

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش جلد سوم

دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای ترانس بند

نشریه شماره ۳-۴۵۰

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

<http://www.Frw.org.ir>

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

شماره:	۱۰۰/۵۶۵۶۱
تاریخ:	۱۳۸۸/۶/۲۲

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران

موضوع:

مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش - جلد سوم: دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای تراس‌بندی

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 ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۳-۴۵۰ دفتر نظام فنی اجرایی، در چهار جلد با عنوان «مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش - جلد سوم: دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای تراس‌بندی» 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.

امیر منصور برقی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

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، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، 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.
 - ۴- 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 بهره‌وری صحیح از جنگل‌ها و مراتع، تامین آب سدها، کاهش رسوبات، کاهش خسارات ناشی از سیل و ... نقش دارد. اقدامات اجرایی آبخیزداری را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد که شامل اقدامات مکانیکی (سازه‌ای) و بیولوژیکی و بیومکانیکی (تلفیقی) می‌باشد.

اقدامات بیومکانیکی شامل احداث بانکت، تراس و سکو می‌باشد. 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 امکان‌سنجی) مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، از اهمیتی ویژه‌ای برخوردار است. در همین ارتباط نیز نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات 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 و نظارت راهبردی رییس جمهور با توجه به مراتب بالا و 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/ت ۳۳۴۹۷ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ نسبت به ضوابط و معیارهای فنی اقدام نمود. یکی از دستاوردهای برنامه یاد شده تهیه ضوابط و طراحی و اجرای تراس 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 بدین وسیله 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
جلد سوم: دستورالعمل و ضوابط فنی طراحی و اجرای ترانس بندی

نشریه شماره ۳-۴۵۰

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، دکتری 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 می‌نماید. امید است متخصصان و کارشناسان با ابراز نظریات خود در خصوص این نشریه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	فصل اول - کلیات
۷	۱-۱- مقدمه
۸	۲-۱- تعریف تراس
۸	۳-۱- اهداف و اصول کاربرد
۹	۴-۱- اصطلاحات
۹	۵-۱- محدودیت‌ها و مشکلات تراس‌های سکویی
۱۱	فصل دوم- طبقه بندی تراس ها
۱۱	۱-۲- طبقه بندی بر اساس مسیر طولی
۱۱	۱-۱-۲- تراس های سکویی موازی
۱۱	۲-۱-۲- تراس های سکویی غیر موازی
۱۱	۲-۲- طبقه بندی بر اساس شیب طولی
۱۱	۱-۲-۲- تراس های افقی
۱۲	۲-۲-۲- تراس های شیبدار
۱۲	۳-۲- طبقه بندی بر اساس مقطع عرضی
۱۲	۱-۳-۲- تراس های بدون دیواره قائم
۱۳	۲-۳-۲- تراس های با دیواره قائم
۱۳	۱-۲-۳-۲- دیواره های محافظ توریسنگی
۱۴	۲-۲-۳-۲- دیواره های محافظ سنگ و ملات
۱۴	۳-۲-۳-۲- دیواره های محافظ بتونی
۱۴	۴-۲-۳-۲- دیواره های دیرک دار
۱۴	۵-۲-۳-۲- دیواره های بست دار کششی
۱۴	۶-۲-۳-۲- دیواره های محافظ خشکه چین
۱۵	۳-۳-۲- تراس با دیواره مایل
۱۵	۴-۲- طبقه بندی بر اساس شیب عرضی
۱۵	۱-۴-۲- تراس های سکویی با شیب عرضی به طرف داخل
۱۵	۲-۴-۲- تراس های سکویی با شیب عرضی به طرف خارج
۱۶	۳-۴-۲- تراس های افقی بدون شیب عرضی
۱۶	۵-۲- طبقه بندی بر اساس خروجی
۱۶	۱-۵-۲- تراس های بدون کانال خروجی
۱۷	۲-۵-۲- تراس های با کانال خروجی
۱۹	فصل سوم - معیارهای طراحی
۱۹	۱-۳- انتخاب محل تراس بندی
۱۹	۲-۳- فاصله گذاری بین تراس ها
۲۱	۱-۲-۳- فرمول تئوری
۲۲	۲-۲-۳- فرمولهای تجربی
۲۳	۳-۲-۳- استفاده از معادله جهانی فرسایش خاک
۲۴	۳-۳- شیب به طرف داخل وخارج

۲۴	۴-۳- زمین از دست رفته در احداث ترانس
۲۴	۵-۳- تعیین شیب دیواره ترانس
۲۴	۳-۵-۱- روش تجربی
۲۵	۳-۵-۲- روش تئوری
۲۶	۳-۶- شیب کانال
۲۶	۳-۷- پشته خاکی
۲۶	۳-۸- کانال خروجی
۲۷	۳-۹- طراحی دیواره های محافظ
۲۷	۳-۹-۱- تعیین ابعاد دیواره های محافظ
۳۰	۳-۹-۲- تعیین ابعاد پی دیواره محافظ
۳۲	فصل چهارم - برنامه ریزی و تهیه نقشه های اجرایی
۳۳	۴-۱- نقشه های توپوگرافی
۳۳	۴-۱-۱- تعیین مرزهای دائمی
۳۳	۴-۱-۲- تعیین موقعیت ترانسها
۳۴	۴-۲- تعیین حجم عملیات
۳۴	۴-۲-۱- تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی ترانس ها
۳۵	۴-۲-۲- تعیین حجم دیواره های محافظ
۳۶	۴-۳- تعیین هزینه عملیات
۳۶	۴-۳-۱- ساعت کار ماشین آلات ترانس بندی
۳۶	۴-۳-۱-۱- تعیین ساعت کار بلدوزر
۳۷	۴-۳-۱-۲- تعیین ساعت کار بیل مکانیکی
۳۷	۴-۳-۱-۳- تعیین ساعت کار گریدر
۳۸	۴-۳-۱-۴- تعیین ساعت کار لودر
۳۸	۴-۳-۱-۵- تعیین نفر روز کارگر
۴۱	فصل پنجم- ساخت و اجرای سیستم های ترانس بندی
۴۳	فصل ششم- اصول نگهداری سیستم های ترانس بندی
۴۳	۶-۱- روش های نگهداری و بازدید
۴۴	۶-۱-۱- بررسی نیازهای تعمیراتی پس از وقوع رگبارها
۴۴	۶-۱-۲- بررسی نیازهای تعمیراتی پس از خاتمه عملیات زراعی
۴۴	۶-۱-۳- بررسی نیازهای تعمیراتی سالانه
۴۵	۶-۱-۴- بررسی سیستم پس از انجام تعمیرات
۴۳	۶-۲- شیوه های نگهداری
۴۵	۶-۲-۱- نگهداری سیستم های ترانس بندی به وسیله بخش دولتی
۴۵	۶-۲-۲- نگهداری سیستم ترانس بندی به وسیله بخش نیمه دولتی
۴۵	۶-۲-۳- نگهداری سیستم ترانس بندی به وسیله بخش خصوصی
۴۷	منابع مورد استفاده

فهرست شکل ها

شماره و عنوان	صفحه
۱- اجزای مختلف یک تراس سکویی	۹
۲- نمای یک تراس سکویی افقی	۱۲
۳- نمای کلی تراس سکویی با دیواره قائم	۱۳
۴- طرح تیپ دیواره محافظ توریسنگی در حالت بدون سربار و با سربار	۱۳
۵- نمای یک تراس سکویی افقی با شیب عرضی به طرف داخل	۱۵
۶- تراس سکویی با شیب عرضی به طرف خارج	۱۶
۷- اجزای مختلف تراس سکویی در ارتباط با عرض و عمق خاکبرداری	۲۰
۸- نمودار تعیین شیب دیواره خاکبرداری تراس سکویی مایل	۲۵
۹- نمودار تعیین شیب دیواره خاکریزی تراس سکویی مایل	۲۵
۱۰- طرح تیپ دیواره محافظ سنگی - ملاتی بدون سربار	۲۹
۱۱- طرح تیپ دیواره محافظ سنگی - ملاتی با سربار	۲۹
۱۲- نحوه کاشت گیاه بر روی دیواره تراس سکویی	۴۲

فهرست جداول

شماره و عنوان	صفحه
۱- سرعت مجاز در زمینهای با شرایط متفاوت	۲۲
۲- فاصله عمودی به متر در تراس های سکویی افقی با توجه به شیب زمین و عرض تراس	۲۳
۳- مقدار ضریب η در آبراهه های دارای پوشش گیاهی	۲۷
۴- ابعاد دیواره محافظ سنگ - ملاتی در حالت بدون سربار	۲۸
۵- ابعاد دیواره محافظ سنگی - ملاتی در حالت سربار شیبدار	۲۸
۶- ابعاد دیواره محافظ توریسنگی در حالت سربار و بدون سربار	۳۰
۷- وزن مخصوص سنگهای مختلف مورد کاربرد در دیواره محافظ	۳۰
۸- قدرت بارگذاری خاکهای مختلف	۳۱
۹- حجم کار خاکبرداری در واحد زمان برای بلدوزرهای مختلف	۳۶
۱۰- میزان خاکبرداری بیل های مکانیکی در ساعت	۳۷
۱۱- سرعت های تیپ گیرها	۳۷
۱۲- راندمان جام برای لودرهای چرخ لاستیکی	۳۸
۱۳- مدت زمان لازم برای عملیات خاکبرداری دستی	۳۸
۱۴- مدت زمان مورد نیاز برای برآورد عملیات احداث دیواره محافظ	۳۹

فصل اول - کلیات

۱-۱- مقدمه

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است. امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می آید در مناطقی که فرسایش کنترل نمی شود خاکها به تدریج فرسایش یافته، حاصلخیزی خود را از دست می دهند. فرسایش نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک شدن مزارع می گردد و از این راه خسارات زیاد و جبران ناپذیری برجای می گذارد بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، سدها، بنادر و کاهش ظرفیت آبیگری آنها نیز زیان‌های فراوانی را سبب می‌گردد. بنابراین حفاظت آب و خاک در حوزه‌های آبخیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای حفاظت خاک و آب معمولاً از روشهای مکانیکی و غیر مکانیکی استفاده می‌گردد. اقدامات حفاظت خاک در آبخیزداری به سه دسته مکانیکی^۱، بیولوژیکی^۲ و عملیات زیست مهندسی^۳ که بیومکانیکی نیز نامیده می‌شود، تقسیم می‌گردد. اقدامات مکانیکی از راههای مستقیم مبارزه با فرسایش است تراس بندی^۴، بانکت بندی^۵، سکوبندی^۶، ایجاد آبراهه‌های انحرافی^۷ و احداث بندها^۸ از مهمترین اقدامات تلفیقی زیست مهندسی یا بیو مکانیکی هستند. در بحث حاضر اصول طراحی تراس‌های سکویی^۹ بیان می‌شود. تفاوت کلی تراس با بانکت و سکو در این است که تراس‌ها در طول شیب زمین اثر نموده و تقریباً شیب را در اراضی شیبدار حذف می‌کنند در واقع شکل ظاهری زمین کاملاً تغییر می‌نماید در حالیکه بانکتها و سکوها فقط طول شیب را کاهش می‌دهند. تراس‌ها اصولاً در اراضی کشاورزی با ارزش زیاد، عمق خاک زیاد و شیب کم احداث شده و عمدتاً وظیفه نفوذ دادن کامل آب به داخل خاک را عهده دار هستند ولی بانکتها و سکوها تنها بخشی از زمین را زیر پوشش عملیاتی می‌برند و معمولاً برای اراضی دیم و مراتع با شیب بیشتر و محدودیت عمق خاک استفاده می‌شوند.

۱-۲- تعریف تراس

تراس بندی در حفاظت خاک به عملیاتی اطلاق می‌شود که در آن درجه شیب با انجام خاکبرداری تغییر کرده و زمین حالت پلکانی پیدا کرده و سکوهایی خاکی عمود بر جهت شیب ایجاد شده و زمین شیبدار به حالت پله پله تبدیل می‌شود. در تراس‌های سکویی یک قسمت خاکریزی شده و یک قسمت خاکبرداری شده وجود دارد که معمولاً این دو قسمت با هم برابر هستند. از این رو تراس‌ها در حالت کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- تراس‌های آبراهه‌ای^{۱۰}

¹ Mechanical

² Biological

³ Bioengineering

⁴ Terracing

⁵ Channel Terracing , Banquette(French)

⁶ Bunding

⁷ Diversion Waterways

⁸ Check Dams

⁹ Bench Terraces

¹⁰ Channel Terrace

۲- تراس های سکویی^۱

تراس‌های آبراهه‌ای عموماً به صورت ترکیبی از خاکریزها و کانالها احداث می‌شوند و در بین متخصصین حفاظت خاک به بانکت معروف بوده و عموماً با اهداف مختلف در شیب‌های تندتر احداث می‌شوند. تراس‌های سکویی که به اختصار در اغلب موارد به تراس معروف است از اهمیت ویژه‌ای در اراضی کشاورزی برخوردار بوده و موضوع بحث این دستورالعمل می‌باشد.

۱-۳- اهداف و اصول کاربرد

تراس‌های سکویی به منظور کاهش شیب دامنه و به منظور سد کردن مسیر رواناب و در نتیجه جلوگیری از فرسایش خاک احداث می‌شوند. تراس‌ها در مناطق شیبدار که دارای خاک مرغوب کشاورزی هستند احداث شده تا بتوان بر روی آن عملیات کشاورزی انجام داد. در این روش منطقه شیبدار به چند پله تقسیم شده که باعث ایجاد مناطق مسطحی می‌شود که می‌توان به کار کشاورزی اختصاص داد. در حقیقت با این عمل یک شیب فرسایش پذیر به اراضی مزروعی تبدیل می‌شود. اما باید توجه داشت که احداث تراس‌ها بسیار پرهزینه است و زمانی استفاده می‌شوند که یا زمین بهتری برای کشاورزی در دسترس نباشد و یا آنکه بهره‌وری زمین مورد نظر با انجام تراس بندی ارتقا یابد. نظر به محدودیت کاربری کشاورزی به مناطق با شیب کمتر از ۱۲٪ اصولاً احداث تراس‌ها نیز در این دامنه محدود شده اگر چه بر حسب شرایط خاص از قبیل محدودیت دسترسی به اراضی بسیار با ارزش کشاورزی و عدم محدودیت عمق خاک و کاربرد ماشین آلات، حد فوقانی شیب مورد استفاده برای تراس بندی تا ۱۸٪ و حتی بیشتر نیز افزایش می‌یابد. در برخی از مناطق آسیا مثل فیلیپین، تایلند، نپال و هندوستان از تراس بندی برای تبدیل اراضی با شیب بیش از ۴۰ تا ۵۰٪ برای تهیه شالیزارها استفاده می‌کنند.

به طور کلی اهدافی که برای احداث تراس‌ها در نظر گرفته می‌شود به صورت زیر بیان می‌شود:

- ۱- جلوگیری از فرسایش خاک و خسارت‌های ناشی از آن
- ۲- کنترل جریانهای سطحی در اراضی شیبدار و جلوگیری از رسیدن رواناب به سرعت آستانه فرسایش
- ۳- افزایش رطوبت نسبی خاک
- ۴- تعدیل شیب‌های طولانی و تبدیل آن به شیب‌های کوتاه
- ۵- کنترل فرسایش سطحی
- ۶- اصلاح کاربری زمین از طریق تغییر شکل شیب
- ۷- افزایش زمان تمرکز در جریانهای سطحی و در نتیجه امکان جذب بیشتر رواناب
- ۸- کم کردن دبی اوج رواناب در پایین دست منطقه تراس بندی
- ۹- اصلاح کیفیت آب رواناب در پایین دست منطقه تراس بندی
- ۱۰- سهولت در عملیات کاشت، داشت و برداشت محصولات کشاورزی

^۱ Bench Terrace

اما باید توجه داشت که عملکرد این سیستم در حفاظت آب و خاک و مهار فرسایش خاک از طریق ترکیب با سایر اقدامات تکمیل خواهد شد. زمین مسطح شده، کانال زهکشی و پشته از اجزای مهم تراس‌های سکویی بوده که در شکل شماره ۱ اجزای مختلف آن نشان داده شده است.

۱-۴- اصطلاحات

در زیر اصطلاحات رایج مربوط به تراس‌ها توضیح داده می‌شود و قسمتهای مختلف آن را در شکل ۱ نمایش داده شده است.

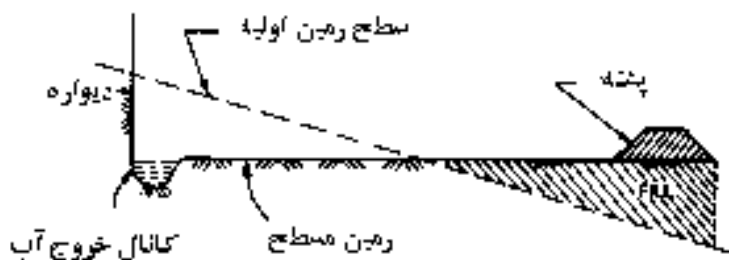
عرض تراس^۱: به قسمتی از تراس که مورد استفاده برای کشاورزی قرار می‌گیرد.

دیواره تراس: فاصله عمودی بین دو تراس متوالی را دیواره می‌گویند.

کانال هدایت آب: آبراهه‌ای که بر روی تراس احداث شده و وظیفه آن هدایت امن آبهای اضافی روی تراس است.

پشته خارجی^۲: خاکریزی که در لبه خارجی تراس احداث می‌شود و هدف از احداث آن جلوگیری از سرریز شدن آب از روی تراس به تراس بعدی است.

دیواره محافظ^۳: دیواره‌های محافظ در واقع از حرکت قسمت خاکریزی شده در تراس‌ها جلوگیری می‌کنند که یا به صورت وزنی و یا به صورت غیر وزنی می‌باشند.



شکل شماره ۱ اجزای مختلف یک تراس سکویی

۱-۵- محدودیتها و مشکلات تراس‌های سکویی

از محدودیت‌های تراس بندی می‌توان به هزینه زیاد آن اشاره نمود بنابراین زمانی انجام این کار پیشنهاد می‌گردد که واقعاً در منطقه نیاز باشد و سایر شرایط مانند عمق خاک، میزان بارندگی و درصد شیب برای اجرای آن نیز مهیا باشد و در تحقیقات اخیر نیز نشان داده شده است مدیریت تراس‌ها بعد از ساخت در کاهش میزان رسوب منطقه نقش بسیار مهمی دارد زیرا که در صورت احداث آنها و رها شدن آنها به صورت لخت و عاری از پوشش گیاهی باعث می‌گردد که قطرات باران با سطح خاک برخورد کرده و باعث ایجاد

¹ Terrace Width

² Shoulder Bund

³ Retaining Wall

فرسایش پاشمانی^۱ گردیده و سپس ذرات جدا شده به وسیله رواناب حاصله حمل می شود. پس تنها احداث تراس در کاهش فرسایش نقشی ندارد بلکه مدیریت آن و خالی نبودن سطح تراس در فصول بارندگی بسیار حایز اهمیت می باشد.

^۱ Splash Erosion

فصل دوم - طبقه بندی تراس ها

تراس ها نیز همچون سایر سازه های حفاظتی آبخیزداری بر اساس مبانی مختلف تقسیم بندی می شوند. طبقه بندی تراسها اصولاً بر اساس مسیر طولی، سطح مقطع عرضی و شیب عرضی آنها صورت می پذیرد. در ذیل به خصوصیات و جزئیات هر یک از این تراسها پرداخته می شود.

۱-۲- طبقه بندی بر اساس مسیر طولی

بسته به وضعیت یکنواختی و یا عدم یکنواختی شیب در دامنه مورد نظر برای تراس بندی ممکن است از تراس های موازی و یا غیر موازی استفاده شود.

۱-۱-۲- تراس های سکویی موازی^۱

اینگونه تراس ها به منظور زراعت در جایی که امکان احداث تراس های سکویی وجود داشته باشد ساخته می شوند. در اراضی با شیب یکنواخت پارامترهای مربوط به شیروانی تراس یکسان بوده در حالیکه در اراضی با شیب غیریکنواخت پارامترهای شیروانی تراس برابر نخواهند بود. در اراضی با شیب غیر یکنواخت در واقع تراسها به قسمتهای موازی با فواصل مختلف جهت تعدیل شیب تقسیم می شوند. عرض تراس های موازی می بایستی مضرری از عرض ماشین آلات مورد استفاده در اقدامات کشاورزی باشد که در حال حاضر یا آینده ممکن است مورد استفاده قرار گیرند. حجم خاکبرداری و خاکریزی در تراس های موازی باید به گونه ای باشد که شکل یکنواخت و مناسبی بر روی تراس ایجاد شود.

۲-۱-۲- تراس های سکویی غیر موازی^۲

در صورتیکه شیب منطقه پیش بینی شده برای تراس بندی یکنواخت نباشد، عرض تراس ها و یا شیروانی های آنها از هماهنگی و شباهت کامل برخوردار نبوده و تراس ها به صورت غیر موازی در خواهند آمد.

۲-۲- طبقه بندی بر اساس شیب طولی

شیب طولی تراس ها نیز به عنوان مبنایی برای طبقه بندی آنها به تراس های افقی و شیبدار مدنظر قرار گرفته است.

۱-۲-۲- تراس های افقی^۳

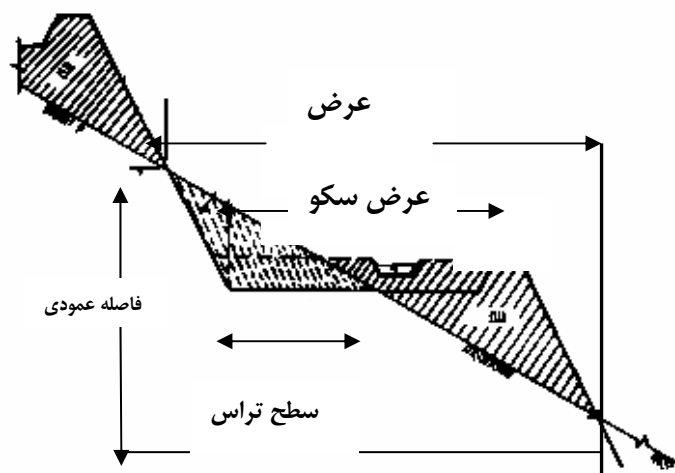
اینگونه تراس ها در مناطقی طراحی و اجرا می گردند که کنترل روانآب مقدم بر جلوگیری از فرسایش خاک باشد. میزان بارندگی در این مناطق کمتر از ۷۵۰ میلی متر و خاک هم کاملاً نفوذپذیر می باشد. این تراس ها بسیار صاف و مسطح بوده و کاملاً

^۱Parallel Bench Terraces

^۲Non - Parallel Bench Terrace

^۳Level (Retention) Terraces

بدون شیب هستند و در زمینهایی احداث می شوند که دارای شیب بسیار کمی بوده و بیشتر برای کنترل جریانهای سطحی و افزایش رطوبت نسبی خاک در نظر گرفته می شوند. احداث تراسهای افقی در مناطق با خطر لغزش توصیه نمی شود نمایی از اینگونه تراسها شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



شکل شماره ۲- نمای یک تراس سکویی افقی

۲-۲-۲- تراس های شیبدار^۱

تراس های شیبدار در مناطقی احداث می شوند که هدایت رواناب به خروجی های سیستم تراس بندی مدنظر باشد. اینگونه تراس ها را می توان در مناطق پرباران و همچنین در محیط هایی که خاک دارای نفوذپذیری کم باشد احداث نمود. شیب طولی تراس های شیبدار ممکن است ثابت و یا متغیر باشد در هر حالت نباید شیب طراحی از میزان شیب بحرانی خاک محل احداث در نظر گرفته شود. مجرای خروجی تراس های شیبدار می بایستی ظرفیت انتقال رواناب حاصل از بارش طراحی شده را به صورت امن داشته باشد.

۲-۳- طبقه بندی بر اساس مقطع عرضی

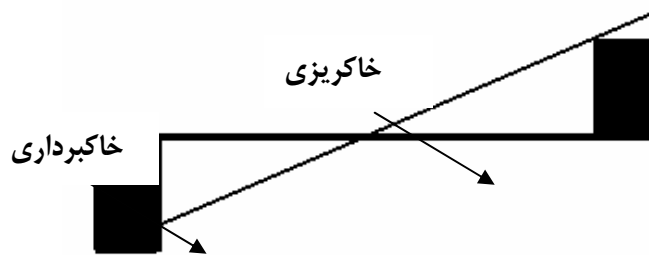
۲-۳-۱- تراس های بدون دیواره قائم

تراس های بدون دیواره و یا تراسهای با دیوار مایل معمولاً در اراضی که از لحاظ حاصلخیزی مناسب نبوده و همچنین خاک آن از ثبات بیشتری برخوردار باشد طراحی و اجرا می گردند. در واقع قسمتهای شیبدار بین دو تراس متوالی (دیواره تراس) بسته به نوع خاک ممکن است دارای شیب های متفاوت باشد. درصد شیب دیواره تراس های مایل به بافت، ساختمان، خصوصیات دانه بندی، و نوع خاک بستگی داشته به طوری که امکان ریزش و یا لغزش دیواره میسر نباشد. نمایی از این گونه تراس ها در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. تعیین عرض این تراس ها با شیبهای مختلف در جداول ضمیمه آورده شده است.

^۱ Graded Terraces

۲-۳-۲- تراس های با دیواره قائم

تراس هایی هستند که شیب دیواره تراس در آنها صفر بوده و طبعاً برای ایجاد سکو در زمین مورد نظر احداث دیواره های محافظ و نگهدارنده ضروری است. این نوع تراس ها معمولاً در اراضی با ارزش کشاورزی احداث می شود. شمای کلی این نمونه تراس ها در شکل شماره ۳ نشان داده می شود.

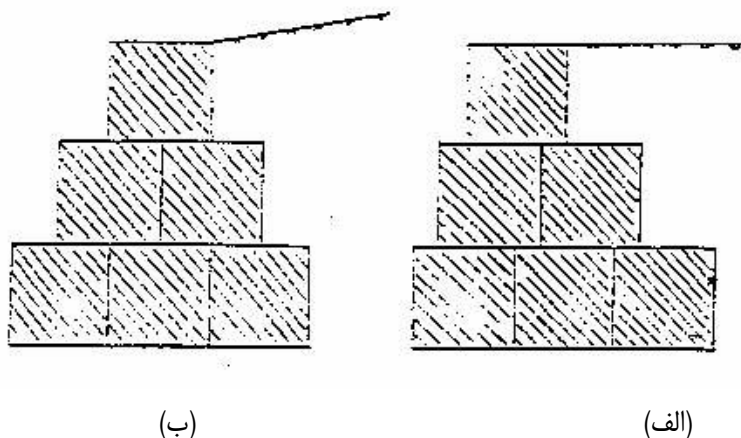


شکل شماره ۳ - نمای کلی تراس سکویی با دیواره قائم

اصولاً دیواره های محافظ به اشکال مختلف و از مصالح گوناگون ساخته شده که در زیر به آنها پرداخته می شود. استفاده از هر یک از آنها بستگی به اهداف اصلی تراس بندی، مصالح موجود، ارزش زمین، دانش فنی متخصصین محلی، مشخصات فنی تراس ها، نوع بهره برداری از زمین (ماشین، دستی) و شرایط فیزیکی زمین دارد.

۲-۳-۳-۱- دیواره های محافظ توریستی^۱

اینگونه دیواره های محافظ از مجموعه ای از قطعات سنگی تشکیل یافته که در قفسه های گابیونی یا توریستی جایگذاری شده اند. اصولاً چون دیواره های محافظ توریستی از انعطاف پذیری و استحکام بیشتری در مقابل نیروهای واژگونی برخوردار بوده لذا دارای کاربرد بیشتری هم می باشند. در صورتیکه در منطقه سنگ وجود داشته باشد می توان با استفاده از گابیون اقدام به اجرای دیواره محافظ توریستی نمود. طرح تیپ این دیواره در شکل شماره ۴ آورده شده است.



شکل شماره ۴- طرح تیپ دیواره محافظ توریستی در حالت بدون سربار(الف) و با سربار(ب)

^۱ Gabion Walls

۲-۳-۲- دیواره های محافظ سنگ و ملات^۱

دیواره های سنگ و ملات از لحاظ پایداری مقاومتر از دیواره های خشکه چین بوده و در مقابل فشار خاک تراس استحکام بیشتری دارند. این دیواره ها در تراس های با ارتفاع دیواره قائم بین ۱ تا ۲ متر طراحی و اجرا می شوند. معمولاً در اینگونه دیواره ها حجم مصالح به کار رفته زیاد بوده و در نتیجه سطح نسبتاً بیشتری از منطقه تراس بندی شده را اشغال می کنند.

۲-۳-۳- دیواره های محافظ بتونی^۲

این دیواره ها معمولاً از بتون ساخته می شوند و برای تراس های با ارتفاع بیش از ۲ متر به کار گرفته می شوند. دیواره های بتونی چون نسبت به دو دیواره قبلی حجم کمتری را در بر می گیرند. بنابراین سطح کمتری از تراس را نیز اشغال نموده و لذا با افزایش ارتفاع تراس در صورت دسترسی به مصالح می بایستی از این دیواره استفاده شود.

۲-۳-۴- دیواره های دیرک دار^۳

در دیواره های دیرک دار معمولاً دیواره تراس را با مصالحی مانند چوب و غیره نگهداری نموده و جهت افزایش پایداری از دیرکهای حائل استفاده می شود. فواصل این دیرکها می بایستی بر اساس ضوابط تعیین گردد. در هر حال فاصله بین دیرک ها بستگی به میزان فشار و نوع مصالح به کار رفته در دیواره محافظ خواهد داشت به اینگونه دیواره ها عنوان بست دار فشاری نیز گفته می شود.

۲-۳-۵- دیواره های بست دار کششی^۴

این دیواره محافظ ممکن است از یک ردیف سپرهای فلزی به هم دوخته شده که در داخل زمین فرورفته اند تشکیل گردد. اینگونه دیواره ها را معمولاً به وسیله مفتولی مقاوم می نمایند. این مفتول از یک طرف به دیواره و از طرف دیگر به سپری که در زمین طبیعی نصب گردیده متصل می شود. مفتول مربوط می بایستی حالت کششی داشته تا قادر به تحمل فشارهای متفاوت از طرف خاک تراس باشد.

۲-۳-۶- دیواره های محافظ خشکه چین^۵

اینگونه دیواره ها از قطعات سنگ بدون استفاده از ملات ساخته می شوند. این دیواره ها به علت عدم پایداری مناسب و ناپیوستگی قطعات سنگی دوام زیادی نداشته و ممکن است در اثر فشار حاصل از خاکریز تخریب شوند. بنابراین دیواره محافظ خشکه چین در تراس هایی می بایستی اجرا گردند که ارتفاع آنها بیشتر از یک متر نبوده و همچنین در منطقه قطعات سنگی مناسب نیز وجود داشته باشد. بدیهی است که جهت پایداری بیشتر اینگونه دیواره ها می بایستی شیب مناسبی به آن در قسمت پایین دست تراس داده شود.

¹ Masonary Walls

² Concerete Walls

³ Buttress Walls

⁴ Tensiened Supporter Walls

⁵ Loose Stone Walls

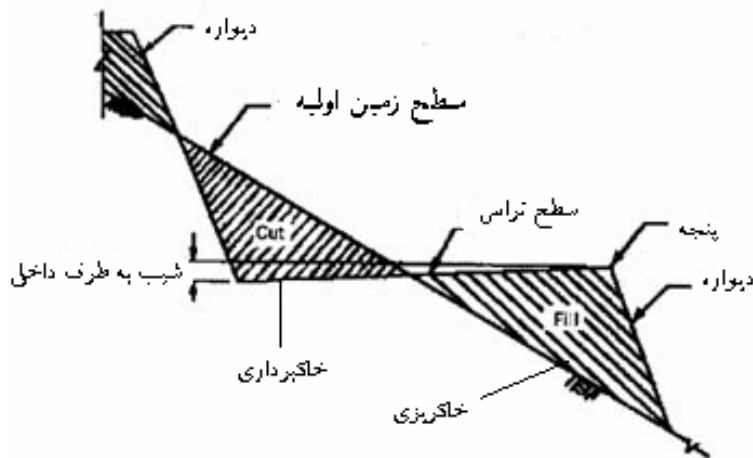
۲-۳-۳- تراس با دیواره مایل

اینگونه تراس ها از لحاظ شکل کلی شبیه به تراس های بدون دیواره قائم هستند با این تفاوت که در زمینهای با میزان سنگ فراوان و ضرورت حفاظت بیشتر، دیواره ها احداث شده و دیواره های آنها به صورت سنگچین حفاظت می گردند.

۲-۴- طبقه بندی بر اساس شیب عرضی

۲-۴-۱- تراس های سکویی با شیب عرضی به طرف داخل^۱

تراس های افقی را در مناطقی که دارای شیب نسبتاً زیادی باشد احداث می نمایند. در واقع در اراضی با شیب نسبتاً تند چون ارتفاع تراس افزایش یافته لذا برای جلوگیری از تخریب دیواره در اثر جاری شدن رواناب اقدام به ایجاد یک شیب معکوس تقریباً ۵٪ به طرف داخل تراس می نمایند. اینگونه تراس ها یک زهکش در قسمت داخلی خود داشته که در طول تراس به منظور انتقال رواناب حاصل بر سطح تراس به کانال خروجی با یک شیب ملایمی تعبیه می شود. باید توجه داشت که تراس های افقی با شیب به طرف داخل معمولاً در مناطقی با شیب تند و بارندگی زیاد و ظرفیت نفوذپذیری کم باشد احداث می شوند. این تراس در شکل شماره ۵ آورده شده است.



شکل شماره ۵ نمای یک تراس سکویی افقی با شیب عرضی به طرف داخل

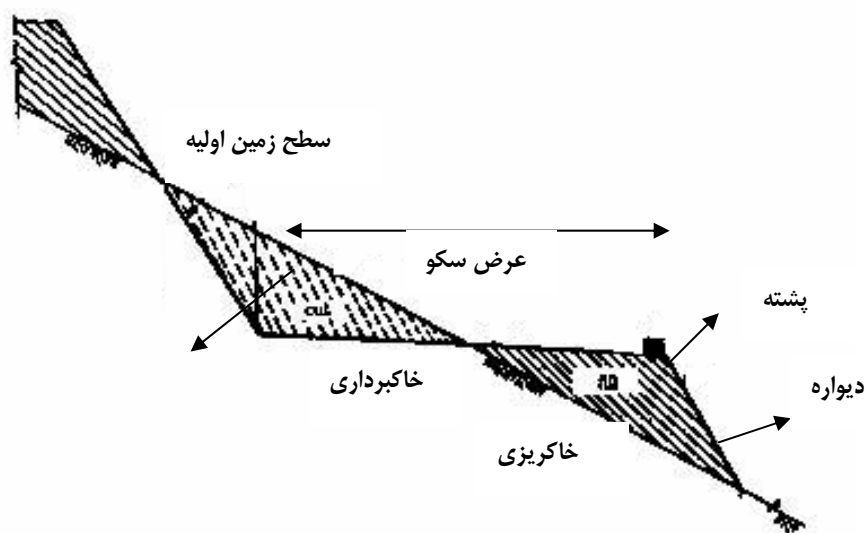
۲-۴-۲- تراس های سکویی با شیب عرضی به طرف خارج^۲

اینگونه تراس ها در مناطقی که دارای بارندگی کم و یا در خاکهایی با نفوذپذیری نسبتاً زیاد طراحی و اجرا می گردند. همچنین برای اراضی که شیب تقریباً کمی داشته باشند نیز می توان این تراس ها را در نظر گرفت. در واقع چنین تراس هایی شیب کم منطقه را به شیب های منقطع ۴ تا ۸ درصد تبدیل می نمایند. در ساخت این تراس ها بر روی خاکهایی که نفوذپذیری کمی دارند باید یک کانال

^۱ Inward(Reverse) Slopping Bench Terraces

^۲ Outward Slopping Bench Terraces

شیبدار در قسمت خارجی آن به منظور انتقال رواناب اضافی به کانال خروجی اصلی منطقه تراس بندی شده در نظر گرفت. برای جلوگیری از سرریز نمودن احتمالی هرزآب از روی دیواره تراس می توان به جای کانال شیبدار از یک پشته محکم کوبیده شده در لبه خارجی تراس استفاده کرد. این تراس در شکل شماره ۶ ارائه شده است.



شکل شماره ۶ تراس سکویی با شیب عرضی به طرف خارج

۲-۴-۳- تراس های افقی بدون شیب عرضی^۱

تراس های افقی بدون شیب عرضی در واقع در بین تراس های اشاره شده حالت نرمال را دارد و در خاکهایی که از لحاظ نفوذ پذیری متوسط باشند ساخته می شوند. اینگونه تراس ها در اکثر مواقع در اراضی کشاورزی به ویژه در برنجکاری که می بایستی آب بطور یکنواخت بر روی تراس در مواقع کاشت و داشت محصول مدت زمان زیادی باقی بماند ساخته می شوند. ضمناً این نوع از تراس ها در چنین کاربری هایی می بایستی دارای یک پشته محکم و کوبیده شده در لبه خارجی باشند تا آب اضافی بر روی تراس به تراس های پایین دست سر ریز نکند.

۲-۵-۵- طبقه بندی بر اساس خروجی

۲-۵-۱- تراس های بدون کانال خروجی

در تراس های بدون کانال خروجی معمولاً رواناب حاصل از بارندگی بر روی تراس بسیار کم بوده و لذا خطراتی از این لحاظ برای تخریب تراس وجود ندارد. در واقع اینگونه تراس ها در مناطقی ساخته می شوند که یا بارش طرح رواناب زیادی تولید نکند و یا اینکه خاک دارای نفوذپذیری زیادی داشته و خطر وقوع لغزش به دلیل نفوذ آب به داخل خاک وجود نداشته باشد.

^۱ Unslopping Bench Terraces

۲-۵-۲- تراس های با کانال خروجی

در مواقعی سیستم تراس بندی در یک منطقه ایجاب می نماید تا از یک کانال خروجی اصلی استفاده شود این کانال خروجی می تواند به صورت طبیعی و یا مصنوعی استفاده گردد. در هر دو نوع کانال خروجی وجود پوشش گیاهی دائمی برای جلوگیری از فرسایش خاک در داخل آنها ضروری است. کانال های طبیعی در شرایطی در نظر گرفته می شود که انتهای سیستم تراس بندی به یک آبراهه موجود در منطقه متصل شود. همچنین در مناطقی که در بالادست منطقه تراس بندی شده اقدام به احداث کانال انحرافی می شود بهتر است این کانال با کانال خروجی ارتباط پیدا نماید. کانال خروجی تراس ها ممکن است رو باز یا زیر زمینی باشد، شیب طولی کانال خروجی یا ثابت بوده و یا اینکه متغیر در نظر گرفته می شود. در بعضی مواقع به جای یک کانال رو باز از یک کانال زیرزمینی برای انتقال رواناب از سیستم تراس بندی استفاده می گردد. به هر حال بر اساس شرایط پستی و بلندی و خاک منطقه ممکن است ترکیبی از کانال های خروجی اشاره شده بالا برای سیستم تراس ها در نظر گرفته شود.

فصل سوم - معیارهای طراحی

در ابتدا باید محل مناسب احداث تراس‌ها در نظر گرفته شود پس از این مرحله نوبت به طراحی آنها می‌رسد. در طراحی تراس‌ها باید دقت کرد که همه جوانب در نظر گرفته شود. از مهمترین مسائلی که در طراحی تراس‌ها مد نظر قرار می‌گیرد فاصله عمودی تراس‌هاست که بر طبق آن می‌توان عرض تراس‌ها را نیز به دست آورد. همانطور که قبلاً اشاره شد عرض تراس‌ها به دو فاکتور اساسی نفوذپذیری خاک و شرایط بارندگی بستگی دارد. مساله دومی که در طراحی تراس‌ها باید در نظر گرفته شود تعیین شیب دیواره تراس در تراس‌های دیواره مایل است. شیب دیواره تراس بستگی به شیب طبیعی خاک تراس بندی شده دارد که به ضوابط مربوطه اشاره خواهد شد. گاهی ممکن است شیب دیواره تراس به دلیل شرایط خاصی منقطع نیز در نظر گرفته شود. مساله دیگری که در طراحی تراس باید مورد توجه قرار گیرد طراحی کانال‌های انحرافی و خروجی به منظور انتقال رواناب به منطقه مطمئن است و آخرین مساله‌ای که در طراحی تراس در نظر گرفته می‌شود طراحی دیواره‌های محافظ می‌باشد. آنچه که مسلم است به علت افزایش هزینه‌های تراس بندی حتی الامکان باید از احداث دیواره اجتناب شود.

۳-۱- انتخاب محل تراس بندی

- برای اجرای تراس بندی باید مطالعات گسترده‌ای صورت بگیرد که معمولاً منطبق با نوع استفاده از زمین و قابلیت اراضی می‌باشد ولی باید به خاطر داشت که در زمان طراحی به موارد زیر دقت شود:
- ۱- تراس بندی در مکانهای مسطح یا اراضی کشاورزی با تولید خوب و فاقد فرسایش خاک اجرا نمی‌شود بلکه در جایی احداث می‌شود که امکان ایجاد فرسایش وجود داشته باشد و با روشهای ساده مدیریت زراعی مانند تناوب یا کشت روی خطوط تراز نتوان آن را کنترل کرد.
 - ۲- منطقه دارای شیب ۶ تا ۳۳٪ باشد و شدت بارندگی بالا باشد و تراس بندی به عنوان تنها راه حل ممکن برای کنترل فرسایش در نظر گرفته شود.
 - ۳- خاک محل باید عمیق باشد و بیرون زدگی سنگی در آن وجود نداشته باشد.
 - ۴- خاک محل از نظر بافت و ساختمان مناسب بوده و معمولاً بافت لومی رسی مناسبتر می‌باشد.
 - ۵- محل مورد نظر بالقوه مستعد لغزش نباشد.
 - ۶- منطقه مورد نظر باید شیب یکنواختی داشته باشد.
 - ۷- منطقه مورد نظر باید دارای بارندگی سالانه بیش از ۴۰۰ میلی متر باشد.

۳-۲- فاصله گذاری بین تراس‌ها^۱

منظور از فاصله تراس‌ها، اختلاف عمودی^۲ بین دو تراس متوالی است که تقریباً دو برابر عمق خاکبرداری است. فاصله عمودی تراس‌ها به عمق خاک و شیب زمین بستگی دارد. باید در نظر داشت که عمق خاکبرداری نباید به اندازه‌ای باشد که سنگ مادر مشخص

^۱ - Terrace Spacing

^۲ - Vertical Interval

شود زیرا این مساله باعث ناکارآمدی سیستم تراس بندی خواهد شد. به علاوه اینکه عمق بیشتر خاکبرداری ممکن است باعث ناپایداری زمین به خصوص در مناطق شیب زیاد شود. این قانون یک قانون ساده است که می‌تواند خیلی سریع برای تعیین فاصله عمودی تراس ها به کار برده شود. اما باید توجه شود که دو عامل اساسی که در تعیین فاصله بین تراس ها در نظر گرفته می‌شود خاک و شیب زمین هستند و با توجه به این دو عامل عرض تراس هم باید به اندازه‌ای باشد که کشاورزی هم بر روی آن اقتصادی باشد.

برای تعیین فاصله عمودی بین تراس ها می‌توان مراحل زیر را دنبال نمود:

- تعیین حداکثر عمق خاک زراعی که یکی از مهمترین فاکتورهاست که تراس را برای کشاورزی مناسب می‌سازد.
- محاسبه حداکثر عمق خاکبرداری با توجه به عمق سنگ مادر و عمق خاک روی آن و با توجه به محصولات زراعی که در آینده روی آن کاشته خواهند شد. باید به خاطر داشت که عمق خاکبرداری به اندازه‌ای باشد که عرض تراس هم اقتصادی باشد.
- بعد از تعیین عمق خاکبرداری برای دانستن عرض نهایی تراس با توجه به شکل شماره ۷ می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

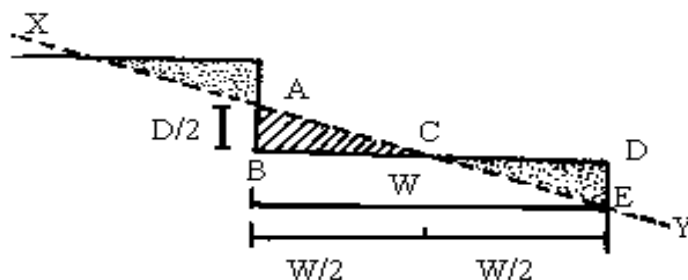
$$W = 200D/S \quad (1)$$

که در آن :

W = عرض تراس (متر)

D = عمق خاکبرداری (متر)

S = درصد شیب زمین



اجزای مختلف تراس

با عرض و عمق

خاکبرداری

شکل شماره ۷ -

سکوپی در ارتباط

باید توجه داشت که عرض برآورد شده تراس ها بر اساس روش‌های فوق ممکن است تا حدود ۱۰٪ افزایش یا کاهش داشته باشد. منظور از ۱۰ درصد تعدیل، اجرای مسیر بهتر برای تراس‌ها و دور زدن موانع مصنوعی و طبیعی احتمالی در مسیر، در نظر گرفتن تردد ماشین آلات کشاورزی و یا رسیدن به یک خروجی مناسبتر است. همچنین ممکن است ۱۰ درصد به عرض تراس هایی که دارای خروجی زیر زمینی هستند و یا اینکه فاقد خروجی بوده افزوده شود.

کلیه انواع تراس هایی که در این استاندارد به آنها اشاره شده است و برای کنترل فرسایش و حفاظت آب و خاک در نظر گرفته

می‌شوند باید از طریق روش‌های ارایه شده طراحی گردند. در صورتی که اطلاعات و آمار منطقه در دسترس نباشد می‌توان برای طراحی از جداول ارایه شده در همین استاندارد استفاده نمود. عرض تراس‌های منظور شده برای اراضی کشاورزی که از کشت‌های ردیفی استفاده خواهند نمود بهتر است جهت سهولت مراحل کاشت، داشت و برداشت توسط تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی تعیین شود. برای رعایت این مساله عرض تراس‌ها را ۹، ۱۸، یا ۳۶ متر در نظر می‌گیرند.

ارتفاع دیواره تراس‌ها نباید بیشتر از ۲/۵ متر باشد زیرا در این صورت وضعیت پایداری دیواره ترس مطلوب نخواهد بود. بنابراین در مناطقی که ارتفاع دیواره تراس بیش از میزان فوق‌الذکر باشد باید دیواره تراس به صورت منقطع طراحی گردد. در چنین حالتی ایجاد یک پیشخوان به عرض حداکثر ۱ متر ضروری خواهد بود. رعایت این مساله هم در تراس‌های با دیواره مایل و هم در تراس‌های به دیواره قائم الزامی است.

فاصله عمودی تراس‌ها (V.I) بر حسب متر بعد از تعیین عرض تراس با استفاده از فرمول‌های زیر به دست می‌آید:

برای شیب دیواره کوبیده شده ۱:۰٫۵

$$V.I = W.S / (100 - S) \quad (2)$$

برای شیب دیواره کوبیده شده ۱ : ۰٫۵

$$V.I = 2W.S / (200 - S) \quad (3)$$

بدیهی است فاصله عمودی تراسها در موقع استفاده از دیواره‌های عمودی تنها با تغییر شکل رابطه (۱) محاسبه خواهد شد. با توجه به فرمول بالا می‌توان نتیجه گرفت که اگر شیب زمین ثابت باشد هر چه فاصله عمودی بیشتر باشد عرض تراس هم بیشتر می‌شود.

۳-۲-۱- فرمول تئوری

مورگان^۱ (۱۹۸۶) فرمول زیر را برای تعیین فاصله مورب بین تراس‌ها ارایه کرد:

$$L = V^{5/2} \cdot n^{3/2} / (R - i) \cos\theta \cdot \sin\theta^{3/4} \quad (4)$$

که در آن:

R = ضریب فرساینده‌گی باران برای بارندگی یک‌ساعته با دوره بازگشت ده‌ساله

i = شدت بارندگی یک‌ساعته با دوره بازگشت ده‌ساله

V = حداکثر سرعت مجاز (متر بر ثانیه)

n = ضریب مانینگ (برای خاکهای لخت ۰/۲)

θ = زاویه تندى شیب

برخی از مقادیر V در جدول شماره ۱ آمده است. اگر L از رابطه (۴) محاسبه گردد مقدار V.I هم از رابطه (۵) به دست می‌آید:

$$V.I = L \sin\theta \quad (5)$$

^۱ Morgan

جدول شماره ۱ - سرعت مجاز در زمینهای با شرایط متفاوت

ردیف	نوع و پوشش زمین	سرعت مجاز در شرایط گیاهی مختلف (متر بر ثانیه)		
		زمین فاقد پوشش گیاهی	پوشش چمنی متوسط	پوشش چمنی خوب
۱	خاک شنی خیلی سبک	۰/۳	۰/۷۵	۱/۵
۲	خاک شنی سبک	۰/۵	۰/۹	۱/۵
۳	خاک شنی درشت	۰/۷۵	۱/۲۵	۱/۷
۴	خاک شنی	۰/۷۵	۱/۵	۲
۵	خاک رسی لومی	۱	۱/۷	۲/۳
۶	خاک رسی سخت	۱/۵	۱/۸	۲/۵
۷	سنگریزه درشت	۱/۵	۱/۸	-
۸	شیل	۱/۸	۲/۱	-
۹	سیمان سخت	۲/۵	-	-

۳-۲-۲- فرمولهای تجربی

برای محاسبه فاصله عمودی بین تراسهای سکویی فرمولهای زیادی ارایه شده است که همگی به شکل کلی زیر هستند:

$$V.I = a.S + b \quad (۶)$$

که در آن S درصد شیب، a و b ضرایب ثابت هستند که با توجه به مناطق مختلف متفاوت است. به طور مثال این ضرایب برای آمریکا به این صورت است که a برای آمریکای جنوبی $۰/۳$ و برای آمریکای شمالی $۰/۶$ است و b با توجه به فرسایندگی باران بین ۱ تا ۲ می باشد. که البته فرمولهای دیگری هم برای مناطق مختلف جهان ارایه شده است. دوتا^۱ (۱۹۸۶) با استفاده شیب زمین و عرض تراسهای سکویی مقادیر مربوط به فاصله عمودی آنها را به صورت جدول ۲ ارایه نموده است.

^۱ Dutta

جدول شماره ۲ - فاصله عمودی به متر در تراس های سکویی افقی با توجه به شیب زمین و عرض تراس

عرض سکو- متر						درصد شیب
۵۰	۳۰	۲۰	۱۰	۵	۲	
۱	۰/۶	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۴	۲
۲/۵	۱/۵	۱	۰/۵	۰/۲۵	۰/۱	۵
۵	۳	۲	۱	۰/۵	۰/۲	۱۰
۱۰	۶	۴	۲	۱	۰/۳	۲۰
۱۵	۹	۶	۳	۱/۵	۰/۶	۳۰

عرض تراس ها به استفاده ای که بعد از احداث از آنها می شود بستگی دارد. بعد از تعیین عرض تراس، عمق خاکبرداری یا فاصله بین تراس های سکویی به وسیله فرمول های زیر به سادگی محاسبه می شود:

- زمانی که شیب خاکبرداری عمودی باشد با توجه به شکل شماره ۷ و رابطه (۱)، عمق خاکبرداری (D) به متر به صورت زیر محاسبه می شود:

$$D = W.S/200 \quad (۷)$$

- زمانی که شیب خاکبرداری تراس ۱:۱ باشد عمق خاکبرداری از رابطه زیر به دست می آید:

$$D = W.S/ (100- S) \quad (۸)$$

- زمانی که شیب خاکبرداری تراس ۱:۰/۵ باشد عمق خاکبرداری به صورت زیر به دست می آید:

$$D = 2W.S/ (200 + s) \quad (۹)$$

به هر حال عمق خاکبرداری و عرض سکو بسته به شیب زمین و وضعیت خاک تعدیل می شود. نظر به تجربیات به دست آمده و مشاهدات صحرائی در کشور عموماً عمق خاکبرداری در سیستم تراس بندی در حد یک تا یک و نیم متر محدود می شود.

۳-۲-۳- استفاده از معادله جهانی فرسایش خاک

اگر اطلاعات مربوط به معادله جهانی فرسایش خاک هم موجود باشد حداکثر فاصله عمودی را برای تراس های شیبدار و افقی می توان به دست آورد. تعیین فاصله به نحوی خواهد بود که مقدار فرسایش خاک در حد مجاز در نظر گرفته شود.

$$LS = R.K.C.P/E \quad (۱۰)$$

که در آن :

$$L.S = \text{فاکتور توپوگرافی}$$

$$R = \text{فاکتور فرساینده باران}$$

$$K = \text{فاکتور فرسایش پذیری خاک}$$

$$C = \text{فاکتور مدیریت زراعی}$$

P = فاکتور مدیریت اراضی

E = میزان فرسایش مجاز خاک

پس از تعیین LS با توجه به اینکه شیب طبیعی زمین مشخص است می‌توان مقدار عامل L را تعیین و پس از محاسبه طول شیب با استفاده از معادله مورد استفاده در محاسبه عامل طول شیب در رابطه جهانی فرسایش خاک، اختلاف ارتفاع دو تراس متوالی را بر اساس رابطه ۵ محاسبه نمود.

۳-۳- شیب به طرف داخل و خارج^۱

شیب‌های داخلی و یا خارجی در تراس‌های سکویی به نوع خاک و میزان بارندگی متوسط منطقه بستگی دارد. شیب داخلی بین ۲ تا ۱۰ درصد تغییر می‌کند و شیب خارجی بین ۲ تا ۸/۵٪ متغیر است.

۳-۴- زمین از دست رفته در احداث تراس

در عملیات تراس بندی به دلیل آنکه سطح شیب‌دار به سطح افقی تبدیل می‌شود، از مساحت اراضی شیب‌دار به نسبت $L' \cos \alpha$ کاسته می‌شود. L' طول زمین واقعی (شیب‌دار) و α زاویه شیب است. حال اگر تراس بندی با دیواره مایل یا طبیعی صورت گیرد سطح دیگری از زمین نیز به دلیل ایجاد فضای مناسب برای پایداری دامنه شیب‌دار تراس اشغال می‌شود که برابر است با تفاضل نسبت شیب زمین به شیب دامنه شیب‌دار تراس، و عدد یک. ولی موضوعی که عملیات تراس بندی در اراضی شیب‌دار را به سادگی توجیه می‌نماید ایجاد امکان استفاده از اراضی شیب‌دار و سپس افزایش بهره‌وری آنها است. از این رو باید توجه داشت که در تراس بندی مقداری از زمین زراعی (A_L) از دست می‌رود که از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

- زمانیکه شیب دیواره تراس ۱:۱ باشد مقدار زمین از دست رفته برابر خواهد بود با :

$$A_L = S + 200 / (200/S + S/100) \quad (11)$$

- زمانیکه شیب دیواره تراس ۱:۰/۵ باشد درصد زمین از دست رفته به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$A_L = S + 100 / (200/S + S/100) \quad (12)$$

۳-۵- تعیین شیب دیواره تراس

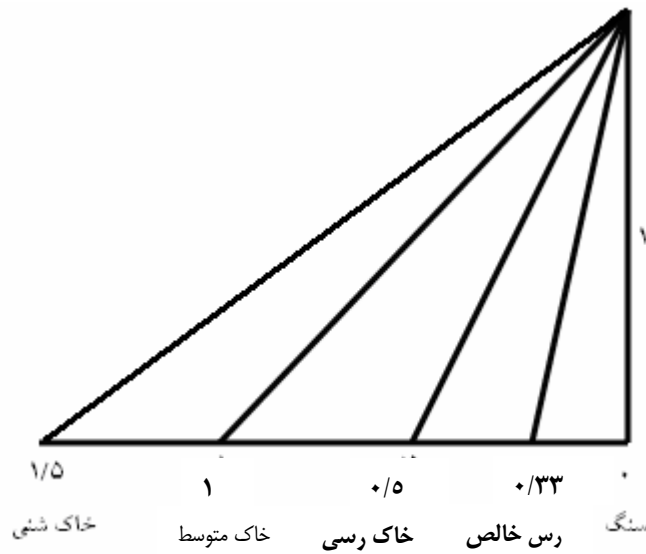
۳-۵-۱- روش تجربی

یکی از روش‌های تجربی و بسیار ساده برای تعیین شیب دیواره تراس این است که خاک منطقه مورد نظر برای تراس بندی از یک ارتفاع ۳۰ تا ۴۰ سانتی متری از سطح زمین به صورت کپه‌ای بر روی هم ریخته و سپس زاویه بین سطح خارجی خاک کپه شده با سطح افق اندازه‌گیری و آن را به عنوان شیب دیواره تراس در نظر می‌گیرند. در واقع شیب به دست آمده از این روش شیب طبیعی خاک است.

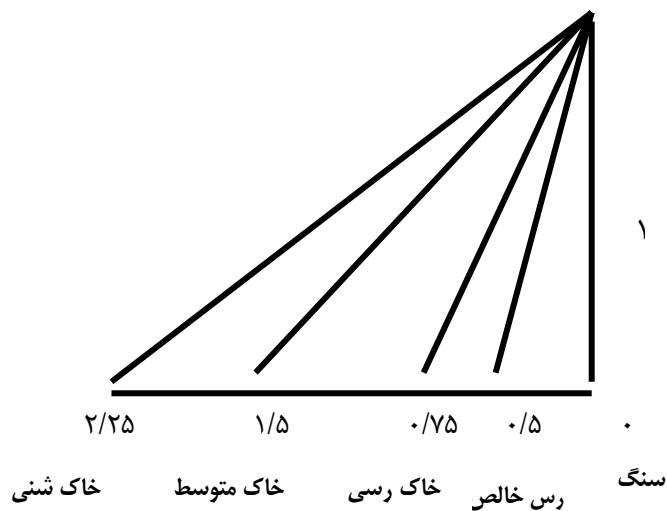
¹ Inward and Outward Slope

۳-۵-۲- روش تئوری

در این روش پس از تعیین بافت خاک محل مورد نظر برای تراس بندی به مشخص نمودن شیب دیواره تراس می توان اقدام نمود در این رابطه جداول و نمودارهای بسیار زیادی وجود دارد که یک نمونه از آن در شکل های شماره ۸ و ۹ ارایه شده است. برای جلوگیری از فرسایش خاک دیواره تراس با توجه به امکانات محلی باید اقدام شود. سطح خاک دیواره تراس می بایستی توسط مواد مقاوم به فرسایش پوشانده شود.



شکل شماره ۸ نمودار تعیین شیب دیواره خاکبرداری تراس سکویی مایل



شکل شماره ۹ نمودار تعیین شیب دیواره خاکریزی تراس سکویی مایل

۳-۶- شیب کانال

شیب کانال انتقال آب باید به اندازه ای باشد که ضمن عدم ایجاد فرسایش، رواناب تولیدی نیز به سهولت از کانال مذکور قابل تخلیه باشد. معمولاً برای خاک های با زهکشی خوب شیب صفر درصد و برای خاک های با زهکشی کم شیبی در حدود ۰/۲ درصد کافی خواهد بود.

۳-۷- پشته خاکی

ترانس های افقی یا ترانس های با شیب به طرف خارج در بعضی مناطق نیاز به پشته خاکی در لبه خارجی دارند. این پشته خاکی به منظور نگهداری آب اضافی از روی ترانس پیش بینی شده است که در طراحی منظور می گردد. پشته خاکی معمولاً دارای ارتفاعی در حدود ۰/۳ متر و عرض کف ۰/۷۵ متر و یا شیب ۱:۱ در نظر گرفته می شود. در صورتیکه از ترانس های افقی برای زراعت هایی استفاده شود که نیاز به آبیاری به روش غرقابی باشد، سطح مقطع پشته خاکی را ۰/۴۵ مترمربع در نظر می گیرند. در این حالت ارتفاع پشته ۰/۵ متر و عرض کف ۱/۵ متر و عرض بالا ۰/۳ متر خواهد بود. در صورتیکه ارتفاع رواناب براساس دبی طراحی بر روی ترانس از میزان فوق الذکر بیشتر باشد می بایستی ارتفاع پشته خاکی بر طبق ارتفاع رواناب طراحی گردد. در صورتیکه برای ترانس ها کانال و یا پشته خاکی در نظر گرفته نشود میزان نفوذپذیری خاک ترانس باید به اندازه ای باشد که قادر به تخلیه رواناب ناشی از رگبارهای ۴۸ ساعته باشد.

۳-۸- کانال خروجی

کلیه ترانس ها می بایست دارای کانال های خروجی باشند مگر در مورد ترانس های افقی که به وجود کانال خروجی نیازی نمی باشد. تجهیزات مربوط به کانال های خروجی بر حسب تیپ ترانس ها با هم متفاوت خواهند بود. کانال های خروجی ممکن است روباز یا زیر زمینی باشند. کانال خروجی می بایستی بر اساس فرمول مانینگ طراحی شوند، بطوریکه قادر به تخلیه رواناب ناشی از رگبار ۴۸ ساعته با دوره برگشت ۱۰ سال باشند. برای طراحی کانال های خروجی ترانس هایی که بر روی خاک های با زهکشی ضعیف احداث خواهند شد محاسبه ظرفیت کانال خروجی بر اساس رگبارهای کوتاه مدت مناسبتر می باشد. در ترانس های شیبدار کانال انتقال آب می بایستی دارای ظرفیت کافی برای رگبارهای ۲۴ ساعته با دوره برگشت ۱۰ ساله باشند. در تعیین ظرفیت کانال می توان از فرمول مانینگ برای مشخص نمودن پارامترهای مربوط به سطح مقطع استفاده نمود. در این رابطه در نظر گرفتن ضریب زبری مانینگ برابر با ۰/۰۳۵ می تواند کافی باشد، همچنین حداکثر سرعت مجاز برای خاک های دارای مواد آلی زیاد برابر با ۰/۸ متر بر ثانیه و برای اکثر خاک ها ۰/۶ متر بر ثانیه و نیز برای خاک های تقریباً فرسایش پذیر ۰/۵ متر بر ثانیه در نظر گرفته می شود. به هر حال در صورتیکه برای کانال پوشش گیاهی در نظر گرفته شود ضرورت خواهد داشت که تا ضریب مانینگ و سرعت مجاز از جداول مربوطه تعیین گردند. جدول شماره ۳ ضریب مانینگ را در آبراهه های دارای پوشش گیاهی را نشان می دهد.

جدول شماره ۳ مقدار ضریب n در آبراهه های دارای پوشش گیاهی

ردیف	شرح	ضریب مانینگ (n)
۱	چمن متراکم و بلند (بلندتر از ۶۰ سانتی متر)	۰/۰۲ - ۰/۰۶
۲	چمن بلند (۲۵ تا ۶۰ سانتی متر)	۰/۰۴ - ۰/۰۵
۳	چمن متوسط (۱۵ تا ۲۰ سانتی متر)	۰/۰۳ - ۰/۰۸
۴	چمن کوتاه (۵ تا ۱۵ سانتی متر)	۰/۰۳ - ۰/۰۶
۵	چمن خیلی کوتاه (کوتاهتر از ۵ سانتی متر)	۰/۰۲ - ۰/۰۴

۳-۹- طراحی دیواره های محافظ

دیواره های محافظ در واقع از حرکت قسمت خاکریزی شده در تراس ها جلوگیری می کنند که یا به صورت وزنی و یا به صورت غیر وزنی می باشند که انواع موارد کاربرد آنها قبلاً ارایه شده است. در واقع دیواره های محافظ وزنی فشار خاک را با وزن خود تحمل می کنند در حالیکه دیواره های غیر وزنی با تکیه گاه های مرتبط در مقابل نیروی واژگونی مقاومت می نمایند. طراحی دیوارهای محافظ نیز به واسطه اهمیت قابل توجه آنها در کنترل بخش خاکریزی سکوها از حساسیت زیادی بر خوردار بوده که در ذیل مشخصات مربوط به ابعاد و پی آنها ارایه شده است.

۳-۹-۱- تعیین ابعاد دیواره های محافظ

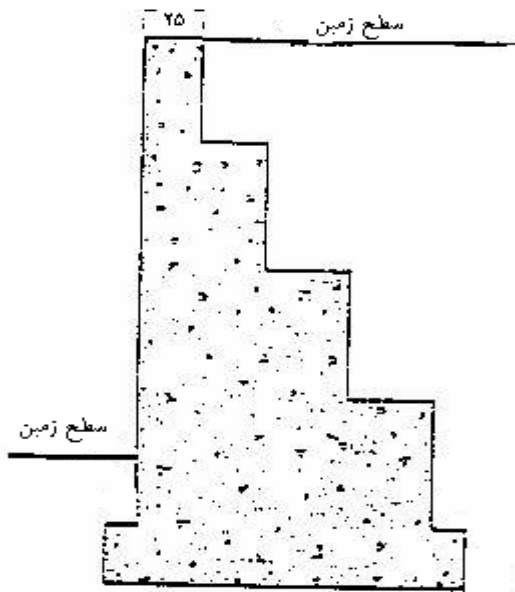
اصولاً ابعاد دیواره های محافظ با افزایش ارتفاع تراس زیاد شده و روی این اصل هزینه های احداث دیواره های محافظ نیز بیشتر خواهد شد. از طرفی همانطور که قبلاً اشاره شد ارتفاع تراس به لحاظ رعایت مسائل فنی نباید بیش از ۲/۵ متر در نظر گرفته شود. در تراس های افقی با شیب به طرف خارج و همچنین در تراس های افقی که حرکت ماشین آلات کشاورزی برای عملیات کاشت، داشت و برداشت محصول صورت پذیرد علاوه بر فشار خاک نیروی مضاعفی بر دیواره وارد خواهد شد. این بار اضافی را که ناشی از شیب خاک و یا حرکت ماشین آلات می باشد بعنوان نیروی سربار دیواره های محافظ اطلاق می گردد و لذا در طراحی دیواره های محافظ وزنی که با سنگ و بتون ساخته خواهند شد این دو فشار می بایست منفک از یکدیگر در نظر گرفته شوند. در جداول شماره ۴ و ۵ ابعاد دیواره محافظ سنگی- ملاتی در دو حالت بدون سربار و دارای سربار ارایه شده است و طرح تیپ آنها در اشکال شماره ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۴ ابعاد دیواره محافظ سنگ - ملاتی در حالت بدون سربار

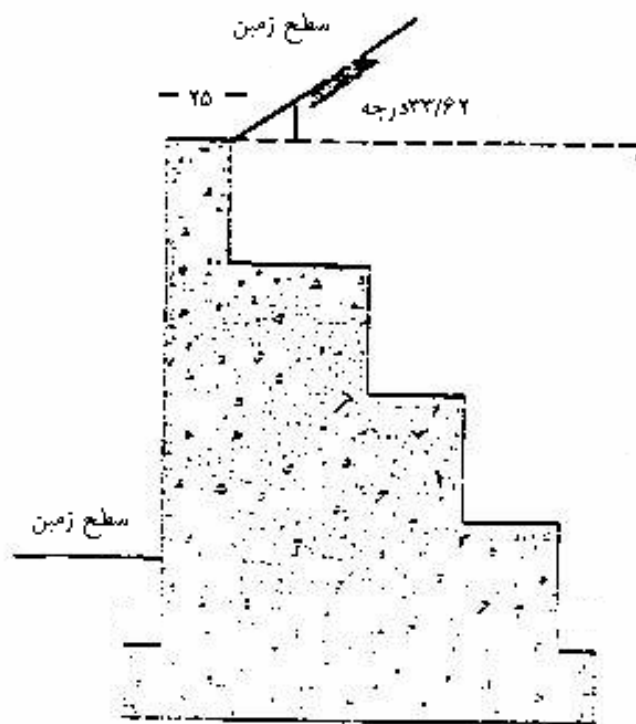
ملاحظات	ضخامت تحتانی (cm)	ارتفاع دیواره (cm)	ردیف
طرح تیپ دیواره محافظ مزبور در شکل شماره ۱۰ آورده شده است.	۷۰	۹۰	۱
	۸۰	۱۲۰	۲
	۹۰	۱۵۰	۳
	۱۰۵	۱۸۰	۴
	۱۱۵	۲۱۰	۵
	۱۳۰	۲۴۰	۶
	۱۴۵	۲۷۰	۷
	۱۶۰	۳۰۰	۸

جدول شماره ۵ ابعاد دیواره محافظ سنگی - ملاتی در حالت سربار شیبدار

ملاحظات	ضخامت تحتانی (cm)	ارتفاع دیواره (cm)	ردیف
طرح تیپ دیواره محافظ مزبور در شکل شماره ۱۱ آورده شده است.	۷۵	۹۰	۱
	۹۰	۱۲۰	۲
	۱۰۵	۱۵۰	۳
	۱۲۵	۱۸۰	۴
	۱۴۵	۲۱۰	۵
	۱۶۵	۲۴۰	۶
	۱۹۰	۲۷۰	۷
	۲۱۰	۳۰۰	۸



شکل شماره ۱۰ طرح تیپ دیواره محافظ سنگی - ملاتی بدون سربار



شکل شماره ۱۱ طرح تیپ دیواره محافظ سنگی - ملاتی با سربار

جدول شماره ۶ ابعاد استاندارد توصیه شده و شکل شماره ۴ نمای کلی دیواره های محافظ گابیونی را نشان می دهد.

جدول شماره ۶ ابعاد دیواره محافظ توریسنگی در حالت سرپار و بدون سرپار

ردیف	ارتفاع دیواره (m)	ضخامت تحتانی (m)	ضخامت فوقانی (m)	ملاحظات
۱	۱	۱	۱	طرح تیپ این دیواره
۲	۲	۲	۱	در شکل ۴ آورده شده
۳	۳	۳	۱	است.

جدول مذکور بر اساس محاسبات بعمل آمده برای خاکهای با وزن واحد حجم ۱۶۰۰ کیلوگرم در متر مکعب و دارای وزن مخصوص بیشتر از ۲۴۰۰ کیلوگرم در متر مکعب تهیه و به عنوان استاندارد ارایه شده اند. جدول شماره ۷ وزن مخصوص سنگهای مختلف مورد استفاده در ساخت دیوارهای محافظ نشان داده شده است.

جدول شماره ۷ وزن مخصوص سنگهای مختلف مورد کاربرد در دیواره محافظ

ردیف	نوع سنگ	وزن مخصوص (kg /m ³)
۱	بازالت	۲۹۰۰
۲	گرانیت وسینیت	۲۶۰۰
۳	سنگ آهک سخت	۲۶۰۰
۴	دیوریت و گابرو	۲۹۰۰
۵	شیست	۲۷۰۰

۳-۹-۲- تعیین ابعاد پی دیواره محافظ

حفظ پایداری دیواره های محافظ ساخته شده در سیستم های تراس بندی علاوه بر ضرورت تعادل نیروهای وارده از خاک و وسایل مورد استفاده به دیواره، به قدرت تحمل نوع خاک بستر تحت پوشش سیستم بستگی دارد. قدرت تحمل خاک های مختلف به بارگذاری در جدول شماره ۸ خلاصه شده است. در صورتیکه خاک محل مورد نظر برای تراس بندی با دیواره محافظ دارای قدرت تحمل کمتر از جدول شماره ۸ باشد می بایستی نسبت به افزایش طول پی در قسمت پشت و یا جلوی دیواره و یا در هر دو قسمت اقدامات لازم را به عمل آورد. همچنین عمق پی در دیواره های محافظ معمولاً یک پنجم ارتفاع دیواره منظور می گردد.

جدول شماره ۸ قدرت بارگذاری خاکهای مختلف

ردیف	نوع خاک	قدرت تحمل kg/cm^2
۱	رس	۱
۲	ماسه و رس مخلوط	۲
۳	خاک آبرفتی و لای	۲/۵
۴	رس سخت و ماسه فشرده محکم	۴
۵	ماسه ریز (با تراکم زیاد)	۴/۵
۶	ماسه متراکم و سیمانی شده	۵

فصل چهارم - برنامه ریزی و تهیه نقشه های اجرایی

۴-۱- نقشه های توپوگرافی

با استفاده از نقشه های توپوگرافی سیستم های تراس بندی قابل برنامه ریزی هستند. یک نقشه با خطوط منحنی میزان ۰/۶ متر و یا کمتر می تواند کمک بسیار موثری در این مورد بنماید. بر روی شیب های ملایم نقشه های توپوگرافی که فاصله خطوط میزان آنها کمتر از ۰/۶ متر است مناسبتر خواهد بود. بر روی نقشه توپوگرافی می بایستی اقدامات ذیل را جهت برنامه ریزی به انجام رسانید:

۴-۱-۱- تعیین مرزهای دایمی

بر روی نقشه ابتدا می بایستی مرزهای دایمی منطقه شامل تپه ها، جاده ها، پل ها، آبراهه ها، صخره های سنگی مشخص و علامتگذاری شوند.

۴-۱-۲- تعیین موقعیت تراسها

در این مرحله بایستی کارهای صحرایی سیستم های تراس بندی شامل موقعیت کانالهای انحرافی، موقعیت کانالهای خروجی، موقعیت تغییر شیب های زمین، موقعیت جاده های دسترسی و موقعیت تراس های فوقانی و تحتانی بر روی نقشه منطقه مشخص شوند. در مورد تعیین موقعیت تراس های فوقانی و تحتانی حتماً باید قبلاً فواصل تراسها بر اساس ضوابط طراحی مشخص و همچنین اصلاح مسیر آنها بر مبنای معیارهای استفاده از سیستم های تراس بندی صورت پذیرفته باشد.

اصولاً در تراس های موازی باید توجه داشت که تراس های دوم و سوم از بالادست زمین نقش کلیدی را ایفا می نمایند. انتخاب یک تراس کلیدی بستگی به شرایط فیزیکی همچون موقعیت خروجیها، موقعیت تپه ها و یکنواختی شیب زمین دارد. حداکثر طول تراس ها بین ۱۰۵ تا ۱۲۰ متر در نظر گرفته شده و به آن طول بحرانی تراس می گویند. طول بحرانی تراس مسافتی را شامل می شود که بیش از آن حجم و سرعت رواناب از حد مجاز افزایش پیدا کرده و شرایط فرسایشی تراس را مهیا می سازد. در تراس های افقی، طول بحرانی تابعی از رواناب سطح بالادست سیستم تراس بندی به نسبت سطح مقطع کانال و تراس های مربوطه می باشد.

برای خروج آب اضافی از روی سطح تراس ها می توان از زهکش های عمودی که در محل انقطاع تراس ها واقع می شوند استفاده نمود. در تراس هایی که دارای انحراف زیادی می باشند حداقل شعاع انحنای مسیر تراسها باید ۳۰ متر باشد. ممکن است چند سیستم تراس بندی بر روی نقشه توپوگرافی تعیین و سپس مناسبترین آنها برای اجرای و ساخت پیشنهاد شود. تعداد خروجی های سیستم تراس بندی در یک هکتار معمولاً از رابطه زیر استفاده می شود:

$$N_0 = L / 2K \quad (13)$$

که در آن:

$$N_0 = \text{تعداد خروجیهای سیستم در هکتار}$$

$$L = \text{مجموع طول تراس}$$

$$K = \text{طول مجرای تراس (متر)}$$

کاربرد این فرمول زمانی است که از آبراهه های طبیعی برای خروجی استفاده نشود. در صورتیکه زمین مورد نظر برای ترانس بندی زیاد باشد و در نتیجه کانال های خروجی دارای شیب طولی زیاد باشد می توان جهت کاهش شیب طولی کانالها از تعدادی شیب شکن^۱ که معمولاً از نوع خشکه چین می باشد استفاده نمود.

۴-۲- تعیین حجم عملیات

۴-۲-۱- تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی ترانس ها

برای تعیین حجم عملیات خاکبرداری و یا خاکریزی در ترانس های با دیواره قائم در ابتدا سطح مقطع خاکبرداری و یا خاکریزی (شکل ۳) به صورت زیر محاسبه می شود:

$$CS = SW^2 / 8 \quad (14)$$

که در آن:

$$CS = \text{سطح مقطع مثلث خاکبرداری (متر مربع)}$$

$$S = \text{درصد شیب زمین}$$

$$W = \text{عرض ترانس (متر)}$$

حال در صورتیکه طول ترانس مشخص باشد، در صورت ضرب مقدار حاصل از رابطه (۱۴) در آن، حجم عملیات خاکی مربوط به یک ترانس مشخص می شود. نهایتاً با تقسیم طول زمین مورد نظر بر عرض ترانس، تعداد ترانس مشخص که از ضرب آن در حجم عملیات مربوط به یک ترانس، امکان محاسبه حجم عملیات خاکی سیستم ترانس بندی ممکن خواهد بود. حال اگر وسعت زمین مورد نظر یک هکتار و ابعاد آن هر کدام ۱۰۰ متر باشد حجم عملیات خاکی (خاکبرداری یا خاکریزی) با استفاده از رابطه زیر که حاصل توضیحات بالا می باشد محاسبه می گردد:

$$E_w = 1250S \quad (15)$$

که در آن:

$$E_w = \text{حجم عملیات خاکبرداری در یک هکتار ترانس بندی بر حسب مترمکعب}$$

$$S = \text{شیب طبیعی زمین (متر بر متر)}$$

$$W = \text{عرض کل ترانسها (متر)}$$

^۱ Drap

برای تعیین حجم عملیات خاکبرداری و یا خاکریزی در تراس های با دیواره مایل نیز به ترتیب ارایه شده در بالا عمل شده و تنها در اعمال یک $(1 - S/P)$ متفاوت می باشند. حجم عملیات خاکی در سیستم تراس بندی مایل در زمینی با ابعاد ۱۰۰ متر از رابطه زیر محاسبه می شود

$$E_w = 1250SW (1 - S/P) \quad (16)$$

در رابطه فوق کلیه فاکتورها همانند رابطه قبلی بوده با تفاوت که در این رابطه شیب دیواره مایل تراس بر حسب متر بر متر می باشد. برای مثال حجم خاکبرداری در یک سیستم تراس بندی با دیواره محافظ به طول ۳۰۰ متر، با شیب زمین ۱۰ درصد در ۶ ردیف و به عرض ۱۶ متر برابر با ۹۶۰ متر مکعب برای یک متر تراس و نهایتاً ۵۷۶۰ مترمکعب برای کل سیستم می باشد. حال آنکه همین زمین برای تراس بندی با دیواره مایل با شیب ۴۰ درصد و طول مفید تراس ۱۲ متر مورد استفاده قرار گیرد، حجم عملیات مربوط به هر تراس ۷۲۰ مترمکعب و حجم عملیات کل سیستم برابر با ۴۳۲۰ متر مکعب می باشد.

به همین ترتیب میزان حجم کار خاکی در تراس های افقی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$E_w = 1250VI = 1250(W.S/100) \quad (17)$$

و برای تراس های با شیب به طرف داخل:

$$E_w = 1250.VI = 1250W(S+s)/100 \quad (18)$$

و برای تراس های با شیب به طرف خارج:

$$E_w = 1250VI = 1250W(S-s)/100 \quad (19)$$

که در این فرمولها :

$$S = \text{شیب زمین}$$

$$s = \text{شیب عرضی به طرف داخل یا خارج}$$

۴-۲-۲- تعیین حجم دیواره های محافظ

به منظور تعیین حجم دیوارها که برای جلوگیری از تخریب خاک قسمت های خاکریزی شده تراس ها پیش بینی شده است از

رابطه زیر می توان استفاده کرد:

$$V_w = H.e.L.N \quad (20)$$

که در آن :

$$V_w = \text{حجم دیواره محافظ در یک هکتار بر حسب متر مکعب}$$

$$H = \text{رتفاع دیواره (متر)}$$

$$e = \text{ضخامت متوسط دیواره (متر)}$$

$$L = \text{طول کل تراس در یک هکتار (متر)}$$

$$N = \text{تعداد تراس در یک هکتار}$$

برای مثال حجم عملیات دیواره سازی در مثال ارایه شده برای حجم عملیات خاکی سیستم تراس بندی با دیواره عمودی، در صورتیکه ضخامت دیواره ۳۰ سانتی متر باشد، برابر با ۸۶۴ متر مکعب خواهد بود. در مورد تعیین حجم عملیات خاکبرداری در کانالهای خروجی و انحرافی و نیز کانالهای انتقال آب تراس ها معمولاً سطح مقطع هر یک در طول کل آنها ضرب خواهد شد.

۴-۳- تعیین هزینه عملیات

با توجه به اینکه در احداث تراس در اکثر مواقع از ماشین آلات سنگین مانند بلدوزر، لودر، گریدر و بیل مکانیکی استفاده می شود بنابراین ذیلاً برای تعیین ساعت کارکرد هر یک از دستگاههای مذکور مطالبی ارایه خواهد شد.

۴-۳-۱- ساعت کار ماشین آلات تراس بندی

بطور کلی هر یک از ماشین آلات در تراس بندی کاربرد خاصی داشته که در این رابطه بلدوزر جهت خاکبرداری و خاکریزی مقطع تراس، گریدر جهت شیب بندی و تسطیح و بیل مکانیکی و لودر جهت خاکبرداری از کانالهای خروجی و انحرافی مورد استفاده قرار می گیرند. در ساخت یا سیستم تراس بندی بر حسب دسترسی به ماشین آلات ممکن است تنها از بلدوزر و یا ترکیبی از آنها به منظور اجرای سیستم استفاده شود. که در صورت امکان، کاربرد مجموعه ماشین آلات اشاره شده در احداث سیستم های تراس بندی مناسبتر می باشد. در این استاندارد با در نظر گرفتن شرایط ایده آل و استفاده از دستگاههای مزبور ساعات کار هر یک از آنها برای محاسبه هزینه های اجرایی و زمان بندی اجرا ارایه می شود.

۴-۳-۱-۱- تعیین ساعت کار بلدوزر

برای تعیین ساعت کار بلدوزر جهت یک هکتار تراس بندی می بایستی حجم خاکبرداری طبق ضوابط طراحی مشخص شود. پس از معلوم بودن حجم خاکبرداری می توان با استفاده از جدول ۹ ساعت کار بلدوزرهای مورد استفاده را برآورد نمود. در این جدول حجم خاکبرداری هر یک از بلدوزر های مدل D_6 , D_7 و D_8 بر حسب فاصله حرکت در یک ساعت ارایه گردیده است. به عنوان مثال چنانچه حجم خاکبرداری یک منطقه مورد نظر برای تراس بندی به میزان ۲۵۰۰ مترمکعب برآورد شده و با فرض اینکه عرض هر یک از تراس ها در حدود ۳۰ متر و بلدوزرهای مورد استفاده از نوع D_7 باشد ساعت کار بلدوزر برای یک هکتار تراس بندی منطقه به شرح ذیل تعیین خواهد شد. با توجه به اینکه حرکت بلدوزر به صورت رفت و برگشت ۱۰ متر در نظر گرفته شده و همچنین عرض خاکبرداری با توجه به عرض تراس ۱۵ متر می باشد بنابراین فاصله خاکبرداری ۲۵ متر می شود که در نتیجه از ارقام ردیف سوم جدول برای بلدوزر D_7 استفاده می شود. با توجه به جدول مزبور ساعت کار بلدوزر مورد نظر برابر با ۱۲۰ مترمکعب تخمین زده شده که در صورتیکه حجم خاکبرداری در یک هکتار (۲۵۰۰ مترمکعب) تقسیم بر ۱۲۰ شود مدت کار بلدوزر در حدود ۲۱ ساعت به دست می آید.

جدول شماره ۹ حجم کار خاکبرداری در واحد زمان برای بلدوزرهای مختلف

ردیف	فاصله (متر)	حجم خاکبرداری (متر مکعب)
------	-------------	--------------------------

D ₈	D ₇	D ₆		
۳۷۷	۳۱۰	۱۸۲	۱۰	۱
۲۱۰	۱۷۳	۱۰۱	۲۰	۲
۱۴۵	۱۲۰	۷۰	۳۰	۳
۱۱۱	۹۲	۵۴	۴۰	۴
۹۰	۷۴	۴۴	۵۰	۵
۷۵	۶۲	۳۷	۶۰	۶
۴۶	۳۸	۲۲	۱۰۰	۷

۴-۳-۱-۲- تعیین ساعت کار بیل مکانیکی

بیل مکانیکی معمولاً برای کارهای خاکبرداری در کانالهای یک سیستم ترانس بندی به کار برده شده واز این رو در صورت استفاده می توان ساعت کار آن را برآورد نمود. چنانچه حجم خاکبرداری در مرحله طراحی مشخص شده باشد براساس ارقام اشاره شده در جدول شماره ۱۰ نسبت به تعیین ساعت کار می توان اقدام نمود. بدیهی است ارقام مندرج در جدول شماره ۱۰ برای شرایط ایده آل از لحاظ مدیریت اجرا در نظر گرفته شده است.

جدول شماره ۱۰ میزان خاکبرداری بیل های مکانیکی در ساعت

حجم جام بیل مکانیکی (متر مکعب)							نوع مواد	ردیف
۳/۸	۳/۵	۳	۲/۷	۲	۱/۵	۱		
۵۲۳/۷	۴۸۵/۵	۴۴۳/۵	۴۰۱/۴	۳۰۹/۷	۲۷۰/۴	۱۹۱/۲	رس ماسه ای	۱
۴۹۳/۲	۴۵۸/۸	۴۲۴/۳	۳۸۶/۱	۲۹۸/۲	۲۵۲/۳	۱۷۵/۹	شن و ماسه	۲
۴۶۲/۶	۴۲۸/۲	۳۹۰	۳۴۷/۹	۲۷۱/۴	۲۲۹/۴	۱۶۰/۶	زمین طبیعی	۳
۴۰۵/۲	۳۷۴/۶	۳۴۴	۳۰۹/۷	۲۳۷	۲۰۲/۶	۱۳۷/۶	رس سخت	۴
۳۸۲/۳	۳۴۷/۹	۳۱۳/۵	۲۷۹/۱	۲۱۰/۳	۱۷۵/۹	۱۱۸/۵	سنگ خرد شده	۵
۳۵۱/۷	۳۲۱/۱	۲۹۰/۵	۲۵۶/۱	۱۸۷/۳	۱۵۲/۹	۹۹/۴	قطعات سنگی	۶
۳۲۱/۱	۲۹۴/۴	۲۶۳/۸	۲۳۷	۱۷۵/۹	۱۴۱/۵	۹۱/۸	رس مرطوب چسبنده	۷
۲۸۶/۷	۲۶۰	۲۳۳/۲	۲۰۶/۴	۱۴۹/۱	۱۲۲/۳	۷۲/۶	سنگ بد خرد شده	۸

۴-۳-۱-۳- تعیین ساعت کار گریدر

همانطور که اشاره شد برای شیب بندی سطح ترانس ها و نیز دیواره ترانس در ترانس های دیواره مایل و نیز در بعضی مواقع برای احداث کانالها از گریدر استفاده می شود. در ارتباط با این مساله می بایستی برای هر نوع کار مرتبط با سیستم های ترانس بندی میزان گذر و یا در واقع مسافت های طی شده توسط گریدر پیش بینی شود. پس از تعیین مسافت مورد نیاز توسط گریدر برای کارهای مختلف می توان ساعت کار آن را با استفاده از جدول شماره ۱۱ به دست آورد.

جدول شماره ۱۱ سرعت های تیپ گریدر ها

ردیف	نوع کار	متر در دقیقه
۱	کندن جوی و نه‌ر	۷/۴ تا ۱۱/۹
۲	شیب بندی خاکریزها و دامنه‌ها	۱۱/۹
۳	پخش کردن مواد	۲۶/۷ تا ۱۷/۸
۴	مخلوط کردن مواد	۵۹/۴ تا ۲۶/۷

۴-۳-۱-۴- تعیین ساعت کار لودر

در بعضی مواقع در ساخت سیستم‌های ترانس بندی از لودر استفاده خواهد شد که در این صورت با توجه به حجم خاکبرداری مورد نیاز و حجم جام لودر می‌توان از جدول شماره ۱۲ برای تخمین ساعت کار لودر و طبعاً برآورد هزینه اقدام نمود.

جدول شماره ۱۲ راندمان جام برای لودرهای چرخ لاستیکی

ردیف	نوع مواد	راندمان (%)
۱	زمین طبیعی	۱۰۰ - ۱۱۰
۲	دانه بندی مخلوط	۹۵ - ۱۰۰
۳	دانه بندی یکنواخت: - تا ۳/۲ میلی متر - از ۳/۲ تا ۱۹/۱ میلی‌متر - بالاتر از ۱۹/۱ میلی متر	۹۵ - ۱۰۰ ۹۰ - ۹۵ ۸۵ - ۹۰
۴	خاک با قلوه سنگ و ریشه گیاهان	۸۰ - ۱۰۰
۵	مواد به هم چسبیده	۸۵ - ۹۰
۶	سنگ خرد شده: - خوب خرد شده - متوسط خرد شده - بد خرد شده	۸۰ - ۸۵ ۷۰ - ۸۰ ۶۰ - ۷۰

۴-۳-۱-۵- تعیین نفر روز کارگر

برای ترانس بندی در بعضی مناطق ممکن است از نیروی کارگری استفاده شود که در این صورت برای تعیین نفر روز کارگر در دست داشتن حجم خاکبرداری در یک هکتار می‌توان از جدول شماره ۱۳ نسبت به برآورد مورد لزوم اقدام نمود.

جدول شماره ۱۳ مدت زمان لازم برای عملیات خاکبرداری دستی

ردیف	شرح کار	ساعت کار برای یک مترمکعب
۱	خاکبرداری در زمینهای نرم	۱
۲	خاکبرداری در زمینهای چمنی یا ریشه دار	۲
۳	خاکبرداری در زمینهای لجن و شالیزار	۳

۴	خاکبرداری در زمینهای نیمه سخت	۴
۵	خاکبرداری در زمینهای سخت	۵

به عنوان مثال در صورت تمایل به تراس بندی در منطقه ای که با خاک نیمه سخت به صورت دستی و با فرض اینکه حجم خاکبرداری در یک هکتار برابر با ۲۵۰۰ مترمکعب باشد، بنابراین ۱۲۵۰۰ نفر روز کارگر با مدت کار روزانه ۸ ساعت برای سیستم تراس بندی مورد نظر احتیاج خواهد بود.

برای احداث دیواره های محافظ در تراسهای افقی نیاز است که نفر روز کارگر مورد لزوم جهت این کار مشخص گردد. در صورتیکه حجم عملیات دیواره در یک هکتار تراس بندی معلوم باشد به سهولت می توان با استفاده از جدول شماره ۱۴ برآورد لازم را به انجام رسانید.

جدول شماره ۱۴ مدت زمان مورد نیاز برای برآورد عملیات احداث دیواره محافظ

ساعت کار برای یک متر مکعب		شرح کار	ردیف
کارگر	بنا		
۲/۸	۱/۴	خشکه چین با سنگ لاشه	۱
۶/۶	۳/۳	سنگ چینی با سنگ لاشه و ملات	۲
۱/۲	۱/۲	نصب قالب برای بتون ریزی	۳
۱/۲	۲	بتون ریزی	۴
۵	۳	سنگ چینی در داخل گابیون	۵

برای مثال مدت زمان لازم برای احداث ۸۶۴ متر مکعب دیواره سازی با سنگی ملاتی تعداد ۳۵۶ نفرروز بنا و ۷۱۳ نفرروز کارگر با کارکرد روزانه ۸ ساعت مورد نیاز است.

فصل پنجم - ساخت و اجرای سیستم های ترانس بندی

مرحله ساخت یک سیستم ترانس بندی دارای اهمیت ویژه ای است زیرا اجرای ناصحیح ترانس ها نه تنها ممکن است موجب اتلاف هزینه های بسیاری گردد بلکه می تواند به تخریب ترانس ها منتهی شود. اصولاً ساخت ترانس ها براساس نقشه های اجرایی صورت می پذیرد. بنابراین در ساخت ترانس ها باید به نکات زیر توجه داشت:

- مناسبترین فصل برای ساختن ترانس ها زمانی است که بارندگی منطقه حداقل باشد.
- ترانس های دیواره قائم و مایل از پایین دست به سمت بالادست ساخته می شوند.
- ترانس های با شیب عرضی به طرف داخل از پایین دست به سمت بالادست احداث می گردند و در مواردی که منتهی به خروجی های طبیعی با بستر پایدار باشد می توان از بالادست هم شروع کرد.
- ترانس های شیبدار با شیب به طرف خارج از بالادست به سمت پایین دست احداث می شوند.
- قبل از اجرای ترانس ها بهتر است مسیر ترانسها و همچنین مسیر کانالهای خروجی و انحرافی پیکه کوبی شود.
- قبل از احداث ترانس ها بهتر است کانالهای انحرافی و خروجی ساخته شوند.
- برای جلوگیری از تخریب خاک سطحی زمین موردنظر برای ترانس بندی می بایستی قسمت سطحی خاک تقریباً به عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری قبلاً برداشت شده و در یک محل نگهداری شود تا پس از احداث ترانس بدون بهم خوردگی بر روی آن برگردانده شود.
- به منظور ایجاد چسبندگی بیشتر بین خاک دست خورده و خاک دست نخورده در قسمت خاکبرداری ترانس بهتر است در این قسمت خراش هایی به وسیله ماشین آلات صورت پذیرد.
- خاک قسمت خاکریزی شده بهتر است حتی الامکان در شرایط مناسب رطوبتی کوبیده شود.
- پس از احداث ترانس ها در صورتیکه کانال انتقال آب در طراحی پیش بینی شده باشد می بایستی نسبت به اجرای این کانالها بر روی این ترانس ها اقدام نمود.
- در احداث سیستم های ترانس بندی بهتر است از رانندگان ماشین آلات سنگین که آموزش های لازم را فرا گرفته اند استفاده شود.
- در صورتیکه سیستم های ترانس بندی در اراضی با شیب تندتر از ۱۲ درصد ساخته شوند ضروری است که رانندگان ماشین آلات مورد استفاده مجهز به وسایل ایمنی باشند.
- در انتخاب نوع بلدوزر و یا ماشین آلات دیگر برای احداث ترانس ها باید دقت کرد که نوع بلدوزر باید بر اساس عرض ترانسها که در واقع نشان دهنده طول جابجایی خاک باشند تعیین و انتخاب گردد و همچنین میزان خاکبرداری انجام گرفته در واحد طول توسط بلدوزر و یا دیگر ماشین آلات بر اساس قدرت جابجایی ماشین آلات در انتخاب ماشین آلات موثر می باشد.
- پیشنهاد می شود در شیب های بیش از ۴۰ درصد به علت افزایش هزینه نگهداری و اجرای ترانس ها از احداث آنها حتی الامکان خودداری شود.
- کشت گونه های لگومینوز (شبدرد، یونجه و...) در سال اول احداث ترانس ها و شخم آنها پس از دوره رویش به عنوان کودسبز در بازایی حاصلخیزی زمین مورد استفاده بسیار سودمند بوده و اجرای آن توصیه می شود.

-
- در صورتیکه سطح ترانس بندی در منطقه ای بیش از ۵ هکتار باشد تجهیز کارگاه ضرورت خواهد داشت.
 - محل نگهداری خاک سطحی برداشت شده می بایستی قبل از اجرای ترانس بندی در منطقه مشخص گردد.
 - در صورتیکه اجرای سیستم ترانس بندی بر اساس نقشه های اجرایی تهیه شده در حین اجرا با مشکلاتی مواجه شود باید از هر گونه تغییر در نقشه بدون اجازه طراح پرهیز نمود.

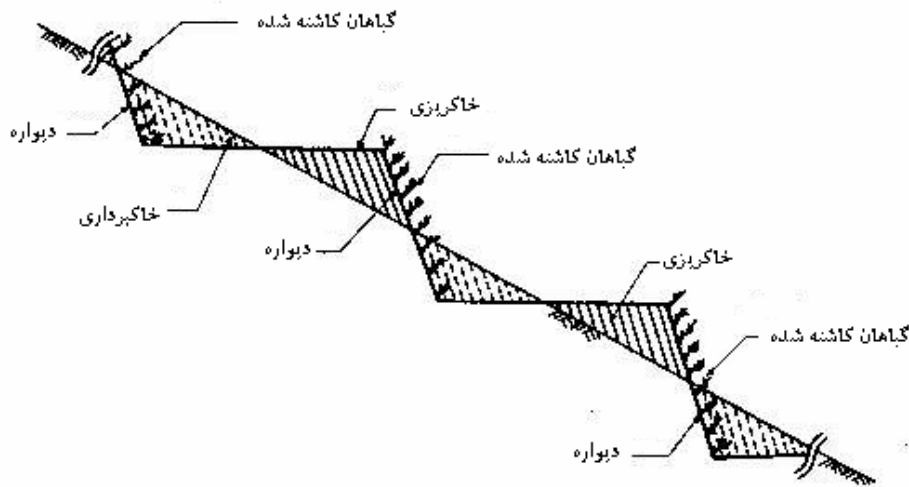
فصل ششم- اصول نگهداری سیستم های تراس بندی

نگهداری از یک سیستم تراس بندی مانند احداث آن مهم و جدی است سرکشی و مراقبت از یک سیستم تراس بندی به خصوص در سال اول پس از احداث آن بسیار ضروری و جدی است. باید قبل از هر چیز توجه داشت که کشت و کار بر روی تراس بصورت موازی با تراس انجام شود و موادی که در کانالها رسوبگذاری شده و یا مواد قابل فرسایشی که در کانالها انباشته می شود باید برداشته شوند.

اصولاً تراس های احداث شده در اثر عوامل فرسایشی مثل آب، باد و رسوبگذاری در کانال های انحرافی و خروجی کارایی اولیه خود را از دست می دهند. ضمن اینکه با اجرای عملیات کشاورزی بر روی تراس ها ممکن است از عرض تراس کاسته شود. بطور کلی در نگهداری تراس ها باید سعی شود ابعاد تعیین شده در طراحی همواره حفظ گردند. تدوین یک برنامه منظم و دقیق برای نگهداری سیستم های تراس بندی در طول عمر یک پروژه ضروری می باشد. این برنامه می بایستی شامل کلیه تمهیدات نگهداری و موارد بازدید از سیستم باشد. بازدید از تراس های احداث شده معمولاً پس از وقوع هر گونه رگبار شدید در منطقه می بایستی انجام پذیرد. در صورتیکه عدم وقوع حوادث غیرمترقبه در منطقه بازدید از سیستم تراس بندی به صورت ماهانه و سالانه ضروری است. تراسهای اجرا شده در مناطق خشک و نیمه خشک نیز به طور فصلی مورد بازدید قرار گیرند. به طور کلی در طی بازدیدها بایستی به وضعیت ونحوه عملکرد کانالهای خروجی، انحرافی و انتقال آب از تراس ها ، قسمت دیواره و عرض تراس ارزیابی شود همچنین به شکل و فرم تراس ها دقت شود.

۶-۱- روش های نگهداری و بازدید

ارتفاع تراس و ظرفیت کانالها در سیستمهای تراس بندی نباید در طول بهره برداری تغییر کند. در بازدید ها بایستی ارتفاع تراس اندازه گیری شده و یادداشت گردد. در صورتیکه ارتفاع تراس تغییر یافته باشد ضروری است که به تعمیر آن اقدام و در صورتیکه تغییر نکرده باشد عملیات نگهداری باید ادامه یابد. عمق و عرض کانالهای خروجی و انتقال آب نیز باید اندازه گیری شده و در صورتیکه کمتر از میزان طراحی شده باشند می بایستی اقدامات لازم برای اصلاح آنها صورت پذیرد. یکی از عملیات نگهداری تراسها سنگ چین کردن و یا کاشت گیاه بر روی دیواره تراس می باشد. این عمل شامل کاشت گیاهان مناسب بر روی دیواره تراس های سکویی است. کشت گیاهان به منظور جلوگیری از فرسایش از دیواره ها و برای پایدار سازی آنها در صورت عدم سنگ چینی بلافاصله بعد از احداث تراس صورت گیرد. انواع گندمیان و گیاهان بومی منطقه برای این منظور استفاده می شوند. بازدید مرتب دامنه های گیاه کاری شده به منظور اطمینان از عدم فعالیت جوندگان و سلامت آنها تاکید می گردد. نمونه ای از این اقدام در شکل شماره ۱۲ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۲ نحوه کاشت گیاه بر روی دیواره تراس سکویی

۶-۱-۱- بررسی نیازهای تعمیرری پس از وقوع رگبارها

سیستم های تراس بندی ممکن است به وسیله فرسایش، رسوبگذاری و نشست در اثر نفوذ آب تخریب حاصل نموده و یا اینکه کارایی خود را از دست بدهند. آنچه که باید در نگهداری تراس ها مورد توجه قرار گیرد آن است که عدم توجه به تخریب های جزئی ممکن است موجب تخریب کل سیستم تراس بندی شود. بنابراین در صورت مشاهده تخریب یک تراس می بایستی اقدامات جدی برای تعمیرات صورت پذیرد. یک زمان خوب برای بررسی نیازهای تعمیرری تراس ها پس از وقوع هر رگبار شدید در منطقه می باشد. بدیهی است در چنین بازدیدهایی مشاهده تخریب قسمتهای مختلف یک سیستم تراس بندی امکان پذیر خواهد بود. در چنین بازدیدهایی اندازه گیری میزان تخریب به سهولت انجام خواهد گرفت و هزینه تعمیرات قابل برآورد می باشد. دیواره تراس به دلیل امکان بیشتر تخریب آن در اثر جاری شدن آب بر روی تراس نیازمند ملاحظات بیشتر می باشد. همچنین احتمال دارد در مسیر کانالهای انتقال آب تراس یک گودی ایجاد شده باشد که ضمن تغییر شیب طولی، موجب آبرگرفتنی نیز شود. قسمت دیگری که از لحاظ توجه قابل اهمیت است محل اتصال کانال انتقال آب به کانال خروجی می باشد که ممکن است در اثر روانآب دچار تخریب شده باشد.

۶-۱-۲- بررسی نیازهای تعمیرری پس از خاتمه عملیات زراعی

در بعضی مواقع حرکت ماشین آلات کشاورزی جهت عملیات کاشت، داشت و برداشت محصولات بر روی تراس ها موجب جابجایی خاک و نیز تغییراتی در ارتفاع تراس می شوند که بازدید برای اینگونه بررسی ها قابل زمان بندی می باشد.

۶-۱-۳- بررسی نیازهای تعمیرری سالانه

سیستم های تراس بندی در واقع جز عملیات خاکی محسوب می شوند و لذا در مقابل عوامل فرسایشی حساس می باشند. این مساله برای تراس ها در مناطق خشک و نیمه خشک که عوامل فرسایشی بیشتر تاثیر گذار است مهم بوده و در نتیجه بازدیدهای فصلی از سیستم های تراس بندی ضرورت خواهد داشت.

۶-۱-۴- بررسی سیستم پس از انجام تعمیرات

بازدید از سیستم تراس بندی پس از اجرای عملیات و یا در حین تعمیرات به منظور اجرای صحیح ضروری خواهد بود. معمولاً برای اجرای تعمیرات سیستم های تراس بندی از گریدر، بلدوزر، لودر، تراکتور تیغه دار و اسکرپر و بیل مکانیکی استفاده می شود. در اثر حرکت این ماشین آلات جهت تعمیرات قسمتهای تخریب یافته، ممکن است قسمتهای دیگری از سیستم دچار آسیب شود که نیاز به بررسی و بازدید پس از اجرای تعمیرات خواهد بود.

۶-۲- شیوه های نگهداری

بطور کلی نگهداری از پروژه های اجرا شده به ویژه سیستم های تراس بندی به عهده بخش اجرایی بوده که برای اجرای صحیح نگهداری می بایستی برنامه ریزی لازم صورت پذیرفته باشد. بدیهی است در پروژه های آبخیزداری چون بهره برداران واقعی از پروژه ها آبخیزنشینان می باشند بنابراین نگهداری سیستم های تراس بندی ممکن است به وسیله مردم نیز انجام پذیرد. در بعضی مواقع کارفرما وظایف نگهداری از پروژه را می تواند به بخش خصوصی نیز محول نماید. در هر صورت نظارت عالییه کارفرما، در نگهداری سیستم های تراس بندی ضروری می باشد.

۶-۲-۱- نگهداری سیستم های تراس بندی به وسیله بخش دولتی

در چنین شیوه هایی کارفرما مستقیماً نگهداری پروژه را به عهده داشته و برنامه ریزی لازم جهت اجرای صحیح آن به عمل می آورد. معمولاً در این ارتباط هزینه نگهداری در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد هزینه های اجرایی در نظر گرفته می شود.

۶-۲-۲- نگهداری سیستم تراس بندی به وسیله بخش نیمه دولتی

هزینه نگهداری در چنین شیوه ای به وسیله کارفرما پرداخت گردیده و اجرای تعمیرات توسط بخش خصوصی صورت می پذیرد. در اینگونه شیوه ها در بعضی مواقع تعمیرات به صورت سهمیه بندی از طرف دو بخش کارفرمایی و خصوصی انجام خواهد گرفت.

۶-۲-۳- نگهداری سیستم تراس بندی به وسیله بخش خصوصی

در چنین شیوه ای کارفرما فقط نظارت عالییه داشته و بخش خصوصی کلیه هزینه ها و اجرای تعمیرات را تقبل خواهد کرد.

منابع مورد استفاده

۱. توران، ع.، ۱۳۷۵. مدیریت ماشینهای راهسازی، انتشارات دنیای نو.
۲. حسینی ابریشمی، س.م.، ۱۳۷۳. جمع آوری باران و سیلاب در مناطق روستایی، انتشارات آستان قدس رضوی.
۳. حقایقی، ن.، ۱۳۷۵. متره و برآوردبها، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
۴. رحیمی، ح.، ۱۳۶۰. طرح دیواره های حایل کوتاه، انتشارات دانش و فن.
۵. رفاهی، ح.ق.، ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن. دانشگاه تهران، ۵۵۱ص.
۶. رویانی، ف.، ۱۳۵۷. دستورالعمل ساده برخی از عملیات آبخیزداری، انتشارات حفاظت خاک و آبخیزداری
۷. عبدالحسین زاده، ا.، ۱۳۶۱. متره برآورد ساختمان. انتشارات نشر دانش.
۸. علیزاده، ا.، ۱۳۶۸. فرسایش و حفاظت خاک، انتشارات آستان قدس رضوی.
۹. علیزاده و حق نیا، ۱۳۶۸. مهندسی خاک و آب، انتشارات دانشگاه فردوسی.
۱۰. ضیایی، ح.ا.، ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۵۴۲ ص.
۱۱. نخجوانی، ف.، ۱۳۵۱. مبارزه با فرسایش و اصلاح آبخیزها، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۵ص.
12. A.S.A.E.,1994. Sandards,Engineering Practices and data.
13. Dhruva Harayan, V.V., 1990.Watershed Management
14. FAO,Conservation Iin Arid and Semiarid Zonnes,No:3.
15. Food and Fertilizer Technology Center for Asian and Pacific Region.,1995.Soil Conservation Handbook,412p.
16. Indian Standards.,1973.Recommendation for Watershed Management.
17. Mal, B.Ch.,1999.Introduction to Soil and water Conservation Engineering, Kalyani Pub.,421p.
18. SCS.,1972, Level Terrace Engineerig, No:602.
19. Singh, H.P.,Venkataramanan,C., Sastry,G. and Joshi, B.P.,1999.Manual of Soil and Water Conservation Practices.382p.
20. Suresh.R.,2000.Soil and Water conservation engineering, Standard Pub.,947p.
21. Tripathy, R.P. and Singh, H.P.,1990.Soil Erosion and Conservation, Wiley Eastern Pub.,305P.
22. 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.
23. V.V.Dhruva Harayan.,1990.Watershed Management.

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 Terracing Guidelines and Technical Standards

No. 450 -3

Office of Deputy for Strategic Supervision

Range, Forest & Watershed Management
Organization of IRAN

Bureau of Technical Execution Systems

Watershed Management Deputy
Planning & Coordination Bureau

<http://tec.mporg.ir>

<http://www.frw.org.ir>

این نشریه

دستورالعمل طراحی و اجرای ترانس بندی به عنوان یکی از عملیات بیومکانیکی در مجموعه عملیات آبفیزداری 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 ترانس بر اساس فاکتورهای مختلف ارائه میشود. سپس ضمن تبیین معیارهای ماکم بر طراحی ترانس ها ، روشها و روابط موجود برای طراحی و اجرای آن ارائه می شود. تعیین اصول و روشهای نگهداری سیستم های ترانس بندی از دیگر بخشهای این نشریه می باشد.