر
۱	خشکه چینی با سنگ لاشه	۱/۴	۲/۸
۲	خشکه چینی با سنگ لاشه و ملات	۳/۳	۶/۶
۳	نصب قالب برای بتون ریزی	۱/۲	۱/۲
۴	بتون ریزی	۲	۱۲

همانطور که ملاحظه می شود برای اجرای عملیات سنگ چین و بتون ریزی علاوه بر کارگر ساده نیاز به بناء نیز می باشد .

فصل پنجم - ساخت سیستمهای سکوبندی

اصولاً ساخت سیستمهای سکوبندی باید بر اساس نقشه های اجرایی تهیه شده انجام پذیرد . بدیهی است دقت در پیاده نمودن نقشه ها و محلهای احداث سکوها ، سر ریزها و کانالهای زهکشی و غیره کمک شایانی در ساخت صحیح و منطبق بر تمهیدات انجام گرفته در بخش طراحی باشد .

مضافاً اینکه اجرای مناسب عملیات موجب جلوگیری از هزینه های اضافی خواهد شد و لذا رعایت موارد اشاره شده در این استاندارد در کلیه مراحل طراحی و ساخت الزامی می باشد .

موارد ذیل بایستی در ساخت سیستمهای سکوبندی رعایت نمود :

۱- مناسب ترین زمان برای ساخت سکوبندی در یک منطقه زمانی است که خاک نه کاملاً مرطوب و نه زیاد خشک باشد .

۲- مناسب ترین فصل ساخت فصلی است که بارندگی منطقه حداقل باشد .

۳- برای اجرای صحیح سکوها باید مسیر هر یک از سکوها قبلاً بوسیله ادوات مناسبی ترازیابی و سپس میخکوبی شده باشد.

۴- در تعیین مسیر سکوها باید ابتدا بالاترین سکو از لحاظ مسیر طولی مشخص گردد . پس از آن دیگر سکوها اجرای مسیر شوند. بدیهی است چون سکوها در اکثر مواقع موازی هم در طول خطوط تراز احداث می شوند . بنابراین بالاترین سکو نقش کلیدی را ایفاء می نماید .

۵- در ساخت سکوها نیز باید از بالا به پایین یک دامنه اقدام نمود . به عبارت دیگر ابتدا بالاترین سکو و سپس دیگر سکوها ساخته می شوند .

۶- در موقع اجرای سکوها باید دقت بعمل آید که کار اجرایی یاخت سکوها به صورت نیمه تمام باقی نماند و حداقل در طول مدت زمانبندی شده اجرا شوند .

۷- در صورتیکه به هر دلیلی امکان ساخت بالاترین سکو وجود نداشته باشد ، باید یک کانال انحرافی در بالاترین قسمت مورد نظر برای سکوبندی احداث گردد .

۸- مناسبترین تعداد کارگر برای ساخت یک هکتار زین سکوبندی بین ۳ تا ۴ نفر می باشد . این مسئله به این مفهوم نیست که از تعداد کارگر بیشتر استفاده نشود بلکه منظور مناسبترین مدیریت اجار می باشد .

۹- در مورد سکوهای خاکی باید خاکهای ریخته شده بوسیله بیل حتی الامکان متراکم گردند .

۱۰- در ساخت سکوهای سنگی و خاکی باید سعی شود مقطع عرضی تعیین شده در طراحی حتی المقدور لحاظ شود .

۱۱- در صورتیکه خاک کم عمق و یا با متوسط باشد گودالهای قرضه جهت احداث سکوهای خاکی باید در بالا دست سکوهای خاکی و در حدود ۳ متر ی آنها شوند .

۱۲- مقاطع عرضی سکوهای احداث شده در هر ۱۵۰ متر مسیر طولی باید با ابزار ساخته شده به ابعاد مقطع عرضی آزمون گردند . به عبارت دیگر در هر ۱۵۰ متر مسیر طولی سکو باید از لحاظ ابعاد سطح مقطع طراحی اطمینان حاصل نمود .

۱۳- در نقاط برخورد مسیر طولی سکوها با فرو رفتگیها و آبکندها (با عمق حداکثر ۱ تا ۱/۵) محلهای گودال قرضه باید در کناره های دره و یا خندق انتخاب شود .

۱۴- در نقاط برخورد مسیر طولی سکوها میزان انحراف مسیر به ترتیب ذیل می باشد :

– حداکثر میزان انحراف از خط تراز در ارتباط با برخورد با بریدگیهای باریک در حدود ۱۵ سانتیمتر می باشد .

– حداکثر میزان انحراف از خط تراز در ارتباط با برخورد با آبکندها در حدود ۳۰ سانتیمتر خواهد بود.

۱۵– در صورتیکه خاک مورد نظر برای سکوبندی خاکی عمیق و یا با عمق متوسط باشد گودالهای قرضه را می توان در قسمت پایین دست سکوها انتخاب نمود . به هر حال رعایت فاصله ۳ متر بین گودال و سکو در هر صورتی الزامی خواهد بود .

۱۶– محلهای احداث سر ریزها ، کانالهای خروجی و یا زهکشی باید بر روی زمین مشخص گردند .

۱۷– از سر ریزهای پلکانی تا احداث سر ریزهای دائمی میتوان بطور موقت استفاده نمود .

۱۸– در مورد سکوها خاکی میبایستی ارتفاع سکوها در حدود ۱۰ در صد بیشتر از ارتفاع طراحی شده اجرا گردد تا پس از نشست ارتفاع واقعی سکو کمتر از ارتفاع طراحی شده نباشد .

۱۹– در احداث سکوهای سنگی باید سعی شود سنگهای بزرگتر در قسمت پائین تر و در پایاب سکو قرار گیرند . بدین ترتیب سنگهای ریزتر در بالا و در قسمت سراب سکوهای سنگی چیده خواهند شد .

۲۰– نصب کف بند برای سر ریزهای در سکوهای سنگی و خاکی ضروری می باشد .

۲۱– در صورتیکه منطقه سکوبندی شده محل عبور دامی و احشام و حیوانات و ماشین آلات کوچک کشاورزی باشد میبایستی محلهای مناسبی جهت عبور از روی سکوها برای آنها در نظر گرفته شود .

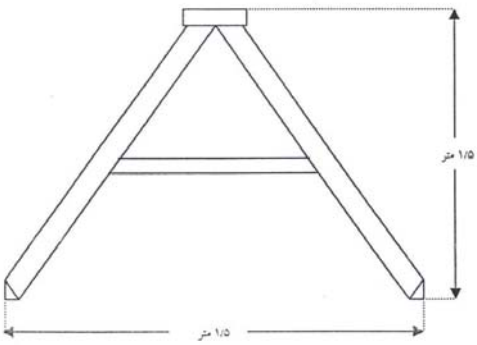
۲۲– جهت کاهش فشار هیدورستاتیک به سکوها در مناطق پر باران باید آنها دارای شیبی بین ۱ تا ۳ در هزار بوده و در قسمت پایاب نیز کانالهای زهکشی تعبیه گردند .

۲۳– با توجه به اینکه سکوها باید بر روی خطوط تراز احداث شوند ، در مناطقی که به علت فرو رفتگی یا برآمدگی زیاد نیاز به خاکبرداری و یا خاکریزی به منظور هم سطح شدن مسیر سکو لازم است عرض سکو در قسمت فوقانی حفظ گردد . از طرفی در محلهای برخورد سکوها با فرو رفتگیها باید توجه داشت که حتی الامکان باید عرض بالایی سکو تغییری نکرده وثابت باشد .

بنابراین فقط ارتفاع سکو تغییر نموده که در این صورت موجب کاهش و با افزایش عرض تحتانی سکو خواهد شد .

۲۴– در صورتیکه اجرای سیستمهای سکوبندی طبق نقشه های اجرایی تهیه شده در حین اجرا با مشکلاتی مواجه شود باید از هر گونه تغییر در نقشه بدون اجازه بخش طراحی پرهیز گردد.

۲۵– برای ترازیابی و تعیین خط تراز منطبق بر مسیر طولی میتوان زا یک آلتیمتر و یا وسیله ساده مطابق شکل شماره ۱۸ استفاده نمود .



شکل شماره ۱۸ وسیله ساده ترازیابی برای تعیین مسیر سکوها بر روی خطوط تراز

فصل ششم - نگهداری سیستمهای سکوبندی

نکته بسیار مهمی که در نگهداری سیستمهای سکوبندی باید به آن توجه داشت این است که اساساً سکوهای احداثی موجب نگهداری رواناب جاری شده بر روی یک زمین شیبدار می شوند لذا تمرکز جریان افزایش انرژی آن نیز در پی خواهند داشت لذا در صورتیکه در نگهداری سیستمهای سکوبندی دقت کافی مبذول نگردد ممکن است بر اثر تخریب سکوهای احداثی فوقانی و جریان یافتن رواناب به قسمتهای پایین تر ضمن تخریب سکوهای پایین موجب ایجاد فرسایش شدید خاک خصوصاً آبکندی در منطقه شوند . هرچه شیب زمین بیشتر باشد باید بر میزان مراقبت و نگهداری از سکوها افزود .

آنچه که در بازدید باید بیشتر مد نظر قرار گیرد سر ریزها و خروجیها نصب شده در سیستم بوده که دارای همان ظرفیت اولیه باشند . در صورتیکه هر یک از خروجیها دارای معایبی باشند که در نتیجه آن تخلیه رواناب اضافی با مشکل روبرو شود باید در اولین فرصت نسبت به مرمت آنها اقدام گردد .

آزمون کردن مقاطع سکوها و بویژه ارتفاع آنها از دیگر مسائلی است که در بازدیدها باید به آن توجه داشت . در مورد سکوهای سنگی با توجه به حالت خشکه چین بودن آنها امکان جابجایی آنها توسط احشام و یا انسان می باشد و لذا باید در صورت مشاهده هر گونه جابجایی سنگ ، بلافاصله نسبت به مرمت آنها اقدام نمود . در مورد سکوهای خاکی نیز امکان فرسایش بویژه توسط عوامل طبیعی همچون باران و باد امکان پذیر بوده و لذا ضروری است در بازدیدها به مقاطع سکوهای خاکی دقت کافی مبذول گردد .در ارتباط با نگهداری اجزاء سیستم سکوبندی ممکن است مسئله ای چون رسوبگذاری در کانالها یا خروجیها مشاهده شود که لازم است در صورت مشاهده برنامه ای جهت برداشت رسوبات تنظیم گردد . در مورد گودالهای قرضه ممکن است در اثر رسوبگذاری پر شوند که در این مورد نیازی به برداشت مواد رسوبگذاری شده نخواهد بود . در صورتی که بنا به دلایلی تمرکز جریانهای سطحی در قسمتهایی از زمین بین سکوها ایجاد شود باید نسبت به برطرف کردن این معضل از طریق احداث سکوهای مکمل و یا روشهای دیگر اقدام نمود . زیرا که تمرکز جریان موجب فرسایش بیشتر در همان قسمت شده و در نتیجه میزان رسوبگذاری در پای سکو افزایش خواهد یافت و احتمال تخریب نیز افزایش می یابد .

٦-١- روشهای نگهداری و بازدید

بطور کلی برنامه بازدید از سیستمهای سکوبندی باید بر اساس برنامه زمانبندی تهیه شده صورت پذیرد و معمولاً روشهای مختلفی جهت بازدید از پروژه های سکوبندی لحاظ می گردد که عمده ترین آنها به شرح ذیل می باشند .

٦-١-١- بررسی نیازهای مرمتی پس از وقوع رگبارها

در موقع بارندگیهای شدید در منطقه سکوبندی شده ممکن است بر اثر جاری شدن سیلاب خروجیها و یا سکوهای احداث شده دچار آسیبهای جدی گردند که در این صورت باید پس از وقوع هر رگبار تند از محل بازدید شود . در این گونه بازدیدها همانطور که اشاره شد ضمن بررسی کلی سیستم باید سیستم باید دقت لازم مبذول داشت تا از تخریب های کامل در آینده جلوگیری بعمل آید . در بعضی از مناطق که امکان سیلابهای پیاپی وجود دارد باید در اسرع وقت برنامه لازم جهت مرمت جزئی تنظیم شود .

٦-١-٢- بررسی نیازهای تعمیری پس از عملیات زراعی

در مناطقی که از اراضی واقع در بین سکوها برای زراعت دیم استفاده می شود ممکن است حرکت ماشین آلات موجب آسیبهایی به سکوبندی شود . که در این ارتباط ضروری است بعد از انجام هر گونه اقدامات کشاورزی از سیستم سکوبندی بازدید بعمل آبد و نیازهای مرمتی در صورت لزوم مشخص و برطرف گردد .

٦-١-٣- بررسی نیازهای مرمتی سالانه

سکوهای خاکی در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر در معرض عوامل فرسایش بوده و لذا ممکن است به تدریج تخریب شوند همچنین در این گونه مناطق امکان رسوبگذاری در مجاری تخلیه وجود داشته که موجب کاهش ظرفیت عبور روانآب خواهد شد . بنابراین سکوهای خاکی در مناطق خشک و نیمه خشک در صورت عدم وقوع حوادث غیر مترقبه نیز باید سالیانه مورد بازدید قرار گیرند و نیازهای تعمیری آنها در صورت لزوم برآورده شود .

٦-٢- شیوه های نگهداری

اصولاً نگهداری از پروژه های اجرا شده بعهده بخش دولتی (کارفرما) بوده که برای اجرای صحیح نگهداری آنها باید برنامه ریزی لازم را تدوین نماید . آنچه مسلم است عملیات سکوبندی نسبت به دیگر پروژه های آبخیزداری مردم پسندتر بوده و لذا مشارکت های مردمی در این پروژه در حد بالایی می باشد . بنابراین روستائیان و کشاورزان در نگهداری پروژه های سکوبندی نیز مشارکت خواهند داشت ولی باید توجه داشت که برنامه نگهداری از پروژه باید توسط بخش کارفرمایی تهیه و هدایت شود .

مسئله مهمی که به آن نیز باید توجه لازم مبذول شود این است که در پروژه هایی مثل سکوبندی که مشارکت پذیری زیاد بوده در هر حالت نیز مسئولیت اجرایی و نگهداری آنها بعهده بخش دولتی می باشد ، زیرا که پروژه های آبخیزداری منافع ملی کشور را در پی داشته هر چند که در سطوح بسیار کوچک اجرا می گردند . از طرفی با اجرای اینگونه پروژه های منافع مشارکت کنندگان یعنی مردم نیز با افزایش تولید محصول کشاورزی و دیگر محصولات تأمین خواهد شد . لذا اجرای پروژه های آبخیزداری ضمن حفاظت از آب وخاک (منابع ملی) موجب افزایش درآمد روستائیان نیز خواهد شد .

با توجه به مطالب فوق الذکر در نگهداری سیستمهای سکوبندی انجام شده در مناطق بر حسب شرایط اجتماعی و اقتصادی آن مناطق یکی از شیوه های ذیل را برای نگهداری انتخاب نمود .

٦-٢-١- نگهداری سیستم سکوبندی بوسیله بخش دولتی

در اینگونه شیوه ها بخش کارفرمایی مستقیماً نگهداری پروژه را بعهده داشته وبرنامه ریزی لازم جهت اجرای صحیح آن را بعمل می آورد. معمولاً در این مورد هزینه نگهداری در حدود ١٠ تا ٢٠ درصد هزینه های اجرایی پروژه در نظر گرفته می شود .

٦-٢-٢- نگهداری سیستم سکوبندی بوسیله بخش نیمه دولتی

هزینه های نگهداری در چنین شیوه ای بوسیله کارفرما پرداخت گردیده و قسمتی نیز توسط بخش خصوصی صورت می پذیرد . همچنین ممکن است در اینگونه شیوه ها هزینه های نگهداری از سیستمهای سکوبندی بصورت سهم بندی از طرف کارفرما و بخش

خصوصی پرداخت شود بطوریکه هزینه های مربوط به مصالح مورد نیاز از طرف کارفرما و هزینه های مربوط به نیروی انسانی از طرف بخش خصوصی تأمین شود .

٦-٢-٣- نگهداری سیستم سکوبندی بوسیله بخش خصوصی

با توجه به اینکه سکوبندی در اراضی شیبدار هزینه های زیادی در پی نداشته لذا نگهداری آن نیز سهل و آسان بوده ولذا توسط مردم نیز امکانپذیر می باشد بنابراین در چنین شیوه ای کارفرما فقط نظارت عالیه داشته و بخش خصوصی کلیه هزینه ها و اجرای تعمیرات را تقبل خواهد نمود . بدیهی است برنامه ریزی لازم جهت انجام تعمیرات بعهده کارفرما خواهد بود . استفاده از مشارکتهای مردمی برای حفظ سیستمهای سکوبندی به منظور نگهداری مؤثر سیستمها و همچنین تقلیل هزینه ها بسیار تأکید می گردد .

منابع مورد استفاده

1- Mal , B . CH ., 1999. Introduction to Soil and water Conservation Engineering **,** Kalyani Pub .**,** 421p.

2- Singh , H.P., Venkataramanan , C.,Sastry . G. and Joshi , B.P., 1999 . Manual of Soil and Water Conservation Practices . 382 p .

3- Suresh . R.,2000 . Soil and Water conservation engineering . Standard Pub., 947 p

.**4- Tripathy, R.P. and Singh. H.P., 1990 .** Soil Erosion and Conservation. Wiley Eastern Pub ., 305 p .

5- Vandijk. A.I.J.M.and Bruijnzeel. L.A.,2003. Terrace Erosion and Sediment Transport Model :a New Tool for Soil Conservation Planning in Bench Terraced Steep lands, journal of Environmental Modelling and Software. No 18 : 839 – 850 .

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی–فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for Strategic Planning and Supervision

Design &Implementation of Bunding Guidelines and Technical Standards

No. 450 -2

Office of Deputy for Strategic Supervision

Bureau of Technical Execution Systems

http://tec.mporg.ir

Range, Forest & Watershed Management Organization of IRAN

Watershed Management Deputy
Planning & Coordination Bureau

http://www.frw.org.ir

2009

این نشریه

دستورالعمل طراحی و اجرای سکو بندی به عنوان یکی از عملیات بیومکانیکی در مجموعه عملیات آبخیزداری است که در کنترل فرسایش و حفاظت خاک نقش موثری دارند. در این نشریه ضمن ارائه تعاریف و مفاهیم مرتبط با موضوع، طبقه بندی انواع سکوها بر اساس فاکتورهای مختلف ارائه میشود. سپس ضمن تبیین معیارهای حاکم بر طراحی سکوها ، روشها و روابط موجود برای طراحی و اجرای آن ارائه می شود. تعیین اصول و روشهای نگهداری سیستم های سکو بندی از دیگر بخشهای این نشریه می باشد.