جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش

جلد اول

مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی

نشریه شماره ۱-۴۵۰

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

http:// tec.mporg.ir

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور
معاونت آبخیزداری
دفتر طرح‌ریزی و هماهنگی

http:// www .Frw.org.ir

۱۳۸۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۰/۴۷۸۶۰
	تاریخ : ۱۳۸۷/۵/۲۳

موضوع :
مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش – جلد اول : مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ٤٢٣٣٩/ت ٣٣٤٩٧هـ ، مورخ ١٣٨٥/٤/٢٠ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۱-۴۵۰ دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، با عنوان «**مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش – جلد اول : مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی**» 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

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

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/**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

پیشگفتار

مشکلاتی نظیر فرسایش خاک‌های حاصلخیز در مراتع و دشت‌ها و هـدرروی آبهـای ناشـی از سـیلاب و روانـاب در دشـت‌هـا و دامنه‌ها، همواره در عملیات آبخیزداری مورد توجه کارشناسان قرار داشته‌است. افزایش جمعیت در کشور به‌ویژه در سه دهه اخیر باعث وارد آمدن فشار فزاینده‌ای بر منابع موجود شده است. تخریب پوشش گیاهی در دشـت‌هـا و دامنـه‌هـا موجـب سـرعت گـرفتن رونـد فرسایش خاک و ایجاد رسوب در آبراهه‌ها شده که بعضا بحران‌هایی نیز ایجاد کرده است. با توجه به محدودیت منـابع، لازم اسـت در بسیاری از موارد بهره‌برداری از منابع را مدیریت وطرح‌ها و پروژه‌ها را ساماندهی کرد.

تهیه و اجرای طرح‌ها براساس معیارها و استانداردها در مراحل پیـدایش، مطالعـات تـوجیهی، طراحـی (پایـه و تفصـیلی)، اجـرا، راه‌اندازی، تحویل و شروع بهره‌برداری طرح‌ها و پروژه‌ها موجب ساماندهی عرصه، کاهش هزینه‌ها و نیز مانع بهره‌برداری بـی‌رویـه از منابع خواهد شد.

فعالیتهای آبخیزداری به لحاظ تنوع و تعدد در عرصه اجرا جهت حفاظت منابع آب و خاک از اقدامات مهم و زیر بنایی محسـوب می‌شوند. اقدامات اجرایی آبخیزداری را می‌توان به سه دسته شامل اقدامات مکانیکی (سـازه‌ای)، بیولـوژیکی و بیومکـانیکی (تلفیقـی) تقسیم کرد. اقدامات بیومکانیکی که شامل احداث بانکت، تراس و سکو است، از مهمترین فعالیتهای آبخیزداری با هدف حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش آن هستند.

بر همین اساس و با توجه به ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مربوطه و نظام فنی و اجرایی کشـور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰هیات محترم وزیـران) تهیـه دسـتورالعمل‌هـای طراحـی سـازه‌هـای کنتـرل فرسایش مورد توجه قرار گرفت. و با اعلام نیاز دستگاه اجرایی (سازمان جنگلهـا، مراتـع و آبخیـزداری کشـور)، دفتـر طـرح ریـزی و هماهنگی آبخیزداری که مجری طرح تهیه ضوابط ومعیارهای فنی در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور است، با همکاری و هماهنگی دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاسـت جمهـوری کـه مسـئولیت تهیـه و تـدوین ضـوابط و معیارهای فنی را برعهده دارد، نسبت به تهیه **مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش**، شامل مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی، مبانی طراحی و راهنمای اجرای سکوبندی، مبانی طراحی و راهنمـای اجـرای تـراس‌بنـدی، و علائـم و نشانه‌های استاندارد در آبخیزداری اقدام نمود.

نشریه **مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی** ابتدا به تعریف و بیان اصول، اهداف و شرایط اجرای بانکت‌بندی می‌پردازد، سپس اصول و ضوابط طراحی بانکت‌بندی را بیان می‌کند و در نهایت توصیه‌هایی برای اجرا و نگهداری سیستم‌های بانکت‌بندی ارائه می‌نماید.

متن اولیه در اداره ضوابط و استانداردهای معاونت آبخیزداری، وزارت جهاد سازندگی (وقت) تهیه شد و پـس از چنـد سـال مـورد بازبینی و اصلاح و تکمیل قرار گرفت و سپس در جلسات کارشناسی توسط کار گروه فنی نهایی شد.

معاونت نظارت راهبردی ریاست جمهوری بدین‌وسیله از کلیه عزیزانی که در تهیه این نشریه همکاری داشـته‌انـد و رهنمودهـا 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

۱۳۸۷

omoorepeyman.ir

مبانی طراحی و راهنمای اجرای سازه‌های کنترل فرسایش
جلد اول: مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی
نشریه شماره ۱-۴۵۰

تهیه کنندگان:

- آقای مهندس بهمن چهر منوری
- آقای مهندس احمد صفاری

بازنگری و تکمیل متن:

- آقای دکتر حمید رضا صادقی

گروه داوری

مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری:

- آقای دکتر عبدالرسول تلوری
- آقای دکتر جمال قدوسی
- آقای دکتر علی اکبر عباسی

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
- خانم مهندس مهتاب معلمی

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

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول – کلیات	۸
۱-۱- مقدمه	۸
۱-۲- تعریف بانکت	۸
۱-۳- اهداف و اصول کاربرد	۹
فصل دوم- طبقه بندی بانکتها	۱۱
۲-۱- طبقه بندی بر اساس شیب طولی	۱۱
۲-۱-۱- بانکت‌های شیب دار	۱۱
۲-۱-۲- بانکت‌های افقی	۱۱
۲-۲- طبقه بندی بر اساس مسیر طولی	۱۱
۲-۲-۱- بانکت‌های طویل	۱۱
۲-۲- ۲ بانکت‌های منقطع	۱۲
۲-۳- طبقه بندی بر اساس شیب عرضی	۱۴
۲-۳-۱- بانکت با شیب عرضی بطرف خارج	۱۴
۲-۳-۲- بانکت با شیب عرضی به طرف داخل	۱۴
۲-۳-۳- بانکت بدون شیب عرضی	۱۵
۲-۴- طبقه بندی بر اساس شکل مقطع عرضی	۱۵
۲-۴-۱- بانکت مثلثی شکل	۱۵
۲-۴-۲- بانکت ذوزنقه ای شکل	۱۶
۲-۴-۳- بانکت انحنایی شکل	۱۷
۲-۵- طبقه بندی بر اساس خروجی	۱۷
۲-۵-۱- بانکت با کانال خروجی	۱۷
۲-۵-۲- بانکت بدون کانال خروجی	۱۷
۲-۶- طبقه بندی بر اساس وضعیت خاکبرداری و خاکریزی	۱۹
۲-۶-۱- بانکت‌های با انحنای ساده	۱۸
۲-۶-۲- بانکت‌های با انحنای دو گانه (نیکولز)	۱۹
۲-۶-۳- بانکت‌های فانیاجو	۲۰
۲-۶-۴- بانکت‌های با انحنای سه گانه (مانگام)	۲۰
فصل سوم- معیارهای طراحی	۲۲
۳-۱- انتخاب محل بانکت بندی	۲۲
۳-۲- فاصله عمودی بین بانکتها	۲۲
۳-۲-۱- روش تئوری	۲۳
۳-۲-۲- فرمول تجربی	۲۶
۳-۳- تعیین فاصله افقی بانکتها	۳۶

omoorepeyman.ir

۳-۴- تعیین ابعاد بانکت‌ها	۳۶
۳-۴-۱- بانکت‌های افقی	۳۶
۳-۴-۲- بانکت‌های شیبدار	۴۵
۳-۴-۳- شیب بانکت	۵۱
۳-۴-۴- طول بانکت	۵۲
۳-۴-۵- انتخاب محل خروجی	۵۲
۳-۴-۶- کانالهای خروجی	۵۲
فصل چهارم- برنامه ریزی و تهیه نقشه های اجرایی	۵۵
۴-۱- برنامه ریزی	۵۵
۴-۱-۱- نقشه های توپوگرافی	۵۵
۴-۱-۲- نکات مهم در طرح ریزی سیستم بانکت بندی	۵۷
۴-۲- تعیین حجم عملیات	۵۸
۴-۲-۱- تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی بانکتها	۵۸
فصل پنجم – ساخت واجرای سیستم بانکت بندی	۶۱
۵-۱- روشهای پیاده نمودن بانکتها	۶۱
۵-۱-۱- روش سه خطی	۶۱
۵-۱-۲- روش دو خطی	۶۲
۵-۲- توصیه های اجرایی در ساخت سیستمهای بانکت بندی	۶۲
فصل ششم- اصول نگهداری سیستم های بانکت بندی	۶۴
۶-۱- اقدامات حفاظتی	۶۴
۶-۱-۱- قسمتهای خاکریزی شده	۶۴
۶-۱-۲- قسمتهای خاکبرداری شده	۶۵
۶-۱-۳- کانالهای خروجی	۶۵
۶-۱-۴- جاده های دسترسی	۶۵
۶-۲- عملیات نگهداری	۶۶
۶-۲-۱- نگهداری خاکریزها	۶۶
۶-۲-۲- نگهداری کانال بانکتها	۶۶
۶-۲-۳- نگهداری خروجیهای سیستمهای بانکت بندی	۶۷
۶-۲-۴- نگهداری جاده های دسترسی	۶۷
۶-۳- روشهای نگهداری	۶۷
۶-۴- شیوه های نگهداری	۶۸
منابع مورد استفاده	۷۰

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان	صفحه
۱- طبقه‌بندی انواع بانکت براساس مسیر طولی	۱۳
۲- بانکت با شیب عرضی به طرف خارج	۱۴
۳- نمونه‌ای از بانکت با شیب عرضی به طرف داخل	۱۴
۴- بانکت بدون شیب عرضی	۱۵
۵- بانکت مثلثی شکل	۱۶
۶- یک بانکت ذوزنقه‌ای شکل	۱۶
۷- نمونه ای از بانکت انحنایی شکل	۱۷
۸- پلان یک منطقه با بانکت شیبدار	۱۸
۹- بانکت با انحنای ساده	۱۹
۱۰- نمای یک بانکت نیکولس	۱۹
۱۱- نمایی از یک بانکت فانیاجو	۲۰
۱۲- نمای یک بانکت با انحنای سه‌گانه (مانگام)	۲۱
۱۳- طرح ریزی خروجی در یک سیستم بانکت‌بندی	۵۴
۱۴- روش سه خطی پیاده نمودن بانکت‌ها	۶۱
۱۵- روش دو خطی پیاده نمودن بانکت‌ها	۶۲

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

شماره و عنوان **صفحه**

۱- سرعت مجاز در زمینهای با پوشش گیاهی متفاوت	۲۴
۲- تعیین فاصله بین بانکتها برحسب متر بر اساس فرمول تئوری	۲۷
۳- تعیین فاصله بین بانکت ها در خاکهای تقریباً نفوذناپذیر بر اساس فرمول ساکاردی	۲۹
۴- تعیین فاصله بین بانکت ها در خاکهای تقریباً نفوذپذیر و پوشش گیاهی خوب بر اساس فرمول ساکاردی	۳۰
۵- تعیین فاصله بین بانکت ها برای مناطق پرباران براساس فرمول تایوان	۳۱
۶- تعیین فاصله بین بانکت ها برای مناطق با باران متوسط بر اساس فرمول تایلند	۳۲
۷- رابطه فواصل افقی و عمودی با درصد شیب زمین	۳۴
۸- تعیین فاصله عمودی بانکت برحسب متر در فرمول استرالیا	۳۵
۹- تعیین سطح مقطع بانکت‌های افقی برحسب متر مربع در مناطق با ضریب روانآب ۰/۵	۳۷
۱۰- تعیین سطح مقطع بانکت‌های افقی برحسب متر مربع در مناطق با ضریب روانآب ۰/۷	۳۸
۱۱- تعیین شیب قسمتهای خاکبرداری و خاکریزی شده	۳۹
۱۲- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های مثلثی برحسب متر	۴۰
۱۳- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای برحسب متر (Z=۰/۵)	۴۱
۱۴- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=۰/۷۵)	۴۲
۱۵- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=۱)	۴۲
۱۶- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=۱/۵)	۴۳
۱۷- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=۲)	۴۳
۱۸- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های انحنایی برحسب متر	۴۵
۱۹- مدت زمان تمرکز در عملیات بانکت بندی برحسب ثانیه	۴۶
۲۰- ضریب روانآب در شرایط و پوشش‌های مختلف گیاهی	۴۷

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

شماره و عنوان	صفحه
۲۱- تعیین سطح مقطع بانکت‌های شیبدار برحسب متر مربع	۴۸
۲۲- تعیین دبی اوج روانآب بر حسب متر مکعب در ثانیه (ضریب روانآب =۰/۵)	۴۹
۲۳- تعیین دبی اوج روانآب بر حسب متر مکعب در ثانیه (ضریب روانآب =۰/۷)	۵۰
۲۴- تعیین سرعت مجاز در کانال‌ها	۵۳
۲۵- تعیین مقدار ضریب مانینگ در آبراهه‌ها و کانالها	۵۳
۲۶- حداکثر انحراف مجاز در مسیر طولی بانکت‌ها	۵۶
۲۷- ساعت کار هر نفر روز کارگر برای عملیات خاکبرداری و خاکریزی	۵۹
۲۸- ساعت کار هر نفر روز کارگر برای عملیات خاکبرداری	۵۹
۲۹- حجم خاکبرداری بیل های مکانیکی در شرایط مختلف	۶۰
۳۰- میزان کار گریدر بر اساس نوع کار	۶۰

omoorepeyman.ir

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 حیات او به شمار می آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود خاکها به تدریج فرسایش یافته، حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. فرسایش نه تنها سبب فقیر شدن و متروک شدن مزارع می‌شود و از این راه خسارت جبران ناپذیری به جا می گذارد، بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها و مخازن سدها، باعث کاهش ظرفیت آبگیری آنها شده و از این راه نیز زیانهای زیادی به بار

می‌آورد. بنابراین نباید مساله حفاظت خاک را بی‌اهمیت شمرد. امروزه حفاظت خاک و مبارزه با فرسایش از ضروری‌ترین اقدامات هر کشور است.

اقدامات حفاظت خاک در آبخیزداری به سه دسته مکانیکی[۱]، بیولوژیکی[۲] و عملیات زیست مهندسی[۳] که بیومکانیکی نیز نامیده می‌شود، تقسیم می‌شود. اقدامات مکانیکی از راه‌های مستقیم مبارزه با فرسایش است تراس بندی[۴]، بانکت بندی[۵]، سکوبندی[۶]، ایجاد آبراهه های انحرافی[۷] و احداث بندها[۸] از مهمترین اقدامات تلفیقی زیست مهندسی یا بیومکانیکی هستند. عملیات بیولوژیکی استفاده از عناصر طبیعی مانند پوشش گیاهی در جلوگیری از فرسایش بوده و استفاده از اصول مهندسی در دستیابی به اهداف شیوه‌های بیولوژیکی در مجموع روشهای زیست مهندسی نامیده می‌شود.

با توجه به وضعیت بحرانی کشور در رابطه با میزان فرسایش خاک اصولا روش‌های بیومکانیکی برای کنترل سریع فرسایش استفاده می‌شود و کاهش میزان هدر رفت خاک در گرو اجرای صحیح این اقدامات است. بر این اساس دستورالعمل و ضوابط طراحی بانکت به عنوان یکی از عملیات بیومکانیکی حفاظت خاک، که برای اولین بار توسط چالتین[۹] در سال ۱۸۹۷ مطرح شد، در این نشریه ارائه شده‌است.

۱-۲- تعریف بانکت

بانکت خاکریز یا جوی پشته‌ای است که بر روی خطوط میزان منحنی و عمود بر خط بزرگترین شیب دامنه، به‌منظور مهار کردن جریانات سطحی پس از بارندگی و کاهش فرسایش خاک احداث می‌شود.

در اراضی شیب‌دار فرسایش آبی هنگامی به وجود می‌آید که سرعت روانآب به حد آستانه فرسایش برسد بنابراین برای جلوگیری از فرسایش آبی در یک دامنه باید روانآب را پیش از آنکه به حد سرعت آستانه فرسایش برسد در همان منطقه مهار و یا به خارج از منطقه هدایت کرد. برای این منظور احداث بانکت یکی از روش‌های معمول کنترل فرسایش است.

بانکت (تراس آبراهه‌ای) در منابع خارجی به اسامی مختلفی معروف است که از آن جمله می‌توان به Banquette Gradins, و Counter Trench Hillside Techniques اشاره نمود و در منابع خارجی در زیر مجموعه تراس بندی آورده می‌شود.

---

[1] Mechanical
[2] Biological
[3] Bioengineering
[4] Terracing
[5] Channel Terracing, Banquette(French)
[6] Bunding
[7] Diversion Waterways
[8] Check Dams
[9] Chatelain

omoorepeyman.ir

در حالت کلی برای ساختن بانکت قسمتی از دامنه را در امتداد خطوط تراز خاکبرداری کرده، در پایین شیب بـه صـورت پشـته‌ای قرار می‌دهند. مقطع عرضی تراسها شبیه مقطع یک آبراهه است. به همین دلیل به آنها بانکت (جوی و پشته) می‌گویند. با انجـام ایـن عملیات ضمن کنترل روانآب و نفوذ بیشتر آن به داخل خاک، امکان فعالیت‌های بیولوژیکی در یک دامنـه شـیبدار بـه نحـو مـؤثرتری فراهم می‌شود.

با توجه به اقلیم منطقه ممکن است این تکنیک به صورت ممتد و یا منقطع طراحی و اجرا شود. در بانکت بندی با کـاهش طـول جریان ناشی از رگبارهای شدید از فرسایش خاک جلوگیری می‌شود. بدیهی است بانکت بندی در اراضی شیبداری که پوشش گیـاهی آنها تخریب یافته و یا نیاز به تغییر کاربری آنها باشد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در برخـی مواقـع وظیفـه بانکـت‌هـا جمـع آوری روانآب جاری شده در دامنه و هدایت آن به یک خروجی است.

۱-۳- اهداف و اصول کاربرد

بانکت بندی جزو آن‌دسته از عملیات در آبخیزداری محسوب می‌شود که به منظـور کنتـرل فرسـایش سـطحی خـاک و کـاهش جریانات سطحی بکار می‌روند. اصولاً بانکت بندی در اراضی شیبدار برای اهداف مختلفی طراحی و اجرا می‌شود که بر همین اسـاس دارای انواع مختلفی است. بانکت‌ها بر خلاف تراس بندی دارای هزینه نسبتاً کمتری بوده و بدین لحاظ در اراضی که ارزش کمتـری از نقطه نظر تولید محصولات کشاورزی و مرغوبیت خاک دارند بکار برده می شوند.

با توجه به مطالب فوق‌الذکر بانکت بندی در اراضی کشاورزی نسبت به تراس بندی و سکوبندی کاربرد کمتری داشته و بیشتر در اراضی مرتعی و جنگلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از انواع بانکت‌ها نیز در احداث باغهای میوه بکار گرفته می‌شوند که موجـب افزایش بهره‌وری و سهولت در برداشت محصولات می‌شوند. بطور کلی برحسب شرایط فیزیکـی زمـین و اقلـیم منطقـه و همچنـین اهداف مورد نظر ممکن است در یک دامنه شیبدار انواع مختلفی از بانکت‌ها طراحی شوند. اصولاً کاربرد بانکت‌هـا در اراضـی شـیبدار طیف وسیعی از اراضی را شامل می‌شود. بانکت بندی در اراضی کم شیب بوسیله ماشین آلات سنگین همچون گریدر قابل انجام بوده و در اراضی با شیب تند بانکت‌ها توسط نیروی انسانی احداث می‌شوند. بانکت‌ها عموما در آن دسته از اراضی که شیب آنهـا کمتـر از ۴۰٪ است ایجاد می‌شوند. معمولاً درختان میوه در پشته خاکریزها و گونه های علفی در کف بانکت کاشته می‌شوند.

بانکت‌ها جهت کنترل روانآب معمولاً به دو طریق عمل می‌نمایند؛ اول آینکه روانآب را ذخیره کرده و نفوذ مـی‌دهنـد و یـا اینکـه روانآب جمع آوری شده را به یک کانال خروجی هدایت می نمایند. به هر حال بانکت‌ها باید گنجایش ذخیره آب در کانالهای مربوطه را دارا باشند. بر این اساس اهداف زیر در احداث بانکت‌ها مورد نظر است:

۱- کنترل جریانهای سطحی از طریق جذب و یا هدایت آنها،

۲- کنترل فرسایش خاک بوسیله جلوگیری از رسیدن سرعت جریان به سرعت آستانه فرسایش،

۳- کم کردن میزان رسوب سیلاب‌ها،

۴- افزایش رطوبت نسبی خاک،

۵- افزایش زمان تمرکز روانآب آبخیز،

۶- کاهش دبی پیک روناب در پایین دست آبخیز،

omoorepeyman.ir

۷- احیای پوشش گیاهی در اراضی شیبدار با پوشش گیاهی تخریب شده و یا در حال تخریب،

۸- افزایش تولید محصولات باغی،

۹- ایجاد تسهیلات در برداشت محصولات و

۱۰- اصلاح کاربری اراضی شیبدار

مساله مهمی که در بانکت بندی باید مورد دقت قرار گیرد این است که با توجه به اینکه این گونه عملیات با اقدامات بیولوژیکی هم زمان انجام می گیرند لذا در طراحی آنها باید روشهای آبیاری مناسب نیز مد نظر قرار گیرد و رعایت این مساله به‌ویژه در نهالکاری محدودهٔ بانکت بندی شده در طی سال‌های اول و دوم ضروری است، زیرا اکثر مناطق کشور دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده و احتمال از بین رفتن نهال‌های غرس شده در اثر کمبود آب زیاد است.

omoorepeyman.ir

فصل دوم- طبقه‌بندی بانکت‌ها

بانکت‌ها نیز همچون سایر اقدامات مکانیکی بر اساس مبانی مختلف تقسیم بندی می‌شوند طبقه بندی بانکت‌ها بر اساس شیب طولی، وضعیت آنها در مسیر طولی، مقاطع عرضی و شرایط خاکبرداری تقسیم بندی می‌نمایند که هر یک از آنها برای اهداف خاصی کاربرد دارند.

۲-۱- طبقه بندی بر اساس شیب طولی

۲-۱-۱- بانکت‌های شیب دار[1]

بانکت‌های شیبدار یا انحرافی معمولا با یک شیب طولی ملایم جهت جمع آوری و هدایت روانآب حاصل از بارانهای شدید ساخته می‌شوند. در طراحی چنین بانکت‌هایی لازم است از خروجی‌های طبیعی و یا مصنوعی مناسب جهت تخلیه روانآب به مناطق مطمئن استفاده لازم به‌عمل آید. شیب طولی در بانکت‌های شیبدار باید به اندازه‌ای باشد که سرعت جریان داخل آن از سرعت آستانه فرسایش خاک بیشتر نشود. بانکت‌های شیبدار اصولا در مناطقی که میزان بارندگی نسبتا زیاد بوده و یا اینکه نفوذ آب به داخل زمین به دلیل نیاز مستقیم آب در پایین دست و یا تهدید منطقه از بروز حرکات توده ای ضروری نباشد، طراحی می‌شوند. در طراحی یک سیستم بانکت بندی در یک منطقه بانکت‌های شیبدار و جذبی به همراه یکدیگر استفاده می‌شود. هدف اصلی از ساخت بانکت‌های شیبدار بیشتر حفاظت خاک در مقابل فرسایش آبی است. این بانکت‌ها نیز طول شیب را از طریق حفر یک آبراهه کاهش داده و خاک حاصل از آن در پایین دست به منظور ساخت یک خاکریز در کنار کانال ریخته می‌شود. بعضی اوقات از این کانالها به‌عنوان کانالهای زهکشی استفاده می‌شود.

۲-۱-۲- بانکت‌های افقی[2]

بانکت‌های افقی، جذبی یا نفوذی بدون شیب طولی بوده و لذا بر روی خطوط تراز احداث می‌شوند. این گونه بانکت‌ها معمولا در خاکهایی که عمق نسبتا خوبی داشته و نفوذپذیری مناسبی دارند طراحی و اجرا می‌شوند. نظر به اینکه این گونه بانکت‌ها روانآب جاری شده از منطقه بالا دست را جمع‌آوری و سپس به داخل زمین نفوذ می‌دهند، لازم است دارای ظرفیت کافی به منظور ذخیره روانآب باشند. بانکت‌های افقی معمولا به دو صورت منقطع (بانکت‌های طولی کوتاه) و یا ممتد (بانکت‌های طولی دراز) احداث می‌شوند. هدف اصلی از ساخت این تراسها افزایش رطوبت و کنترل فرسایش خاک است.

۲-۲- طبقه بندی بر اساس مسیر طولی

۲-۲-۱- بانکت‌های طویل[3]

بانکت‌های طویل معمولا در مناطقی که یکی از اهداف آن هدایت روانآب باشد طراحی و به وسیله دست و یا ماشین اجرا می‌شوند. در این گونه مناطق لازم است شرایط فیزیکی خاک و توپوگرافی منطقه یکنواخت و نسبتاً یکسان بوده و پوشش گیاهی منطقه کاملا از بین رفته باشد. نمونه‌هایی از بانکت‌های طویل در شکل ۱ نشان داده شده است.

[1] Graded Channel Terrace
[2] Level / Horizontal Channel Terrace
[3] Long Terrace

omoorepeyman.ir

۲-۲- ۲- بانکت‌های منقطع[1]

این گونه بانکت‌ها در مناطقی که پستی و بلندی زمین و شرایط فیزیکی خاک برای احداث بانکت‌های طویل مناسب نباشد، طراحی و اجرا می‌گردند. در واقع مقطع عرضی چنین بانکت‌هایی همانند بانکت‌های طویل بوده و فقط از لحاظ طولی کوتاه‌تر هستند. بانکت‌های منقطع به صورت کوتاه و یا هلالی شکل احداث می‌شوند.

۲-۲-۲-۱- بانکت‌های کوتاه[2]

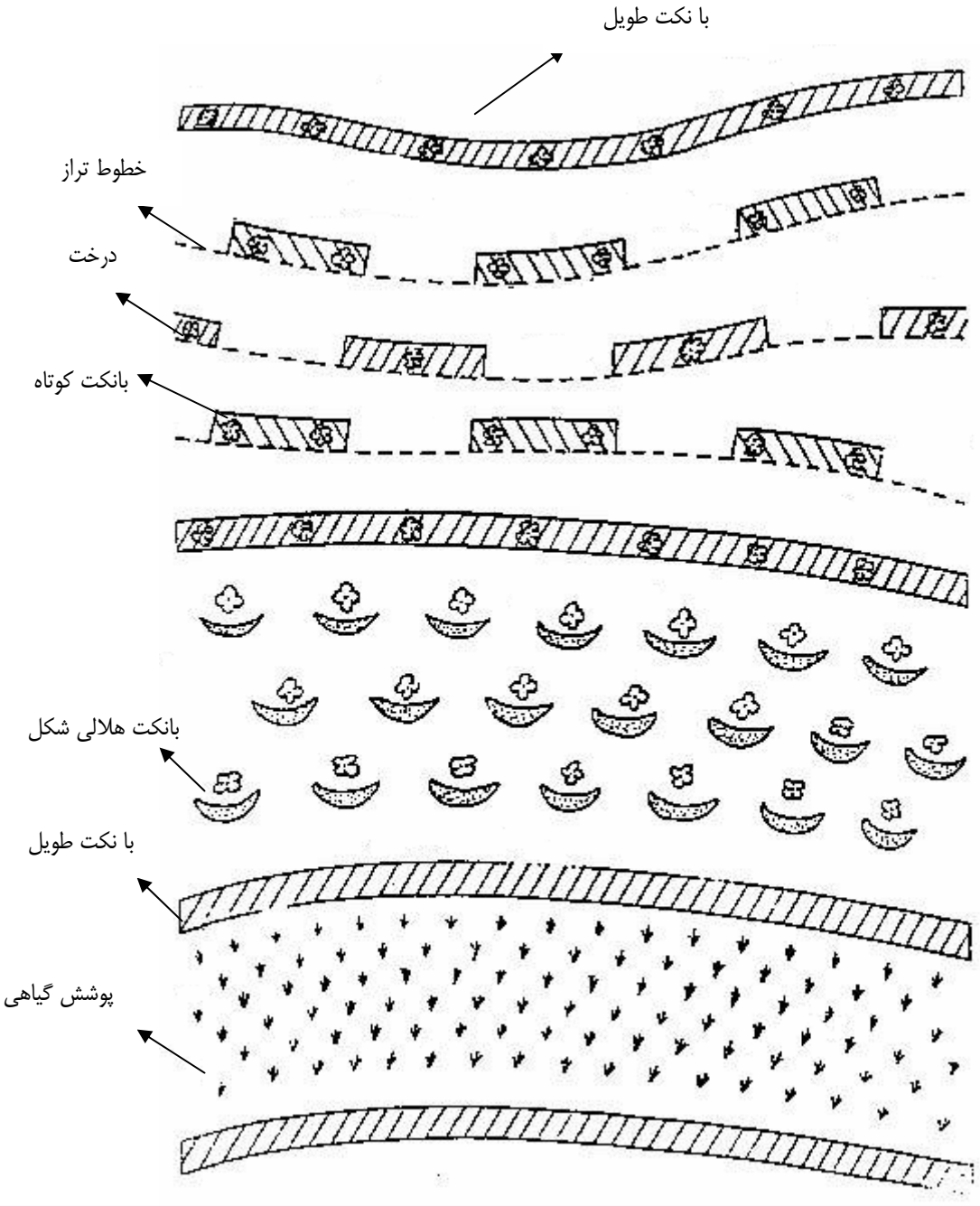
بانکت‌های کوتاه معمولا به تنهایی و گاهی همراه با دیگر بانکت‌ها در یک سیستم بانکت بندی در نظر گرفته شده و جهت کنترل جزئی رواناَب به‌صورت یک در میان، همانند شکل شماره ۱ ، ساخته می‌شوند.

۲-۲-۲-۲- بانکت‌های هلالی شکل[3]

بانکت‌های هلالی یا فلسی شکل در واقع همان بانکت‌های کوتاه بوده که به‌شکل هلال و به منظور ایجاد خرد آبخیزها ساخته می‌شوند. این گونه بانکت‌ها برای خاکهای عمیقی که حساس به فرسایش خندقی بوده مناسب می‌باشند. این بانکت‌ها نیز همانند بانکت‌های کوتاه به‌صورت یک در میان درنظر گرفته می‌شوند. نمونه‌ای از این بانکت‌ها نیز در ترکیب با سایر بانکت‌ها در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

[1] Dissected
[2] Short
[3] Crescent Shaped



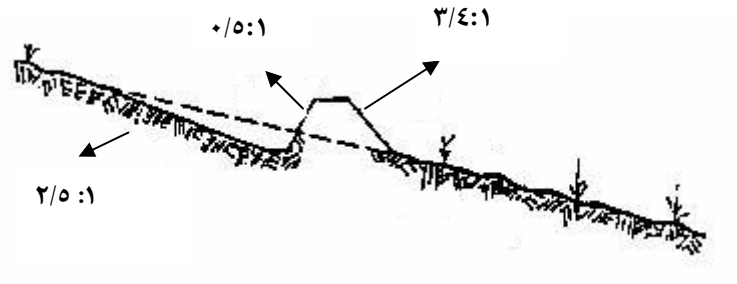
شکل شماره ۱- طبقه بندی انواع بانکت براساس مسیر طولی

omoorepeyman.ir

۲-۳- طبقه بندی بر اساس شیب عرضی

۲-۳-۱- بانکت با شیب عرضی به‌طرف خارج[1]

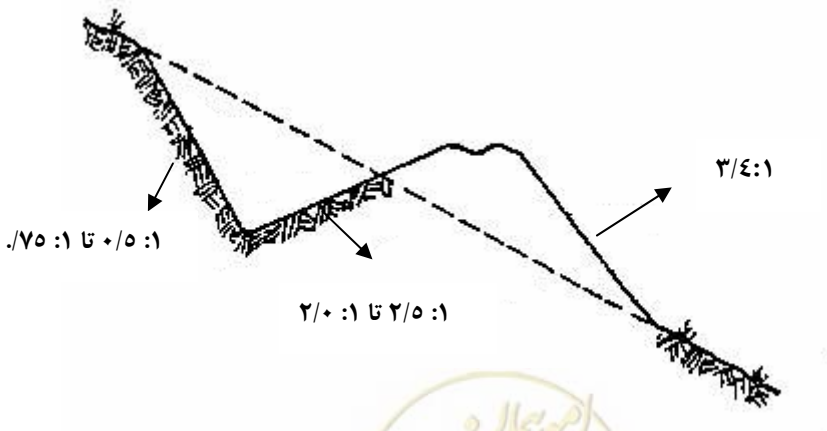
بانکت با شیب عرضی به طرف خارج معمولا در مناطقی که خاک آن نسبتا مقاوم به فرسایش بوده و از طرفی شیب آن بیشتر از ۲۵٪ نباشد طراحی و اجرا می‌شود. در این گونه بانکت‌ها معمولا فشار آب جریان یافته به داخل بانکت به قسمت خاکریزی شده بیشتر خواهد بود. همانطور که در شکل شماره ۲ ملاحظه می‌شود این گونه بانکت‌ها در قسمت خاکبرداری شده دارای شیبی در حدود ۲/۵:۱ هستند.



شکل شماره ۲ - بانکت با شیب عرضی به طرف خارج

۲-۳-۲- بانکت با شیب عرضی به طرف داخل[2]

این گونه بانکت‌ها در اراضی با شیب بین ۴۰ تا ۶۰ ٪ کاربرد داشته و شیب عرضی آن به‌طرف داخل می‌باشد. در چنین بانکت‌هایی میزان ایمنی قسمت خاکریزی بانکت از طریق ایجاد شیب افزایش می‌یابد. در شکل شماره۳ نمونه‌ای از این نوع بانکت‌ها ارایه شده است.



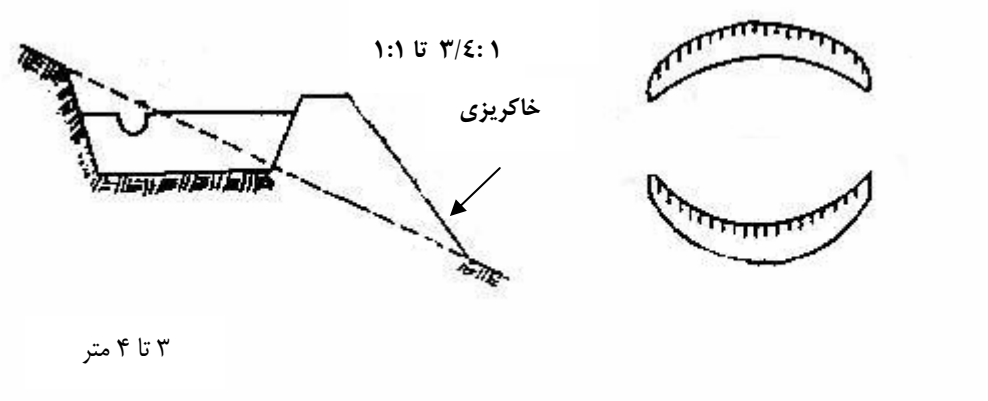
شکل شماره ۳ - نمونه‌ای از بانکت با شیب عرضی به طرف داخل

[1] Outward Slopping
[2] Inward Slopping

omoorepeyman.ir

۲-۳-۳- بانکت بدون شیب عرضی[1]

در چنین بانکت‌هایی معمولا شیب عرضی در کف بانکت وجود نداشته و یا اینکه بسیار کم است. این گونه بانکت‌ها دارای کف تقریبا مسطحی بوده که با خاکبرداری و خاکریزی همانند تراسها ایجاد می‌گردند. در واقع می توان گفت این بانکت‌ها عبارت از تراسهایی هستند که با فواصل معین از هم ساخته شده‌اند و به آنها تراسهای مجزا[2] نیز اطلاق می‌شود. بانکت‌های بدون شیب عرضی معمولا در شیبهای بین ۲۵ تا ۴۰٪ درنظر گرفته می‌شوند.



شکل شماره ٤- بانکت بدون شیب عرضی

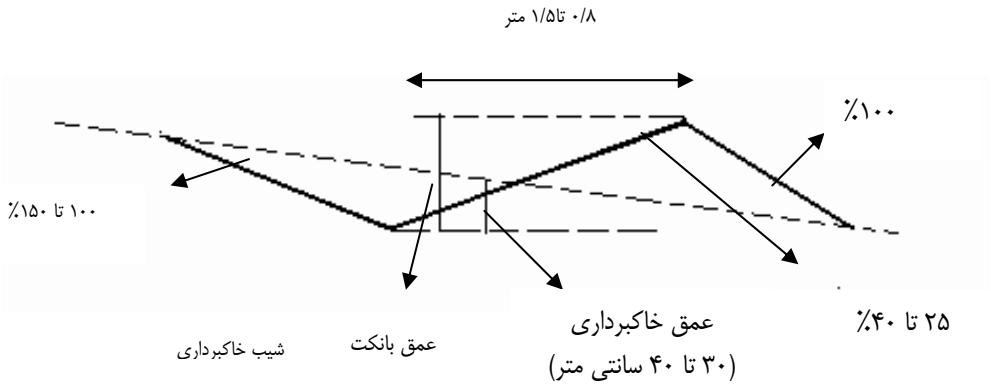
۲-٤- طبقه بندی بر اساس شکل مقطع عرضی

۲-٤-۱- بانکت مثلثی شکل[3]

این گونه بانکت‌ها عموماً کوچک و چاله‌ای شکل هستند و دارای مقطع عرضی مثلثی شکل بوده و به بانکت‌های گرادنی[4] (نوع ایتالیایی) نیز معروفند. بانکتهای مثلثی عمدتاً در اراضی دارای خاک کم عمق و ریزدانه و طبعاً نفوذپذیری کم و شیب زیاد تا حد ۶۰٪ طراحی و اجرا می‌شوند. بانکت‌های مثلثی شکل از نقطه نظر اقلیمی به دلیل کمی ظرفیت بیشتر در مناطقی کاربرد دارند که بارندگی متوسط سالیانه آنها کم باشد. این گونه بانکت‌ها بیشتر جهت احیاء جنگل‌ها و نهالکاری در اراضی تخریب یافته مورد استفاده قرار می‌گیرند. این بانکتها با وسایل دستی از قبیل بیل و کلنگ احداث می‌شوند. شکل شماره ۵ یک نمونه از بانکت مثلثی و مشخصات مربوطه را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

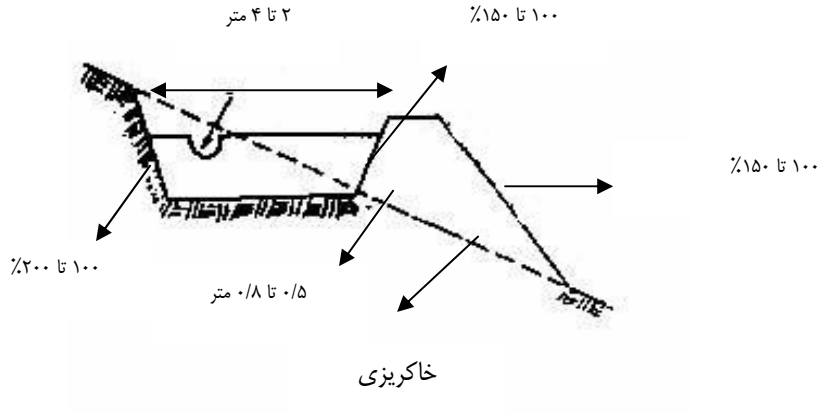
[1] Banquette Terrace Without Slope
[2] Discontinuous Terraces
[3] Triangular Shaped Banquette
[4] Gradin



شکل شماره ۵ - بانکت مثلثی شکل

۲-٤-۲- بانکت ذوزنقه‌ای شکل[1]

این گونه بانکت‌ها معمولا در زمین‌هایی که خاک آنها دارای سنگریزه نسبتا زیادی بوده و همچنین برای مناطق با شیب ۲۰ تا ۵۰٪ درنظر گرفته می‌شوند. مناسبترین میزان بارندگی جهت استفاده از بانکت‌های ذوزنقه‌ای شکل بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر است. در صورتیکه هدف از احداث بانکت انحراف روانآب باشد بانکت‌های ذوزنقه‌ای شکل مناسبتر خواهند بود. این گونه بانکت‌ها با دست یا ماشین احداث می‌شوند. شکل ۶ بانکت ذوزنقه‌ای و جزئیات مربوط به آن را نشان می‌دهد.



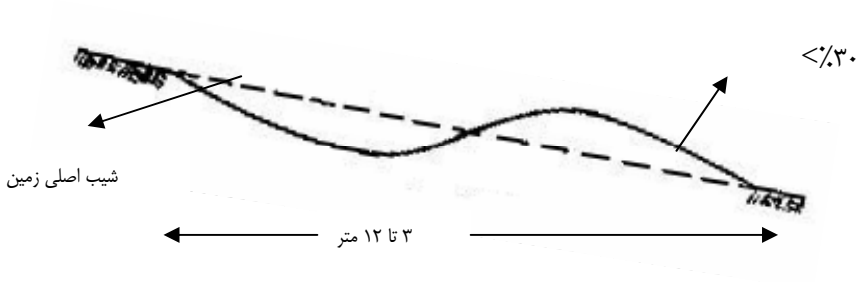
شکل شماره ٦ - یک بانکت ذوزنقه‌ای شکل

[1] Trapezoid Shaped

omoorepeyman.ir

۲-٤-۳- بانکت انحنایی شکل[1]

بانکت‌های انحنایی شکل بر عکس دو نوع قبلی معمولا در اراضی با شیب کم و بین ۱۲ تا ۲۰٪ درنظر گرفته می‌شوند. این گونه بانکت‌ها معمولا با استفاده از ماشین آلات از قبیل گریدر و یا تراکتور تیغه دار نیز قابل احداث بوده و اصولا برای کشت غلات طراحی و اجرا می‌شوند. در این نوع بانکت‌ها فقط قسمت‌های پایینی پشته‌ها که کمتر از ۴ تا ۵٪ سطح منطقه است، قابل استفاده نبوده و از دسترس خارج می‌شود. انواع دیگری از بانکت‌ها با مقطع انحنایی در بخش مربوط به انواع بانکت‌ها بر اساس وضعیت خاکبرداری و خاکریزی معرفی خواهند شد. شکل شماره ۷ نمونه ای از بانکت انحنایی را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۷ – نمونه‌ای از بانکت انحنایی شکل

۲-۵- طبقه بندی بر اساس خروجی

۲-۵-۱- بانکت با کانال خروجی[2]

اصولا بانکت‌های انحرافی جمع‌آوری و هدایت روانآب را در منطقه بانکت بندی شده به عهده دارند و باید روانآب‌های حاصل از بارندگی را به یک کانال خروجی تخلیه نمایند. معمولا کانالهای خروجی یا به‌صورت مصنوعی و یا به‌صورت طبیعی درنظر گرفته می‌شوند. در شکل شماره ۸ نمونه‌ای از پلان یک منطقه بانکت بندی شده ارایه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود بانکت‌ها علاوه بر اینکه، هدایت روانآب جاری شده بر سطح منطقه بانکت بندی شده را به عهده داشته، جریانات آبی روی سطح جاده‌ها را نیز به خروجی و یا مناطق امن دیگر هدایت می‌کنند.

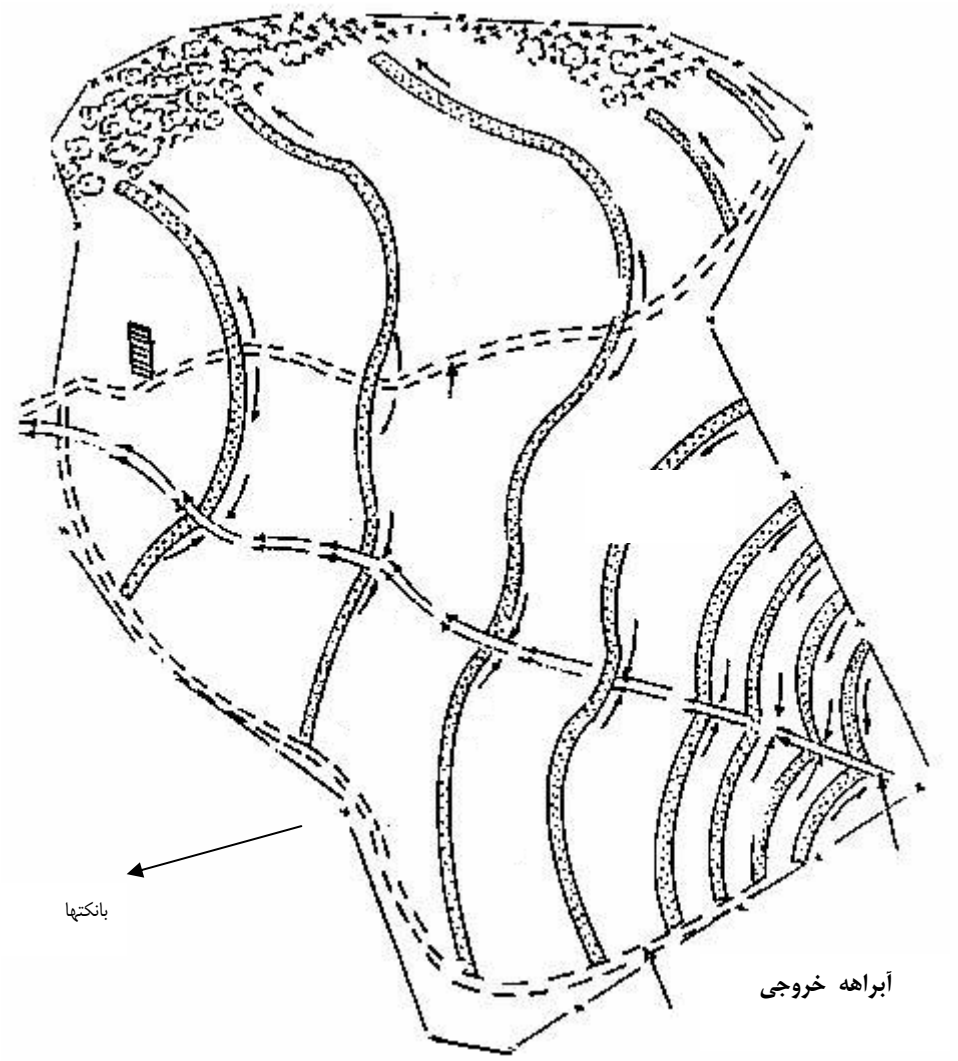
۲-۵-۲- بانکت بدون کانال خروجی[3]

بانکت‌های جذبی وظیفه هدایت روانآب را به‌عهده نداشته بلکه تنها جریان‌های سطحی جاری شده بر سطح منطقه را جمع‌آوری و ذخیره می نمایند تا به تدریج به داخل خاک نفوذ دهند لذا نیازی به کانال خروجی نخواهند داشت. در بعضی مواقع که در یک منطقه

[1] Parabolic Shaped
[2] Channel Terrace With Outlet
[3] Banquette Without Outlet

omoorepeyman.ir

باید بانکت‌های جذبی و انحرافی به‌صورت ترکیبی اجرا شوند لازم است نسبت به درنظر گرفتن کانال خروجی نیز اقدامات لازم انجام شود.



شکل شماره ۸- پلان یک منطقه با بانکت شیبدار

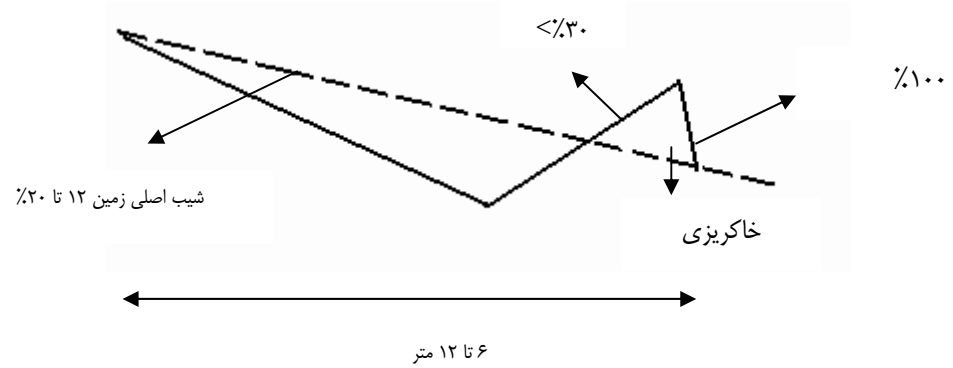
۲-٦- طبقه بندی بر اساس وضعیت خاکبرداری و خاکریزی

این نوع بانکت ها بر اساس وضعیت خاکبرداری و خاکریزی آنها در اشکال زیر ساخته می‌شوند:

omoorepeyman.ir

۲-۶-۱- بانکت‌های با انحنای ساده

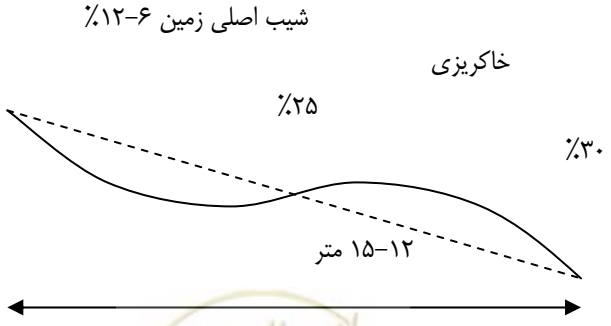
این بانکت‌ها برای شیب‌های بین ۱۲ تا ۲۰٪ مناسب بوده و در سطح وسیعی خاکبرداری شده و پشته آن قاعده کمی دارد. نمونه‌ای از این نوع بانکت‌ها در شکل شماره ۹ نشان داده شده است.



شکل شماره ۹ - بانکت با انحنای ساده

۲-۶-۲- بانکت‌های با انحنای دوگانه (نیکولز)[1]

در واقع اکثر بانکت‌های متداول در آبخیزداری در مناطق با شیب بین ۶ تا ۱۲٪ از نوع بانکت‌های نیکولز بوده که قسمت خاکریزی آن در پایین دست بانکت ساخته می‌شود. این گونه بانکت‌ها دارای مقطع دو بخشی بوده و به صور مختلف طراحی و اجرا می‌گردند. این نوع بانکت در شکل شماره ۱۰ نشان داده شده است.



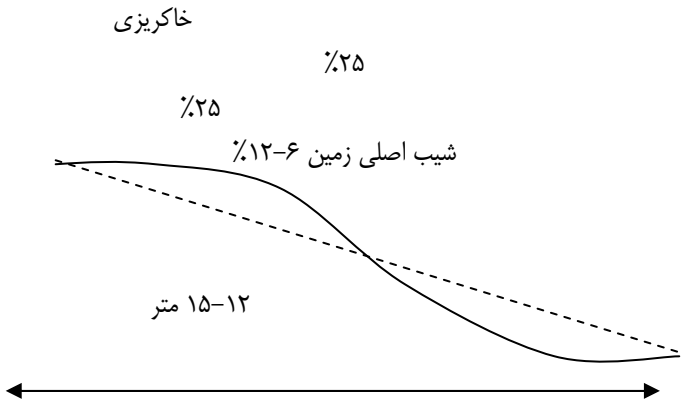
شکل شماره ۱۰- نمای یک بانکت نیکولز

[1] Nichols Channel Terrace

omoorepeyman.ir

۲-٦-۳- بانکت‌های فانیاجو[1]

در این گونه بانکت‌ها معمولاً خاکهای برداشت شده از داخل بانکت در قسمت بالادست آن ریخته می شود. به عبارت دیگر چنین بانکت‌هایی بر عکس بانکت‌های متداول در کشور ما قسمت خاکریزی آنها در بالای بانکت قرار می‌گیرد. این نوع بانکت‌ها را به نام بانکت‌های پشت شیبدار نیز می خوانند و معمولاً برای اراضی کم شیب به کار برده می‌شوند. همچنین این گونه بانکت‌ها در مناطقی که میانگین بارندگی سالیانه آنها کمتر از ۶۰۰ میلی متر و دارای شدت بارندگی‌های زیاد نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرند. قسمت خاکریزی بانکت‌های پشت شیبدار باید دارای کوبیدگی کافی بوده و از استحکام نسبتاً خوبی برخوردار باشد که روانآب در پشت آن جمع آوری و ذخیره خواهد شد. این نوع بانکت در شکل شماره ۱۱ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۱ - نمایی از یک بانکت فانیاجو

۲-٦-٤- بانکت‌های با انحنای سه گانه (مانگام)[2]

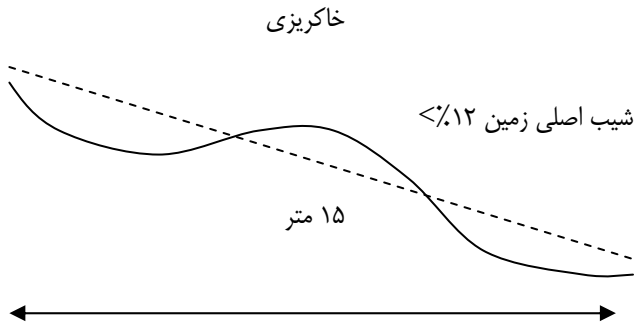
خاکریزی این گونه بانکت‌ها معمولا با استفاده از خاکبرداری انجام شده و در دو طرف (بالادست و پایین دست بانکت) ساخته می شود. در مناطقی که عمق خاک کافی نبوده و بارندگی آنها زیاد نباشد از چنین بانکت‌هایی استفاده خواهد شد. آنچه که مسلم است طراحی بانکت‌های مانگام همانند دیگر بانکت‌ها انجام پذیرفته و لذا لازم است ابعاد قسمتهای خاکبرداری شده، در قسمت بالادست دقیقاً مشخص گردد. بانکت‌های مانگام اصولا دارای مقطع سه بخشی بوده که در اکثر مواقع به‌صورت انحنایی ساخته می شوند. در چنین حالتی به آنها بانکت با انحنای سه گانه اطلاق می‌شود. که نمونه‌ای از آن در شکل ۱۲ نشان داده شده است. این تراسها غالبا در شیب‌های کمتر از ۱۲٪ ساخته می شوند بنابراین هیچ گونه اشکالی از نظر عبور ماشین‌های کشاورزی به وجود نمی‌آورند، زیرا در شیب‌های کمتر از ۱۲٪ شیب هر دو طرف پشته حاصل، به اندازه‌ای است که اشکالی از نظر عبور ماشین‌های کشاورزی ایجاد

[1] Fanyajun Baquette
[2] Mangum Channel Terrace

omoorepeyman.ir

نمی‌کند. خاکی که برای ساختن پشته به کار می‌رود معمولا از قسمت بالای شیب برداشته می شود. برداشتن خاک از قسمت بالای شیب و ساختن پشته به وسیله آن به دو منظور حفر آبراهه و مرتفع شدن کناره آن صورت می‌گیرد.

حسن این تراسها در این است که با ایجاد آنها تمامی سطح را می‌توان زیر کشت برد و از معایب آن می توان گفت که در این نوع بانکت‌ها شیب زمین بین آنها افزایش می‌یابد زیرا تاج پشته بالاتر از سطح اولیه زمین است و مرکز آبراهه نیز پایین تر از سطح اولیه زمین قرار دارد. این تراسها به‌صورت شیب دار یا مسطح ساخته می شوند که به تراسهای پایه پهن شیب دار[1] و تراسهای پایه پهن مسطح[2] معروف هستند. این نوع بانکت در شکل شماره ۱۲ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۲ - نمای یک بانکت با انحنای سه‌گانه (مانگام)

معمولا انواع بانکت‌های معرفی شده در طبقه‌بندی آنها بر اساس وضعیت خاکریزی و خاکبرداری برای کشت انواع مختلف غلات استفاده می‌شود. در نقاطی که شیب زمین کمتر از ۱۴٪ باشد جهت جلوگیری از فرسایش خاک نیز از بانکتهایی استفاده می‌شود که دارای پشته‌های ضخیم و بلند بوده و آب و برف را در پشت خود ذخیره می‌کنند و در برخی از نقاط ایران به بندسار معروف است و برای کشت محصولات مختلف از قبیل گندم، جو، انگور، پنبه و هندوانه استفاده می‌شوند.

omoorepeyman.ir

[1] Broad Base Graded Terrace
[2] Broad Base Level Terrace

فصل سوم- معیارهای طراحی

بانکت بندی در اکثر مناطق کشور کاربرد داشته و اصولا طراحی مناسب و کاربرد صحیح بانکت‌ها در اراضی مختلف می‌تواند نقش بسیار مهمی در موفقیت این گونه عملیات داشته باشد. در طراحی بانکت‌ها چند نکته حائز اهمیت است که باید به آنها توجه لازم مبذول داشت. تعیین محل‌های مناسب بانکت بندی، مشخص نمودن فواصل بین بانکت‌ها بر اساس شیب زمین، تعیین ابعاد بانکت‌های انحرافی و جذبی و تعیین ابعاد کانال‌های خروجی از نکات مهم قابل توجه در طراحی بانکت‌ها بوده که در ذیل به آن پرداخته می‌شود.

۳-۱- انتخاب محل بانکت بندی

اصولاً تعیین محل مورد نظر برای اجرای بانکت بندی لازم است بر اساس مطالعات انجام شده صورت پذیرد لذا در موقع تعیین محل برای اجرای بانکت بندی و انتخاب مکان‌های مناسب برای این گونه عملیات، رعایت موارد ذیل ضروری است:

۱- محل مورد نظر از لحاظ پوشش گیاهی ضعیف باشد.

۲- محل مورد نظر از نقطه نظر فرسایش پذیری خاک مستعد فرسایش سطحی باشد.

۳- فرسایش‌های شیاری و سطحی بر روی دامنه کاملاً مشهود باشد.

۴- محل مورد نظر بالقوه مستعد حرکات توده‌ای (زمین لغزش و غیره) نباشد.

۵- خاک محل از لحاظ بافت و ساختمان مناسب باشد.

۶- محل مورد نظر استعداد احیای پوشش گیاهی به‌صورت طبیعی و یا مصنوعی را داشته باشد.

۷- محل مورد نظر حتی‌الامکان فاقد بیرون زدگی سنگی و صخره‌ای باشد.

۸- عمق خاک محل مورد نظر کمتر از ۲۰ سانتی متر نباشد.

مساله مهمی که باید به آن اشاره شود این است که بانکت بندی در مناطقی که متوسط بارندگی سالیانه آنها کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر است بیشتر کاربرد داشته ولی با رعایت ضوابط و معیارهایی که در این استاندارد ارائه شده برای مناطق دیگر نیز قابل استفاده است.

۳-۲- فاصله عمودی بین بانکت‌ها [1]

فاصله گذاری بین بانکت در حقیقت تعیین فاصله عمودی بین دو بانکت متوالی است. فاصله بین بانکت‌ها نباید به اندازه‌ای باشد که باعث فرسایش مضاعف خاک گردد برای تعیین فاصله عمودی فرمول‌های مختلفی ارائه شده است و علاوه بر آنها می‌توان به طور عملی از اشکال فرسایشی بر روی دامنه نیز بهره جست مثلا اگر به فاصله ۱ متر از نوک تپه اشکال فرسایشی دیده شود می‌توان این فاصله را ۱ متر در نظر گرفت زیرا که آب پس از طی ۱ متر به سرعت فرساینده می‌رسد. به این منظور فرمول‌های مختلفی نیز ارائه شده است که در ذیل توضیح داده می‌شوند.

omoorepeyman.ir

[1]-Channel Terrace Spacing

۳-۲-۱- روش تئوری

برای تعیین فاصله عمودی بین بانکت‌ها به روش تئوری سه فرمول به صورت زیر ارائه شده است:

۱- فرمول روانآب

۲- فرمول فرسایش

۳- فرمول آستانه فرسایش

در روش روانآب ابتدا طول شیب(L) از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$L = \frac{V^{5/2} n^{3/2}}{(R-i)\cos\theta.\sin\theta^{3/4}} \qquad (۱)$$

که در آن:

R= ضریب فرسایندگی باران یک ساعته با دوره بازگشت ده سال،

i= شدت بارندگی یک ساعته می باشند که با دوره بازگشت ده سال،

V= حداکثر سرعت مجاز(متر بر ثانیه)،

n= ضریب مانینگ(برای خاک‌های لخت ۰/۲)،

θ= زاویه تندی شیب.

برخی از مقادیرV در جدول شماره ۱ آمده است.

اگر L از رابطه (۱) محاسبه گردد مقدار V.I هم از رابطه (۲) به دست می آید:

$$VI = L\sin\alpha \qquad (۲)$$

که در آن:

L= طول شیب (متر)

α= زاویه شیب زمین

VI= فاصله عمودی دو بانکت- متر

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۱ - سرعت مجاز در زمین‌های با پوشش گیاهی متفاوت

ردیف	جنس خاک	سرعت مجاز (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	شنی درشت	۰/۷۵	۱/۲۵	۱/۷
۴	خاک شنی	۰/۷۵	۱/۵	۲
۵	رسی لومی	۱	۱/۷	۲/۳
۶	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	–	–

در فرمول فرسایش از معادله جهانی فرسایش خاک استفاده می‌شود و حداکثر فاصله عمودی را برای بانکت‌های شیبدار و افقی می‌توان به دست آورد تعیین فاصله به نحوی خواهد بود که مقدار فرسایش خاک در حد مجاز خاک در نظر گرفته شود این معادله به صورت زیر است:

$$LS = \frac{R.K.C.P}{E} \qquad (۳)$$

که در آن:

LS= فاکتور توپوگرافی،

R= فاکتور فرسایندگی باران،

K= فاکتور فرسایش پذیری خاک،

C= فاکتور مدیریت زراعی،

P= فاکتور مدیریت اراضی،

E= میزان فرسایش مجاز خاک.

در ارتباط با تعیین فواصل بین بانکت‌ها روابط تجربی زیادی ارائه شده است که در اکثر آنها دو فاکتور اساسی بارندگی و خاک درنظر گرفته شده است. نظر به اینکه مکانیسم اثر بانکت‌ها برای کنترل فرسایش خاک در اراضی شیبدار بر کاهش سرعت جریان آب استوار می باشد، بنابراین نقش سرعت آستانه فرسایش در تعیین فواصل بین بانکت‌ها غیر قابل اغماض است. انرژی آستانه فرسایش از نقطه نظر تئوری به‌شرح ذیل قابل ارائه است.

$$E = \frac{VI^2}{P} \times \frac{i}{120} \qquad (۴)$$

که در آن:

omoorepeyman.ir

E = انرژی آستانه فرسایش

VI = فاصله عمودی بین دو بانکت (متر)

P = شیب زمین

i = شدت بارندگی (میلی متر در دقیقه)

آنچه مسلم است برای آنکه در یک زمین شیبدار فرسایشی در اثر جاری شدن آب بر روی دامنه اتفاق نیافتد انرژی روانآب باید کمتر از انرژی حد آستانه فرسایش خاک باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود چنانچه در رابطه تئوری فوق مقدار انرژی آستانه فرسایش (E) مشخص باشد می‌توان فاصله عمودی بین دو بانکت را تعیین نمود. از طرف دیگر چون آستانه فرسایش به متغیرهای زیادی بستگی دارد لذا برای تعیین مقدار آن نیاز به آزمایشات صحرایی خواهد بود. در تحلیل این پدیده می‌توان اظهار نمود چنانچه جسمی در یک سطح شیبدار قرار گیرد در اثر نیروی ثقل شروع به حرکت نموده و به تدریج بر سرعت آن افزوده می شود. بدیهی است در سرعت جسم دو فاکتور اساسی تندی و طول شیب تأثیرگذار هستند. به‌عبارت دیگر هر چه طول شیب زیادتر باشد بر سرعت جسم در حال حرکت نیز به‌تدریج افزوده شده بطوریکه پس از مدت زمانی به سرعت حد رسیده و حداکثر انرژی لازم را برای حرکت کسب کرده است. در صورتیکه در مسیر جسم در حال حرکت موانعی گذاشته شود، بالتبع از سرعت آن کاسته شده و حتی ممکن است هیچ وقت به سرعت حد نرسد. در واقع بانکت بندی در عملیات آبخیزداری نیز چنین مکانیسمی را برای جریان‌های آب در روی دامنه های شیبدار ایجاد می‌نمایند بطوریکه از رسیدن روانآب به سرعت حد ممانعت به‌عمل می‌آورد.

برای تعیین آستانه فرسایش در عمل قطعاتی را از یک دامنه شیبدار انتخاب می‌نمایند که دارای عرض‌های مساوی و طولهای مختلف بوده و اطراف قطعات تعیین شده را با ورقهای فلزی و یا وسایل دیگری که نفوذناپذیر باشند تا ارتفاع نیم متر و به عمق ۲۰ سانتی متر محصور می‌نمایند. این قطعات در طول شیب یک دامنه قرار گرفته و در پایین دست قطعات یک بشکهٔ خالی جهت جمع آوری رسوب تعبیه می‌شود آب جریان یافته بر روی قطعات در اثر بارندگی در این بشکه ها جمع آوری و بطور مداوم رسوبات آنها اندازه‌گیری می‌گردد. عرض قطعات انتخابی معمولا بین ۱ تا ۲متر بوده که در همه قطعات ثابت می باشد. طول قطعات را اصولا از ۵ تا ۲۰ متر بر حسب شیب دامنه درنظر می‌گیرند و سعی می‌شود طول آنها را از قطعه‌ای به قطعه دیگر نیم متر به نیم متر افزایش دهند.

پس از جمع‌آوری رسوبات و توزین آنها بر حسب قطعات مختلف جهت تعیین تأثیر طول شیب در فرسایش خاک منطقه آن را بر روی محورهای مختصات رسم می نمایند. روی محور افقی (X) طول شیب و محور عمودی (Y) وزن رسوبات در نظر گرفته می‌شود. پس از ترسیم محورهای مختصات منحنی رسوب را بر روی آن مشخص نموده و نقطه‌ای را که منحنی مزبور به شدت حالت صعودی پیدا می‌کند به‌عنوان نقطه شروع فرسایش بحرانی انتخاب و طول شیب مربوط به آن نقطه را یادداشت نموده و به عنوان فاصله بحرانی مورب بین دو بانکت در نظر گرفته می‌شود.

باید توجه داشت در عمل تعیین آستانه فرسایش نیاز به مدت زمان زیادی داشته و در بعضی مواقع نیز غیر ممکن است. در ضمن پس از مشخص شدن آستانه فرسایش برای یک منطقه این مقدار فقط می‌تواند در آن منطقه مورد استفاده قرار گیرد، هر چند که شرایط فیزیکی زمین و خاک و اقلیم مناطق مشابه هم باشد. از این رو فرمول تئوری مورد اشاره برای مناطق دیگر با شدت بارندگی i َ در ادامه آمده است:

omoorepeyman.ir

$$E = \frac{i'}{120} \times \frac{VI'^2}{P} \quad (۵)$$

$$E = \frac{VI'^2/P}{VI^2/P} = \frac{120E/i'}{120E/i} = \frac{120Ei}{120Ei'} = \frac{i}{i'} \quad (۶)$$

با توجه به تجربیات صحرایی می توان به‌جای $\frac{VI^2}{P}$ مقدار عددی آن را برابر ۵۰ درنظر گرفته و لذا رابطه فوق به‌صورت زیر نوشته خواهد شد:

$$\frac{VI^2}{P} = 50 \times \frac{i}{i'} \quad (۷)$$

در رابطه بالا i شدت بارندگی استاندارد بوده که معمولا ۳ میلی متر در دقیقه درنظر گرفته می شود و i' شدت بارندگی منطقه مورد مطالعه می باشد. چنانچه شدت بارندگی منطقه برابر با ۳ میلی متر در دقیقه فرض شود رابطه بالا به شکل اولیه خود استفاده خواهد شد.

باید توجه داشت که شدت بارندگی یک منطقه به‌ندرت ممکن است به ۳ میلی متر برسد و لذا رابطه فوق را می توان برای کلیه مناطق کشور به‌کار برد. با استفاده از این فرمول فواصل بین بانکت‌ها تعیین شده که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

۳-۲-۲- فرمول تجربی

فرمول‌های تجربی زیادی توسط محققین مختلف ارائه شده که اکثر آنها برای مناطق خاصی کاربرد داشته و فقط تعداد کمی از آنها تقریبا کاربرد جهانی دارند. روابط تجربی به طور کلی از رابطه زیر تبعیت می کنند:

$$VI=aS+b \quad (۵)$$

که در آن:

VI = فاصله عمودی بین دو بانکت (متر)

a ,b = ضرایب ثابت

S = درصد شیب متوسط زمین

بر این اساس روابط زیادی برای نقاط مختلف دنیا ارائه شده است که از آن جمله می توان به ساکاردی، استرالیا، تایوان و تایلند اشاره نمود. به هر حال باید توجه داشت که تعیین روابط تجربی جهت تعیین فاصله بین بانکت‌ها برای کشور ما با نظر به اقالیم مختلف آن یک ضرورت محسوب می‌شود. در این نشریه سعی شده است از روابطی نام برده شود که برای کاربرد در کشور ما تقریبا مناسب هستند.

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲- تعیین فاصله بین بانکت‌ها برحسب متر بر اساس فرمول تئوری

شیب زمین (درصد)	فاصله مایل برحسب متر	فاصله افقی برحسب متر	فاصله عمودی برحسب متر
۱۴	۱۸/۸	۱۸/۶	۲/۶
۱۶	۱۷/۷	۱۷/۵	۲/۸
۱۸	۱۷	۱۶/۷	۳
۲۰	۱۶/۸	۱۶/۵	۳/۲
۲۲	۱۵/۴	۱۵	۳/۳
۲۴	۱۵	۱۴/۶	۳/۵
۲۶	۱۴/۳	۱۳/۸	۳/۶
۲۸	۱۳/۷	۱۳/۲	۳/۷
۳۰	۱۳/۶	۱۳	۳/۹
۳۲	۱۳/۱	۱۲/۵	۴
۳۴	۱۲/۸	۱۲/۱	۴/۱
۳۶	۱۲/۴	۱۱/۷	۴/۲
۳۸	۱۲/۴	۱۱/۶	۴/۴
۴۰	۱۲/۲	۱۱/۳	۴/۵
۴۲	۱۱/۹	۱۱	۴/۶
۴۴	۱۱/۷	۱۰/۷	۴/۷
۴۶	۱۱/۵	۱۰/۴	۴/۸
۴۸	۱۱/۳	۱۰/۲	۴/۹
۵۰	۱۱/۲	۱۰	۵
۵۲	۱۱	۹/۸	۵/۱
۵۴	۱۰/۹	۹/۶	۵/۲
۵۶	۱۰/۹	۹/۵	۵/۳
۵۸	۱۰/۸	۹/۳	۵/۴
۶۰	۱۰/۷	۹/۲	۵/۵

مثال: فاصله عمودی، افقی و مایل در سیستم بانکت بندی در منطقه‌ای با شیب ۱۴٪ و شدت بارندگی ۳ میلیمتر در دقیقه با استفاده از فرمول تئوری به صورت زیر محاسبه می شود (بر حسب متر)

(HD فاصله افقی است.)

omoorepeyman.ir

$$\frac{VI^2}{P}=50\Rightarrow\frac{VI^2}{0.14}=50\Rightarrow VI=2.6$$
$$HD=\frac{VI}{P}=\frac{2.6}{0.14}=18.6$$
$$L=\sqrt{(2.6)^2+(18.6)^2}=18.8$$

۳-۲-۲-۱- فرمول ساکاردی[1]

$$\frac{\mathrm{VI}^3}{\mathrm{P}}=(260\pm10) \qquad (۶)$$

که در آن:

VI = اختلاف ارتفاع بر حسب متر

P = شیب زمین بر حسب متر بر متر

ساکاردی رابطه فوق را برای کشور الجزایر پیشنهاد نمود که می تواند برای کشور ما نیز کاربرد داشته باشد. ضمناً در صورتیکه شرایط پوشش گیاهی منطقه مورد نظر مناسب بوده و خاک آن از نفوذپذیری خوبی برخوردار باشد در فرمول فوق باید علامت مثبت (+) را به‌کار برد و در صورتیکه فاکتورهای اشاره شده مناسب نباشد باید از علامت منفی (–) استفاده شود. در جداول شماره ۳ و ۴ با استفاده از رابطه فوق در دو حالت مختلف فواصل بین بانکت‌ها در شیب‌های متفاوت تعیین و ارائه شده است.

۳-۲-۲-۲- فرمول‌های تایوان و تایلند[2]

در کشور تایوان رابطه زیر جهت تعیین فواصل بین بانکت‌ها استفاده می‌شود:

$$\mathrm{VI}=\frac{\mathrm{P}+4}{10} \qquad (۷)$$

که در آن:

VI = اختلاف ارتفاع (متر)

P = درصد شیب زمین

نظر به همگونی اقلیمی تایوان با مناطق شمالی کشور فرمول تایوان را می‌توان برای مناطق یاد شده استفاده کرد. در جدول شماره ۵ فواصل بین بانکت‌ها بر حسب شیب زمین و با استفاده از فرمول تایوان ارائه شده است.

در کشور تایلند نیز رابطه زیر برای تعیین فواصل عمودی بین بانکت‌های متوالی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$\mathrm{VI}=\frac{\mathrm{P}+6}{10} \qquad (۸)$$

پارامترهای این رابطه نیز مانند رابطه قبلی بوده و برای مناطق با بارندگی متوسط سالانه کشور قابل استفاده خواهد بود. در جدول شماره ۶ فواصل بانکت‌ها با در نظر گرفتن این رابطه ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

[1]- Saccardy formula
[2] -Taiwan and Thailand formulas

جدول شماره ۳- تعیین فاصله بین بانکت ها در خاک‌های تقریباً نفوذناپذیر بر اساس فرمول ساکاردی

شیب زمین (درصد)	فاصله مایل (متر)	فاصله افقی (متر)	فاصله عمودی(متر)
۱۴	۲۳/۸	۲۳/۶	۳/۳
۱۶	۲۱/۵	۲۱/۲	۳/۴
۱۸	۱۹/۷	۱۹/۴	۳/۵
۲۰	۱۸/۹	۱۸/۵	۳/۷
۲۲	۱۷/۷	۱۷/۳	۳/۸
۲۴	۱۶/۷	۱۶/۲	۳/۹
۲۶	۱۶	۱۵/۴	۴
۲۸	۱۵/۲	۱۴/۶	۴/۱
۳۰	۱۴/۶	۱۴	۴/۲
۳۲	۱۴/۱	۱۳/۴	۴/۳
۳۴	۱۳/۷	۱۳	۴/۴
۳۶	۱۳/۳	۱۲/۵	۴/۵
۳۸	۱۲/۹	۱۲/۱	۴/۶
۴۰	۱۲/۴	۱۱/۵	۴/۶
۴۲	۱۲/۱	۱۱/۲	۴/۷
۴۴	۱۱/۹	۱۰/۹	۴/۸
۴۶	۱۱/۷	۱۰/۶	۴/۹
۴۸	۱۱/۳	۱۰/۲	۴/۹
۵۰	۱۱/۲	۱۰	۵
۵۲	۱۱	۹/۸	۵/۱
۵۴	۱۰/۷	۹/۴	۵/۱
۵۶	۱۰/۶	۹/۳	۵/۲
۵۸	۱۰/۴	۹	۵/۲
۶۰	۱۰/۳	۸/۸	۵/۳

مثال) فاصله عمودی، افقی و مایل در سیستم بانکت بندی در منطقه ای با شیب ۱۴٪ و خاک نفوذناپذیر بر اساس رابطه ساکاردی به صورت زیر محاسبه می شود: (بر حسب متر)

$$VI = [P(250)]^{1/3} = [0.14(250)]^{1/3} = 3.3$$

$$HD = \frac{VI}{P} = \frac{3.3}{0.14} = 23.6$$

$$L = \sqrt{(3.3)^2 + (23.6)^2} = 23.8$$

omoorepeyman.ir

جدول شماره ٤ - تعیین فاصله بین بانکت ها در خاک‌های تقریباً نفوذپذیر و پوشش گیاهی خوب بر اساس فرمول ساکاردی

شیب زمین(درصد)	فاصله مایل (متر)	فاصله افقی(متر)	فاصله عمودی(متر)
۱۴	۲۴/۲	۲۴/۳	۳/۴
۱۶	۲۲/۲	۲۱/۹	۳/۵
۱۸	۲۰/۶	۲۰	۳/۶
۲۰	۱۹/۳	۱۹	۳/۸
۲۲	۱۸/۲	۱۷/۷	۳/۹
۲۴	۱۷/۲	۱۶/۷	۴
۲۶	۱۶/۴	۱۵/۸	۴/۱
۲۸	۱۵/۷	۱۵	۴/۲
۳۰	۱۵/۱	۱۴/۳	۴/۳
۳۲	۱۴/۵	۱۳/۷	۴/۴
۳۴	۱۴/۰	۱۳/۲	۴/۵
۳۶	۱۳/۶	۱۲/۸	۴/۶
۳۸	۱۳/۲	۱۲/۴	۴/۷
۴۰	۱۲/۸	۱۲	۴/۸
۴۲	۱۲/۵	۱۱/۴	۴/۸
۴۴	۱۲/۲	۱۱/۱	۴/۹
۴۶	۱۱/۹	۱۰/۹	۵
۴۸	۱۱/۷	۱۰/۶	۵/۱
۵۰	۱۱/۵	۱۰/۲	۵/۱
۵۲	۱۱/۳	۱۰	۵/۲
۵۴	۱۱/۱	۹/۸	۵/۳
۵۶	۱۰/۹	۹/۵	۵/۳
۵۸	۱۰/۷	۹/۳	۵/۴
۶۰	۱۰/۶	۹/۲	۵/۵

مثال) فاصله عمودی، افقی و مایل در سیستم بانکت بندی در منطقه ای با شیب ۱۴٪ و خاک نفوذپذیر و پوشش گیاهی خوب بر اساس رابطه ساکاردی به صورت زیر محاسبه می‌شود: (بر حسب متر)

$$VI = [P(270)]^{1/3} = [0.14(270)]^{1/3} = 3.4$$

$$HD = \frac{VI}{P} = \frac{3.4}{0.14} = 24.3$$

$$L = \sqrt{(3.4)^2 + (24.3)^2} = 24.2$$

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۵ - تعیین فاصله بین بانکت ها برای مناطق پرباران براساس فرمول تایوان

شیب زمین(درصد)	فاصله مایل(متر)	فاصله افقی (متر)	فاصله عمود (متر)
۱۴	۱۲/۹	۱۲/۸	۱/۸
۱۶	۱۲/۶	۱۲/۵	۲
۱۸	۱۲/۴	۱۲/۲	۲/۲
۲۰	۱۲/۲	۱۲	۲/۴
۲۲	۱۲/۱	۱۱/۸	۲/۶
۲۴	۱۱/۹	۱۱/۶	۲/۸
۲۶	۱۱/۹	۱۱/۵	۳
۲۸	۱۱/۸	۱۱/۴	۳/۲
۳۰	۱۱/۸	۱۱/۳	۳/۴
۳۲	۱۱/۷	۱۱/۲	۳/۶
۳۴	۱۱/۸	۱۱/۲	۳/۸
۳۶	۱۱/۸	۱۱/۱	۴
۳۸	۱۱/۸	۱۱	۴/۲
۴۰	۱۱/۸	۱۱	۴/۴
۴۲	۱۱/۸	۱۰/۹	۴/۶
۴۴	۱۱/۹	۱۰/۹	۴/۸
۴۶	۱۲	۱۰/۹	۵
۴۸	۱۲	۱۰/۸	۵/۲
۵۰	۱۲/۱	۱۰/۸	۵/۴
۵۲	۱۲/۲	۱۰/۸	۵/۶
۵۴	۱۲/۲	۱۰/۷	۵/۸
۵۶	۱۲/۳	۱۰/۷	۶
۵۸	۱۲/۴	۱۰/۷	۶/۲
۶۰	۱۲/۵	۱۰/۷	۶/۴

مثال: فاصله عمودی، افقی و مایل در سیستم بانکت بندی در منطقه‌ای با شیب ۱۴٪ به صورت زیر محاسبه می شود: (متر)

$$VI = \frac{P+4}{10} = \frac{14+4}{10} = 1.8$$

$$HD = \frac{VI}{P} = \frac{1.8}{0.14} = 12.8$$

$$L = \sqrt{(1.8)^2 + (12.8)^2} = 12.9$$

omoorepeyman.ir

جدول شماره ٦ - تعیین فاصله بین بانکت ها برای مناطق با باران متوسط بر اساس فرمول تایلند

شیب زمین(درصد)	فاصله عمودی(متر)	فاصله افقی(متر)	فاصله مایل(متر)
۱۴	۲	۱۴/۳	۱۴/۴
۱۶	۲/۲	۱۳/۷	۱۳/۹
۱۸	۲/۴	۱۳/۳	۱۳/۵
۲۰	۲/۶	۱۳	۱۳/۲
۲۲	۲/۸	۱۲/۷	۱۳
۲۴	۳	۱۲/۵	۱۲/۸
۲۶	۳/۲	۱۲/۳	۱۲/۷
۲۸	۳/۴	۱۲/۱	۱۲/۶
۳۰	۳/۶	۱۲	۱۲/۵
۳۲	۳/۸	۱۱/۹	۱۲/۵
۳۴	۴	۱۱/۸	۱۲/۴
۳۶	۴/۲	۱۱/۷	۱۲/۴
۳۸	۴/۴	۱۱/۶	۱۲/۴
۴۰	۴/۶	۱۱/۵	۱۲/۴
۴۲	۴/۸	۱۱/۴	۱۲/۴
۴۴	۵	۱۱/۴	۱۲/۴
۴۶	۵/۲	۱۱/۳	۱۲/۴
۴۸	۵/۴	۱۱/۲	۱۲/۴
۵۰	۵/۶	۱۱/۲	۱۲/۵
۵۲	۵/۸	۱۱/۱	۱۲/۵
۵۴	۶	۱۱/۱	۱۲/۶
۵۶	۶/۲	۱۱	۱۲/۶
۵۸	۶/۴	۱۱	۱۲/۷
۶۰	۶/۶	۱۱	۱۲/۸

مثال: فواصل عمودی، افقی و مایل دو بانکت متوالی در منطقه ای با شیب ۱۴٪ در مناطق بارندگی متوسط تا کم به صورت زیر محاسبه می شود: (بر حسب متر)

omoorepeyman.ir

$$VI = \frac{P+6}{10} = \frac{14+6}{10} = 2$$
$$HD = \frac{VI}{P} = \frac{2}{0.14} = 14.3$$
$$L = \sqrt{(2)^2 + (14.3)^2} = 14.4$$

۳-۲-۲-۳- فرمول استرالیا[1]

برای تعیین فواصل بین بانکت‌ها در کشور استرالیا رابطه زیر پیشنهاد شده است.

$$VI = \frac{K}{S^{0.5}} \qquad (۹)$$

که در آن:

VI = اختلاف ارتفاع بر حسب متر

K = ضریب فرسایش پذیری خاک

S = شیب زمین

در فرمول بالا ضریب فرسایش پذیری خاک بین ۱ تا ۴ به ترتیب برای خاک‌های با فرسایش پذیری زیاد تا کم متغیر است. در جدول شماره ۸ فواصل بین بانکت‌ها در شیبهای مختلف بر حسب ضریب فرسایش پذیری خاک ارائه شده است.

۳-۲-۲-٤- جدول ارائه شده توسط سرویس حفاظت خاک آمریکا[2]

بر این اساس می‌توان فواصل افقی و عمودی بین بانکت‌ها با توجه به میزان درصد شیب را به‌دست آورد. توصیه ارائه شده در جدول شماره ۷ آورده شده است. فواصل پیشنهادی با توجه به شرایط حاکم بر منطقه در حد ۱۰ تا ۲۰٪ قابل افزایش یا کاهش می‌باشد.

omoorepeyman.ir

[1] -Australia Formula
[2] -United State Soil Conservation Service,USSCS

جدول شماره ۷ - رابطه فواصل افقی و عمودی با درصد شیب زمین

شیب زمین(درصد)	فاصله عمودی (متر)	فاصله افقی (متر)
۱	۰/۷۵	۷۰
۲	۰/۹	۴۵
۳	۱/۰۵	۳۵
۴	۱/۲	۳۰
۵	۱/۳۵	۲۷
۶	۱/۵	۲۵
۷	۱/۶۵	۲۳/۷
۸	۱/۸	۲۲/۵
۹	۱/۹۵	۲۱/۶
۱۰	۲/۱۰	۲۱

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۸- تعیین فاصله عمودی بانکت برحسب متر در فرمول استرالیا

شیب زمین(درصد)	ضریب فرسایش پذیری خاک (K)			
	۱	۲	۳	٤
۱۴	۲/۷	۵/۳	۸	۱۰/۷
۱۶	۲/۵	۵	۷/۵	۱۰
۱۸	۲/۳	۴/۷	۷	۹/۴
۲۰	۲/۲	۴/۵	۶/۷	۸/۹
۲۲	۲/۱	۴/۳	۶/۴	۸/۵
۲۴	۲/۰۴	۴	۶/۱	۸/۲
۲۶	۲	۳/۹	۵/۹	۷/۸
۲۸	۱/۹	۳/۸	۵/۷	۷/۶
۳۰	۱/۸	۳/۶	۵/۵	۷/۳
۳۲	۱/۷۷	۳/۵	۵/۳	۷
۳۴	۱/۷۱	۳/۴	۵/۱	۶/۷
۳۶	۱/۷	۳/۳	۵	۶/۶
۳۸	۱/۶۲	۳/۲	۴/۹	۶/۵
۴۰	۱/۶	۳/۱	۴/۷	۶/۳
۴۲	۱/۵	۳	۴/۶	۶/۱
۴۴	۱/۴۹	۲/۹۸	۴/۴۷	۶
۴۶	۱/۴۷	۲/۹	۴/۴	۵/۹
۴۸	۱/۴۴	۲/۸۸	۴/۳	۵/۷
۵۰	۱/۴۱	۲/۸۲	۴/۲	۵/۶
۵۲	۱/۳۹	۲/۷۷	۴/۱	۵/۵
۵۴	۱/۳۶	۲/۷۲	۴/۰۸	۵/۴
۵۶	۱/۳۳	۲/۶۷	۴	۵/۳
۵۸	۱/۳۱	۲/۶۲	۳/۹	۵/۲
۶۰	۱/۳	۲/۶	۳/۸	۵/۱

مثال: فاصله عمودی بین دو بانکت متوالی در منطقه‌ای با شیب ۱۴٪ و خاک بسیار فرسایش پذیر برابر با ۲/۷ متر می باشد.

$$VI = \frac{K}{\sqrt{S}} = \frac{1}{\sqrt{0.14}} = 2.7$$ متر

omoorepeyman.ir

۳-۳- تعیین فاصله افقی بانکت‌ها[1]

اگر چه فواصل افقی و مورب بین دو بانکت متوالی از طریق محاسبه فاصله عمودی بانکت ها (بخش ۳-۲) قابل محاسبه است لکن رابطه زیر توسط سینگ[2] (۱۹۹۱) ارائه شده است.

$$HD = \frac{200}{S} + 10 \qquad (۱۰)$$

که در آن:

HD = فاصله افقی بین بانکت‌ها (m)

S = درصد شیب زمین

۳-٤- تعیین ابعاد بانکت‌ها[3]

۳-٤-۱- بانکت‌های افقی

ابعاد بانکت‌های افقی بر اساس مساحت محدود شده در بین بانکت‌ها و همچنین مقدار بارش ۴۸ ساعته تعیین می‌شود. جهت برآورد ابعاد مناسب برای بانکت‌های افقی در ابتدا ضروری است که سطح مقطع آن تعیین شود. برای تعیین سطح مقطع بانکت‌های افقی می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

ضریب روانآب * ارتفاع بارش ٤٨ ساعته (متر) * فاصله مایل بین بانکت‌ها (متر)= سطح مقطع مفید بانکت(متر مربع)

در رابطه فوق بارش متوسط ۴۸ ساعته منطقه ملاک عمل بوده و در ضمن ضریب روانآب در این حالت برابر ۰/۵ تا ۰/۷ درنظر گرفته می‌شود. در جداول شماره ۹ و۱۰ سطح مقطع بانکت‌های افقی بر حسب فواصل آنها در شیبهای مختلف و بارش ۴۸ ساعته ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

[1]- Horizantal Distance
[2] - Singh
[3] -Channel Terrace Cross Section

جدول شماره ۹- تعیین سطح مقطع بانکت‌های افقی برحسب متر مربع در مناطق با ضریب روانآب ۰/۵

فاصله مایل بانکت (متر)	بارش متوسط ٤٨ ساعته برحسب میلی متر						
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۵۰	۷۵
۶	۰/۰۱۵	۰/۰۳	۰/۰۴۵	۰/۰۶	۰/۰۷۵	۰/۱۵	۰/۲۲۵
۸	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰
۱۰	۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۳۷۵
۱۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۳	۰/۴۵
۱۴	۰/۰۳۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۵۲
۱۶	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۴۰	۰/۶۰
۱۸	۰/۰۴۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۴۵	۰/۶۷
۲۰	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵
۲۲	۰/۰۵۵	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۵۵	۰/۸۲۵
۲۴	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۹۰
۲۶	۰/۰۶۵	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۶۵	۰/۹۷
۲۸	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۷	۱/۰۵
۳۰	۰/۰۷۵	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۷۵	۱/۱۲

مثال: سطح مقطع مفید یک بانکت در منطقه‌ای با بارش متوسط ۴۸ ساعت برابر با ۵ میلی متر، ضریب روانآب ۵۰٪ و فاصله مورب بین دو بانکت ۶ متر برابر با ۰/۰۱۵ مترمربع می باشد.

مترمربع $S = 6 \times 0.005 \times 0.5 = 0.015$

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۱۰ - تعیین سطح مقطع بانکت‌های افقی برحسب متر مربع در مناطق با ضریب رواناب ۰/۷

فاصله مایل بانکت (متر)	بارش متوسط ۴۸ ساعته برحسب میلی متر						
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۵۰	۷۵
۶	۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳	۰/۰۸۴	۰/۱۰۵	۰/۲۱	۰/۳۱۵
۸	۰/۰۲۸	۰/۰۵۶	۰/۰۸۴	۰/۱۱۲	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۴۲
۱۰	۰/۰۳۵	۰/۰۷	۰/۱۰۵	۰/۱۴	۰/۱۷۵	۰/۳۵	۰/۵۲۵
۱۲	۰/۰۴۲	۰/۰۸۴	۰/۱۲۶	۰/۱۶۸	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۶۳
۱۴	۰/۰۴۹	۰/۰۹۸	۰/۱۴۷	۰/۱۹۶	۰/۲۴۵	/۴۹	۰/۷۳۵
۱۶	۰/۰۵۶	۰/۱۱۲	۰/۱۶۸	۰/۲۲۴	۰/۲۸	۰/۵۶	۰/۸۴
۱۸	۰/۰۶۳	۰/۱۲۶	۰/۱۸۹	۰/۲۵۲	۰/۳۱۵	۰/۶۳	۰/۹۴۵
۲۰	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۷	۱/۰۵
۲۲	۰/۰۷۷	۰/۱۵۴	۰/۲۳۱	۰/۳۰۸	۰/۳۸۵	۰/۷۷	۱/۱۵۵
۲۴	۰/۰۸۴	۰/۱۶۸	۰/۲۵۲	۰/۳۳۶	۰/۴۲	۰/۸۴	۱/۲۶
۲۶	۰/۰۹۱	۰/۱۸۲	۰/۲۷۳	۰/۳۶۴	۰/۴۵۵	۰/۹۱	۱/۳۶۵
۲۸	۰/۰۹۸	۰/۱۹۶	۰/۲۹۴	۰/۳۹۲	۰/۴۹	۰/۹۸	۱/۴۷
۳۰	۰/۱۰۵	۰/۲۱	۰/۳۱۵	۰/۴۲	۰/۵۲۵	۱/۰۵	۱/۵۷۵

مثال: سطح مقطع مفید یک بانکت در منطقه ای با بارش متوسط ۴۸ ساعته برابر با ۵ میلی متر، ضریب رواناب ۷۰٪ و فاصله مورب بین دو بانکت ۶ متر برابر با ۰/۰۲۱ متر مربع می باشد.

$S = 6 \times 0.005 \times 0.7 = 0.021$ مترمربع

همانطورکه در جداول مزبور ملاحظه می‌شود کاربرد بانکت‌های افقی در مناطق پر باران که بارندگی ۴۸ ساعته میانگین آنها بیش از ۵۰ تا ۷۵ میلی متر است دارای محدودیت‌هایی بوده بطوریکه ابعاد بانکت دور از انتظار خواهد بود. پس از تعیین سطح مقطع بانکت لازم است عمق و عرض بانکت را محاسبه نموده و بر حسب اینکه مقطع آن مثلثی، ذوزنقه‌ای و یا انحنایی باشد اقدامات لازم را انجام داد.

۳-٤-۱-۱- بانکت‌های افقی با مقطع مثلثی

برای تعیین عمق و عرض فوقانی بانکت‌های مثلثی شکل می توان از روابط زیر استفاده نمود:

$S=ZD^2$ (۱۱)

$T=2DZ$ (۱۲)

که در آنها:

omoorepeyman.ir

T = عرض فوقانی بانکت بر حسب متر

D = عمق بانکت بر حسب متر

Z = شیب قسمت خاکبرداری شده (متر بر متر)

S = سطح مقطع بانکت بر حسب متر مربع

جهت مشخص نمودن شیب قسمت خاکبرداری شده می توان از جدول شماره ۱۱ بر حسب نوع خاک منطقه استفاده نمود.

جدول شماره ۱۱- تعیین شیب قسمتهای خاکبرداری و خاکریزی شده

ردیف	نوع خاک	شیب خاکبرداری	شیب خاکریزی
۱	رس خالص	۱ : ۰/۳۳	۱ : ۰/۵۰
۲	خاک رسی	۱ : ۰/۵۰	۱ : ۰/۷۵
۳	خاک لومی	۱ :۱/۰۰	۱ : ۱/۵۰
۴	خاک شنی	۱ : ۱/۵۰	۱ : ۲/۲۵
۵	زمین قلوه سنگی	۱ : ۱/۵۰	۱ : ۲/۲۵

باید توجه داشت شیب قسمت خاکبرداری شده معمولا در حدود دو سوم شیب قسمت خاکریزی می‌باشد. به هر حال در صورت مشخص بودن بافت خاک منطقه به سهولت می‌توان شیبهای خاکبرداری و خاکریزی را در بانکت‌ها با استفاده از جدول ۱۱ تعیین نمود. آنچه مسلم است انتخاب شیب‌های ملایم به‌ویژه در قسمت خاکبرداری شده میزان اطمینان پایداری بانکت را افزایش می‌دهد. برای تعیین عمق و عرض بانکت مثلثی شکل می‌توان با در دست داشتن سطح مقطع مفید از جداول ارائه شده در زیر استفاده نمود. بطوریکه ابتدا با استفاده از جدول شماره ۱۱ با مشخص بودن سطح مقطع، عمق بانکت تعیین شده و سپس با درنظر گرفتن جدول شماره۱۲ عرض فوقانی آن معلوم خواهد شد.

به‌عنوان مثال اگر بارش ۴۸ ساعته میانگین سالانه یک منطقه ۵۰ میلی متر، شیب زمین در حدود ۲۰٪ و جنس خاک آن لومی باشد، طراحی بانکت‌های افقی مثلثی این منطقه به صورت زیر انجام می شود:

الف- با استفاده از جدول ۲ فاصله مایل بانکت‌ها در حدود ۱۶/۸ متر خواهد شد.

ب- از جدول ۹ سطح مقطع بانکت در حدود ۰/۶ متر مربع خواهد شد.

ج- با توجه به جداول شماره ۱۱ و۱۲ و با توجه به سطح مقطع بانکت، عمق آن برابر با ۰/۵ متر و عرض فوقانی آن ۳ متر و با شیب ۳ : ۱ انتخاب خواهد شد.

د- پس از اینکه ابعاد تقریبی بانکت مشخص شد با توجه به رابطه (۱۱) اقدام به تعیین دقیق آنها با روش سعی و خطا می شود در این صورت عمق نهایی برابر با ۰/۵ متر و شیب طرفین قسمت خاکبرداری ۲/۸ : ۱ خواهد بود.

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۱۲ - تعیین عرض فوقانی بانکت‌های مثلثی برحسب متر

شیب (Z)	ارتفاع بانکت برحسب متر (D)				سطح مقطع مفید (مترمربع)	
	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	حداکثر	حداقل
۰/۳	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۳	۰/۰۱۲	۰/۰۷۵
۰/۵	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۰۲	۰/۱۲۵
۰/۷۵	۰/۳	۰/۴۵	۰/۶	۰/۷۵	۰/۰۳	۰/۱۸۸
۱	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۱	۰/۰۴	۰/۲۵
۱/۵	۰/۶	۰/۹	۱/۲	۱/۵	۰/۰۶	۰/۳۷۵
۲	۰/۸	۱/۲	۱/۶	۲	۰/۰۸	۰/۵
۲/۵	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۰/۱۰	۰/۶۲۵
۳	۱/۲	۱/۸	۲/۴	۳	۰/۱۲	۰/۷۵

مثال: در صورتیکه عمق یا ارتفاع بانکت مثلثی ۰/۲ متر و شیب کناره های آن ۳۳٪ باشد عرض بالای آن ۰/۱۲ متر می باشد.

$T = ۲DZ$

$T= ۲(۰/۲)(۰/۳) =۰/۱۲$

در طراحی بانکت‌ها باید سعی شود حتی‌الامکان از بانکت‌های مثلثی کمتر استفاده شود زیرا که مقطع مناسبی از لحاظ هیدرولیکی نبوده و عملا پس از اجرا به‌شکل مقاطع ذوزنقه ای و یا انحنایی تبدیل می‌شوند.

۳-۴-۱-۲- بانکت با مقطع ذوزنقه‌ای

بانکت‌های ذوزنقه‌ای شکل یکی از بانکت‌های رایج در عملیات بانکت بندی بوده که در کشور ما نیز بسیار متداول هستند. در این گونه بانکت‌ها نیز سطح مقطع بانکت از جداول شماره ۸ و ۹ قابل تعیین است. به عبارت دیگر پس از مشخص نمودن فاصله بین بانکت‌ها با استفاده از یکی از جداول شماره ۲ تا ۷ نسبت به تعیین سطح مقطع اقدام می شود. پس از آن نیز از جداول شماره ۱۱ و ۱۲ برای تعیین عرض فوقانی بانکت استفاده خواهد شد. به عنوان مثال در صورتی‌که در یک زمین با شیب ۳۰٪ ، خاک لومی و بارندگی متوسط ۴۸ ساعته منطقه در حدود ۲۵ میلی متر نیاز به احداث بانکت‌های افقی با مقطع ذوزنقه‌ای شکل باشد جهت تعیین ابعاد بانکت ها به‌ترتیب ذیل اقدام خواهد شد:

الف- با استفاده از جدول شماره ۲ فاصله بانکت‌ها تعیین خواهد شد که در این مورد فاصله مایل برابر با ۱۴/۶ متر خواهد بود.

ب- در صورتی که ضریب روانآب منطقه ۵۰٪ باشد با استفاده از جدول شماره ۸ سطح مقطع بانکت برابر با ۰/۱۹۶ متر مربع تعیین خواهد شد.

ج- با نظر به جدول شماره ۱۰ شیب مناسب طرفین برابر ۱: ۱ برای بانکت‌ها انتخاب می‌شود.

د- با استفاده از جدول شماره ۱۵ عمق ۰/۳ متر و عرض تحتانی ۰/۳ متر و عرض فوقانی ۰/۹ متر برای این بانکت‌ها تعیین خواهد شد.

ه- با استفاده از ابعاد تقریبی فوق از رابطه زیر برای برآورد دقیق ابعاد سطح مقطع ذوزنقه استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

$$S=bD+ZD^2 \qquad (۱۳)$$

$$0.196=b(0.3)+(1)(0.3)^2$$

$$b=0.35$$

$$B=2DZ+b$$

$$B=2\times0.3\times1+0.35=0.95$$

بنابراین ابعاد نهایی این بانکت‌ها بدین ترتیب تعیین می‌شود که عرض‌های تحتانی و فوقانی برابر با ۰/۳۵ و ۰/۹۵ متـر و عمـق آنهـا برابر با ۰/۳ متر خواهد بود.

جدول شماره ۱۳- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای برحسب متر (Z=۰/۵)

عرض تحتانی بانکتb (متر)	ارتفاع بانکت برحسب متر (D)				سطح مقطع مفید (مترمربع)	
	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵	حداکثر	حداقل
۰/۳	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۲۸	۰/۰۸
۰/۴	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۳۳	۰/۱
۰/۵	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱	۰/۳۸	۰/۱۲
۰/۶	۰/۸	۰/۹	۱	۱/۱	۰/۴۳	۰/۱۴
۰/۷	۰/۹	۱	۱/۱	۱/۲	۰/۴۸	۰/۱۶
۰/۸	۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۰/۵۳	۰/۱۸
۰/۹	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۰/۵۸	۰/۲
۱	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۰/۶۳	۰/۲۲
۱/۱	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۰/۶۸	۰/۲۴
۱/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۰/۷۳	۰/۲۶

مثال: عرض فوقانی یک بانکت ذوزنقه‌ای با عرض کف ۰/۳ متر، عمق ۰/۲ متر و شیب کناره ۲۰۰٪ برابر با ۰/۵ متر است.

T= b+۲DZ T=۰/۳ + ۲(۰/۲)(۰/۵) =۰/۵ متر

omoorepeyman.ir

جدول شماره ١٤- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=۰/۷۵)

عرض تحتانی بانکتb (متر)	ارتفاع بانکت D (متر)				سطح مقطع مفید (مترمربع)	
	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵	حداکثر	حداقل
۰/۳	۰/۶	۰/۷۵	۰/۹	۱/۰۵	۰/۳۴	۰/۰۹
۰/۴	۰/۷	۰/۸۵	۱	۱/۱۵	۰/۳۹	۰/۱۱
۰/۵	۰/۸	۰/۹۵	۱/۱	۱/۲۵	۰/۴۴	۰/۱۳
۰/۶	۰/۹	۱/۰۵	۱/۲	۱/۳۵	۰/۴۹	۰/۱۵
۰/۷	۱	۱/۱۵	۱/۳	۱/۴۵	۰/۵۴	۰/۱۷
۰/۸	۱/۱	۱/۲۵	۱/۴	۱/۵۵	۰/۵۹	۰/۱۹
۰/۹	۱/۲	۱/۳۵	۱/۵	۱/۶۵	۰/۶۴	۰/۲۱
۱	۱/۴	۱/۵۵	۱/۷	۱/۸۵	۰/۷۴	۰/۲۵
۱/۱	۱/۵	۱/۶۵	۱/۸	۱/۹۵	۰/۷۹	۰/۲۷
۱/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۷	۰/۷۳	۰/۲۶

مثال: عرض فوقانی یک بانکت ذوزنقه ای با عرض کف ۰/۳ متر, عمق ۰/۲ متر و شیب کناره ۱۳۳٪ برابر با ۰/۶ متر می باشد.

T= b+۲DZ T=۰/۳ + ۲(۰/۲)(۰/۷۵) =۰/۶ متر

جدول شماره ۱۵- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=۱)

عرض تحتانی بانکتb (متر)	ارتفاع بانکت D (متر)				سطح مقطع مفید (مترمربع)	
	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵	حداکثر	حداقل
۰/۳	۰/۷	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۰/۴	۰/۱
۰/۴	۰/۸	۱	۱/۲	۱/۴	۰/۴۵	۰/۱۲
۰/۵	۰/۹	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۰/۵	۰/۱۴
۰/۶	۱	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۰/۵۵	۰/۱۶
۰/۷	۱/۱	۱/۳	۱/۵	۱/۷	۰/۶	۰/۱۸
۰/۸	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۱/۸	۰/۶۵	۰/۲
۰/۹	۱/۳	۱/۵	۱/۷	۱/۹	۰/۷	۰/۲۲
۱	۱/۴	۱/۶	۱/۸	۲	۰/۷۵	۰/۲۴
۱/۱	۱/۵	۱/۷	۱/۹	۲/۱	۰/۸	۰/۲۶
۱/۲	۱/۶	۱/۸	۲	۲/۲	۰/۸۵	۰/۲۸

مثال: عرض فوقانی یک بانکت ذوزنقه ای با عرض کف ۰/۳ متر، عمق ۰/۲ متر و شیب کناره ۱۰۰٪ برابر با ۰/۷ متر می باشد.

T= b+۲DZ T=۰/۳ + ۲(۰/۲)(۱) =۰/ ۷ متر

omoorepeyman.ir

جدول شماره ١٦ - تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه‌ای بر حسب متر (Z=١/٥)

عرض تحتانی بانکتb (متر)	ارتفاع بانکت D (متر)				سطح مقطع مفید (مترمربع)	
	٠/٢	٠/٣	٠/٤	٠/٥	حداکثر	حداقل
٠/٣	٠/٩	١/٢	١/٥	١/٨	٠/٥٢٢	٠/١٢
٠/٤	١	١/٣	١/٦	١/٩	٠/٥٧٥	٠/١٤
٠/٥	١/١	١/٤	١/٧	٢	٠/٦٢٥	٠/١٦
٠/٦	١/٢	١/٥	١/٨	٢/١	٠/٦٧٥	٠/١٨
٠/٧	١/٣	١/٦	١/٩	٢/٢	٠/٧٢٥	٠/٢
٠/٨	١/٤	١/٧	٢	٢/٣	٠/٧٧٥	٠/٢٢
٠/٩	١/٥	١/٨	٢/١	٢/٤	٠/٨٢٥	٠/٢٤
١	١/٦	١/٩	٢/٢	٢/٥	٠/٨٧٥	٠/٢٦
١/١	١/٧	٢	٢/٣	٢/٦	٠/٩٢٥	٠/٢٨
١/٢	١/٨	٢/١	٢/٤	٢/٧	٠/٩٧٥	٠/٣٠

مثال) عرض فوقانی یک بانکت ذوزنقه ای با عرض کف ٠/٣ متر, عمق٠/٢ متر و شیب کناره ۶۷٪ برابر با ٠/٩ متر می باشد.

T= b+٢DZ T=٠/٣ + ٢(٠/٢)(١/٥) =٠/٩ متر

جدول شماره ١٧- تعیین عرض فوقانی بانکت‌های ذوزنقه ای بر حسب متر (Z=٢)

عرض تحتانی بانکتb (متر)	ارتفاع بانکت D (متر)				سطح مقطع مفید (مترمربع)	
	٠/٢	٠/٣	٠/٤	٠/٥	حداکثر	حداقل
٠/٣	١/١	١/٥	١/٩	٢/٣	٠/٦٥	٠/١٤
٠/٤	١/٢	١/٦	٢	٢/٤	٠/٧	٠/١٦
٠/٥	١/٣	١/٧	٢/١	٢/٥	٠/٧٥	٠/١٨
٠/٦	١/٤	١/٨	٢/٢	٢/٦	٠/٨	٠/٢
٠/٧	١/٥	١/٩	٢/٣	٢/٧	٠/٨٥	٠/٢٢
٠/٨	١/٦	٢	٢/٤	٢/٨	٠/٩	٠/٢٤
٠/٩	١/٧	٢/١	٢/٥	٢/٩	٠/٩٥	٠/٢٦
١	١/٨	٢/٢	٢/٦	٣	١	٠/٢٨
١/١	١/٩	٢/٣	٢/٧	٣/١	١/٠٥	٠/٣
١/٢	٢	٢/٤	٢/٨	٣/٢	١/١	٠/٣٢

مثال: عرض فوقانی یک بانکت ذوزنقه ای با عرض کف ٠/٣ متر, عمق ٠/٢متر و شیب کناره ۵۰٪ برابر با ١/١ متر می باشد.

T= b+2DZ T=٠/٣ + ٢(٠/٢)(٢) =١/١ متر

omoorepeyman.ir

۳-٤-۱-۳- بانکت با مقطع انحنایی

بانکت‌های انحنایی معمولا در اراضی کم شیب طراحی شده و در اکثر مواقع برای زمینهای زراعی کاربرد دارند. برای تعیین عمق و عرض فوقانی این گونه بانکت‌ها بایستی پس از مشخص شدن سطح مقطع مفید از جدول شماره ۱۸ استفاده نمود. به‌عنوان مثال فرض بر این است که در یک زمین با شیب ۱۸٪ احداث بانکت افقی با مقطع انحنایی متصور است. در صورتیکه خاک محل مورد نظر دارای بافت رسی و میانگین بارندگی ۴۸ ساعته منطقه ۵۰ میلی متر و ضریب جریان ۰/۷ باشد لذا به‌شرح ذیل عمل خواهد شد.

الف- با استفاده از جدول شماره ۲ فاصله بین بانکت‌ها مشخص شده که در حدود ۱۹/۷ متر است.

ب- از جدول شماره ۹ سطح مقطع بانکت برابر با ۰/۷ متر مربع می‌شود.

ج- با درنظر گرفتن جدول شماره ۱۸ برای این بانکت در محل مزبور عمق ۰/۵ متر و عرض فوقانی برابر با ۲/۱ متر تعیین خواهد شد. برای تعیین عمق بانکت‌ها با مقطع سهمی می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$D = \frac{h + SW}{2} \qquad (۱۴)$$

که در آن:

D = عمق بانکت بر حسب سانتی متر

h = عمق جریان به‌اضافه ارتفاع آزاد بر حسب سانتی متر

S = شیب زمین

W = مجموع عرض بانکت و خاکریز بر حسب سانتی متر

معمولا در بانکت بندی ۲۰ ٪ ارتفاع آزاد در نظر گرفته می‌شود که در صورت داشتن ارتفاع جریان آب داخل بانکت می‌توان مقدار h را به‌دست آورد. به عنوان مثال ارتفاع جریان آب و ارتفاع آزاد[1] و همچنین عرض بانکت به همراه خاکریز یک بانکت با مقطع سهمی در زمینی با شیب ۱۰٪ به ترتیب برابر با ۳۸ سانتی متر و ۴/۲۷ متر می باشد.

$$D = \frac{38 + (0.1 \times 427)}{2} = 40.3$$ عمق بانکت بر حسب سانتی متر

باید توجه داشت رابطه (۱۴) برای بانکت‌های شیبدار نیز در تعیین عمق آنها کاربرد دارد.

omoorepeyman.ir

[1] Free Board

جدول شماره ۱۸ - تعیین عرض فوقانی بانکت‌های انحنایی برحسب متر

سطح مقطع (مترمربع)	ارتفاع بانکت D (متر)			
	۰/۲	۰/۳	۰/٤	۰/۵
۰/۰۶	۰/۴	۰/۳	۰/۲۲	۰/۲
۰/۰۸	۰/۶	۰/۴	۰/۳	۰/۲۳
۰/۱	۰/۷	۰/۵	۰/۴	۰/۳
۰/۲	۱/۵	۱	۰/۷	۰/۶
۰/۳	۲/۲	۱/۵	۱/۲	۰/۹
۰/۴	۳	۲	۱/۵	۱/۲
۰/۵	۳/۷	۲/۵	۱/۹	۱/۵
۰/۶	۴/۵	۳	۲/۲	۱/۸
۰/۷	۵/۲	۳/۵	۲/۶	۲/۱

۳-٤-۲- بانکت‌های شیبدار

روش محاسبه تعیین ابعاد بانکت‌های شیبدار تقریبا مشابه بانکت‌های افقی بوده که دارای تفاوتهایی جزئی با روش قبلی می باشد. در بانکت‌های شیبدار با توجه به اینکه تخلیه روانآب باید از طریق بانکت‌ها صورت پذیرد ظرفیت بانکت باید به میزانی باشد تا بطور قابل اطمینان عبور جریان آب از آن میسر باشد، بنابراین در طراحی بانکت‌های شیبدار سطح مقطع بر اساس دبی اوج روانآب طراحی خواهد شد. برای تعیین دبی اوج روانآب باید از رابطه استدلالی[1] و به صورت زیر استفاده نمود.

$$Q=\frac{A\times I\times C}{60000} \qquad (۱۵)$$

که در آن:

Q = دبی اوج روانآب به متر مکعب در ثانیه

A = سطح محصور بین دو بانکت بر حسب متر مربع

I = حداکثر شدت بارندگی ۱۰ ساله منطقه بر حسب میلی متر در دقیقه

C = ضریب روانآب

باید توجه داشت در رابطه فوق آن شدت بارندگی مد نظر است که مدت بارش آن برابر با زمان تمرکز روانآب در بانکت باشد. معمولا برای تعیین زمان تمرکز در عملیات بانکت بندی می‌توان از نسبت فاصله بین دو بانکت و سرعت آب استفاده نمود. از جدول شماره ۱۹ مدت زمان تمرکز در عملیات بانکت بندی قابل تخمین می باشد. برای استفاده از این جدول می بایستی بر حسب جنس خاک منطقه مورد نظر و فاصله بانکت‌ها زمان تمرکز مرتبط با آنها را پیدا نمود. با مشخص بودن زمان تمرکز می توان با استفاده

[1] Rational Method

omoorepeyman.ir

نمودارهای شدت – مدت، شدت بارندگی منطقه را بطور تقریبی به‌دست آورد. بدیهی است در صورتیکه آمارهای شدت بارندگی منطقه قابل دسترس باشد پیشنهاد می‌شود که از آن آمار استفاده شود.

برای تعیین ضریب روانآب جهت استفاده در فرمول استدلالی جدول شماره ۲۰ مورد کاربرد قرار خواهد گرفت. در این جدول ضریب روانآب بر حسب نوع استفاده از زمین و شیب آن دارای ارقام مختلفی می باشد. پس از تعیین شدت بارندگی و ضریب روانآب و جایگذاری آنها در فرمول استدلالی، دبی اوج روانآب برآورد خواهد شد. در جداول شماره ۲۱ و۲۲ بر اساس سطوح بین بانکت‌ها و شدت بارندگی ۱۰ ساله و ضریب جریان ۰/۵ و ۰/۷ دبی اوج ارائه شده است.

جدول شماره ۱۹- مدت زمان تمرکز در عملیات بانکت بندی برحسب ثانیه

فاصله بانکت (متر)	سرعت جریان (متر بر ثانیه)						
	خاک شنی خیلی سبک	خاک شنی سبک	خاک شنی درشت	خاک شنی	خاک رسی لومی	سنگریزه درشت و خاک رسی سخت	شیل
	۰/۷۵	**۰/۹**	**۱/۲۵**	**۱/۵**	**۱/۷**	**۱/۸**	**۲/۱**
۶	۸	۶/۷	۴/۸	۴	۳/۵	۳/۳	۲/۹
۸	۱۰/۷	۸/۹	۶/۴	۵/۳	۴/۷	۴/۴	۳/۸
۱۰	۱۳/۳	۱۱/۱	۸	۶/۷	۵/۹	۵/۶	۴/۸
۱۲	۱۶	۱۳/۳	۹/۶	۸	۷/۱	۶/۷	۵/۷
۱۴	۱۸/۷	۱۵/۶	۱۱/۲	۹/۳	۸/۲	۷/۸	۶/۷
۱۶	۲۱/۳	۱۷/۸	۱۲/۸	۱۰/۷	۹/۴	۸/۹	۷/۶
۱۸	۲۴	۲۰	۱۴/۴	۱۲	۱۰/۶	۱۰	۸/۶
۲۰	۲۶/۷	۲۲/۲	۱۶	۱۳/۳	۱۱/۸	۱۱/۱	۹/۵
۲۲	۲۹/۳	۲۴/۴	۱۷/۶	۱۴/۷	۱۲/۹	۱۲/۲	۱۰/۵
۲۴	۳۲	۲۶/۷	۱۹/۲	۱۶	۱۴/۱	۱۳/۳	۱۱/۴
۲۶	۳۴/۷	۲۸/۹	۲۰/۸	۱۷/۳	۱۵/۳	۱۴/۴	۱۲/۴
۲۸	۳۷/۳	۳۱/۱	۲۲/۴	۱۸/۷	۱۶/۵	۱۵/۶	۱۳/۳
۳۰	۴۰	۳۳/۳	۲۴	۲۰	۱۷/۶	۱۶/۷	۱۴/۳

مثال: زمان تمرکز مورد نظر بین دو بانکت به فاصله ۶ متر و سرعت مجاز آب برابر ۰/۷۵ متر بر ثانیه برابر با ۸ ثانیه می باشد

مدت زمان = فاصله/ سرعت=۶÷۰/۷۵=۸

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲۰ - ضریب روانآب در شرایط و پوشش‌های مختلف گیاهی

شرایط زمین		بافت خاک		
پوشش گیاهی	پستی و بلندی	شنی- لومی	رسی - لومی	رسی سخت
جنگل	مسطح با شیب صفر تا ۵درصد	۰/۱۰	۱/۳۰	۰/۴۰
	موجدار با شیب ۵ تا ۱۰ درصد	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۵۰
	تپه ماهور با شیب ۱۰تا۳۰درصد	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۶۰
مرتع	مسطح	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۴۰
	موجدار	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۵۵
	تپه ماهور	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۶۰
کشاورزی	مسطح	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۶۰
	موجدار	۰/۴۰	۰/۶۰	۰/۷۰
	تپه ماهور	۰/۵۲	۰/۷۲	۰/۸۲
اراضی شهری	مسطح	۳۰٪منطقه غیرقابل نفوذ	۵۰٪منطقه غیرقابل نفوذ	۷۰٪منطقه غیرقابل نفوذ
	موجدار	۰/۵	۰/۶۵	۰/۸۰

پس از تعیین دبی اوج روانآب باید با استفاده از جدول شماره ۱ سرعت مجاز را مشخص نمود. سطح مقطع بانکت‌های شیبدار در واقع از نسبت دبی اوج به حداکثر سرعت مجاز به‌دست می آید. در جدول شماره۲۱ سطح مقطع این گونه بانکت‌ها برای سرعتها و دبیهای مختلف ارائه گردیده است.

در صورتیکه سطح مقطع بانکت‌های شیبدار مشخص باشد می توان همانند بانکت‌های افقی نسبت به تعیین ابعاد آنها اقدام نمود. باید توجه داشت ارتفاع آزاد برای این گونه بانکت‌ها نیز در حدود ۲۰٪ منظور خواهد شد. از طرفی ارتفاع خاکریز باید به اندازه ای باشد تا احتمال سرریز نمودن آب از روی آن در اثر بارندگی های شدید پس از نشست خاکریزی کم باشد. برای تعیین ارتفاع مناسب خاکریز می توان از رابطه زیر استفاده نمود که در آن (D) اختلاف ارتفاع بانکت‌ها بر حسب متر خواهد بود.

ارتفاع خاکریز=۰/۳(۱+۱/۸۱D) (۱۶)

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲۱ - تعیین سطح مقطع بانکت‌های شیبدار برحسب متر مربع

دبی(m^3/s)	حداکثر سرعت جریان (متر بر ثانیه)							
	۰/۵	۰/٦	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱	۲	۱/۵
۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵
۰/۰۰۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۶
۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷
۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱
۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴۳	۰/۰۳۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۲
۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۳
۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۲۵	۰/۰۳۳
۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۴
۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۳۸	۰/۰۵
۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۵۳
۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۴۵	۰/۰۶
۰/۱	۰/۲	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۷
۰/۲	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱۳
۰/۳	۰/۶	۰/۵	۰/۴۳	۰/۴	۰/۳۳	۰/۳	۰/۱۵	۰/۲
۰/۴	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴۴	۰/۴	۰/۲	۰/۳
۰/۵	۱	۰/۸۳	۰/۷	۰/۶	۰/۵۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۳۳
۰/۶	۱/۲	۱	۰/۸۶	۰/۷	۰/۶۶	۰/۶	۰/۳	۰/۴
۰/۷	۱/۴	۱/۲	۱	۰/۹	۰/۷۷	۰/۷	۰/۳۵	۰/۵
۰/۸	۱/۶	۱/۳	۱/۱	۱	۰/۸۸	۰/۸	۰/۴	۰/۵۳
۰/۹	۱/۸	۱/۵	۱/۳	۱/۱۲	۱	۰/۹	۰/۴۵	۰/۶
۱	۲	۱/۷	۱/۴	۱/۳	۱/۱۱	۱	۰/۵	۰/۷

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲۲ - تعیین دبی اوج روانآب بر حسب متر مکعب در ثانیه (ضریب روانآب =۰/۵)

مساحت بین بانکت‌ها (متر مربع)	شدت بارندگی ۱۰ ساله (میلی متر در دقیقه)										
	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤	٤/۵	۵	۵/۵	٦
۵۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸	۰/۰۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵
۱۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۳۳	۰/۰۳۷	۰/۰۴۱	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۱۵۰۰	۰/۰۱۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۰۳۱	۰/۰۳۷	۰/۰۴۳	۰/۰۵	۰/۰۵۶	۰/۰۶۲	۰/۰۶۸	۰/۰۷۵
۲۰۰۰	۰/۰۱۶	۰/۰۲۵	۰/۰۳۳	۰/۰۴۱	۰/۰۵	۰/۰۵۸	۰/۰۶۶	۰/۰۷۵	۰/۰۸۳	۰/۰۹۱	۰/۱
۲۵۰۰	۰/۰۲	۰/۰۳۱	۰/۰۴۱	۰/۰۵۲	۰/۰۶۲	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳	۰/۰۹۳	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۲
۳۰۰۰	۰/۰۲۵	۰/۰۳۷	۰/۰۵	۰/۰۶۲	۰/۰۷۵	۰/۰۸۷	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۵
۳۵۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۴۳	۰/۰۵۸	۰/۰۷۲	۰/۰۸۷	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۷
۴۰۰۰	۰/۰۳۳	۰/۰۵	۰/۰۶۶	۰/۰۸۳	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲
۴۵۰۰	۰/۰۳۷	۰/۰۵۶	۰/۰۷۵	۰/۰۹۳	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲	۰/۲۲
۵۰۰۰	۰/۰۴۱	۰/۰۶۲	۰/۰۸۳	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲	۰/۲۲	۰/۲۵
۵۵۰۰	۰/۰۴۵	۰/۰۶۸	۰/۰۹۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۷
۶۰۰۰	۰/۰۵	۰/۰۷۵	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۳
۶۵۰۰	۰/۰۵۴	۰/۰۸۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۳۲
۷۰۰۰	۰/۰۵۸	۰/۰۸۷	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳۵
۷۵۰۰	۰/۰۶۲	۰/۰۹۳	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۳۷
۸۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۳	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۴
۸۵۰۰	۰/۰۷	۰/۱۰۶	۰/۱۴۲	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۴۲
۹۰۰۰	۰/۰۷۵	۰/۱۱۲	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۳	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۴۵
۹۵۰۰	۰/۰۷۹	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۷
۱۰۰۰۰	۰/۰۸۳	۰/۱۲۵	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۴۵	۰/۵

مثال: دبی اوج روانآب ناشی از منطقه ای به وسعت ۵۰۰ مترمربع با شدت بارندگی ۱۰ ساله برابر با ۱ میلی متر در دقیقه و ضریب روانآب ۵۰٪ برابر با ۰/۰۰۴ مترمکعب بر ثانیه است.

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲۳ - تعیین دبی اوج روانآب بر حسب متر مکعب در ثانیه (ضریب روانآب =۰/۷)

مساحت بین بانکت‌ها (متر مربع)	شدت بارندگی ۱۰ ساله (میلی متر در دقیقه)										
	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	٤	٤/۵	۵	۵/۵	٦
۵۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۲۹	۰/۰۳۲	۰/۰۳۵
۱۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۲	۰/۰۳۵	۰/۰۴	۰/۰۴۶	۰/۰۵۲	۰/۰۵۸	۰/۰۶۴	۰/۰۷
۱۵۰۰	۰/۰۱۷	۰/۰۲۶	۰/۰۳۵	۰/۰۳۱	۰/۰۵۲	۰/۰۶۱	۰/۰۷	۰/۰۷۸	۰/۰۸۷	۰/۰۹۶	۰/۱۰
۲۰۰۰	۰/۰۲۳	۰/۰۳۵	۰/۰۴۶	۰/۰۴۱	۰/۰۷	۰/۰۸۱	۰/۰۹۳	۰/۱	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۴
۲۵۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۴۳	۰/۰۵۸	۰/۰۵۲	۰/۰۸۷	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۷
۳۰۰۰	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۷	۰/۰۶۲	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۱
۳۵۰۰	۰/۰۴	۰/۰۶۱	۰/۸۱	۰/۰۷۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲	۰/۲۲	۰/۲۴
۴۰۰۰	۰/۰۴۶	۰/۰۷	۰/۰۹۳	۰/۰۸۳	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۲۸
۴۵۰۰	۰/۰۵۲	۰/۰۷۸	۰/۱	۰/۰۹۳	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۸	۰/۳۱
۵۰۰۰	۰/۰۵۸	۰/۰۸۷	۰/۱۱	۰/۱	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۳۵
۵۵۰۰	۰/۰۶۴	۰/۰۹۶	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۳۸
۶۰۰۰	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۴۲
۶۵۰۰	۰/۰۷۵	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۳	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۴۵
۷۰۰۰	۰/۰۸۱	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۴	۰/۴۴	۰/۴۹
۷۵۰۰	۰/۰۸۷	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۳	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۵۲
۸۰۰۰	۰/۰۹۳	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۵۶
۸۵۰۰	۰/۰۹۹	۰/۱۴۶	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۵۹
۹۰۰۰	۰/۱۰۵	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۶۳
۹۵۰۰	۰/۱۱۰	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۶	۰/۶۶
۱۰۰۰۰	۰/۱۱۶	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۲	۰/۳۵	۰/۴	۰/۴۶	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۷

مثال: دبی اوج روانآب ناشی از منطقه ای به وسعت ۵۰۰ مترمربع با شدت بارندگی ۱۰ ساله برابر با ۱ میلی متـر در دقیقـه و ضـریب روانآب ۷۰٪ برابر با ۰/۰۰۵ مترمکعب بر ثانیه است.

$$Q = \frac{A \times I \times C}{60000} = \frac{500 \times 1 \times 0.7}{60000} = 0.005$$

omoorepeyman.ir

۳-٤-۳- شیب بانکت

شیب بانکت باید به اندازه‌ای باشد که روانآب به‌صورت امن از نقطه خارج شود. بطور عمومی بانکت‌ها دارای شیب‌های یکنواخت یا متغیر هستند. اگر بانکت دارای شیب یکنواخت باشد به آن تراس آبراهه ای با شیب یکنواخت گفته می‌شود در صورتیکه دارای شیب غیریکنواخت باشد به آن بانکت با شیب مختلف[1] اتلاق می‌گردد. در بانکت با شیب یکنواخت در طول بانکت شیب ثابت باقی می‌ماند این نوع بانکت برای مناطقی که بانکت دارای طول کوتاه است مناسب است. در بانکت با شیب‌های مختلف این امکان وجود دارد که چند بانکت با شیبهای مختلف به یکدیگر وصل شوند. اندازه این بانکت هرچه به سمت خروجی می‌رود بزرگتر می‌شوند زیرا حجم آب آن زیادتر می‌گردد. شیب طولی درنظر گرفته شده برای بانکت‌های شیبدار باید به اندازه‌ای باشد که در کانال بانکت فرایند فرسایش و رسوبگذاری و همچنین حالت ماندابی به‌وجود نیاید. باید توجه داشت که انتخاب چنین شیبی آسان نبوده زیرا داشتن یک شیب دقیق و ثابت در بانکت که داخل آن گونه‌های گیاهی مختلف کشت شود میسر نیست. عملیات کشت و زرع در بانکت غلات و دیگر بانکت‌های مشابه معمولا باعث ایجاد موانعی در بانکت شده و شیب طراحی شده را تغییر می‌دهد. درجه شیب طولی بانکت ممکن است به صورت ثابت و یا متغیر و به شرح زیر مد نظر قرار گیرد.

۳-4-3-۱- کانال بانکت با شیب ثابت

در این روش شیب طولی کانال بانکت را ثابت در نظر گرفته و لذا سرعت مطمئنه را تضمین نموده و از طرف دیگر احداث آن ساده تر است. در مناطقی که کارگران آزموده و ماهر در دسترس نباشد باید حتی الامکان از این گونه بانکت‌های شیبدار استفاده شود. از معایب چنین بانکت‌هایی این است که بانکت در قسمت بالاتر (ابتدایی) به دلیل زیادی شیب نمی‌تواند مقدار زیادی آب را در داخل خود نفوذ دهد. حداکثر شیب طولی مجاز برای بانکت‌های شیبدار در حدود ۰/۴ ٪ است. در مورد خاک‌های خیلی مقاوم به فرسایش شیب طولی را می توان تا حدود ۰/۵ ٪ در نظر گرفت.

۳-٤-۳-۲- کانال بانکت با شیب متغیر

در این روش درجه شیب طولی از ابتدا بانکت ثابت نبوده و به‌تدریج بر میزان شیب افزوده می‌شود. علت استفاده از شیب‌های متغیر در بانکت‌های شیبدار این است که می توان آب بیشتری را در قسمتهای ابتدایی و دیگر قسمتهای بانکت نسبت به شیب ثابت در خاک نفوذ داد. حداقل درجه شیب در بالادست بانکت باید به اندازه‌ای باشد که به ماندابی شدن زمین در فصول مرطوب منجر نشود. طبق نظر بیسلی[2] حداقل شیب طولی بانکت باید به میزانی باشد که حالت ماندابی به محصولات و نهال‌های کشت شده آسیب وارد ننماید.

در مورد خاک‌های بازهکشی داخلی ضعیف (با قابلیت نفوذ کم) این شیب برابر با ۰/۲ ٪ و برای خاک‌های بازهکشی داخلی خوب (با قابلیت نفوذ زیاد) حدود ۰/۱ ٪ و یا کمتر در نظر گرفته می‌شود، حداکثر درجه شیب در پایین دست بانکت باید به اندازه‌ای باشد که جریان آب در داخل بانکت موجب فرسایش کناره‌های آن نشود. براساس نظر بیسلی حداکثر درجه شیبی که می‌توان برای بانکت ایجاد نمود تا ایجاد فرسایش نکند بستگی به فرسایش پذیری خاک و عمق جریان آب در داخل بانکت دارد.

[1] Variable Graded Terrace
[2] Beasley

omoorepeyman.ir

اداره حفاظت خاک آمریکا شیب اولین ۱۰۰ متر کانال را (۱:۱۰۰۰)، شیب دومین ۱۰۰ متر را (۱:۵۰۰)، شیب سومین ۱۰۰ متر را (۱:۳۳۰) و سرانجام شیب چهارمین ۱۰۰ متر را (۱:۲۵۰) پیشنهاد نموده است. طبق نظر بنت[1] در مناطقی با بارندگی‌های شدید و خاک‌های با نفوذپذیری متوسط شیب طولی اولین ۱۲۰ متر بانکت را برابر با ۱:۱۲۰۰، دومین ۱۲۰ متر را برابر ۱:۶۰۰ سومین ۱۲۰ متر را برابر با ۱:۴۰۰ و چهارمین ۱۲۰ متر را برابر ۱:۳۰۰ باید در نظر گرفت. همچنین براساس پیشنهاد همین محقق در مناطقی با بارندگی کم و خاک‌هایی با نفوذپذیری متوسط شیب طولی بانکت را برای اولین ۱۵۰ متر برابر ۱:۱۵۰۰، دومین ۱۵۰ متر برابر ۱:۱۲۰۰ و سومین ۱۵۰ متر برابر ۱:۶۰۰ باید منظور گردد.

۳-٤-٤- طول بانکت[2]

طول بانکت به شکل و اندازه زمین، میزان روانآب خروجی و میزان نفوذ ظرفیت کانال بستگی دارد. بطور کلی اندازه ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر طول حداکثر برای بانکت‌های پیوسته است و روانآب باید در طول بانکت در یک جهت حرکت کند. به هرحال بانکت‌های کوتاه‌تر نیز وجود دارند و می‌توان از اندازه‌های کوچکتر نیز استفاده نمود. طول بانکت شیبدار خاک‌های نفوذ پذیر بزرگتر هم می‌تواند باشد و باید به خاطر داشت که بانکت باید به اندازه‌ای باشد که سرعت آب به سرعت فرساینده نرسد و سطح مقطع آن نیز خیلی بزرگ نباشد.

۳-٤-٥- انتخاب محل خروجی

انتخاب محل خروجی اولین مرحله از طراحی سیستم تراس بندی است. خروجی بانکت می تواند یک کانال یا یک مکان مثل فرورفتگی‌های طبیعی، کانال‌های مصنوعی، چراگاه‌های طبیعی، زمین‌های بدون استفاده، آبکندهای تثبیت شده باشد که آب بانکت به آن تخلیه شود اشاره کرد. از بین مکان‌های اشاره شده فرو رفتگی‌های طبیعی از همه مناسبتر و اقتصادی‌تر بوده اما ممکن است این چاله‌ها دارای ظرفیت کافی نباشند و نباید فراموش کرد که کلیه آبراهه ها و کانالها نیز به‌وسیله علف محافظت گردند. اگر آبکندهای تثبیت شده برای این کار استفاده می شوند باید به خاطر داشت که این کار بسیار با احتیاط انجام شود.

۳-٤-٦- کانال‌های خروجی[3]

در سیستم‌های بانکت بندی در صورتیکه از بانکت‌های شیبدار استفاده شود لازم است نسبت به احداث کانال‌های خروجی تدابیر لازم را اتخاذ نمود. در مورد آبراهه های طبیعی که در یک سیستم بانکت بندی به‌عنوان خروجی روانآب استفاده می شوند نیازی به تعیین ابعاد آنها نبوده و فقط می بایستی کارهای حفاظتی را بر روی آنها انجام داد ولی در ارتباط با خروجی‌های مصنوعی ضرورت تعیین ابعاد آنها ایجاب می‌نماید تا اقدامات لازم صورت پذیرد. ابعاد کانال‌های خروجی باید به نحوی برآورد گردند تا قادر به تخلیه مطمئن رگبارهای ۲۴ ساعته با دوره بازگست ۱۰ ساله باشند. در تعیین ظرفیت کانال می‌توان از فرمول مانینگ[4] استفاده نمود و لذا لازم است قبلاً دبی روانآب را محاسبه نمود. بدیهی است با توجه به اینکه دبی کلیه بانکت‌ها به خروجی منتهی شده لذا در این رابطه می بایستی دبی تجمعی بانکت‌های مرتبط با آن خروجی را برآورد نمود. همانطور که در شکل شماره۱۳نشان داده شده است در طراحی سیستم بانکت های شیبدار ممکن است از خروجی طبیعی و یا خروجی مصنوعی و یا ترکیبی از آنها را استفاده نمود. بنابراین آن قسمت از روانآب که به هر یک از خروجیها می رسد جهت تعیین دبی اوج در نظر گرفته می‌شود. برای تخمین سرعت مجاز در

[1] Bennet
[2] Terrace Length
[3] Outlet
[4] Maning Equation

omoorepeyman.ir

کانال‌های دارای پوشش گیاهی می‌توان از جدول شماره۲۴ استفاده نمود و همچنین برای تعیین ضریب مانینگ (n) جدول شماره ۲۵ و یا جداول تهیه شده در کتب هیدرولیک کانال‌های روباز کاربرد خواهد داشت.

بطور کلی در طراحی کانال‌های خروجی همانند بانکت‌های شیبدار عمل نموده و مناسبترین مقطع عرضی برای آنها مقطع ذوزنقه‌ای شکل است. بنابراین پس از تعیین دبی با استفاده از فرمول استدلالی و یا مجموع دبی‌های خروجی از بانکت‌های شیبدار و مشخص نمودن سرعت مجاز برآورد سطح مقطع ممکن می‌گردد.

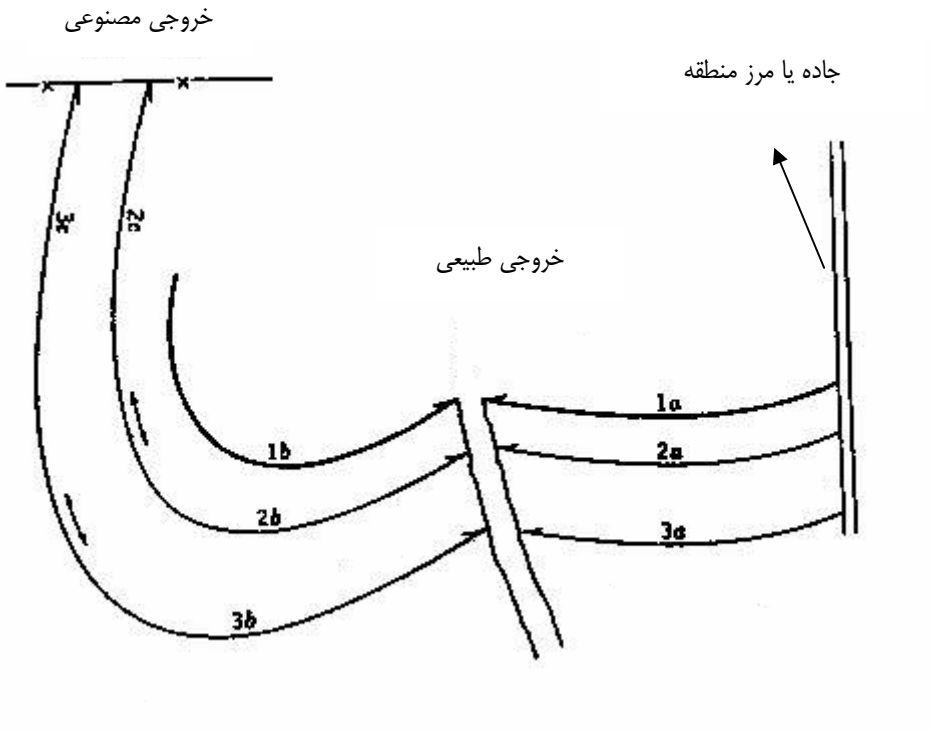
جدول شماره ٢٤ - تعیین سرعت مجاز در کانالها

ردیف	شرح	سرعت مجاز (متر در ثانیه)
۱	کانال‌های بدون پوشش گیاهی	۰/۶
۲	کانال‌های با پوشش گیاهی کم	۰/۹
۳	کانال‌های با پوشش گیاهی متوسط	۱/۲
۴	کانال‌های با پوشش گیاهی خوب	۱/۵

جدول شماره ۲۵ - تعیین مقدار ضریب مانینگ در آبراهه‌هاو کانالها

ردیف	شرح	سرعت مجاز (متر در ثانیه)
۱	چمن متراکم و بلند (بلندتر از ۶۰ سانتی متر)	۰/۰۶- ۰/۲
۲	چمن طویل (بلندی ۲۵ تا ۶۰ سانتی متر)	۰/۰۴-۰/۱۵
۳	چمن متوسط (بلندی ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر)	۰/۰۳-۰/۰۸
۴	چمن کوتاه (بلندی ۵ تا ۱۵ سانتی متر)	۰/۰۳-۰/۰۶
۵	چمن خیلی کوتاه (کوتاهتر از ۵ سانتی متر)	۰/۰۲-۰/۰۴

omoorepeyman.ir



شکل شماره ۱۳ - طرح ریزی خروجی در یک سیستم بانکت بندی

omoorepeyman.ir

فصل چهارم- برنامه‌ریزی و تهیه نقشه‌های اجرایی

٤-١- برنامه‌ریزی

٤-١-١- نقشه‌های توپوگرافی

سیستم بانکت بندی (شیبدار افقی) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی مناسب قابل طرح ریزی هستند. یک نقشه با خطوط میزان منحنی ۰/۶ تا ۱ متر با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ برای برنامه‌ریزی عملیات بانکت بندی مناسب خواهد بود. معمولاً برای بانکت‌های غلات که اکثراً با مقطع انحنایی شکل و در اراضی کم شیب طراحی و اجرا می‌گردند نقشه هایی با خطوط میزان منحنی ۰/۳ متر با مقیاس ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰ کفایت می‌نماید. برای بانکت بندی در اراضی با شیب تند می‌توان از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ استفاده نمود. در صورتیکه چنین نقشه‌هایی در دسترس نباشد می‌توان از بزرگنمایی نقشه‌های ۱:۲۰۰۰۰ و یا ۱:۵۰۰۰۰ برای این منظور استفاده نمود.

بطور کلی برای برنامه ریزی عملیات بانکت بندی باید اقدامات ذیل را بر روی نقشه‌های توپوگرافی به انجام رساند.

٤-١-١-١- تعیین مرزهای دایمی

بر روی نقشه موجود ابتدا لازم است مرزهای دایمی منطقه را مشخص و علامتگذاری نمود. این مرزها تپه‌ها، جاده‌ها، پل‌ها، آبراهه‌ها، خندق‌ها، صخره‌ها و بیرون‌زدگی‌های سنگی هستند.

٤-١-١-٢- تعیین موقعیت بانکت‌ها

در این مرحله باید موقعیت قسمتهای مختلفی که در سیستم بانکت بندی در نظر گرفته شده اند بر روی نقشه مشخص گردند که معمولاً شامل موارد ذیل می باشد:

- موقعیت کانالهای خروجی
- موقعیت کانالهای انحرافی (در صورتیکه بانکت بندی از رأس دامنه‌های شیبدار شروع نشود)
- موقعیت جاده‌های دسترسی
- موقعیت بانکت‌های فوقانی و تحتانی

برای تعیین موقعیت بانکت‌های فوقانی و تحتانی باید براساس فواصل تعیین شده در مرحله طراحی اقدام نمود. باید توجه داشت در بانکت بندی، بانکت‌های دوم و یا سوم از بالادست زمین نقش کلیدی را ایفا می‌کنند. انتخاب یک بانکت کلیدی بستگی به شرایط فیزیکی زمین همچون موقعیت خروجی‌ها و موقعیت تپه‌ها و شرایط شیب زمین خواهد داشت. حداکثر طول بانکت را نباید از ۱۰۰ متر بیشتر در نظر گرفت و این مساله به‌ویژه در مورد بانکت‌های شیبدار باید حتی الامکان رعایت شود. در ارتباط با بانکت‌های افقی (جذبی) می‌توان طول بانکت را حداکثر تا ۶۰۰ متر نیز در نظر گرفت ولی در مناطقی که شرایط فیزیکی دامنه اجازه دهد می‌توان بیشتر از میزان اشاره شده نیز در نظر گرفت. باید به این مساله نیز توجه داشت که بانکت‌های طویل شیبدار نسبت به بانکت‌های کوتاه‌تر خروجی‌های کمتری نیاز خواهند داشت. به هر حال فاصله تعیین شده با توجه به موقعیت منطقه می‌تواند ۲۰٪ تا ۳۰٪ تعدیل شود.

omoorepeyman.ir

آنچه مسلم است بانکت‌های افقی (جذبی) بر روی خطوط تراز بر روی نقشه‌های توپوگرافی مشخص شده و لذا مسیر طولی آنها نباید انحراف داشته باشد. گاهی براثر برخورد مسیر بانکت‌ها با موانع اجباراً نیاز است تا مسیر بانکت را قدری انحراف داد. میزان انحراف استاندارد در مورد بانکت‌های افقی و شیبدار براساس شیب اراضی به‌شرح جدول شماره ۲۶ است.

جدول شماره ۲۶- حداکثر انحراف مجاز در مسیر طولی بانکت‌ها

درصد شیب	حداکثر انحراف (متر)
۱	۵
۵	۱
۱۰	۰/۵
۱۵	۰/۳
۲۰	۰/۲۵
۲۵	۰/۲
۳۰	۰/۱۶۷
۳۵	۰/۱۴
۴۰	۰/۱۲۵
۴۵	۰/۱۱
۵۰	۰/۱
۵۵	۰/۰۹
۶۰	۰/۰۸

همانطور که ملاحظه می‌شود هرچه بر میزان شیب اراضی افزوده می‌شود، به همان نسبت مقدار مجاز انحراف نیز کاهش می‌یابد. اصولاً در طراحی یک سیستم بانکت افقی انحراف صورت پذیرفته ولی در مورد بانکت‌های شیبدار در صورتی‌که به ناچار لازم است انحراف از مسیر انجام گیرد شیب طولی آنها نباید حتی‌الامکان تغییر یابد. برای تعیین تعداد خروجی مورد نیاز در طرح‌ریزی یک سیستم بانکت شیبدار(N) می‌توان از رابطه (۱۷) استفاده نمود که در آن L مجموع طول بانکت در یک هکتار و k طول بحرانی بانکت است.

$$N=\frac{L}{2k} \qquad (۱۷)$$

باید توجه داشت این رابطه زمانی کاربرد دارد که از آبراهه‌های طبیعی برای خروجی استفاده نمی‌شود. در صورتیکه شیب زمین بانکت بندی زیاد باشد و در نتیجه شیب طولی خروجی‌ها بیش از اندازه باشد از شیب شکن ها[1] استفاده می‌شود. این گونه شیب شکن ها معمولاً به‌صورت خشکه چین بوده و در بعضی مواقع با ملات سیمانی ساخته می‌شوند.

[1] Drop

omoorepeyman.ir

٤-۱-۲- نکات مهم در طرح ریزی سیستم بانکت بندی

رعایت نکات زیر در طرح ریزی یک سیستم بانکت بندی باعث طراحی و اجرای موفق تر این سیستم خواهد شد.

- در مواردی که در یک سیستم بانکت بندی احداث جاده برای عبور انسان، وسایل نقلیه و دام‌ها ضروری باشد در صورت امکان بهتر است جاده را در خط الرأس در نظر گرفت و بانکت‌ها از دو طرف این محل به اطراف گسترش یابند.
- در طراحی سیستم بانکت شیبدار، نیاز به کانال خروجی بوده که این خروجی‌ها ممکن است در مواردی با جاده برخورد نمایند. در این حالت باید کانال را زیر جاده به‌وسیله یک لوله با قطر مناسب عبور داد.
- در قطعه‌بندی اراضی یک دامنه وسیع برای بانکت بندی معمولاً تفکیک قطعات و یکپارچه نمودن زمین‌های کوچکتر بر روی دامنه باید به نحوی انجام گیرد که قطعات حاصل با طرح شبکه بندی بانکت‌ها هماهنگی لازم را داشته باشند. بدین ترتیب که هر یک از قطعات دارای خروجی بوده و کلیه بانکت‌های در طول مسیر داخل قطعه قرار گیرند.
- در طراحی سیستم بانکت بندی در صورتی که نیاز به احداث جاده و خروجی‌ها باشد، لازم است ابتدا محل آنها را بر روی نقشه مشخص نموده و سپس بانکت‌ها براساس فواصل تعیین شده مکان‌یابی شوند.
- جهت سهولت در ساخت سیستم‌های بانکت بندی ضروری است بانکت‌ها، خروجی‌ها و جاده‌های دسترسی بر روی نقشه شماره‌گذاری و کدبندی شوند و مشخصات آنها در یک جدول تنظیم گردد.
- تهیه مقاطع عرضی و طولی از بانکت‌ها، خروجی جاده‌ها و زهکش‌ها در یک سیستم بانکت بندی با مقیاس مناسب ضروری است.
- پیشنهاد می‌شود برای مقاطع عرضی مقیاس ۱:۵۰ یا ۱:۱۰۰ و برای مقاطع طولی مقیاس ۱:۵۰۰ و یا ۱:۱۰۰۰ در نظر گرفته شوند.
- در یک سیستم بانکت بندی ممکن است بانکت‌های افقی و شیبدار با هم در نظر گرفته شوند. بنابراین لازم است جهت مفهوم بهتر با کدهای مربوطه بر روی نقشه مشخص شوند.
- در یک سیستم بانکت بندی بر حسب ضرورت می‌توان محل کانال‌های خروجی را در وسط و یا در حاشیه قطعه مورد نظر برای بانکت بندی در نظر گرفت.
- با توجه به اینکه از یک نقشه توپوگرافی برای برنامه ریزی سیستم استفاده می‌شود بنابراین در تعیین محل بانکت‌ها می‌توان از فاصله عمودی آنها استفاده نمود. بانکت‌ها بر روی نقشه بهتر است از بالای قطعه مورد نظر مکان‌یابی شوند.
- در نقاطی که عمق خاک کم باشد جهت جلوگیری از لغزش زمین ابتدا چندین ردیف بانکت افقی و بعد یک ردیف بانکت شیبدار، با هدایت آب به سمت خروجی، از بالای دامنه تا پایین ساخته می‌شود. اگر خطر لغزش خیلی بیشتر باشد تنها از بانکت شیبدار استفاده می‌شود و چنانچه بانکت افقی ساخته شود یک طرف آن باید باز باشد.

omoorepeyman.ir

٤-۲- تعیین حجم عملیات

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

برای تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی بانکت‌ها لازم است ابتدا طول بانکت‌ها در یک هکتار مشخص باشد و پس از آن در صورت مشخص بودن سطح مقطع می‌توان حجم خاکبرداری و خاکریزی بانکت‌ها را به‌دست آورد. جهت برآورد مجموع طول بانکت‌ها در یک هکتار معمولاً از رابطه زیر استفاده می شود:

$$L = \frac{10000}{L'} \qquad (۱۸)$$

که در آن:

L = طول بانکت‌ها در یک هکتار(متر)

L' = فاصله مایل بین بانکت‌ها (متر)

در صورتیکه در سیستم بانکت بندی از بانکت‌های کوتاه مقطع استفاده شده باشد باید طول بانکت در یک هکتار را بر عدد دو تقسیم نمود زیرا که بانکت‌های منقطع در یک ردیف بانکت بندی شده به اندازه نصف طولشان دارای فضای خالی هستند. چنانچه بانکت‌های کوتاه و طویل در یک هکتار قطعه بندی شده به‌صورت ترکیبی طراحی شده باشند، تعیین تعداد بانکت‌ها ضرورت خواهد داشت. برای تعیین تعداد ردیف بانکت‌ها در یک قطعه معمولاً طول دامنه مورد نظر برای بانکت بندی را طبق رابطه زیر تقسیم بر فاصله مایل بین بانکت‌ها تقسیم می نمایند.

$$K = \frac{L}{L'} - 1 \qquad (۱۹)$$

که در آن:

K = تعداد بانکت در یک قطعه

L = طول دامنه(متر)

L' = فاصله مایل بین بانکت‌ها(متر)

پس از تعیین تعداد بانکت‌ها می‌توان از روی نقشه تعداد بانکت‌های طویل و کوتاه را از هم جدا نموده و طول هر یک از آنها را به طور جداگانه در یک هکتار محاسبه نمود. باید توجه داشت که طول بانکت‌های منقطع نسبت به بانکت‌های طویل نصف آنها بوده و لذا این مساله بایستی در برآورد طول کلی بانکت‌ها لحاظ گردد. با مشخص نمودن طول بانکت‌ها در یک هکتار و در کل اراضی بانکت بندی شده می‌توان به سهولت با ضرب نمودن بانکت‌ها در سطح مقطع آنها، نسبت به تعیین حجم خاکبرداری اقدام نمود. نظر به اینکه حجم خاکریزی برابر با حجم خاکبرداری بوده لذا میزان خاکریزی نیز قابل برآورد است.

$$V = L \times S \qquad (۲۰)$$

که در آن:

V = حجم خاکبرداری بانکت‌ها (مترمکعب)

L = طول کلی بانکت‌ها (متر)

omoorepeyman.ir

S = سطح مقطع بانکت‌ها (متر مربع)

سطح مقطع بانکت‌ها با مقطع ذوزنقه‌ای شکل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S = \frac{1}{2}ab\sin C \qquad (۲۱)$$

که در آن:

a = طول زمین تحت خاکبرداری (متر)

b = عرض کف بانکت (متر)

c = شیب زمین

پس از تعیین حجم خاکبرداری و خاکریزی می‌توان از جدول شماره ۲۸ تعداد نفر روز مورد نظر برای بانکت بندی را به‌دست آورد و سپس در دستمزد روزانه ضرب نموده که در نهایت میزان هزینه مورد نظر برای ساخت بانکت‌ها به‌دست خواهد آمد و با استفاده از جدول شماره ۲۷ هم میزان نفر روز کارگر برای عملیات خاکبرداری تا عمق ۱/۵ متری به‌دست می‌آید.

جدول شماره ۲۷ - ساعت کار هر نفر روز کارگر برای عملیات خاکبرداری و خاکریزی

ردیف	شرح کار	ساعت کار برای یک متر مکعب
۱	خاکبرداری و خاکریزی در زمین‌های چمنی و ریشه دار	۳
۲	خاکبرداری و خاکریزی در زمین‌های لجنی و شالیزار	۵/۷۵
۳	خاکبرداری و خاکریزی در زمین‌های نیمه سخت کلنگی	۴
۴	خاکبرداری و خاکریزی در زمین‌های سفت	۶/۵

جدول شماره ۲۸ - ساعت کار هر نفر روز کارگر برای عملیات خاکبرداری

ردیف	شرح کار	ساعت کار برای یک متر مکعب
۱	خاکبرداری در زمین‌های چمنی و ریشه دار	۲/۵
۲	خاکبرداری در زمین‌های لجنی و شالیزار	۵/۲۵
۳	خاکبرداری در زمین‌های نیمه سفت کلنگی	۳/۵
۴	خاکبرداری در زمین‌های سفت	۶

در صورتیکه از بیل مکانیکی برای احداث کانالهای خروجی استفاده شده باشد می‌توان از جدول شماره ۲۹ میزان ساعت کار بیل مکانیکی را به‌دست آورد

omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲۹ - حجم خاکبرداری بیل‌های مکانیکی در شرایط مختلف

ردیف		حجم جام بیل مکانیکی (مترمکعب)						
۱	نوع مواد	۱	۱/۵	۲	۲/۷	۳	۳/۵	۳/۸
۲	رس ماسه‌ای	۱۹۱/۲	۲۷۱/۴	۳۰۹/۷	۴۰۱/۴	۴۴۳/۵	۴۸۵/۵	۵۲۳/۷
	شن و ماسه	۱۷۵/۹	۲۵۲/۳	۲۹۸/۲	۳۸۶/۱	۴۲۴/۳	۴۵۸/۸	۴۹۳/۲
۳	زمین طبیعی	۱۶۰/۶	۲۲۹/۴	۲۷۱/۴	۳۴۷/۹	۳۹۰	۴۲۸/۲	۴۶۲/۶
۴	رس سخت	۱۳۷/۶	۲۰۲/۶	۲۳۷	۳۰۹/۷	۳۴۴	۳۷۴/۶	۴۰۵/۲
۵	سنگ خرد شده	۱۱۸/۵	۱۷۵/۹	۲۱۰/۳	۲۷۹/۱	۳۱۳/۵	۳۴۷/۹	۳۸۲/۳
۶	قطعات سنگی	۹۹/۴	۱۵۲/۹	۱۸۷/۳	۳۵۶/۱	۲۹۰/۵	۳۲۱/۱	۳۵۱/۷
۷	رس مرطوب چسبنده	۹۱/۸	۱۴۱/۵۸	۱۷۵/۹	۲۳۷	۲۶۳/۸	۲۹۴/۴	۳۲۱/۱
۸	سنگ خرد شده	۷۲/۶	۱۲۲/۳	۱۴۹/۱	۲۰۶/۴	۲۳۳/۲	۲۶۰	۲۸۶/۷

در صورتیکه برای احداث بانکتها و یا کانالهای خروجی در یک سیستم بانکت بندی از گریدر استفاده شود می‌توان از جدول شماره ۳۰ میزان ساعت کار گریدر را به دست آورد.

جدول شماره۳۰ - میزان کار گریدر بر اساس نوع کار

ردیف	نوع کار	متر طولی در دقیقه
۱	کندن جوی و نهر	۷/۴ تا۱۱/۹
۲	شیب بندی خاکریزها و دامنه ها	۱۱/۹تا ۱۷/۸
۳	پخش کردن مواد	۱۷/۸ تا ۲۶/۷
۴	مخلوط کردن مواد	۲۶/۷ تا ۵۹/۴

مثال: ساعت کار گریدر برای انجام بانکت بندی به طول ۱۰۰۰ متر با فرض کارکرد ۷/۴ متر در هر دقیقه برابر با ۲/۲۵ ساعت است.

اصولاً بانکت بندی با عملیات بیولوژیکی از قبیل نهالکاری، بوته‌کاری و بذرکاری و اقدامات مشابه همراه بوده که هزینه های مربوط به آنها در دستورالعمل‌های تهیه شده برای عملیات بیولوژیکی اشاره شد و طبعاً در هزینه کل بانکت بندی مدنظر قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

فصل پنجم – ساخت واجرای سیستم بانکت بندی

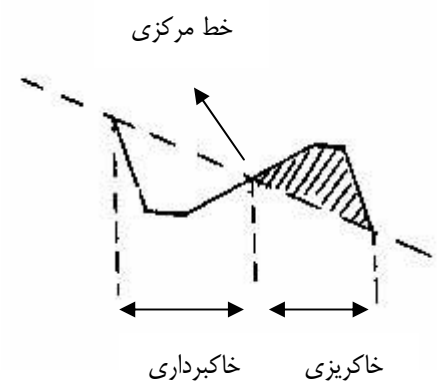
۵-۱- روش‌های احداث بانکت‌ها

ساخت سیستم‌های بانکت بندی از بالا شروع شده و به سمت پایین دامنه ادامه می‌یابد و نباید فراموش کرد بالاترین بانکت باید بسیار با دقت طراحی و ساخته شود زیرا که امنیت و سلامت بانکت‌های بعدی به این بانکت وابسته است. قبل از احداث هم باید کرتها و یا چاله پر شوند و پوشش گیاهی هم از دامنه مورد نظر برداشته شود. برای ساخت سیستم‌های بانکت بندی در شیبهای ۱۵٪ تا ۲۰٪ می توان از ماشین آلات استفاده کرد. برای اجرای یک سیستم بانکت بندی ابتدا باید اجزای آن براساس نقشه اجرایی تهیه شده بر روی زمین پیاده شود و پس از آن نسبت به ساخت یکایک اجزا اقدام گردد. برای پیاده نمودن بانکت‌ها بر روی زمین دو روش کلی به شرح ذیل وجود دارد.

۵-۱-۱- روش سه خطی

در این روش خط مرکزی بانکت براساس فاصله عمودی بین آنها بر روی زمین پیاده شده و پس از آن خطوط بالایی و پایینی بانکت را تعیین می‌نمایند. همانطور که در شکل شماره ۱۴ ملاحظه می‌شود خط مرکزی در واقع حدفاصل (مرز) بین قسمت خاکبرداری و خاکریزی است. فاصله خط بالا تا خط مرکزی عرض بانکت را مشخص نموده و فاصله بین خط پایین تا خط مرکزی عرض قسمت خاکریزی را بر روی زمین مشخص خواهد نمود.

روش سه خطی برای بانکت‌هایی که توسط نیروی انسانی (کارگر) ساخته خواهند شد بسیار مناسب است. در اجرای بانکت‌بندی با این روش خط مرکزی در کلیه مراحل ساخت بانکت‌ها باقی مانده و نشان دهنده مرز بین قسمت خاکریزی و قسمت خاکبرداری خواهد بود. در احداث بانکت‌های شیبدار با استفاده از خط مرکزی می‌توان اطمینان حاصل نمود که شیب مورد نظر برای چنین بانکت‌هایی در حین ساخت رعایت شده است.

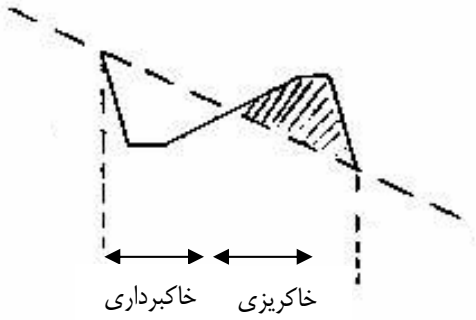


شکل شماره۱٤ – روش سه خطی پیاده نمودن بانکت ها

omoorepeyman.ir

۵-۱-۲- روش دو خطی

در این روش خط مرکزی تعیین نشده بلکه فقط از دو خط بالایی و پایینی بانکت استفاده خواهد شد. در بانکت‌هایی که به‌وسیله ماشین آلات سنگین (گریدر) ساخته می‌شوند، استفاده از این روش مناسب است. همچنین برای مناطقی که شیب یکنواختی دارند و مساحت مورد نظر برای بانکت بندی زیاد باشد، روش دو خطی از کاربرد لازم برخوردار خواهد بود. این روش برای اجرای بانکت‌های افقی مناسبتر از بانکت‌های شیبدار است. این روش در شکل شماره۱۵ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۵- روش دو خطی پیاده نمودن بانکت‌ها

۵-۲- توصیه‌های اجرایی در ساخت سیستم‌های بانکت بندی

ساخت سیستم‌های بانکت بندی معمولاً به‌وسیله نیروی انسانی و یا ماشین آلات صورت می‌پذیرد. اصولاً ساخت بانکت‌های غلات که در شیب‌های کم اجرا می‌شوندف توسط ماشین آلات امکانپذیر است ولی در مورد انواع دیگر بانکت‌ها معمولاً ساخت توسط انسان انجام خواهد گرفت. رعایت موارد ذیل در اجرای بانکت بندی ضروری است.

- مناسبترین فصل ساخت برای عملیات بانکت بندی فصل تابستان است. بدین ترتیب می توان در فصل پاییز نسبت به عملیات حفاظتی اقدام نمود.
- قبل از اجرای بانکت بندی ضروری است تا نسبت به تعیین خطوط با پیکه کوبی اقدام لازم صورت پذیرد.
- ساخت بانکت‌ها را باید از بالای دامنه شیبدار و از محل ضروری شروع نموده و به تدریج به طرف پایین دست آن ادامه داد.
- در روش سه خطی عملیات خاکبرداری از لبه خط بالایی شروع و تا خط مرکزی ادامه خواهد داشت.
- در روش دو خطی عملیات خاکبرداری از لبه خط بالایی شروع شده و تا عرض بانکت ادامه خواهد داشت.
- برای رعایت شیبهای خاکبرداری و خاکریزی استفاده از وسیله مناسب برای شیب سنجی ضروری است.
- استفاده از وسایل مناسب ترازیابی برای احداث بانکت‌های افقی بر روی خطوط تراز ضرورت خواهد داشت.
- در موقع خاکریزی بهتر است خاکهای ریخته شده پس از رسیدن به لایه‌ای به ضخامت ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر با پشت بیل متراکم گردد.

omoorepeyman.ir

- ارتفاع خاکریزی باید حدود ۱۰ ٪ بیشتر از ارتفاع طراحی شده، ساخته شود تا در صورت نشست‌های احتمالی در آینده ارتفاع پشته خاکریز کم نباشد.
- در سیستم بانکت‌های شیبدار باید قبل از ساخت بانکت‌ها نسبت به احداث کانال‌های خروجی اقدام نمود.
- در بانکت‌های افقی لازم است به فواصل معین داخل بانکت، پشته‌های خاکی ساخته شود تا در صورتی‌که قسمت خاکریزی بانکت در اثر روانآب تخریب شود، آب نگهداری شده در بانکت از آن قسمت تخلیه نشود.
- زمانیکه برای ساخت بانکت‌ها از ماشین آلاتی مثل گریدر استفاده می‌شود شروع عملیات خاکبرداری از فاصله تقریباً ۵۰ سانتی متری خط بالایی بانکت صورت خواهد پذیرفت.
- پس از احداث بانکت‌ها باید از ورود احشام به داخل منطقه بانکت بندی شده ممانعت به‌عمل آید. در ضمن در فصل مساعد لازم است نسبت به کاشت گونه‌های گیاهی مناسب داخل بانکت‌ها اقدام نمود، کاشت نهال‌ها باید در کناره خاکریز هر یک از بانکت‌ها صورت پذیرد.
- در صورتیکه مسیر بانکت با خندق‌هایی به عرض بزرگتر از ۱/۵ متر و عمق بزرگتر از ۰/۵ متر برخورد نماید، باید بانکت را با پشته خاکی مسدود نموده و سپس مسیر بانکت را در فاصله ۲ تا ۳ متری خندق ادامه داد.
- در صورتیکه مسیر بانکت به موانعی برخورد نماید لازم است میزان انحراف از دستورالعمل مربوط به انحراف مناسب در هنگام طراحی استفاده نمود.
- برای تعیین مسیر بانکت‌ها (پیکه کوبی) بهتر است از کارگران مجرب و حرفه‌ای استفاده شود.
- اعمال هر گونه تغییر در مراحل ساخت بانکت‌ها از طریق اطلاع دهی به بخش طراحی سیستم بانکت بندی و جلب نظرات تخصصی آنها صورت پذیرد.

omoorepeyman.ir

فصل ششم- اصول نگهداری سیستم‌های بانکت بندی

از آنجایی که موفقیت یک سیستم بانکت بندی به نگهداری خوب آن بستگی دارد، لذا انجام اقدامات حفاظتی بر روی بانکت‌های جدیدالاحداث امری ضروری است. عملکرد هر یک از اجزای سیستم‌های بانکت‌بندی نیز نقش مهمی در موفقیت این پروژه‌ها ایفا می‌کنند. با نظر به اینکه بانکت‌بندی یکی از عملیاتی بوده که در اکثر پروژه‌های آبخیزداری اجرا می‌شود لذا به منظور دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده برای این گونه عملیات در این بخش سعی شده است سیستم‌های بانکت بندی از دو جنبه کلی مورد بحث قرار گیرد. مبحث اول مربوط به کارهای حفاظتی پس از احداث بانکت‌ها بوده و مبحث دوم در ارتباط با مساله نگهداری آنها است.

تجربیات موجود نشان می‌دهد که در اکثر مواقع عدم توجه به اقدامات حفاظتی و یا نگهداری موجب تخریب این گونه عملیات شده است. در صورتیکه دقت لازم در نگهداری یک سیستم بانکت‌بندی که بطور صحیح طراحی و اجرا شده مبذول نشود، عدم توفیق در دستیابی به اهداف حاصل از بانکت بندی را در پی خواهد داشت.

در مناطقی که میزان بارندگی کم بوده باید تدابیر لازم جهت آبیاری گونه‌های گیاهی کاشته شده داخل بانکت‌ها و یا در بین آنها اتخاذ گردد و این مساله از آن جهت حائز اهمیت بوده که ممکن است احداث بانکت‌ها همرا با دوره خشکسالی باشد که از این رهگذر به گیاهان کاشته شده به دلیل کمبود آب صدمات زیادی وارد خواهد شد. بنابراین جهت آبیاری آسان نهال‌ها و بوته‌های کاشته شده و همچنین قسمت‌های بذرپاشی در یک سیستم بانکت‌بندی لازم است قبلاً جاده‌های دسترسی در آن منظور شده باشد.

٦-١- اقدامات حفاظتی[1]

٦-١-١- قسمت‌های خاکریزی شده

قسمت‌های خاکریزی شده در سیستم‌های بانکت بندی از حساس‌ترین قسمت‌های این سیستم در مقابل عوامل فرسایش همچون آب و باد محسوب می‌شوند. پس از اینکه عملیات بانکت‌بندی در یک منطقه به اتمام رسید لازم است در اسرع وقت اقدام به کشت گونه‌های مناسب بر روی آنها نمود. گونه‌های بومی از نوع علوفه‌های ریزوم دار در این رابطه ارجحیت خواهند داشت. در صورتی‌که تثبیت گونه‌های گیاهی در قسمت‌های خاکریزی شده بانکت‌ها همراه با مشکلاتی باشد می‌توان از اقدامات دیگری برای این منظور استفاده نمود. در مناطقی که تخته سنگ‌های مناسبی برای پوشش دادن سطوح خارجی قسمت‌های خاکریزی وجود داشته و یا اینکه سرشاخه‌های درختی در منطقه در دسترس باشند از آنها نیز می‌توان استفاده کرد. بدیهی است پوشش قسمت‌های خاکریزی به‌وسیله سنگ و یا سرشاخه باید همراه با بذرپاشی صورت پذیرد. این مساله از دو جنبه تخریب کمتر خاکریزها از عوامل فرسایش و برخورداری بیشتر بذور کاشته شده مابین سنگ‌ها و سر شاخه‌ها از محتوای رطوبتی خاک حائز اهمیت است. کشت روی خاکریزها معمولا به صورت موازی انجام می‌شود.

omoorepeyman.ir

[1] Protection Measures

٦-١-٢- قسمت‌های خاکبرداری شده

داخل بانکت‌ها معمولا براثر ورود رواناب‌های ناشی از بارندگی در معرض تخریب بوده و لذا تمهیدات لازم به‌ویژه در قسمت‌های جانبی آنها ضروری خواهد بود. این مساله به‌ویژه در مورد بانکت‌های شیبدار که باید رواناب را تخلیه نمایند از اهمیت خاصی برخوردار است. کشت گونه‌های گیاهی از نوع گراسهای کوتاه برای حفاظت داخل بانکت‌ها الزامی است.

٦-١-٣- کانال‌های خروجی

کانال‌های خروجی در بانکت‌های شیبدار کاربرد داشته و در صورتیکه شیب طولی این گونه خروجی‌ها زیاد باشد باید از یک‌سری شیب‌شکن برای حفاظت آنها استفاده نمود. کشت گونه‌های گیاهی مناسب از قبیل گراس‌ها، لگوم‌ها و غیره برای تثبیت کناره‌های این گونه کانال‌ها ضروری است. در محل‌های خروجی آب از کانال‌ها باید قسمت‌های مربوطه کاملاً در مقابل انرژی جریان محافظت شوند. برای حفاظت این قسمت‌ها می‌توان از حوضچه آرامش استفاده نمود. در بعضی مواقع مناسبترین وسیله حفاظتی برای جلوگیری از تخریب بستر کانال‌های خروجی سنگفرش نمودن آنها است. آنچه که مسلم است این است که کارهای حفاظتی باید بیشتر بر روی خروجی‌های مصنوعی صورت پذیرد بطوریکه پس از تثبیت آنها بتوان اطمینان حاصل نمود که کارهای حفاظتی با موفقیت توأم بوده است. خروجی‌های طبیعی مثل آبراهه‌ها کارهای حفاظتی نسبتاً کمتری را طلب می‌کنند.

٦-١-٤- جاده‌های دسترسی

در صورتیکه برای یک سیستم بانکت‌بندی جاده دسترسی به‌منظور بازرسی عملیات انجام شده و یا جهت آبیاری در نظر گرفته شده باشد ضروری است تا تمهیدات لازم برای حفاظت آنها صورت پذیرد. کناره‌های یک جاده باید با استفاده از روش‌های مناسبی حفاظت شوند. روشهای مختلفی از قبیل شمع کوبی با پایه‌های چوبی و یا بذرپاشی و بذرکاری و نیز کشت گونه‌های بوته‌ای و نهالکاری برای حفاظت کناره‌های جاده مورد استفاده قرار می‌گیرند. سطح جاده‌ها باید به‌وسیله گراسها و یا با استفاده از شن‌ریزی و یا سنگفرش نمودن محافظت شوند. برای تخلیه رواناب از سطح جاده لازم است که زهکش‌های عرضی در فواصل مناسب احداث شوند. برای تعیین فواصل این زهکش‌ها معمولاً از رابطه زیر می‌توان استفاده نمود:

$$D = \frac{244}{I} \qquad (٢٢)$$

که در آن:

D = فاصله زهکشها (متر)

I = درصد شیب طولی جاده

زهکش‌های احداثی نیز باید با وسایل مناسبی از قبیل سنگفرش نمودن و یا کشت گونه‌های علفی حفاظت شوند. بدیهی است طراحی جاده‌های دسترسی در دستورالعمل‌های مربوطه تدوین و ارایه خواهد شد ولی مساله‌ای که باید به آن توجه داشت این است که شیب طولی این گونه جاده‌ها نباید از ١٠ ٪ و شیب‌های طرفین آنها نباید از ١٪ بیشتر باشد. به این ترتیب فاصله حداقل بین دو زهکش در جاده‌های دسترسی مناطق بانکت بندی حدود ٢۴/۵ متر است.

omoorepeyman.ir

٦-٢- عملیات نگهداری[1]

با توجه به ضرورت بانکت بندی در پروژه‌های آبخیزداری و همچنین نگهداری آنها، سعی شده در این رابطه نکات اساسی زیر ارایه شود. اصولاً بانکت بندی در مناطق خشک و نیمه خشک بیشتر در معرض تخریب بوده و لذا تدوین یک برنامه منظم برای نگهداری عملیات اجرا شده یک امر ضروری محسوب می‌شود. در چنین مناطقی (خشک و نیمه خشک) از یک طرف میزان فرسایش زیاد بوده که موجب می‌شود در اثر رسوبگذاری داخل بانکت‌ها از ظرفیت آنها کاسته شده و از طرف دیگر وقوع بارندگی‌های شدید موجب ایجاد جریان‌های آبی زیادی شده که در اکثر مواقع بیشتر از ظرفیت بانکت‌ها است. بنابراین نظر به اینکه بیش از دو سوم از وسعت کشورمان جزو اقالیم خشک و نیمه خشک است. مساله نگهداری در طول عمر مفید پروژه حائز اهمیت بوده و به‌ویژه اینکه در سال‌های اول و دوم ضرورت دارد تا بازدیدهای دقیق از سیستم انجام گیرد. قسمت‌های خاکریزی شده در یک سیستم بانکت بندی از اجزای قابل توجه در عملیات نگهداری محسوب می شود. باید به عملکرد موفق کارهای حفاظتی انجام گرفته بر روی خاکریزها اطمینان حاصل نموده و یا اینکه اقدامات تکمیلی به منظور جلوگیری از تخریب احتمالی آنها به عمل آید. همچنین در اثر ایجاد پشته در داخل بانکت‌ها ممکن است ظرفیت آن کاهش یابد که ضرورت دارد نسبت به پاکسازی رسوبات اقدام عاجل بعمل آید. در بعضی مواقع تخریبهای کوچک در قسمت خاکریزی شده یک بانکت ممکن است منجر به تخریب دیگر بانکت‌های پایین دست و نهایتاً سیستم بانکت بندی شود. از این رو لازم است در اسرع وقت نسبت به مرمت بانکت تخریب یافته اقدام شود. نگهداری سیستم های بانکت بندی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و موارد زیر بایستی در این امر مدنظر قرار گیرد.

٦-٢-١- نگهداری خاکریزها

نکات زیر باید در نگهداری خاکریزها لحاظ گردد:

- در صورتیکه عبور جریانهای آبی از روی خاکریز موجب تخریب آنها شود در اولین فرصت و به محض مشاهده لازم است نسبت به مرمت آنها اقدام شود.
- گونه های گیاهی کاشته شده بر روی قسمت خاکریزی باید از نقطه نظر وضعیت رشد مورد توجه قرار گیرند. در صورت مشاهده ارتفاع زیاد گراس‌های کاشته شده باید نسبت به برداشت دو سوم از ارتفاع آنها اقدام نمود.
- اقدام در راستای افزایش ارتفاع خاکریزها در صورتیکه کمتر از ارتفاع رواناب های معمولی منطقه باشد و یا اینکه در اثر نشست خاکریزها ارتفاع آنها کاهش یابد ضروری است.
- حفاظت از گونه های گیاهی کاشته شده بر روی خاکریزها در مقابل چرا به‌ویژه در سالهای اول و دوم کاشت نیز ضروری است.

٦-٢-٢- نگهداری کانال بانکت‌ها

نگهداری از کانالها به عنوان یکی دیگر از اجزای مهم سیستم های بانکت بندی در قالب موارد زیر صورت می‌گیرد:

- کانال بانکت‌ها که جمع آوری و هدایت رواناب را بعهده دارند می بایستی همیشه مراقبت شوند. از طرفی باید شیب طولی آنها مطابق با شیب طراحی شده بوده تا امکان تجمع رواناب‌ها در یک نقطه از بانکت کمتر باشد. در صورتیکه شیب طولی بانکت‌ها کمتر از میزان طراحی باشد باید نسبت به اصلاح آن اقدام نمود. این مساله در مورد بانکت‌های شیبدار که وظیفه

[1] Maintenance Measures

omoorepeyman.ir

تخلیه رواناب را دارند ضروری می باشد. در ارتباط با بانکت‌های جذبی باید دقت شود تا ابعاد بانکت همانند ابعاد طراحی شده باشد.

- ریشه کن کردن علفهای هرز و یا هر گونه گیاهی که موجب کاهش ظرفیت بانکت‌ها چه از لحاظ ذخیره و چه از نقطه نظر هدایت جریان باشد نیز ضروری است.
- در مورد بانکت‌های غلات و یا دیگر بانکت‌هایی که عملیات کشت زراعی بر روی آنها صورت می‌پذیرد لازم است پس از عملیات برداشت محصول نسبت به اصلاح ابعاد آنها اقدام نمود.
- در بعضی مواقع ممکن است در اثر جریانهای شدید در بین دو بانکت فرسایش‌های شیاری مشاهده شود که باید جهت جلوگیری از تخریب بانکت‌های احداث شده، اقدام به ساخت یک بانکت در بین بانکت‌های موجود در محل های فرسایش شیاری نمود.

٦-٢-٣- نگهداری خروجی‌های سیستم‌های بانکت‌بندی

نکات زیر در نگهداری خروجی‌های مصنوعی و یا طبیعی سیستم های بانکت بندی تاکید می گردد:

- خروجی‌ها را باید بازدید نمود تا از کارهای حفاظتی بعمل آمده بر روی آنها اطمینان لازم حاصل شود.
- در مورد خروجی‌ها نیز باید توجه داشت رسوبگذاری در روی بستر آنها موجب کندی جریان آب نشود.
- در صورتیکه از شیب شکن برای تعدیل شیب خروجی‌ها استفاده شده است باید کنترل های لازم در راستای اطمینان از عدم تخریب آنها صورت گیرد.
- لازم است کانال‌های خروجی مصنوعی حداقل دوبار در سال و کانال‌های خروجی طبیعی حداقل یک بار در سال مورد بازدید قرار گیرند.

٦-٢-٤- نگهداری جاده‌های دسترسی

موارد زیر در نگهداری از جاده‌های دسترسی سیستم‌های بانکت‌بندی مورد توجه قرار می‌گیرد:

- زهکش‌های احداث شده باید مطابق با ابعاد طراحی شده باشند.
- در صورت رسوبگذاری در هر بار بارندگی شدید نسبت به پاکسازی آنها اقدام نمود.
- از استفاده ماشین آلات سنگین که موجب تخریب جاده می شود جلوگیری بعمل آید. این مساله به‌ویژه در زمان وقوع بارندگی و یا پس از آن می بایستی کاملاً رعایت شود زیرا در چنین مواقعی خاک مورد استفاده قرار گرفته در جاده مرطوب و نرم می باشد و با عبور ماشین آلات سنگین موجبات تخریب بیشتر فراهم می گردد.
- زهکشهای جاده همیشه باید از آشغال پاکسازی شود.
- در صورتیکه شکل و فرم جاده در اثر تردد ماشین آلات و حیوانات و یا فرسایش تغییر کرده باشد ضروری است که نسبت به شکل دهی آن طبق ابعاد طراحی شده اقدام نمود.

٦-٣- روش‌های نگهداری

همانطور که ذکر شد نگهداری سیستم‌های بانکت بندی از اهمیت بسزایی برخوردار بوده بطوریکه براساس تحقیقات به‌عمل آمده در آفریقا در اکثر موارد تخریب بانکت‌ها ناشی از عدم نگهداری مناسب بوده است. اولین مساله مورد توجه در نگهداری بانکت‌ها،

omoorepeyman.ir

خاکریز و کانال بانکت‌ها است. در صورت مشاهده هرگونه شکستگی در خاکریز باید نسبت به مرمت آن اقدام نمود. در صورتیکه ارتفاع خاکریزها در اثر حرکت دام یا انسان و همچنین رواناب کاهش یافته باید افزایش ارتفاع براساس ارتفاع اولیه صورت پذیرد.

داخل بانکت‌ها ممکن است حالت ماندابی ایجاد شده و یا رسوبگذاری انجام گرفته باشد که در این صورت لازم است ضمن برطرف کردن مشکلات موجود، سعی شود شیب طولی اولیه بانکت حفظ شود. در صورتیکه طول بیش از اندازه بانکت موجب تخریب بانکت‌ها شود می‌توان تدابیر لازم جهت کاهش طول بانکت‌ها اتخاذ نمود. خروجی‌های یک سیستم بانکت بندی نیز ممکن است دچار آسیب‌هایی شود که نیاز به تعمیر داشته باشند. بانکت‌ها را باید در اولین سال پس از ساخت با دقت بیشتری مراقبت نمود. بازدید از بانکت‌ها پس از وقوع هر بارندگی شدید در منطقه ضروری است. هرچه شیب زمینی که در آن بانکت احداث شده بیشتر باشد میزان مراقبت از بانکت‌ها باید افزایش یابد.

در بعضی مواقع جهت ازدیاد میزان نفوذ پذیری کف بانکت ها باید از دستگاهی به نام سوسولز استفاده شود. عمل سوسولززنی برای نرم کردن خاک کف بانکت می بایستی در سال چند بار تکرار شود و این مورد بیشتر برای خاکهای سنگین کاربرد دارد و لذا خاکهای سبک نیازی به عمل سوسولز زنی ندارند. گاهی صاف کردن سطح زمین بین بانکت‌ها کارآیی سیستم را افزایش می‌دهد. اصولاً صاف کردن سطح زمین و از بین بردن ناهمواری‌های کوچک موجب فرسایش خاک و سهولت در عملیات بیولوژیکی می‌شود. در هرصورت بررسی‌های نگهداری در سه حالت زیر ممکن بوده و مورد تاکید قرار می‌گیرد:

٦-٣-١- بررسی نیازهای نگهداری پس از وقوع سیل

ممکن است در اثر وقوع رگبارهای شدید با دوره بازگشت بیشتر از ۱۰ سال (دوره بازگشت طراحی)، بانکت‌ها خسارت ببینند در این صورت ضروری است که پس از وقوع سیلاب از محل بانکت بندی بازدید به‌عمل آید.

٦-٣-٢- بررسی نیازهای نگهداری سالانه

بطور کلی بانکت‌ها در اثر فرسایش و رسوبگذاری ممکن است کارایی خود را از دست داده و با توجه به اینکه ظرفیت بانکت در اثر رسوبگذاری کاسته می‌شود لذا ضروری است که پس از بازدید و اندازه‌گیری عمق بانکت‌ها، نسبت به پاکسازی آنها اقدام نمود. این مساله به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار حائز اهمیت است.

٦-٣-٣- بررسی سیستم پس از انجام اقدامات نگهداری

بازدید از سیستم بانکت‌بندی شده پس از اجرای عملیات و یا در حین اقدامات به‌منظور اطمینان از انجام صحیح کارها ضروری خواهد بود. معمولاً برای اجرای تعمیرات لازم در مورد سیستم‌های بانکت بندی به کارگر نیاز است. بطور کلی برای بازسازی یک هکتار زمین بانکت بندی شده در حدود ۳۰ نفر روز کارگر برای یک سال مورد نیاز خواهد بود.

٦-٤- شیوه‌های نگهداری

نگهداری از پروژه‌های اجرا شده از جمله سیستم‌های بانکت بندی به‌عهده بخش دولتی (کارفرما) بوده که برای اجرای صحیح آن لازم است برنامه‌ریزی لازم صورت پذیرد. از آنجایی که بانکت بندی همراه با عملیات بیولوژیکی از قبیل نهالکاری، بوته‌کاری و بذرکاری بوده لذا نگهداری مجموعه سیستم باید در نظر گرفته شود. نظر به اینکه اکثر مناطق کشور از بارندگی مناسبی برخوردار نیستند، بنابراین گونه های گیاهی کاشته شده در بانکت‌ها نیاز به آبیاری خواهند داشت، آبیاری در اینگونه مواقع باید براساس نیاز آبی

omoorepeyman.ir

گونه‌های گیاهی در فصول کم باران و با دقت لازم صورت پذیرد. بطور کلی شیوه‌های مختلفی برای نگهداری سیستم‌های بانکت‌بندی به شرح زیر می‌توان اتخاذ نمود:

٦-٤-١- نگهداری سیستم‌های بانکت‌بندی 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 می‌آورد. معمولاً در این ارتباط هزینه نگهداری در حدود ۱۰ تا ۲۰ ٪ هزینه های اجرایی در نظر گرفته می شود.

٦-٤-٢- نگهداری سیستم بانکت‌بندی به‌وسیله بخش نیمه دولتی

هزینه نگهداری در چنین شیوه‌ای به وسیله کارفرما پرداخت شده و اجرای تعمیرات توسط بخش خصوصی صورت می‌پذیرد. در اینگونه شیوه‌ها در بعضی مواقع تعمیرات به صورت سهمیه بندی از طرف دو بخش کارفرمایی و خصوصی انجام خواهد گرفت.

٦-٤-٣- نگهداری سیستم بانکت‌بندی به‌وسیله بخش خصوصی

در چنین شیوه‌ای کارفرما فقط نظارت عالیه داشته و بخش خصوصی کلیه هزینه‌ها و اجرای تعمیرات را تقبل خواهد کرد.

omoorepeyman.ir

منابع مورد استفاده

۱. رفاهی، ح.ق. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن. دانشگاه تهران، ۵۵۱ص.
۲. حسینی ابریشمی، س.م،۱۳۷۳. جمع آوری باران و سیلاب در مناطق روستایی، انتشارات آستان قدس رضوی.
۳. علیزاده .ا، ۱۳۶۸. فرسایش و حفاظت خاک، انتشارات آستان قدس رضوی.
۴. علیزاده و حق نیا. ۱۳۶۸. مهندسی خاک و آب، انتشارات دانشگاه فردوسی.
۵. حقایقی.ن، ۱۳۷۵. متره و برآورد بها، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
۶. توران.ع، ۱۳۷۵. مدیریت ماشینهای راهسازی، انتشارات دنیای نو.
۷. رحیمی.ح،۱۳۶۰. طرح دیواره های حایل کوتاه، انتشارات دانش و فن.
۸. رویانی.ف،۱۳۵۷. دستورالعمل ساده برخی از عملیات آبخیزداری، انتشارات حفاظت خاک و آبخیزداری
۹. عبدالحسین زاده.ا،۱۳۶۱. متره برآورد ساختمان.انتشارات نشر دانش.
۱۰. نخجوانی، ف،۱۳۵۱ .مبارزه با فرسایش و اصلاح آبخیزها، انتشارات دانشگاه تهران،۳۸۵ص.
۱۱. ضیایی، ح.ا،۱۳۸۰. اصول مهندسی آبخیزداری، انتشارات دانشگاه امام رضا، ۵۴۲ ص.
12. A.S.A.E.,1994. Standards,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 Standard,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 Engineering, 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.

omoorepeyman.ir

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 حاضر 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

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for strategic planning and supervision

Basic Design & Guidelines for Implementation of Channel Terracing

No. 450 -1

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

omoorpeyman.ir

2009

omoorepeyman.ir

این نشریه

"مبانی طراحی و راهنمای اجرای بانکت‌بندی" نام دارد و به تشریح یکی از عملیات بیومکانیکی در مجموعه عملیات آبخیزداری، که در کنترل فرسایش و حفاظت خاک نقش موثری دارند، می پردازد.

در این نشریه ضمن ارائه تعاریف و مفاهیم مرتبط با موضوع، طبقه‌بندی انواع بانکت‌ها بر اساس فاکتورهای مختلف ارائه شده و سپس ضمن تبیین معیارهای حاکم بر طراحی بانکت‌ها، روش‌ها و روابط موجود برای طراحی و اجرای آن ارائه می‌شود. تعیین اصول و روش‌های نگهداری سیستم‌های بانکت‌بندی از دیگر بخش‌های این نشریه است.

omoorepeyman.ir