جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

ضوابط و دستورالعمل‌های فنی مرتع

دستورالعمل اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی

نشریه شماره ۴۱۹

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

http://tec.mporg.ir

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

http://www.Fer.org.ir

۱۳۸۷

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۰/۴۷۸۵۹
	تاریخ : ۱۳۸۷/۵/۲۳

موضوع :
ضوابط و دستورالعمل‌های فنی مرتع – دستورالعمل اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷هـ ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۱۹ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «**ضوابط و دستورالعمل‌های فنی مرتع – دستورالعمل اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی**» 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

467945

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

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

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

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

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

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

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

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

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

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

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

پیشگفتار

عرصه مراتع، به عنوان یکی از مهمترین منابع اقتصادی به‌شمار می‌رود که تامین معیشت جمعیت قابل توجهی از کشاورزان و دامداران به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم به آن وابسته است. افزایش جمعیت در کشور به ویژه در سه دهه اخیر باعث فشار فزاینده‌ای بر منابع موجود شده است. این مسایل عرصه مراتع را دچار آسیب و تخریب فراوان کرده است. از این‌رو اجرای طرح‌های اصلاح و مدیریت مراتع به‌منظور حفظ منابع موجود و احیای عرصه‌های تخریب شده، ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به محدودیت منابع، لازم است در بسیاری از موارد اقدامات را ساماندهی کرده و سعی بر ضابطه‌مند نمودن آنها داشت. تهیه طرح‌ها براساس معیارها و استانداردها در مراحل مختلف پیدایش، مطالعات توجیهی، طراحی پایه، طراحی تفصیلی، اجرا، راه‌اندازی، تحویل و شروع بهره‌برداری طرح‌ها و پروژه‌ها موجب ساماندهی عرصه، کاهش هزینه‌ها و نیز مانع بهره‌برداری بی‌رویه از منابع خواهد شد.

بر همین اساس و با توجه به ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مربوطه و نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰هیات محترم وزیران) تهیه دستورالعمل‌های مربوط به مدیریت و اصلاح مراتع مورد توجه قرار گرفت. و با اعلام نیاز دستگاه اجرایی (دفتر فنی مرتع)، دفتر طرح ریزی 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 ریاست جمهوری که مسئولیت تهیه و تدوین ضوابط را برعهده دارد، نسبت به تهیه **ضوابط و دستورالعمل‌های فنی مرتع**، شامل دستورالعمل تبدیل دیمزارهای کم‌بازده و پرشیب به مراتع دست‌کاشت، دستورالعمل فنی ذخیره نزولات آسمانی، دستورالعمل فنی کودپاشی در مراتع، دستورالعمل فنی مدیریت چرا و قرق، و دستورالعمل فنی مرتع‌کاری اقدام نمود.

نشریه "**دستورالعمل اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی**" از این مجموعه، به‌عنوان راهنمایی برای معرفی روش‌های مختلف ذخیره نزولات آسمانی، مزایا و معایب هریک ماشین‌آلات و دستگاه‌های مختلف برای این کار و شرایط محیطی مناسب برای اجرای هر روش، ارائه شده‌است.

متن اولیه با مدیریت و هدایت معاونت آبخیزداری و با نظارت دفتر فنی مرتع سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه و سپس در جلسات کارشناسی توسط کار گروه فنی، نهایی شد.

معاونت نظارت راهبردی بدین‌وسیله از کلیه عزیزانی که رهنمودها و حمایت‌های ایشان در به ثمر رسیدن نشریه حاضر موثر بوده است، سپاسگزاری و قدردانی می نماید.

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

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

دستورالعمل اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی
نشریه شماره ۴۱۹

تهیه کننده

آقای مهندس بهمن باباخانلو، مهندسین مشاور پایداری طبیعت و منابع
آقای مهندس عباس احمدی، مهندسین مشاور پایداری طبیعت و منابع

کمیته علمی- فنی

دفتر فنی سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور

داور

آقای دکتر محمد حسین مهدیان، سرپرست تیم داوری
آقای مهندس محمد فیاض، موسسه تحقیقات جنگل و مرتع

کمیته بررسی و تصویب نهایی

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، کارشناس

ب) سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری
آقای مهندس علیرضا بنی‌هاشمی، مدیرکل دفتر طرح‌ریزی و هماهنگی آبخیزداری و مجری طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی آبخیزداری و منابع طبیعی
آقای مهندس محمد عقیقی، رییس گروه ضوابط و استانداردهای سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۸
۲- مفهوم و ضرورت ذخیره نزولات آسمانی ۱۰
۳- پیشینه تاریخی جمع‌آوری ذخیره نزولات آسمانی ۱۱
۴- روش‌های مکانیکی ذخیره نزولات آسمانی ۱۲
۴-۱- پیتینگ (Pitting) ۱۲
۴-۱-۱- تعریف ۱۲
۴-۱-۲- ضرورت و مزایای عملیات پیتینگ در مراتع ۱۲
۴-۱-۳- محل و شرایط مناسب جهت اجرای عملیات پیتینگ ۱۴
۴-۱-۴- روش اجرای عملیات پیتینگ ۱۵
۴-۱-۵- ماشین‌آلات مناسب اجرای پیتینگ ۱۷
۴-۲- احداث کنتورفارو (Contour Furrowing) ۲۲
۴-۲-۱- تعریف ۲۲
۴-۲-۲- هدف و ضرورت ۲۲
۴-۲-۳- محل و شرایط مناسب برای ایجاد کنتورفارو ۲۳
۴-۲-۴- روش ایجاد کنتورفارو ۲۵
۴-۲-۵- ماشین‌آلات مناسب برای فاروها ۲۶
۴-۳- احداث بانکت روی خطوط تراز (Contour Trenching) و تراس‌بندی (Terracing) ۲۸
۴-۳-۱- تعریف ۲۸
۴-۳-۲- محل و شرایط مناسب برای احداث بانکت ۲۹
۴-۳-۳- انواع بانکت‌ها ۳۰
۴-۳-۴- محاسبه فاصله بین بانکت‌ها ۳۱
۴-۳-۵- ماشین‌آلات مناسب برای احداث بانکت ۳۲
۴-۴- آبگیرها یا حوضچه‌های آبخیز کوچک (Micro Catchments) ۳۳
۴-۴-۱- تعریف ۳۳
۴-۵- ریپر زدن (Ripping) ۳۶
۴-۵-۱- تعریف ۳۶
۴-۵-۲- هدف و ضرورت ۳۶
۴-۵-۳- محل و شرایط مناسب برای ریپر زدن ۳۸
۴-۵-۴- ماشین‌آلات ریپر زدن ۳۸

۴-۶- توزیع یکنواخت برف با ایجاد مانع ۳۹
۴-۷- پخش سیلاب (Water Spreading) ۴۰
۴-۷-۱- تعریف ۴۰
۴-۷-۲- تاریخچه ۴۰
۴-۷-۳- هدف و ضرورت ۴۱
۴-۷-۴- مزایای استفاده از سیستم پخش سیلاب ۴۱
۴-۷-۵- مناطق و شرایط مناسب برای اجرای عملیات پخش سیلاب ۴۲
۴-۷-۶- اثرات پخش سیلاب بر روی خاک ۴۵
۴-۷-۷- اثرات پخش سیلاب بر روی پوشش گیاهی ۴۶
۴-۷-۸- روش طراحی و احداث شبکه‌های پخش سیلاب ۴۶
۴-۷-۸-۱- برآورد آبدهی ۴۷
۴-۷-۸-۲- کانال انتقال آب ۵۱
۴-۷-۸-۳- اولین کانال پخش ۵۳
۴-۷-۸-۴- خاکریزهای پخش آب ۵۳
۴-۷-۸-۵- دروازه‌ها ۵۴
۴-۷-۸-۶- سیستم تخلیه آب مازاد از منطقه پخش ۵۵
۴-۷-۸-۷- اشکالات احتمالی و مراقبت‌های لازم ۵۷
منابع و مآخذ ۵۹

فهرست اشکال

۱- انواع پیترهای دیسکی ۱۸
۲- شمایی از یک نوع پیتر دیسکی ۱۹
۳- نوعی پیتر غلطکی ۱۹
۴- نوعی پیتر خیشی ۱۹
۵- شمایی از پیترهای بذرکار و چاله‌های ایجاد شده به‌وسیله آن ۲۱
۶- استفاده از تراز بنایی برای تعیین خطوط تراز ۲۶
۷- شمایی از یک آبگیر کوچک ۳۴
۸- شبکه آبگیرهای کوچک در یک منطقه ۳۵
۹- ترتیب خاکریزها برای کنترل آب ورودی و خروجی ۴۵
۱۰- اندازه‌گیری سطح مقطع رودخانه با تقسیم آن به اشکال هندسی فرضی ۴۹
۱۱- انحراف و هدایت آب به دو منطقه پخش سیلاب با استفاده از دو آبراهه ۵۵
۱۲- طرح شماتیک روشی برای منحرف کردن آب به دو منطقه جداگانه پخش سیلاب با استفاده از یک آبراهه ۵۶

فهرست عکس‌ها

۱- ایجاد محیط مناسب برای رویش گیاهی در داخل چاله‌ها ۱۷
۲- گیاهان کاشته شده در داخل یک فارو ۲۷
۳- اجرای ترکیبی از عملیات پیتینگ و کنتورفارو در یک منطقه ۲۷
۴- تراس‌بندی با دیواره سنگی برای کشت علوفه ۲۹

فهرست جداول

۱- فاصله افقی و عمودی بانکت‌ها براساس شیب زمین و جنس دیواره‌های آنها ۳۲
۲- مقادیر ضریب رواناب (C) ۴۸
۳- مقادیر n در رابطه مانینگ در شرایط مختلف جنس بستر ۵۲

۱- مقدمه

کشور ایران با میانگین حدود۲۵۰ میلیمتر بارندگی سالیانه، دارای تنها ۳۷ درصد میانگین بارش جهانی (حدود ۶۸۰ میلیمتر) است و این در حالی است که میزان تبخیر و تعرق نیز در کشور حدود۶ درصد بیش از میانگین جهانی است.

توزیع زمانی و مکانی مقدار آب تجدید شونده نیز به‌طورکلی متغیر بوده و متناسب با نیازهای جوامع نیست. به عنوان مثال استان خوزستان با ۳/۶ درصد مساحت کشور، حدود ۳۰ درصد از آب‌های کشور در اختیار دارد ولی استان کرمان با ۱۱/۷ درصد از مساحت کشور، ۴/۵ درصد از آب‌های قابل استحصال را به خود اختصاص داده است.

کشور ما با دارا بودن بیش از ۱ درصد جمعیت جهان، تنها در حدود ۰/۳۳ درصد از منابع آب شیرین تجدیدپذیر را در اختیار دارد، اما در عین حال بیش از ۹۰ درصد منابع آب کشور در چارچوب یک برنامه‌ریزی اصولی قابل حصول است. مزیت دیگر منابع آب ایران در این است که متجاوز از ۹۳ درصد این منابع از داخل کشور تأمین می‌گردد.

منشاء اصلی آب‌های ایران را نزولات آسمانی تشکیل می‌دهد که سالیانه بالغ بر ۴۱۳ میلیارد متر مکعب است. وزارت نیرو (۱۳۶۳)، میانگین بارندگی سالیانه ایران را در سطح ۸۷۰ هزار کیلومتر مربع مناطق کوهستانی، ۳۶۵ میلیمتر و در سطح ۷۷۸ هزار کیلومتر مربع دشت‌ها و کویرها، ۱۱۵ میلیمتر برآورد کرده است.

از این میزان، حدود ۱۱۷ میلیارد متر مکعب به صورت جریان‌های سطحی جاری می‌شود که در حدود ۲۵ میلیارد از آن از طریق بستر رودخانه‌ها و دشت‌های آبرفتی و مابقی از طریق نفوذ از سطح اراضی به سفره‌های آب زیرزمینی می‌پیوندد، و بخشی از بارش‌ها نیز به‌صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود. علاوه بر منابع حاصل از نزولات جوی، سالیانه ۱۳ میلیارد متر مکعب آب نیز به صورت جریان‌های سطحی از طریق رودخانه‌های مرزی وارد کشور می‌شود که با پیوستن به جریان‌های سطحی داخلی، منابع آب تجدیدشونده کشور را به ۱۳۰ میلیارد متر مکعب می رساند.

کشور ما در طی دو دهه گذشته، بیش از ده سال به صورت گسترده یا منطقه‌ای با خشکسالی مواجه بوده است. با توجه به رشد جمعیت، توسعه بی‌رویه شهرها، مدیریت نامناسب توزیع و مصرف آب و غیره میزان آسیب‌پذیری کشور در مقابل خشکسالی روز به روز افزایش یافته و بحران آب به طور جدی خود را نشان می‌دهد.

در شرایط بسیار خشک که میزان رطوبت قابل ذخیره در خاک بسیار کم است و برای تولید محصول کفایت نمی‌کند، کاهش میزان رواناب و افزایش سرعت نفوذ آب به داخل خاک چندان مؤثر نخواهد بود بلکه باید به طریق عکس عمل نمود یعنی افزایش دادن رواناب و کاهش نفوذ پذیری در بعضی اراضی و سپس استفاده از رواناب حاصله در اراضی مناسب دیگر.

بهره‌برداری بی‌رویه و غیر اصولی از علوفه و سایر فرآورده‌های غیر علوفه‌ای مراتع باعث شده است که پوشش گیاهی به شدت کاهش پیدا کند. با کاهش پوشش گیاهی لاشبرگ نیز کم می‌شود و این امر موجب برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک لخت و تشدید فرسایش (خصوصاً فرسایش پاشمانی و در مرحله بعد شیاری و ورقه‌ای) می‌گردد. مرحله بعدی این سیر نزولی عبارت از تغییر و تخریب بافت و ساختمان خاک خواهد بود. در نتیجه این موارد، جریان سطحی آب افزایش یافته و علاوه بر شستشوی خاک سطحی باعث می‌شود تا به علت کاهش نفوذ آب به منطقه فعالیت ریشه‌ها، عملاً گیاهان در محیطی خشک‌تر از شرایط معمول قرارگیرند.

تنش خشکی کلیه فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با شروع تنش خشکی، سرعت تقسیم سلولی کاهش یافته و مقدار آنزیم‌های حیاتی در گیاه کم شده و تشکیل کلروفیل نیز به تدریج متوقف می‌گردد. همچنین روزنه‌های موجود در سطح برگ‌ها و فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نتیجهٔ این واکنش‌ها به خشکی، رشد رویشی گیاهان مرتعی با کاهش زیادی روبرو می‌شود. در گراس‌های دائمی، جوانه‌های رویشی گیاه نیز ممکن است به نوعی صدمه ببینند و قادر به رویش و تولید علوفه در سال بعد نباشند. سرانجام در شرایط حاد، ادامه تنش خشکی منجر به مرگ گیاه خواهد شد. خشکی نه تنها بر تولید علوفه در مراتع اثرات منفی به جای می‌گذارد، بلکه به دلیل درجات متفاوت تحمل گونه‌های مختلف به خشکی، بر ترکیب گونه‌ای نیز تاثیر نهاده و ذخایر ژنتیکی مراتع را با خطر انقراض روبرو می‌سازد. مراتعی که در خشکسالی‌ها مورد چرای شدید قرار گیرند، در خشکسالی‌های بعدی، کاهش بیشتری در تولید علوفه از خود نشان خواهند داد.

همانگونه که اشاره شد، اغلب مراتع کشور ما در محدوده آب و هوایی خشک و نیمه خشک واقع‌شده و در این نواحی، تمام بارندگی منطقه برای رشد گیاهان علوفه‌ای مورد نیاز است و باید در همان نقطه‌ای که نازل می‌شود ذخیره شده و به مصرف گیاه برسد. ذخیره نزولات آسمانی در این مراتع، علاوه بر قطع یا کاهش حجم رواناب سطحی و کاهش فرسایش خاک، باعث افزایش قابلیت نفوذ و قابلیت نگهداری آب در خاک شده و ضمناً تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی را نیز موجب می‌گردد و از خشک شدن چشمه‌ها و قنات‌ها جلوگیری می‌کند.

در این حالت، رطوبت بیشتری برای استفادهٔ گیاهان مرتعی تامین شده و تولید علوفه و سایر مزایای این عرصه‌های خدادادی افزایش پیدا می‌کند.

در شرایط مراتع ایران‌که متاسفانه در قسمت اعظم آنها در اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه در طول سالیان دراز پوشش گیاهی مرغوب کاهش یافته و یا به‌کلی از بین رفته است، علاوه بر جاری شدن رواناب‌ها، عوامل دیگری نظیر لگدکوب شدن خاک سطحی و تردد بیش از حد دام نیز باعث تشدید فرسایش آبی و بادی، هدر رفتن مواد غذایی خاک، شور شدن و از هم پاشیدگی ساختمان آن شده است، اجرای یک سری عملیات مکانیکی به منظور افزایش نفوذ پذیری خاک و ذخیره نزولات آسمانی اجتناب ناپذیر است، که البته منجر به حفظ خاک به عنوان بستر حیات و توسعه اکوسیستم و افزایش کمی و کیفی علوفه خواهد شد.

با توجه به اینکه این قبیل عملیات مکانیکی پس از گذشت چند سال کارآیی و بازده اولیه خود را از دست می‌دهند، و نیز با عنایت به لزوم تولید علوفه برای دام‌های مناطق خشک و نیمه خشک، معمولاً توأم با عملیات مکانیکی، از روش‌های بیولوژیکی و ایجاد پوشش گیاهی نیز استفاده می‌شود. این عمل ممکن است به‌طور طبیعی و با ایجاد محیط مناسب برای رشد گیاهان و کم‌کردن رقابت گونه‌های نامرغوب و مهاجم صورت پذیرد و یا از طریق بذرپاشی، بذرکاری و بوته‌کاری گونه‌های مرغوب و خوش‌خوراک در این مراتع مستقر گردند.

این دستورالعمل به‌منظور آشنا کردن کارشناسان اصلاح مراتع با روش‌های مکانیکی معمول برای ذخیره نزولات آسمانی و افزایش نفوذ آب‌های حاصل از بارندگی‌ها در خاک، و همچنین موارد و شرایط مناسب برای کاربرد هر یک از این روش‌ها تهیه شده است. امید است با دقت در کاربرد مناسب این روش‌ها، گامی مؤثر در اصلاح مراتع و احیاء پوشش گیاهی طبیعی کشور برداشته شود.

۲- مفهوم و ضرورت ذخیره نزولات آسمانی

به‌طور طبیعی، پوشش گیاهی هر محل متناسب با شرایط محیطی آن محل شکل می‌گیرد. یکی از عوامل محیطی مهم و موثر که در ترکیب پوشش گیاهی طبیعی دخالت دارد، اقلیم منطقه است و بارندگی نیز یکی از پارامترهای مهم اقلیمی است. به همین دلیل، وقتی صحبت از گونه‌های مناسب و سازگار با شرایط یک محل به میان می آید، قبل از هر چیز، میزان بارندگی سالیانه مطرح می‌شود و در بسیاری از منابع علمی نیز گیاهان با استناد به میزان بارندگی مورد نیاز آنها، طبقه‌بندی شده‌اند.

این مساله مهم، تنها در صورتی صحت دارد که تنها عوامل محیطی در تشکیل پوشش گیاهی و ترکیب آن دخالت داشته باشند و به عبارت دیگر، انسان با دخالت‌های خود تعادل پوشش گیاهی با عوامل محیطی را به‌هم نزده باشد. در حالت تعادل طبیعی، حتی می‌توان با شناخت سرشت اکولوژیک گونه‌های گیاهی موجود، بدون نیاز به مراجعه به آمار و ارقام، برآوردهای نسبتاً دقیقی از شرایط محیطی محل، از جمله میزان متوسط بارندگی یا حدود تغییرات آن، دامنه تغییرات دما، خاک (رده و بافت)، دامنه تغییرات ارتفاع و... به‌عمل آورد.

وقتی انسان دخالت‌های گسترده‌ای را در اکوسیستم‌های طبیعی به‌عمل می‌آورد، پوشش گیاهی نخستین عضو از بخش زنده اکوسیستم‌ها است که عکس‌العمل سریعی نشان می‌دهد و ترکیب آن به سرعت تغییر می‌یابد، به‌خصوص اگر این دخالت از طریق چرای سنگین دام باشد، پوشش گیاهی هم از نظر کیفی و هم از حیث کمی کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. تغییر در فون منطقه، افزایش هرزآب و تشدید فرسایش خاک از عوارض بعدی است که به‌تدریج در این اکوسیستم‌ها ظاهر می‌گردد.

افزایش میزان رواناب در این عرصه‌ها بدین معنی است که از میزان نفوذ آب حاصل از بارندگی‌ها در خاک کاسته می‌شود و در نتیجه آب کمتری در اختیار و دسترس گیاهان قرار می‌گیرد، که این خود عامل دیگری در تغییر ترکیب پوشش گیاهی به‌شمار می‌رود. بدین ترتیب که گیاهانی که قبلاً به‌دلیل میزان بارندگی محل، در آنجا استقرار یافته بودند، با قرار گرفتن در محیطی خشک‌تر، قادر به ادامه حیات نبوده و به‌تدریج جای خود را به گیاهانی می‌دهند که با میزان رطوبت کمتری سازگاری داشته باشند. واضح است که درچنین شرایطی دیگر گیاهان موجود معرف شرایط محیطی منطقه نبوده و به‌خصوص از نظر بارندگی شرایط خشک‌تری را نشان خواهند داد.

اگر چنین وضعی همچنان ادامه پیدا کند، با تشدید فرسایش خاک و کاهش قدرت جذب و نگهداری آب آن، سال به سال از انبوهی و کیفیت پوشش گیاهی کاسته خواهد شد و در نتیجه هر سال سطح بیشتری از خاک عاری از پوشش گیاهی شده و در معرض فرسایش قرار خواهد گرفت. عواقب آن کاهش توان تولید بیولوژیک اکوسیستم خواهد بود که حداقل در کوتاه مدت، به‌طور طبیعی قابل ترمیم نخواهد بود.

در این قبیل اکوسیستم‌ها، برای ترمیم پوشش گیاهی و فراهم نمودن زمینه تقویت کیفی و کمی آن، لازم است که رژیم رطوبتی خاک در جهت مثبت تغییر یابد و با افزایش رطوبت خاک، امکان استقرار و رشد گونه‌های بومی مرغوب که قبل از تخریب در محل حضور داشتند، و یا گونه‌های مرغوب غیر بومی دیگری که با شرایط محل سازگاری دارند، ایجاد گردد.

برای این منظور، انجام یک سری عملیات مکانیکی در سطح زمین ضرورت پیدا می‌کند تا نفوذ پذیری آب را در خاک افزایش داده و از تشکیل رواناب و هدر رفتن بخشی از آب بارندگی‌ها از این طریق جلوگیری نماید.

۳- پیشینه تاریخی جمع‌آوری و ذخیره نزولات آسمانی

واقعیات تاریخی نشانگر آنند که در بسیاری از مناطق خشک خاورمیانه، هندوستان، شمال آفریقا و آمریکای مرکزی، تمدن‌های پیشرفته‌ای با تکیه بر فعالیت‌های کشاورزی ظهور یافته و پس از یک دوره شکوفایی، سرانجام فنا شده‌اند.

شیوه‌های جمع‌آوری آب باران و سیلاب که در گذشته انجام گرفته، قاعدتاً مصرف کشاورزی داشته و منطقه وسیعی از کوه‌ها و صخره‌های آمریکای شمالی گرفته، تا تمدن‌های باستانی مکزیک، بین‌النهرین و خاورمیانه، چین و هندوستان و... را دربر می‌گرفته است.

اولین سیستم ذخیره آب باران در خاورمیانه ساخته شده است. باستان شناسان سازه‌های نگهداری آب را که گمان می‌رود بیش از ۹ هزار سال سابقه داشته باشند، در کوهستان ادوم در شمال اردن یافته‌اند. در چین هم ظروف و وسایل جمع‌آوری آب باران مربوط به ۲ هزار سال پیش کشف شده است.

کشاورزی با رواناب تقریباً از ۴ هزار سال پیش برای زراعت در مناطقی با بارندگی اندک (حدود۱۰۰ میلیمتر در سال) شروع شده است. بررسی‌ها نشان داده است که کشاورزان خاورمیانه باستان، برای افزایش مقدار رواناب، شیب‌ها را از سنگ و خاشاک پاک می‌کردند و برای جمع‌آوری آن اقدام به ساختن دیوار سنگی در امتداد تراز می‌نمودند و با حفر نهرها، رواناب را به مزارع پایین‌تر هدایت می‌کردند.

جمع‌آوری آب باران در پایداری تراکم بالای جمعیت که با تحول تمدن در آمریکای مرکزی همراه بود، سهم بسزایی داشته است. در حدود ۳۰۰۰ سال پیش، ایرانیان حفر قنات را به منظور هدایت آب‌های زیرزمینی مناطق کوهستانی به نقاط خشک، ابداع کردند. این قنات‌ها در مقیاس بسیار بزرگی ساخته می‌شدند و با آبروهای عظیم رومی‌ها رقابت می‌کردند. در اراضی مرتفع مرکزی مکزیک، تنوع اقلیمی، امکانات و شیوه‌های زیادی را جهت بهره‌گیری از رطوبت فراهم کرده بود که از آن از جمله می‌توان به کشاورزی دایمی با آب باران، کشت حایل و غیره اشاره نمود. استفاده از آبخیزهای کوچک، زراعت در شن‌های روان و زراعت با سیلاب نیز پیشینه‌ای بس کهن در نزد اقوام باستانی داشته‌اند که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد.

جمع‌آوری آب از ۲۰۰۰ سال قبل به عنوان یک هنر بین اهالی منطقه مرسوم بوده است.

٤- روش‌های مکانیکی ذخیره نزولات آسمانی

همانگونه که قبلاً اشاره شد، هنگامی که خاک مرتع به دلایل مختلف نفوذپذیری خود را از دست داده و به‌طور طبیعی قابلیت جذب و نگهداری آب حاصل از بارندگی‌ها را ندارد، در کوتاه مدت لازم است با اجرای یک سری روش‌های مکانیکی خاص متناسب با شرایط محل، امکان نفوذ آب باران در خاک فراهم شود. از آنجایی که اصولاً این روش‌ها عمر کوتاهی داشته و به سرعت کارآیی خود را از دست می‌دهند، مهمترین نکته‌ای که در استفاده از آنها باید مورد توجه قرار گیرد، این است که در طول مدتی که بدین طریق آب اضافی وارد خاک می‌شود، از این رطوبت برای تقویت پوشش گیاهی استفاده شود تا پس از این‌که عملیات مکانیکی کارآیی خود را از دست دادند، پوشش گیاهی ایجاد شده در سطح مرتع، وظیفه جلوگیری از جریانات سطحی آب و نفوذ آن به داخل خاک را به‌طور مداوم ادامه دهد.

روش‌های مکانیکی که به‌طور معمول برای ذخیرهٔ نزولات آسمانی در خاک به کار گرفته می شوند، عبارتند از:

٤-١- پیتینگ (Pitting)

٤-١-١- تعریف

پیتینگ عبارت است از ایجاد چاله‌های کوچک در سطح مراتع به منظور افزایش نفوذ آب حاصل از نزولات آسمانی به داخل خاک و مهار رواناب ناشی از آن که منجر به افزایش رطوبت قابل استفاده گیاهان و بذور آنها و در نتیجه افزایش تولید علوفه می‌شود.

٤-١-٢- ضرورت و مزایای انجام عملیات پیتینگ در مراتع

عملیات پیتینگ در دامنه وسیعی از رویشگاه‌ها انجام‌گرفته و نشان داده که این شیوه نقش بسیار مؤثری در احیاء و اصلاح سطوح سله بسته و خاک‌های کوبیده شده مراتع ایفا می‌کند. در ابتدای ایجاد چاله‌ها، علاوه بر ذخیره شدن مقداری برف زمستانی در آنها، حدود ۷/۵ تا ۱۵ میلیمتر آب اضافی نیز در پروفیل خاک ذخیره می‌شود. این رطوبت اضافی، محیط مناسبی را داخل چاله‌ها و اطراف آنها برای رشد گونه‌های مرغوب مرتعی، به‌خصوص گراس‌ها (گندمیان)، به‌وجود آورده و موجب افزایش درصد تاج پوشش گیاهی و تولید علوفه می‌شود.

پیتینگ اغلب مقدار جذب رطوبت خاک را در داخل چاله و اطراف آن تا ۲ برابر افزایش داده و میزان رواناب حاصل از بارندگی‌های شدید را کاهش می‌دهد و محل مناسبی را برای تجمع لاشبرگ‌ها و بذرهایی که به‌وسیله باد جابجا می‌شوند، فراهم می‌آورد. تولید علوفه نیز بعضاً تا ۱۰۰ درصد افزایش پیدا می‌کند. برای ارتقاء حاصلخیزی خاک، پوشش گیاهی باقیمانده در طی مراحل توالی گیاهی، باعث ایجاد جوامع گیاهی مطلوب‌تر خواهد شد. آب با حرکت زیر قشری خود در خاک، نمک‌های تجمع یافته در سطح خاک را حل کرده و آنها را از منطقه فعالیت ریشه گیاهان آبشویی می‌کند. بهبود نفوذ آب، پاسخ مثبت ساختمان خاک را به همراه دارد؛ بدین ترتیب که افزایش جذب مولکول‌های آب توسط شبکه‌های رس در خاک تحتانی، موجب اتساع آنها و اعمال فشار به سمت بالا و کناره‌ها می‌گردد و در هنگام خشک شدن، شبکه‌های رس منقبض شده، موجب ایجاد و توسعه ترک‌هایی در سطح خاک می‌شوند که در نهایت ساختمان خاک را بهبود می‌بخشند.

آزمایشات و مطالعات فراوانی درخصوص نحوه اجرا، کارآیی و سایر خصوصیات پیتینگ در سطح مراتع دنیا انجام گرفته است.

در جنوب ایالت آریزونا در ایالات متحده آمریکا، در مناطقی که پیتینگ با ایجاد چاله‌های بزرگ (آبگیرها) صورت گرفته، در یک دوره چهارساله، تولید علوفه از گونه *Cenchrus ciliaris* که در داخل چاله‌ها کاشته شده بود، ۲/۵ برابر بیش از کشت همان گونه در چاله‌های باریک بود. همچنین تولید علوفه در این اراضی، ۵ برابر بیشتر از مناطقی بود که کشت بدون اجرای پیتینگ صورت گرفته بود.

Stanley در سال ۱۹۷۸، عملیات پیتینگ را به منظور استقرار چند گونه آتریپلکس با موفقیت در خاک‌های سفت دارای سخت‌لایه (Hardpan) در ایالت نیوساوت ولز استرالیا اجرا کرد.

در دشت‌های بزرگ شمال آمریکا، پیتینگ بر روی مراتع با پوششی از گندمیان کوتاه با وضعیت متوسط تا خوب، مؤثر بوده است. ایجاد چاله‌هایی نزدیک به هم و حذف حدود یک‌سوم پوشش گیاهی موجود، تولید علوفه را از ۳۰ درصد تا ۵۰ درصد، و بعضاً حتی تا ۱۰۰ درصد، افزایش داده است. این افزایش تولید مربوط به نفوذ بهتر آب، افزایش میزان مواد غذایی قابل دسترس برای گیاهان کم‌شونده و مرغوب، و نیز تغییری مشخص در ترکیب گیاهی به سمت گراس‌های متوسط بوده است.

کشت مخلوط گونه‌ای علف گندمی(*Agropyron smithii*)، برخلاف توده‌های خالص آن، پس از اجرای پیتینگ افزایش تولید زیادی از خود نشان داده است(Vallentine, 1989).

در دشت‌های جنوبی آمریکا، اجرای پیتینگ بر روی رویشگاه‌های بالادست، موفق‌تر از رویشگاه‌های پایین دست و اراضی پست نظیر بستر دریاچه‌های قدیمی، دق‌ها و دشت‌های آبرفتی بوده است.

در کوه‌های بیگ هورن ایالت وایومینگ، اجرای این روش اصلاحی، با استفاده از دیسک یک‌طرفه خارج از محور، موجب افزایش جذب آب، کاهش رواناب، بهبود قدرت و بنیه (Vigor) گراس‌های بومی و شبه‌گراس‌ها و افزایش تولید علوفه به میزان ۳۲ تا ۶۸ درصد بر روی رویشگاه‌های دارای خاک عمیق شده‌است.

اثر بخشی چاله‌ها با پرشدن آنها از مواد زائد و رسوبات، نقصان می‌پذیرد. در خاک‌هایی با بافت متوسط در دشت‌های شمالی آمریکا، چاله‌ها تا ۱۵ سال تاثیر خود را حفظ نمودند، حال آنکه در جنوب غربی، عمر چاله‌ها ۳ تا ۵ سال بیشتر نبوده است. با این وجود منافع حاصل از تغییرات ایجاد شده در ترکیب گیاهی، اغلب بیشتر از ظرفیت مؤثر نگهداری آب توسط چاله‌ها به طول می‌انجامد. توسعه سریع پوشش گیاهی به دنبال پیتینگ، طول عمر چاله‌ها را تداوم می‌بخشد، با این وجود، شستشو، خاک رفتگی، رسوبگذاری و تجمع سیلت و فرسایش بادی، عمر آنها را کاهش می دهد. عمر چاله‌ها بر روی خاک‌های شنی کوتاهتر از خاک‌هایی با بافت ریزتر است. همچنین، در عرصه‌هایی با پوشش گیاهی تنک و پراکنده، عمر چاله‌ها کمتر از زمین‌هایی است که توده‌های متراکم گراس‌ها در آن مستقر شده باشد.

گرچه در اجرای عملیات پیتینگ محور طولی چاله‌ها باید در امتداد خط تراز قرار گیرند، ولی در این روش، برخلاف روش احداث کنتورفارو، دقت زیادی برای قراردادن ردیف‌ها بر روی خطوط تراز ضروری نمی‌باشد و در نتیجه با صرف هزینه پایین‌تر، با خطر تشدید فرسایش کمتری نیز مواجه خواهیم بود. لذا در اراضی که دارای ناهمواری زیاد و نامنظم بوده و قابلیت ایجاد شیار را ندارند، به راحتی می‌توان از روش پیتینگ استفاده کرد.

حسن دیگر اجرای پیتینگ در مراتع هموار و دشتی، جلوگیری از حرکت بی‌رویه و مخرب خودروهای صحرایی در سطح مراتع و خارج از محدوده جاده‌های موجود است. معمولاً در این قبیل مراتع، خودروهای صحرای خود را پایبند استفاده از جاده‌های موجود ننموده و از تمام سطح و در تمامی جهات، با در نظر گرفتن کوتاهترین فاصله به مقصد، عبور می نمایند و بدین ترتیب، در طول زمان

جاده‌های متعددی در سطح مرتع ایجاد شده و با کوبیده شدن سطح این جاده‌ها، عملاً سطح قابل ملاحظه‌ای از مرتع از چرخه تولید حذف می‌گردد. اجرای عملیات پیتینگ با ناهموار کردن سطح مرتع، به‌طور مؤثری از این خسارت جلوگیری می‌کند.

٤-۱-۳- محل و شرایط مناسب جهت اجرای عملیات پیتینگ

به‌طورکلی عملیات پیتینگ در سطح مراتع با وضعیت ضعیف تا متوسط اجرا می‌شود. البته در مراتع ضعیف و خیلی ضعیف لازم است همزمان با اجرای پیتینگ، بذرکاری یا بذرپاشی با استفاده از گونه‌های مرغوب و سازگار نیز انجام پذیرد تا به‌جای تهاجم علف‌های هرز و گونه‌های نامطلوب به داخل چاله‌ها، امکان رویش و استقرار این گیاهان فراهم گردد.

به طور خلاصه، می‌توان محل‌ها و شرایط مناسب اجرای عملیات پیتینگ در مراتع را به شرح زیر مطرح نمود:

- از نظر شیب، این روش برای اراضی کم‌شیب و نسبتاً هموار مناسب است. مناسب‌ترین شیب برای اجرای پیتینگ ۳ تا ۵ درصد و حداکثر تا ۸ درصد می‌باشد.
- گونه‌های مرتعی مرغوب بایستی حداقل به میزان ۱۵ تا ۲۵ درصد در ترکیب پوشش گیاهی منطقه حضور داشته باشند. درغیراینصورت، بذرکاری همزمان مورد نیاز خواهد بود.
- خاک منطقه نباید نفوذ پذیری بالایی داشته باشد، زیرا در این خاک‌ها، به طور طبیعی یا رواناب سطحی وجود ندارد و یا بسیار اندک است. به‌طورکلی خاک‌هایی با بافت ریز و متوسط، بهترین نتایج را به دنبال داشته است. بر روی خاک‌های خیلی سبک و شنی که از فرسایش‌پذیری بالایی برخوردارند، علاوه بر کم بودن عمر چاله‌ها و پر شدن سریع آنها، اعمال پیتینگ که موجب از بین رفتن بخشی از پوشش گیاهی موجود می‌شود، ممکن است خطر تشدید فرسایش خاک را در منطقه افزایش دهد. همچنین، پیتینگ برروی خاک‌های خیلی سنگین و خیلی رسی نیز مؤثر نیست. در خاک‌های رسی آهکی و رسی شنی، شوری خاک(EC) و اسیدیته (PH) آن تنها در درجات خیلی بالا بر روی نتایج حاصل از این عملیات تاثیر می‌گذارند. ایجاد چاله بر روی خاک‌های بسیار سنگ و سنگریزه‌دار، رویشگاه‌های بوته‌ای (مثل درمنه‌زارها) و بسیاری از تیپ‌های بوته‌ای بیابانی، مفید نبوده است.
- ردیف‌های چاله‌ها باید حتی‌الامکان بر روی خطوط تراز و یا در جهتی نزدیک به آن ایجاد شوند یا حداقل عمود بر شیب عمومی منطقه قرار بگیرند.
- فاصله ردیف‌ها باید کم و به نحوی انتخاب گردد که به‌منظورکاهش رقابت و افزایش رطوبت خاک به نفع گونه‌های مرغوب، حداقل یک‌سوم از پوشش گیاهی نامطلوب موجود در اثر اجرای پیتینگ از بین برود. به‌طور کلی، چاله‌ها ۱۰ تا ۲۰ درصد سطح مرتع را اشغال می‌کنند.
- ایجاد ردیف‌های چاله‌ها با فواصل ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر بهترین نتیجه و فواصل بیش از ۱/۵ متر کمترین نتیجه را در افزایش رطوبت خاک و تولید علوفه به‌دست می‌دهند.
- ابعاد چاله‌ها برحسب نوع خاک، نوع دستگاه چاله‌کنی که در دسترس قرار دارد، میزان و خصوصیات بارندگی‌ها، نوع گونه‌ها و روش بذرکاری و دیگر شرایط منطقه تغییر می‌کند، اما معمولاً طول این چاله‌ها از ۶۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر، عرض آنها حدود ۲۰ و عمق آنها از ۷/۵ تا ۲۰ سانتیمتر متغیر است و در ردیف‌هایی که ۰/۶ تا ۱ متر از همدیگر فاصله دارند، احداث می‌شوند.

- چاله‌های کم‌عرض متداول که با استفاده از پیترهای دیسکی یا هیدرولیکی ایجاد می شوند، عموماً منجر به استقرار مناسب گراس‌های بذرکاری شده می‌گردند، اما اغلب به دلیل پر شدن سریع توسط خاک حاصل از طوفان‌های تابستانی، پس از یکی دو سال، عملاً اثر بخشی خود را در حفظ و ذخیره آب از دست می‌دهند.
- چاله‌های عریض و کم‌عمق با ابعاد ۱/۵× ۲/۵ متر و عمق حدود ۱۵ سانتیمتر (در گودترین نقطه)، عمر مفید بیشتری نسبت به چاله‌های معمولی مرسوم دارند و ضمناً موجب حذف پوشش گیاهی مزاحم و بذور گیاهان مهاجم در این محدوده می‌شوند.
- بهتر است ایجاد چاله‌ها در پاییز، پس از نخستین بارندگی و یا هر زمان دیگری که رطوبت خاک در حد «گاورو» بوده و مطلوب جهت رشد بذور باشد، انجام‌گیرد. در صورتی که نیاز به بذر پاشی وجود داشته باشد، این عمل بایستی بلافاصله پس از ایجاد چاله‌ها، یعنی در مدتی که سطح خاک ریخته شده در حاشیه آنها هنوز نرم و متخلخل است، انجام گیرد تا در اثر بارندگی و یا وزش باد، بذور به داخل خلل و فرج خاک نفوذ کرده و تعدادی از آنها در عمق مناسب مستقر شوند و در شرایط مناسبی برای جوانه زدن و استقرار قرار گیرند.
- به‌منظور جلوگیری از تخریب سریع چاله‌ها و دادن فرصت کافی برای سبز شدن و استقرار گیاهان جدید در داخل آنها، باید حداقل به مدت یک تا دو سال پس از اجرای عملیات پیتینگ از ورود دام به منطقه جلوگیری به‌عمل آید.
- میزان حداقل بارندگی سالیانه منطقه حدوداً بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر بوده و ناحیه موردنظر باید دارای رواناب کافی باشد، به طوری که در بارندگی‌های بیش از ۱۰ میلیمتر آب در داخل چاله‌ها تجمع پیدا کند.
- در صورت نیاز می‌توان عملیات پیتینگ را هر ۱۰ سال یک بار در مرتع تجدید کرد، ولی همانگونه که قبلاً اشاره شد، یک اجرای موفق آن است که در طول مدتی که چاله‌ها به وظیفه خود در ذخیره آب عمل می‌نمایند، پوشش گیاهی مناسب در داخل آنها مستقر شود و خود وظیفه ذخیره رطوبت را بعد از پر شدن چاله‌ها به‌عهده گیرند.
- اجرای پیتینگ درست قبل از شروع فصل رشد، نه تنها از رشد و استقرار گونه‌های علوفه‌ای باقیمانده حمایت می‌کند، بلکه حرکت خاک را کاهش و عمر مفید چاله‌ها را نیز افزایش می‌دهد. مناسبترین زمان برای اجرای عملیات پیتینگ، دقیقاً مطابق با زمان مناسب برای بذرکاری در مرتع است.

٤-١-٤- روش اجرای عملیات پیتینگ

پیتینگ به طورکلی با ایجاد چاله‌های کوچک و بزرگ بر روی خاک‌هایی با بافت ریز تا متوسط و توسط دیسک‌ها و ادوات خاصی موسوم به پیتر(Pitter) انجام می‌پذیرد. پیتینگ از سال ۱۹۳۹ در دشت‌های غربی آمریکا با استفاده از یک دیسک که محور آن خارج از مرکز قرارگرفته و نیز یک چمن کار، آغاز شده و تاثیر مثبتی در ذخیره رطوبت اضافی و تقویت پوشش گیاهی مراتع نشان داده است.

در جنوب‌غربی آمریکا، قاعده و روش کلی، اجرای عملیات پیتینگ به‌صورت متراکم است که در طی آن، ۵۰ در صد از سطح خاک، دریافت‌کننده رواناب ۵۰ در صد دیگر خواهد بود. در دشت‌های مرکزی، اغلب هدف از ایجاد چاله‌ها در یک‌سوم سطح زمین، پوشیده شدن یک‌سوم دیگر توسط واریزه خاک حاصل از کندن چاله‌ها و دست نخورده ماندن یک‌سوم دیگر سطح زمین بوده است.

با ادواتی نظیر Peach Pitting Tiller، ۱۰ تا ۲۰ در صد از مساحت عرصه با چاله‌های قایقی شکل پوشیده می‌شود. این چاله‌ها حجم مشخصی از آب را درون خود نگه می‌دارند. برای مثال، چاله‌ای با ابعاد ۷۵×۲۰ سانتیمتر و به عمق ۱۵ سانتیمتر در وسط، قادر است بیش از ۱۱ لیتر آب را در خود نگهدارد. خاکی که در پایین دست چاله‌ها ریخته می‌شود، حجم آنها را از این حد نیز فراتر می برد. روشن‌است که مقدار آب جمع‌آوری شده(حجم آبگیری چاله‌ها)، بسته به شیب زمین و اینکه چاله‌ها در راستا و یا عمود بر خطوط تراز ایجاد شده باشند، تفاوت خواهد کرد.

چاله‌هایی با اندازه متوسط در مقایسه با این چاله‌های متداول، باعث دو برابر شدن تولید علوفه گونه علف عشق (*Eragrostis chloromela*) و نوعی ارزن (*Panicum coloratum*) و نیز استقرار سریع و ثبات توده گیاهی شده‌اند. مطالعات نشان داده که بذور کشت شده در ته چاله‌های متداول، در هنگام ظهور گیاهچه‌ها دچار خفگی در زیر آب می‌شوند. برای ایجاد سازگاری بهتر در مقابل بارندگی و فراهم‌آوردن چاله‌های ماندگارتر، ماشین‌آلات مخصوصی ساخته شده که می‌تواند «حوضچه‌های بادبزنی شکل شیبدار» ایجاد نماید. در این حوضچه‌ها، بذور کشت شده در اعماق مختلفی نسبت به سطح طبیعی و اولیه خاک قرارگرفته و احتمال رویش موفق آنها بیشتر خواهد بود. این حوضچه‌ها طوری احداث می‌شوند که کناره صاف و برش عمودی آنها در پایین دست شیب و طرف باریکتر و بادبزنی شکلشان در بالا دست قرار می‌گیرد.

در این زمینه، دستگاه Blister Roller جهت ایجاد حوضچه‌ها و بذرکاری در خاک‌های سست به‌دنبال شخم ریشه‌ای، نتایج کاملاً مثبتی داشته است. تیغه‌های بلدوزر نیز می‌توانند چنین آبگیرهایی را ایجاد کنند. این حوضچه‌های عریض و کم‌عمق علاوه بر ذخیره رطوبت زیاد، پوشش گیاهی نامطلوب و بذور آنها را نیز کنار زده و محیط را برای رشد گونه‌های جدید و مرغوب مساعد می‌سازد.

در شرایطی که خاک مرتع کمی سنگلاخی بوده و یا گیاهان بومی ریشه‌های قوی داشته‌باشند، به‌جای استفاده از دیسک در احداث چاله‌های عریض (پایه پهن) می‌توان از Dozer استفاده کرد.

مسیر ردیف‌های چاله‌ها جهت تسهیل در اجرای عملیات، باید قبلاً در فواصل مناسب پیکه‌کوبی شود. به‌همین ترتیب عوارض طبیعی نظیر آبراهه‌ها و غیره که باید در طول عملیات چاله‌کنی مورد توجه قرارگیرند، با بیرق مشخص می‌گردند.

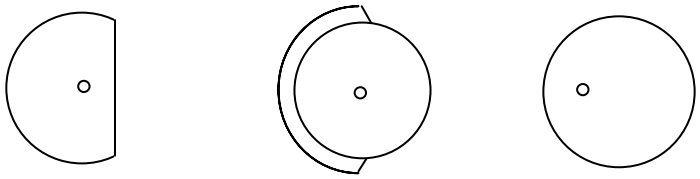
روناب‌های مناطق بالادست می تواند محوطه چاله‌کنی شده را دچار تخریب و فرسایش نماید. برای جلوگیری از این امر، بایستی با احداث مجاری انحرافی نظیر بانکت‌های آبگذر، این روناب‌ها را مهار و به یک آبراههٔ مطمئن هدایت نمود. در عکس شماره ۱ تجمع و سبز شدن گیاهان در داخل چاله‌ها دیده می شود.

عکس شماره ۱- ایجاد محیط مناسب برای رویش گیاهی در داخل چاله‌ها

٤-۱-۵- ماشین آلات مناسب برای اجرای پیتینگ

- پیترهای دیســـکی

گاوآهن‌های دیسکی اصلاح شده بیشتر از سایر انواع چاله‌کن‌ها (پیتر) در مراتع مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اصلاح دیسک‌ها شامل اضافه‌کردن زایده‌ای بر قسمتی از محیط آن، برش دادن قسمتی از صفحه دیسک، و یا قرار دادن محور دیسک بـر نقطـه‌ای خـارج از مرکز آن است که بر روی گاوآهن‌های دیسکی معمولی، مطابق شکل شماره ۱ اعمال می‌گردد. ایده دیگر عبارت از دیسک معمـولی سوار شده بر روی تراکتور است که محور چرخ حامل آن به خارج از مرکز منتقل شده باشد. چاله‌های ایجاد شده با پیترهـای دیسـکی حدوداً ۱۵۰-۹۰ سانتیمتر طول، ۳۰-۲۰ سانتیمتر پهنا و ۲۰-۱۰ سانتیمتر عمق دارند. در این نوع پیترها، گرچه تا حـدودی مـی تـوان طول چاله‌ها را تغییر داد، ولی در هر حال، مجموع طول یک چاله و فاصلهٔ آن با چالهٔ بعدی مقدار ثابتی است که به قطر دیسـکی کـه برای این منظور به کار می‌رود، بستگی دارد.



شکل شماره ۱- انواع پیترهای دیسکی

در خاک‌های نرم می‌توان حوضچه‌های بزرگی با بیش از یک متر پهنا و در حدود ۱۵ تا ۶۰ سانتیمتر عمق ایجاد کرد. این کار توسط فشار یک میان‌شکن[1] و یا تیغه بلدوزر یا با کندن پوسته خاک توسط یک تیغه حوضچه‌ساز که در عقب تراکتور سوار شده، انجام می‌گیرد.

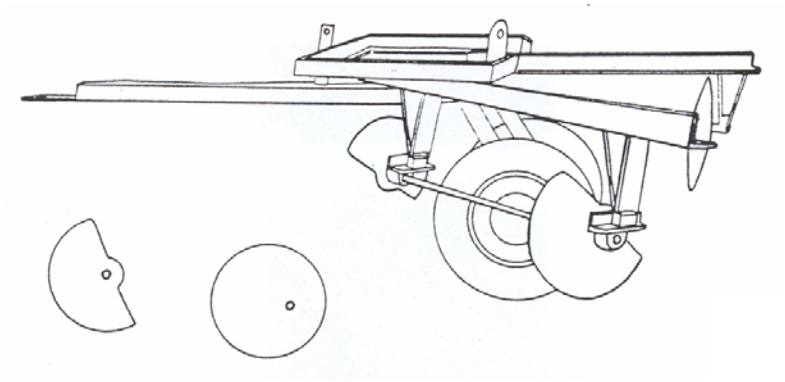
چاله‌ها را همچنین می‌توان با استفاده از خیش‌های میان‌شکن با تنظیم بالابردن و پایین آوردن خیش‌ها ایجاد نمود. چاله‌های ساخته شده با میان‌شکن‌هایی که دارای یک خیش مسطح و نسبتاً پهن هستند، در مقایسه با چاله‌های حاصل از عمل پیترهای دیسکی، عمیق‌تر بوده و در ناحیه ۳۰ تا ۱۲۰ سانتیمتری خاک، افزایش رطوبت بیشتری را موجب می‌گردند و البته در عین حال پرهزینه‌تر نیز هستند.

- **پیترهای استوانه‌ای دوار(Rotary–Drum Pitters)**

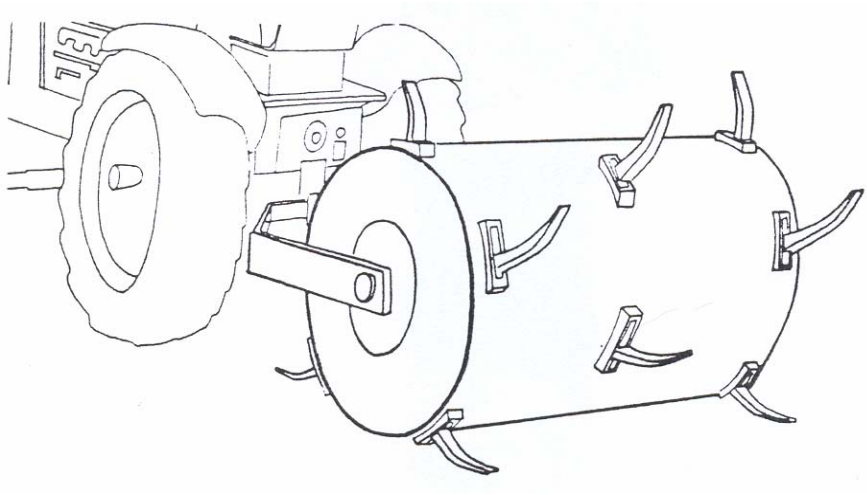
پیتر استوانه‌ای دوار که به پیتر کالکینز[2] نیز معروف است و شامل یکسری دندانه‌های میخی شکل می‌شود که در ردیف‌هایی معمولاً با آرایش لوزی بر روی یک استوانه فلزی دوار نصب شده‌اند. این استوانه به وسیله تراکتور کشیده شده و با چرخیدن آن بر روی زمین، هریک از دندانه‌ها به نوبت چاله‌ای در سطح خاک ایجاد می‌کند. این دندانه‌های میخی شکل انحنادار در حدود ۳۵ تا ۴۰ سانتیمتر طول داشته و چاله‌هایی با عرض حدود ۳۵ سانتیمتر ایجاد می‌نمایند که در پایین باریک بوده و در بالا عریض‌ترند. پیتر استوانه‌ای دوار قادر است بیش‌از ۱۰ هزار چاله در هکتار با فاصله بیش از ۹۰ سانتیمتر از یکدیگر ایجاد کنند.

در شکل های شماره ۲، ۳ و ۴ سه نوع پیتر از انواع دیسکی، غلطکی و خیشی نشان داده شده است.

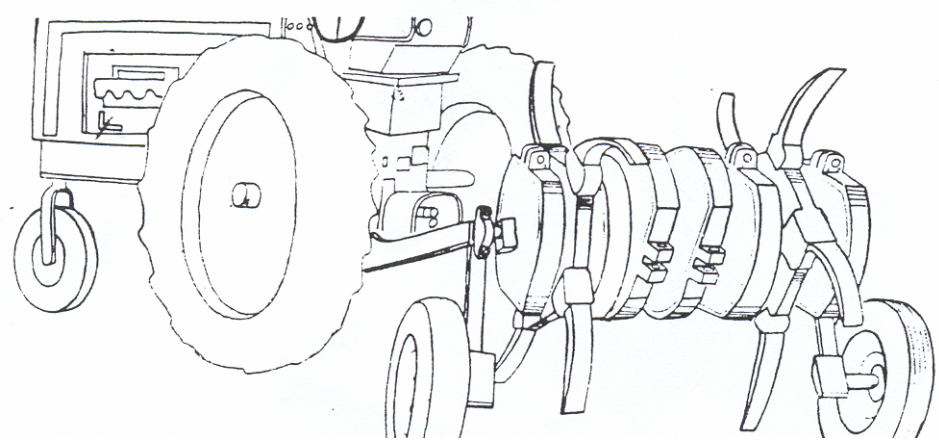
[1]- Blister
[2]- Calkins



شکل شماره ۲ – شمایی از یکنوع پیتر دیسکی



شکل شماره ۳ – نوعی پیتر غلطکی



شکل شماره ۴ – نوعی پیتر خیشی

وسیله دیگری که از بازکننده‌ای دندانه میخی سود می‌برد، پیتر دوار یا زیرشکن[1] است. این ابزار شامل دو چرخ دندانه‌دار است که هر کدام ۴ دندانه میخی شکل به طول حدود ۴۵ سانتیمتر دارند. چاله‌های حاصل از پیترهای استوانه‌ای دوار و دندانه میخی، فاقد پایداری کافی و درازمدت در مرتع بوده و از نظر رویش و استقرار گیاهان، کارآیی زیادی ندارند و در مدت کمی پر می‌شوند. در ضمن، وقتی تازه ایجاد شده باشند برای حرکت دام در سطح مرتع خطراتی ایجاد می‌کنند. این نوع پیترها بعضاً در شکستن سخت لایه‌های نفوذ ناپذیر و افزایش نفوذ پذیری و نگهداشت آب موفق عمل می‌کنند، اما بسیاری از چاله‌ها در طی یک سال پر می‌شوند.

- **پیترهای بذرکار(Pitter Seeders)**

با توجه به اینکه از اجرای پیتینگ در مراتع با وضعیت ضعیف بدون بذرکاری نتیجه مثبتی حاصل نمی‌شود، ابزاری طراحی شده که همزمان با ایجاد چاله، بذرکاری را در درون آنها انجام می‌دهد و در هزینه نیز صرفه‌جویی می‌نماید. این پیترها توسط تراکتور کشیده شده و قادرند در هر حرکت چهار ردیف چاله با فواصل یک متر از همدیگر ایجاد کنند. این نوع پیترها دارای چهار ردیف خیش کوچک هیدرولیک می‌باشند که در مقابل عمل با نیروی هیدرولیک تراکتور، به‌وسیله بادامک‌هایی که حرکت خیش‌ها را تنظیم می‌کنند، به‌ترتیب دو به دو در خاک فرو رفته و متناوباً چاله‌هایی را ایجاد می‌نمایند. بدین‌ترتیب که وقتی دو خیش کناری با خاک تماس دارند، دو خیش میانی از خاک خارج می‌شوند و بالعکس. با تنظیماتی که روی دستگاه به عمل می‌آید، می‌توان طول و عمق چاله‌ها را به دلخواه تعیین نمود. در شکل شماره ۵ شمایی از این دستگاه و چاله‌های ایجاد شده به‌وسیله آن نشان داده شده‌است.

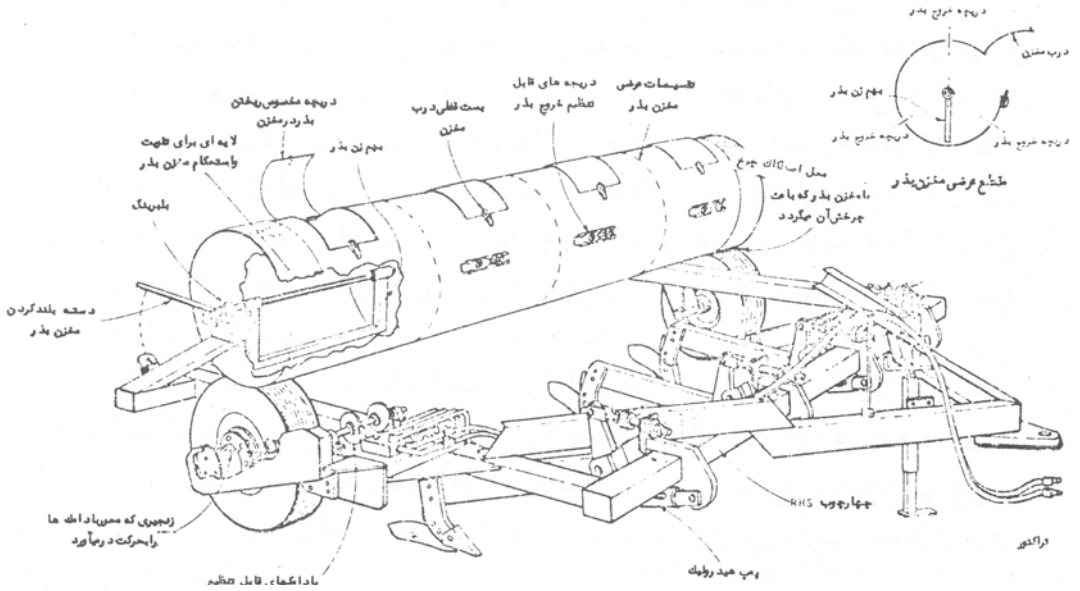
- **Land Imprinter**

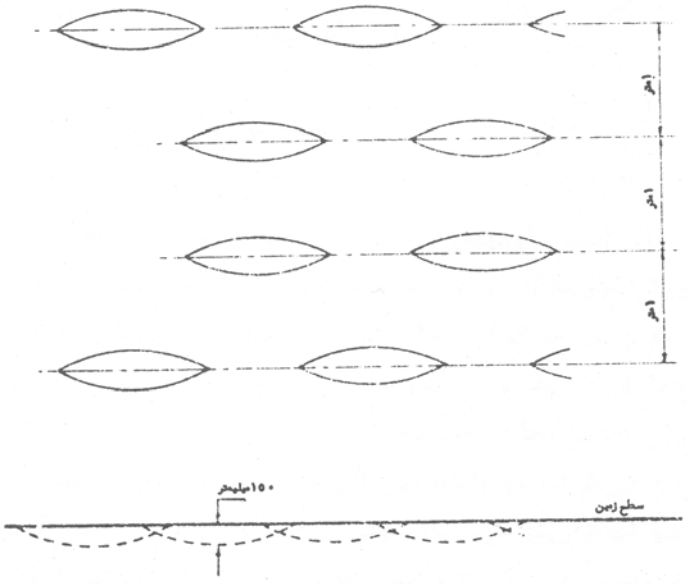
تشکیل شده از یک استوانه مغزی (از جنس استیل) با قطر حدود ۹۰ سانتیمتر و طول ۱۸۰ سانتیمتر. سطح استوانه متشکل از برآمدگی‌های V شکل و شیارهای باریک مابین آنها است که با عمق حدود ۱۳ سانتیمتر با الگوی خطوط متقاطع و یا مواج اثراتی در خاک به جا می‌گذارد. نتیجه این عمل، افزایش رطوبت خاک به دلیل کاهش رواناب و تبخیر می‌باشد که به تبع آن، آب باران بیشتری در اختیار ریشه‌ها قرار می‌گیرد. سرویس پژوهش‌های کشاورزی آمریکا از این ابزار به طور موفقیت آمیزی به عنوان ابزار اولیه بر روی اراضی سخت و بایر که قبلاً شخم نخورده بودند، استفاده کرد. همچنین در خاک‌های شخم خورده و سست نیز به عنوان ابزار ثانویه موفق بوده است.

این وسیله، بوته‌ها و درختچه‌های مهاجم چوبی و شکننده‌ای را که تولید پاجوش نمی‌کنند، از بین می برد، ولی اثر منفی کمی بر روی پوشش گیاهی علفی دارد. این ابزار همچنین ذخیرهٔ رطوبت سطحی خاک را افزایش می‌دهد. این دستگاه ابتدا در آریزونا ساخته شده و بعداً در استرالیا نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

---

[1]- Subsoiler





شکل شماره ۵- شمایی از پیترهای بذرکار و چاله‌های ایجاد شده به‌وسیله آن

٤-۲- احداث کنتورفارو (Contour Furrowing)

٤-۲-۱- تعریف

ایجاد کنتورفارو عبارت است از ایجاد جوی‌های کم‌عمق بر روی خطوط تراز در سطح مراتع که هدف از آن نفوذ دادن آب در خاک به‌منظور افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه و جلوگیری از تشکیل رواناب سطحی و فرسایش خاک است.

٤-۲-۲- هدف و ضرورت

هدف از ایجاد کنتورفارو به عنوان یک نوع عملیات اصلاحی در مراتع، ذخیره‌سازی نزولات آسمانی در خاک و استفاده از رطوبت اضافی جمع آوری شده در داخل فاروها برای رشد گونه‌های مرغوب مرتعی است که علاوه بر آن، هدف کنترل رواناب‌های سطحی نیز تأمین می‌گردد. لذا نکته مهمی که باید در انتخاب محل ایجاد کنتورفارو درنظر گرفته شود، علاوه بر شیب، وجود رواناب، حاصلخیزی و استعداد طبیعی خاک است.

این روش از دهه ۱۹۳۰ میلادی در سطوحی وسیع و با تنوع زیاد از نظر اندازه و فاصلهٔ بین فاروها به اجرا درآمده است. فاروها در حالتی که با بندهای(دایک) عرضی در فواصل متناوب همراه باشند، نقش مؤثرتری در کنترل رواناب و بهبود نفوذپذیری آب خواهند داشت.

برای تعیین اندازه و فاصله مناسب بین فاروها، مطالعات متعددی به عمل آمده است. در مراتع ایالت وایومینگ آمریکا، احداث کنتورفارو در شرایطی موفقیت‌آمیز بوده که اولاً مراتع مورد آزمایش، دارای پوششی از گراس‌های کوتاه بوده و ثانیاً فاصله فاروها در حدود ۶۰ سانتیمتر و عمق آنها بین ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر انتخاب شده باشد. در این آزمایش، جوی‌هایی با فواصل ۱/۵ تا ۳ متر تاثیر معنی‌داری در افزایش پوشش‌گیاهی نداشتند. پژوهشگران دیگر نیز با مطالعه بر روی علفزار[1]های بومی نبراسکا، دریافتند که ایجاد کنتورفارو میزان جریان سطحی آب را بین ۸۴ تا ۹۴ درصد کاهش داده و موجب حفاظت اراضی پایین دست از تجمع رسوب و رواناب می‌گردد. در این پژوهش، وقتی فاصله فاروها کمتر از ۱/۵ متر انتخاب شد، تاثیر آنها در افزایش پوشش گیاهی به مراتب بیشتر از نهرهای بزرگتر با فواصل بیشتر از یکدیگر بود.

Wight و همکارانش (۱۹۷۸) در یک دوره ۸ ساله، مطالعاتی بر روی رویشگاه‌های مرتعی دارای کفه(لایه)های سخت، گزارش دادند که کنتورفارو میانگین تولید علوفه را تا ۱۶۵ درصد و آب در دسترس خاک را ۱۰۷ درصد افزایش داده ولی مجموع پوشش مرتعی را ۷۳ درصد کاهش داده است. ضمناً بر روی رویشگاهی با بالادست شور، ایجاد کنتورفارو، آب قابل دسترس را افزایش داده اما تاثیر بارزی بر روی تولید کل علوفه و پوشش نداشته است. ایشان عنوان داشتند که تولید بالا در اراضی نهربندی شده (فاروها)، مربوط به افزایش رطوبت خاک می‌شود که خود ناشی از زیاد شدن آبگیری زمستانه و کاهش رواناب تابستانه است.

Soiseth و همکاران (۱۹۷۴) نیز با بررسی اثرات کنتورفاروهای ۳ ، ۷ و ۱۰ ساله بر روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مراتع مونتانا به این نتیجه رسیدند که تغییرات جرم مخصوص ظاهری، نسبت جذب سدیم (SAR) و شوری (EC) بر روی نوار

[1] - Grass Lands

فاروبندی شده به‌طورکلی اندک بوده اما ایجاد کنتورفارو مقدار نفوذ آب را از ۰/۲۵ به ۳/۱ سانتیمتر در ساعت و تولید علوفه را از ۴۹۸ به ۷۷۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. کاهش SAR و EC به دلیل افزایش میزان آب نفوذی در داخل فاروها بوده است.

بر اساس گزارشات موجود، میانگین آب ذخیره شده در خاک در منطقه‌ای که کنتورفارو ایجاد شده بود، حدود ۸ در صد بیشتر از مناطق مجاور بدون کنتور فارو بوده است. همچنین، با احداث کنتورفارو، آبشویی نمک‌ها از عمق کم به اعماق پایین‌تر در پروفیل(در عمق۰ تا ۶۰ سانتیمتری) خاک، صورت می‌گیرد. برخی پژوهشگران اظهار داشته‌اند که فاروها تا حداقل ۲۰ سال پس از ایجاد، تولید علوفه را افزایش می‌دهند.

در جوامع آتریپکس در مراتع خشک شرق یوتا، کنتورفارو موجب کنترل رواناب و رسوبگذاری شد، اما به علت عمر کوتاه، افزایش خاصی در تولید علوفه مشاهده نگردید. در علفزارهای جنوب دشت مرکزی آمریکا[1]، کنتورفارو باعث افزایش عمق لایه مرطوب خاک، میزان آب قابل دسترس برای گیاهان و نیز میزان تولید علوفه گراس‌های کوتاه، همراه با افزایش عمق نفوذ ریشه گیاهان شده و طول دوره رشد سبز گیاهان را در دوره‌های خشکسالی، افزایش داد. در تگزاس، جوی‌هایی به عمق ۷ تا ۸ سانتیمتر، باعث افزایش ۳/۹ برابری در تولید علوفه گراس‌ها شد.

به‌طورکلی، آنچه که امروز از منابع پژوهشی متعدد دریافت می‌شود، این است که در فاروهای کوچک با فواصل کم، رطوبت اضافی ذخیره شده در پروفیل خاک، به‌طور یکنواخت‌تری در سطح مرتع پخش می‌شود و در مدت زمان کوتاهی پوشش گیاهی افزایش می‌یابد و نزولات آسمانی در محلی که بیشترین و بهترین کارآیی را دارد، ذخیره می‌شود. حال آنکه در فاروهای بزرگتر با فواصل بیشتر، افزایش درصد پوشش گیاهی به کندی صورت می‌گیرد و نیز مقدار آب ذخیره شده در داخل آنها، بسیار بیشتر از میزانی است که بتواند در همان نقطه به مصرف برسد و در نتیجه، چه از طریق تبخیر و چه از راه نفوذ در اعماق بیشتر خاک، هدر می‌رود. به‌علاوه، فاروهای کوچکتر با وسایل معمولی کشاورزی و حتی نیروی کارگر قابل اجرا هستند، در حالیکه برای احداث فاروهای بزرگتر، نیاز به ماشین‌آلات سنگین و مخصوص خواهد بود.

٤-۲-۳- محل و شرایط مناسب برای ایجاد کنتورفارو

کنتورفارو باید در مناطقی ایجاد گردد که رواناب وجود داشته باشد و این عمل بتواند نفوذ پذیری خاک و در نتیجه میزان آب ورودی به آن را افزایش دهد. لذا، بر روی خاک‌های سبک که به طور طبیعی نفوذ پذیری کافی داشته و فاقد رواناب سطحی به دنبال بارندگی‌ها می‌باشند، ایجاد شیار بی‌تاثیر خواهد بود.

احداث کنتورفارو در مناطقی با خاک کم عمق (کمتر از ۳۰ سانتیمتر) و غیرحاصلخیز و فاقد استعداد طبیعی بالا، در افزایش تولید علوفه و پوشش گیاهی نتیجه بخش نخواهد بود. در خاک‌های شنی و سنگ‌ریزه‌دار و نیز خاک‌های فشرده خیلی رسی و رسی آهکی خیلی سنگین نباید اقدام به ایجاد فارو نمود، مگر اینکه ایجاد شیار تنها به‌منظور کنترل هرز آب‌های شدید انجام گرفته باشد. همچنین، در اراضی شدیداً ناهموار و سنگلاخی که قرار دادن کامل شیارها بر روی خطوط تراز تا انتهای مسیر، تقریباً غیر ممکن می‌باشد، و نیز در مناطقی که در خطر فرسایش توده‌ای خاک وجود دارد، نباید عملیات کنتورفارو اعمال‌گردد. به‌طور کلی، احداث

[1]. Great Plain

کنتورفارو بهترین نتیجه را در خاک‌هایی با بافت متوسط تا نسبتاً سنگین و با سطح کوبیده شده و یا خاک‌هایی با یک لایه کم عمق رسی، خواهد داشت.

عملیات کنتورفارو به منظور اصلاح مرتع در شیب‌های ملایم(کمتر از۱۰ درصد) موفق‌تر است، اما، تا شیب حداکثر ۲۰ درصد نیز نتایج مطلوبی به بار می‌آورد. از نظر میزان بارندگی نیز ایجاد کنتور فارو، همانند پیتینگ، در مناطقی با متوسط بارندگی سالیانه ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر توصیه شده است.

فاروها نباید آبراهه‌ها و خندق‌هایی را که مقطع آنها بزرگتر از ۰/۵×۰/۵ متر است و نیز آبراهه‌هایی را که در بهار، آب ناشی از ذوب برف‌ها و رگبارهای شدید به حجم زیاد در آنها جاری می‌شود، قطع نماید.

پوشش گیاهی منطقه باید دارای درصد قابل قبولی از گونه‌های مرغوب مرتعی، خصوصاً گراس‌های چندساله و ریزوم‌دار به عنوان منبع تولید بذر، باشد. میزان این گونه‌ها در ترکیب گیاهی، متناسب با میزان بارندگی و توان رویشگاه، نباید از ۱۰ درصد کمتر باشد. در غیر اینصورت، باید همزمان یا بلافاصله پس از ایجاد شیارها که خاک حاصل از عملیات هنوز کوبیده نشده است، با گونه‌های مرغوب (حتی‌الامکان بومی) و سازگار با شرایط محیطی منطقه، اقدام به بذرکاری نمود. در شرایط نامساعد محیطی می‌توان نهال بوته‌های مرغوب را نیز در کنار شیارها و در لبهٔ پایین شیب زمین نشا کرد.

شیارها بایستی دقیقاً بر روی خطوط تراز ایجاد گردند تا آب جمع شده در داخل آنها جریان افقی پیدا نکند و باعث تشدید فرسایش نگردد. در شرایط خاص که فاروها اجباراً از خطوط میزان منحرف شده و شیب پیدا می‌کنند، باید با ایجاد بندهای کوچک و عرضی خاکی(Dike)، طول فاروها را به قطعات کوچکتری تقسیم نمود. در این حالت، تعیین کاملاً دقیق خطوط تراز که پرهزینه نیز هست، ضرورت نخواهد داشت. برای این منظور، می‌توان در هنگام احداث فاروها با ماشین‌آلات، پس از طی طول مورد نظر دستگاه فاروئر را از خاک خارج و با طی فاصلهٔ کوتاهی، مجدداً آن را وارد خاک نمود و در صورت استفاده از نیروی کارگر، لازم است آموزش لازم را برای قطع فاروها در طول‌های معین به آنان داد. معمولاً در این حالت طول فاروهای منقطع بین۴۰ تا ۶۰ متر(یا بر حسب نیاز، کمتر) و فاصله انقطاع آنها بین ۶۰ تا ۹۰ سانتیمتر در نظر گرفته می شود.

ایجاد کنتورفارو در اراضی شیب‌دار، در جهت عمود بر شیب غالب و در اراضی نسبتاً مسطح برای ذخیره برف، عمود بر جهت باد غالب صورت می‌گیرد.

فاصله فاروها از یکدیگر بسته به شدت بارندگی، درصد پوشش گیاهی، نفوذ پذیری خاک و شیب زمین با نظر کارشناس تعیین خواهد شد. به‌طورکلی، ایجاد فارو با فاصله بیشتر از ۱/۵ تا ۱/۸ متر تاثیر و کارآیی چندانی در اصلاح مرتع نخواهد داشت و برای این منظور، شیارهای کوچک به عرض حداقل ۱۸ و عمق ۲۳ سانتیمتر ترجیح داده می‌شوند.

پس از هر رگبار شدید باید شیارها را مورد بازرسی قرار داده و هرگونه شکستگی را سریعاً تعمیر نمود. شیارهای آسیب دیده در اثر تردد دام را نیز باید قبل از تشدید فرسایش، مرمت کرد.

پس از ایجاد فارو، حداقل به مدت یک سال نباید اجازه چرای دام در مراتع تحت عمل داده شود. اگر توأم با ایجاد فارو بذرکاری یا نهال‌کاری هم صورت گرفته باشد، ممنوعیت چرا بایستی برای دو فصل رشد اعمال گردد تا شیارها و لبه‌های آنها کاملاً تثبیت شوند.

٤-۲-٤- روش ایجاد کنتورفارو

به‌طورکلی اگر هدف از ایجاد فاروها تنها کنترل رواناب‌های سطحی باشد، نحوه عمل با مواردی که هدف ذخیره نزولات آسمانی و افزایش کیفی و کمی پوشش گیاهی است، کاملاً فرق خواهد کرد. اگر هدف تنها کنترل آب‌های سطحی باشد، که معمولاً در عملیات مکانیکی آبخیزداری مورد توجه قرار می گیرد، باید فاصله و ابعاد فاروها به نحوی انتخاب گردد که ضمن به حداقل رساندن هزینه‌ها از طریق کم کردن تعداد فاروها، ظرفیت آنها نیز متناسب با میزان و شدت بارندگی (بر طبق آمار دراز مدت) منطقه باشد. به‌طوریکه در شدیدترین رگبارهای ممکن در منطقه نیز آب جمع شده در داخل شیارها سرریز نکند، زیرا سرریز یک فارو، سرریز تمامی فاروهای پایین دست را به‌دنبال خواهد داشت و با ایجاد جریان شدید و سطحی آب، فرسایش خاک تشدید خواهد شد. بنابراین، در این نوع فاروها محاسبه میزان رواناب سطحی بایستی براساس شدیدترین بارندگی منطقه و احتمال وقوع مجدد آن انجام گرفته و ظرفیت فاروها با یک ضریب اطمینان، بیش از میزان محاسبه شده در نظر گرفته شود، به نحوی که در مدت کوتاهی با گل و لای و رسوبات پر نشده و کارآیی خود را حفظ‌کنند.

از آنجایی که در احداث کنتور فارو به منظور اصلاح مراتع فاصله فاروها به دلایلی که قبلاً اشاره شد بسیار کم در نظر گرفته می‌شود (حدود ۰/۹ تا ۱/۵ متر)، معمولاً ظرفیت آبگیری آنها بیشتر از حداکثر حجم روانابی است که در سطح کوچک واقع در بین دو فارو جریان می‌یابد. بنابراین، در این روش اصولاً انجام محاسبات دقیق برای تعیین فاصله و ابعاد فاروها، به طریقی که در مورد فاروهای بزرگتر (بانکت‌ها) مرسوم است، ضرورت پیدا نمی‌کند. در هر حال، در صورتی که قرار باشد در این نوع فاروها نیز محاسباتی برای فاصله و ابعاد فاروها انجام گیرد، فرمول‌های مورد نیاز همان‌هایی خواهد بود که در مورد بانکت‌ها در قسمت ۴-۳-۴ همین دستورالعمل بیان شده است.

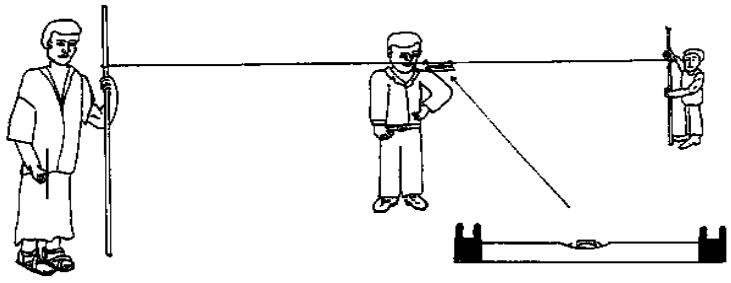
اگر فاروها دقیقاً بر روی خطوط تراز ایجاد گردند، به دلیل ثابت ماندن اختلاف ارتفاع آنها، فاصله افقی فاروها خود به خود در اراضی با شیب کم، بیشتر و در اراضی با شیب زیاد، کمتر خواهد شد. ضمناً هرقدر شیب زمین بیشتر شود، از میزان نفوذ آب کاسته شده، بر مقدار رواناب سطحی اضافه می‌گردد. در صورتی‌که به دلیل تغییرات شیب زمین فاروها بیش از حد مورد نظر به هم نزدیک یا از هم دور شدند، می‌توان در حالت اول از احداث بخشی از یک فارو صرف‌نظر نمود و در حالت دوم، با احداث یک قطعه فارو اضافی در بین دو فارویی که از هم دور شده‌اند، این اشکال را برطرف نمود، گرچه ممکن است این قسمت از فاروها آب اضافی کمتری دریافت نمایند.

همانگونه که اشاره شد، بر خلاف پیتینگ که دقت زیادی برای قرار دادن آنها بر روی خط تراز ضرورت نداشت، در احداث کنتورفارو شیارها باید دقیقاً بر روی خطوط تراز قرار گیرند. برای این منظور، لازم است که قبل از اجرای عملیات، خطوط تراز بر روی زمین تعیین و مشخص گردند. برای تعیین خطوط تراز می‌توان از روش‌ها و وسایل مختلفی استفاده نموده و برای کم کردن هزینه تراز یابی، می‌توان محل دقیق خط تراز را برای فاروها به صورت یک در میان تعیین و شیار بین آن دو را به صورت نظری پیاده کرد.

به‌کارگیری وسایل دقیق نقشه‌برداری برای این منظور، صرف وقت و هزینه زیادی را دربردارد و بنابراین توصیه نمی‌گردد و بهتر است در این زمینه از وسایل ساده‌تری نظیر تراز بنایی استفاده کرد که مطابق شکل شماره ۶ بر روی دو پایه‌ای سوار می‌شود، و یا

از یک تکه شیلنگ آب شفاف که سطح و حرکت یک مایع رنگی(مثلاً آب+ مقداری جوهر خودنویس) در داخل آن دیده می‌شود، استفاده نمود.

در این روش، با ثابت نگهداشتن سطح مایع رنگی در یک سر شیلنگ که در ابتدای خط تراز مورد نظر قرار داده شده است، و حرکت دادن سر دیگر شیلنگ به نحوی که از نقطه اول فاصله بگیرد، سطح آب در سر دوم شیلنگ، نقاط هم ارتفاع با نقطه اولی، یعنی خط تراز را مشخص خواهد نمود. این عمل مرتباً با حرکت دادن شیلنگ در امتداد خط تراز تکرار می‌شود.



شکل شماره ۶ – استفاده از تراز بنایی برای تعیین خطوط تراز

در روش دیگر، ماشین‌آلات مخصوص حفر شیار، پشت سر خودرویی حرکت می‌کنند که تراز یا لوله‌ای به عقب آن وصل شده و ماده‌ای را روی زمین می‌ریزد تا تراکتور عقبی با دنبال کردن آن بتواند روی خط تراز حرکت کند. امروزه با فراگیر شدن ابزاری مانند GPS که با ماهواره‌ها در ارتباط می باشند، به‌راحتی می‌توان خطوط تراز را مسیریابی نمود.

مسیرهای مشخص شده بایستی به طریقی علامتگذاری شوند تا راننده ماشین آلات و یا کارگران قادر به تشخیص آن باشند. یک راه برای این منظور پیکه‌کوبی است که در آن فواصل بین پیکه‌ها باید طوری انتخاب شده باشد (در شیب‌های تند حدود ۵ متر) که راننده ماشین‌آلات و یا کارگران بتوانند مسیر تراز را به سهولت و بدون اشتباه دنبال کنند. وسیلهٔ دیگری که برای مشخص کردن خطوط تراز کاربرد دارد، استفاده از گچ یا آهک است که در صورت استفاده از آن، نباید میزان آن در حدی باشد که اثر منفی بر روی خاک و گیاهان بر جا گذارد.

نکته مهم دیگر، لزوم کنترل آب‌های سطحی حاصل از اراضی بالادست می‌باشد. در شیب‌های بالا، چنانچه رواناب‌های سطحی که از مناطق بالاتر به طرف اولین فارو سرازیر می‌شوند، کنترل نشده و به خارج از منطقه مورد عمل هدایت نگردد، موجب تخریب فاروها و شستشو و فرسایش شدید خاک در منطقه خواهد شد. در چنین مواردی باید با احداث یک کانال یا بانکت با شیب کنترل شده، آب حاصل از مناطق بالادست جمع‌آوری و به یک آبراهه اصلی هدایت و از منطقه خارج گردد. در عکس شماره ۲ گیاهان کاشته شده داخل یک فارو و در عکس شماره ۳ ترکیبی از عملیات پیتینگ و کنتور فارو در یک منطقه نشان داده شده است.

٤-۲-۵- ماشین‌آلات مناسب برای ایجاد فاروها

همانگونه که قبلاً اشاره شد، اجرای عملیات کنتورفارو به سادگی، حتی با ابزار سنتی کشاورزی نیز امکان‌پذیر است و نیز می‌توان از ماشین‌آلات و ادوات زراعی از قبیل کولتیواتورهای بیلچه‌دار، گاوآهن‌های برگردان و خیش بشقابی برگردان و غیره بهره جست.

با این وجود، برای موارد خاص و نیز اجرای عملیات کنتورفارو همراه با بـذرکاری و دایـک‌بنـدی، تجهیـزات مخصوصـی سـاخته شده‌اند که به نمونه‌هایی از آنها اشاره می‌گردد:

- **گاوآهن برگردان**

از این نوع گاوآهن برای ایجاد فاروهای بزرگ در روی شیب‌هایی که لزوماً باید خاک حاصل از کندن شیار در پایین دست شـیب ریخته شود، استفاده می‌گردد. این نوع گاوآهن از دو عدد خیش یا بشقاب به‌صورت قرینه تشکیل شده که بـا چـرخش ۱۸۰ درجـه‌ای حـول محور خیش‌ها، دستگاه می‌تواند خاک شخم زده را به سمت راست یا چپ برگرداند. مزیت استفاده از این گاوآهن این

عکس شماره ۲- گیاهان کاشته شده در داخل یک فارو

عکس شماره ۳- اجرای ترکیبی از عملیات پیتینگ و کنتور فارو در یک منطقه

است که تراکتور می‌تواند هم در رفت و هم در برگشت، با تغییر جهت برگردان گاوآهن، فاروهایی ایجاد کند که خاک در هر حالت در پایین دست شیب ریخته‌شود. در صورتی که اگر از گاوآهن معمولی برای این منظور استفاده شود، یا خاک حاصل از شیارها به‌طور یک در میان در بالا و پایین شیب ریخته می‌شود و یا تراکتور مجبور خواهد بود در برگشت از ایجاد فارو خودداری کند، که موجب اتلاف وقت و انرژی خواهد شد.

- کنتورفاروئر مدل B (Arcadia Model B Contour Furrower)

این دستگاه اصلاح شده که رایج‌ترین نوع شیارزن می‌باشد، توسط کمیته ماشین‌آلات بذرپاشی مراتع آمریکا طراحی شده و قادر است در هر حرکت دو ردیف فارو به فاصله ۱/۵ متر از یکدیگر ایجاد نماید.

چهار قسمت عمده این دستگاه شامل زیرشکن (ریپر)، شیار بازکن بشقابی، مخزن بذر و دایک بند می‌باشند. وجود تیغه زیرشکن در جلو دیسک‌های شیار بازکن به منظور شکستن سخت لایه‌ها و تسهیل کار شیار بازکن می‌باشد. تعداد شیار بازکن‌ها ۲ عدد و از نوع بشقابی است که به وسیله ساق‌هایی روبروی هم قرار گرفته‌اند. این بشقاب‌ها می‌توانند شیاری به عمق حداقل ۲۰ سانتیمتر و عرض ۴۵ تا ۷۵ سانتیمتر ایجاد کنند که این دامنه‌ها قابل تنظیم هستند. در پشت شیار بازکن‌ها نیز یک دستگاه دایک بند ۴ پره قابل تنظیم قرار گرفته که قادرند در داخل فاروهای ایجاد شده با فواصل ۲/۷ تا ۳ متر، بندهای خاکی کوچک ایجاد نمایند. کنتورفاروئر مدل B همچنین به یک دستگاه بذرپاش مجهز است که بلافاصله کمی بعد از سدبند اقدام به بذرپاشی می نماید.

توان مورد نیاز برای استفاده از این دستگاه براساس شرایط خاک، متفاوت است. به عنوان مثال برای یک خاک نسبتاً سبک و شیارهای کم عمق ۵۰ ، و برای خاک سنگین رسی، ۷۵ قوه اسب بخار نیرو در مالبند مورد نیاز است.

- کنتورسیدر (Contour Seeder)

این دستگاه تا حدودی مشابه کنتورفاروئر مدل B می باشد و ساخت کشور استرالیا است، با این تفاوت که این دستگاه در هر حرکت یک پشته با دو ردیف جوی (فارو) در دو طرف آن ایجاد می‌کند و ضمناً فاقد دستگاه دایک بند می‌باشد و در صورت نیاز به ایجاد دایک در داخل فاروها برای جلوگیری از جریان افقی آب، باید از نیروی کارگر استفاده گردد. کنتورسیدر مجهز به دستگاه بذرپاش است و مخزن بذر آن با حرکت چرخ‌های دستگاه به چرخش در آمده و به دنبال حرکت پره‌های دیسک، به تناوب مقداری بذر در داخل فاروها ریخته می‌شود.

٤-۳- احداث بانکت روی خطوط تراز (Contour Trenching) و تراس‌بندی (Terracing)

٤-۳-۱- تعریف

– بانکت‌ها، جوی‌های افقی هستند که بر روی خطوط تراز به منظور مهار رواناب‌ها و نفوذ دادن آن در خاک و یا خارج‌کردن آنها از منطقه ایجاد می‌شوند.

– تراس‌بندی عبارت است از شکست شیب زمین و تبدیل آن به سطح تقریباً افقی که طی آن شیب دامنه را شکسته و به صورت پلکانی خاکریزی و خاکبرداری می‌نمایند.

احداث بانکت و خصوصاً تراس‌بندی، از روش‌های پرهزینه‌ای هستند که کمتر به عنوان یک روش اصلاحی در مراتع کاربرد دارند و اغلب در اراضی زراعی، احداث باغات میوه، درختکاری و عملیات آبخیزداری به کارگرفته می‌شوند. تراس‌بندی بیشتر در جاهایی که ارزش زمین بسیار بالا باشد و یا نقاط بحرانی از نظر فرسایش و خطرآفرینی (نظیر حاشیهٔ جاده‌ها) انجام می‌گیرد و لذا از توضیح بیشتر دربارهٔ آن اجتناب می گردد.

هدف از احداث بانکت، قبل از هر چیز، کاهش جریانات سطحی آب (رواناب‌ها)، کنترل سیلاب‌ها و رسوبگذاری آنها می‌باشد و عملاً در افزایش تولید علوفه مراتع تاثیر مثبتی ندارد و حتی در خاک‌های کم عمق، موجبات کاهش آن را نیز فراهم می‌آورد. در احیای حوزه‌های آبخیز کوهستانی که به گونه‌ای تخریب یافته‌اند و پوشش سطح زمین به پایین‌ترین حد رسیده و خندق‌های عمیقی منطقه را در برگرفته‌اند، ممکن است نیاز به بانکت زدن، بذرکاری و قرق وجود داشته باشد. عکس شماره ۴ تراس‌هایی با دیواره سنگی را که برای کشت علوفه احداث شده‌اند، نشان می‌دهد.

عکس شماره ۴ – تراس بندی با دیواره سنگی برای کشت علوفه

٤-۳-۲- محل و شرایط مناسب برای احداث بانکت

در احداث بانکت‌ها عمق خاک عامل بسیار مهمی به‌شمار می‌رود و در اراضی که عمق خاک کمتر از ۴۵ سانتیمتر باشد، قابل اجرا نمی‌باشند. به‌طور کلی، عملیات بانکت‌بندی نباید موجب ظاهر شدن سنگ بستر شود. همچنین، در خاک‌های فشرده و رسی که قابلیت نفوذ اندکی دارند، نباید اقدام به ایجاد بانکت، خصوصاً بانکت افقی، کرد زیرا در این صورت، لایه فوقانی خاک در اثر جذب آب اشباع شده و امکان لغزش در جهت شیب فراهم خواهد شد. خاک‌هایی با میزان املاح زیاد و تشکیلات مارنی نیز برای احداث بانکت مناسب نیستند.

بانکت‌ها نباید آبراهه‌های بزرگ را که بیش از ۶۰ سانتیمتر عمق دارند، قطع نمایند. همچنین در عرض خندق‌هایی که مقطعی بزرگتر از ۰/۵ × ۰/۵متر دارند، نباید بانکت‌بندی کرد.

ظرفیت بانکت‌ها باید با توجه به شدیدترین بارندگی که احتمال وقوع آن در منطقه وجود داشته باشد، تعیین گردد. فاصله بانکت‌ها از هم نیز بستگی به شیب دامنه، نفوذ پذیری خاک، تاج پوشش گیاهی و شدت و تکرار بارندگی دارد.

در مناطقی‌که میزان تبخیر زیاد بوده و رواناب دارای املاح زیادی باشد، و نیز از میزان و عمق آب زیرزمینی اطلاعاتی در دست نباشد، نباید از بانکت افقی استفاده شود.

٤-۳-۳- انواع بانکت‌ها

به‌طورکلی بانکت‌ها را از نظر ساختمان آنها به دو دسته تقسیم می‌نمایند:

الف- بانکت‌های درونی: در این نوع از بانکت‌ها محوطه ذخیره آب کلاً کنده می‌شود و خاک حاصل از حفر آن، به منظور افزایش ارتفاع دیواره و ظرفیت آبگیری، در پایین دست شیب ریخته می‌شود. این نوع بانکت‌ها در شیب‌های تند (۳۰ تا ۷۰ در صد) به کار می‌روند.

ب- **بانکت‌های ترکیبی:** در این نوع بانکت‌ها، محوطه ذخیره آب از ترکیبی از خاک دست نخورده (دیواره کنده شده) و خاک سست حاصل از کندن جوی به وجود می‌آید. این بانکت‌ها برای شیب‌های ۲۰ تا ۳۰ درصد مناسب می باشند.

از نظر هدف احداث نیز بانکت‌ها به دو نوع تقسیم می‌شوند: بانکت‌های افقی و بانکت‌های شیبدار. در مناطقی که جنس سنگ مادر مطلوب بوده و خطر لغزش وجود نداشته و هدف از احداث بانکت نیز بیشتر تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی باشد(نفوذ دادن آب)، از بانکت‌های افقی، و در مواردی که هدف خروج رواناب از منطقه باشد، از بانکت‌های شیبدار(با حداکثر ۰/۵ درصد شیب درونی) استفاده می‌کنند. برای احداث بانکت افقی باید کل میزان بارندگی که در سطح بین دو بانکت در یک بارش اتفاق می افتد را جهت محاسبهٔ ابعاد بانکت درنظر گرفت، درحالیکه برای محاسبه ابعاد بانکت‌های شیب‌دار، شدت بارندگی باید مورد توجه قرار گیرد. ابعاد بانکت‌های افقی به دلیل آبگیری بیشتر، بزرگتر از بانکت‌های شیبدار خواهد بود، زیرا، برای جلوگیری از تشدید فرسایش در منطقهٔ عمل، هرگز نباید آب از لبهٔ بانکت‌های افقی سرریز نماید.

تقسیم بندی دیگری نیز برای بانکت‌ها وجود دارد که عبارت است از:

الف- بانکت گردان: بانکت‌های کوچکی که جهت کنترل بهمن و یا جنگل‌کاری احداث می‌شوند و بر روی شیب‌های تند (بالای ۶۰ در صد) به خوبی مستقر می‌شوند و استحکام خوبی در مقابل لغزش و فرار آب دارند و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشند.

ب- **بانکت با پروفیل طبیعی:** دارای ابعاد بزرگتر از بانکت گردان بوده و در شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ در صد به منظور تثبیت بیولوژیکی خاک احداث می‌شوند.

ج- **بانکت با شیب خاکبرداری ملایم:** بر روی شیب‌های ۲۰ تا ۵۰ در صد و جهت کشت گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

د- **بانکت مخصوص کشت غلات:** به ۳ صورت بانکت با انحنای ساده (در شیب ۱۲ تا ۲۰ در صد)، بانکت با انحنایی دوگانه (شیب ۶ تا ۱۲ درصد) و بانکت با انحنای ۳ گانه (شیب کمتر از ۶ درصد) احداث و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

٤-۳-٤- محاسبه فاصله بین بانکت‌ها

با توجه به اینکه بر روی یک دامنه شیب‌های متغیری وجود دارد، لذا فاصله بین بانکت‌ها بر روی زمین نیز متغیر خواهدبود و از آنجا که برای هر شیب نمی‌توان محاسبه جداگانه‌ای انجام داد، لذا محاسبات را براساس اختلاف ارتفاع عمودی بانکت‌ها (H) پایه‌گذاری می‌کنند. ضمناً با توجه به اینکه فرسایش در نتیجه دو عامل وزن آب و انرژی پتانسیل مربوط به اختلاف ارتفاع به وجود می‌آید، محاسبه فاصله براساس فاصله عمودی، اصولی‌تر خواهد بود. فرمول‌های زیادی در این رابطه ارائه شده که ذیلاً مورد اشاره قرار می‌گیرند:

I. فرمول Ramser:

شیب دامنه $p = tg\alpha = \frac{H}{L}$

$$H = \frac{p}{13.3} + 0/6 \pm 0/15$$

II. فرمول آمریکایی:

$$\begin{cases} H = (2 + \frac{p}{4}) * 0.305 & \text{برای بارش‌های حدود ۳۳۰ میلیمتر} \\ H = (3 + \frac{p}{4}) * 0.305 & \text{برای بارش‌های بین ۳۳۰-۷۵۰ میلیمتر} \\ H = (1 + \frac{p}{4}) * 0.305 & \text{برای بارش‌های بالاتر از ۷۵۰ میلیمتر} \end{cases}$$

III. فرمول ساکاردی (الجزایر):

$$H = [p(260 \pm 10)]^{\frac{1}{3}}$$

که برای شیب‌های کمتر از ۲۵ درصد کاربرد دارد.

در این رابطه عدد ثابت ۲۶۰ براساس نفوذ پذیری، عمق و تراکم، بین ۲۵۰ تا ۲۷۰ تغییر خواهد کرد.

IV. فرمول دکتر نخجوانی (ایران):

$$H = \sqrt{150P}$$

در جدول شماره ۱ فاصلهٔ افقی و عمودی بانکت‌ها در شرایط مختلف دیواره ارائه شده است.

جدول شماره ۱- فاصله افقی و عمودی بانکت‌ها براساس شیب زمین و جنس دیواره‌های آنها(مقدم، ۱۳۷۷)

درصد شیب	فاصله ردیف‌ها به متر			
	شستشو و ریزش دیواره زیاد		شستشو و ریزش دیواره کم	
	عمودی	افقی	عمودی	افقی
۱۰	۱/۴	۱۴	۲/۷	۲۷
۲۰	۲/۷	۱۰	۳/۰	۱۵
۴۰	۳/۶	۹	۴	۱۰
۶۰	۵	۸	۵	۸

در مواردی که عوارض و پستی و بلندی زمین ناهمگن باشد، یکنواخت کردن فاصله بانکت‌ها در روی زمین مشکل است. با کم شدن شیب، فاصله بانکت‌ها از هم زیاد می‌شود و افزایش شیب بانکت‌ها را به هم نزدیکتر خواهد ساخت. توصیه می‌شود که محل شروع بانکت‌ها از نقطه‌ای که شیب زیادی دارد، در نظر گرفته شود و در مواردی نیز که فاصله بانکت‌ها با تغییر شیب به بیش از ۱/۵ برابر فاصله دلخواه برسد، یک بانکت فرعی بین آن دو ایجاد گردد.

در محل تقاطع بانکت‌ها با آبراهه‌ها، همواره احتمال تخریب وجود دارد و لازم است جوی بالاتر از آبراهه ایجاد شود. اختلاف ارتفاع بدین ترتیب محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{عرض آبراهه + عمق آبراهه}}{۲}$$

در طرفین آبراهه‌ها نیز ایجاد دو پشته با ارتفاع کافی برای جلوگیری از ورود آب بانکت‌ها به درون آنها ضروری است.

در برخورد با آبراهه‌ها و خندق‌های بزرگ، باید حداقل در فاصله ۲ متری خندق، بانکت را به کمک بندهای عرضی کوتاه مسدود نمود و سپس مسیر را بار دیگر از فاصله دو متری بعد از خندق ادامه داد. ایجاد بند از سرریز شدن آب بانکت به داخل خندق یا آبراهه ممانعت می‌کند.

٤-۳-۵- ماشین آلات مناسب برای احداث بانکت

بانکت را در شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد می‌توان به کمک ماشین‌آلات حفار نظیر دیسک گردان و یا گریدر و بولدوزر احداث نمود. در اراضی با شیب بیش از ۳۰ درصد، باید از بولدوزر با تیغه‌های متحرک استفاده کرد. بانکت‌زن(کنتور ترنچر)های سوار شده بر روی تراکتور چرخ زنجیری نیز که یک یا دو دیسک دوگانه دارند و توسط بلندکن‌های هیدرولیکی[1] بالا و پایین آورده می‌شوند، می‌توانند برای احداث بانکت مورد استفاده قرارگیرند. این ماشین‌ها بر روی شیب‌های بالاتر از ۴۵ در صد به طور مؤثری کاربرد دارند.

در مواردی که دسترسی به ماشین آلات فوق امکان پذیر نباشد ویا شیب زمین اجازهٔ استفاده از آ نها را ندهد، استفاده از نیروی انسانی(کارگر) تنها وسیله برای احداث بانکت خواهد بود. لازم به یادآوری است که استفاده از نیروی کارگر برای احداث بانکت روشی بسیار کند و پر هزینه است که تنها به عنوان آخرین راه‌حل پیشنهاد می‌گردد.

[1]. Hydraulic Lifters

٤-٤- آبگیرها یا حوضه‌های آبخیز کوچک(Micro Catchments)

٤-٤-١- تعریف

آبگیرها یا حوضه‌های آبخیز کوچک عبارتند از سطح کوچکی از زمین جهت جمع‌آوری و نفوذ دادن رواناب در یک نقطهٔ خاص و استفاده از آن برای آبیاری گیاهانی که در پایین شیب حوضه کاشته می‌شوند.

هدف از احداث آبگیرهای کوچک، جمع‌آوری آب باران است به نحوی که به‌جای تبدیل شدن به رواناب سطحی و خروج از منطقه، در نقاط خاصی از زمین در سطح کوچکی متمرکز و در پروفیل خاک نفوذ کرده و ذخیره شود. آب ذخیره شده در این نقاط به مصرف رشد گیاهی که معمولاً از نوع درختان انتخاب می‌شد، می‌رسد و در تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی نیز مؤثر است. در شکل شماره ۷ شمایی از یک آبگیر کوچک و محل کاشت نهال در داخل آن نشان داده شده است و شکل شماره ۸ نیز شبکه آبگیرهای کوچک را در یک منطقه نشان می‌دهد.

استفاده از این روش در کشور ما سابقهٔ بسیار طولانی دارد و از نخل کاران جنوب گرفته تا انجیرکاران اصطهبانات فارس، از دیر باز در سطوح وسیعی برای تأمین آب مورد نیاز درختان خود از آن استفاده می نمایند.

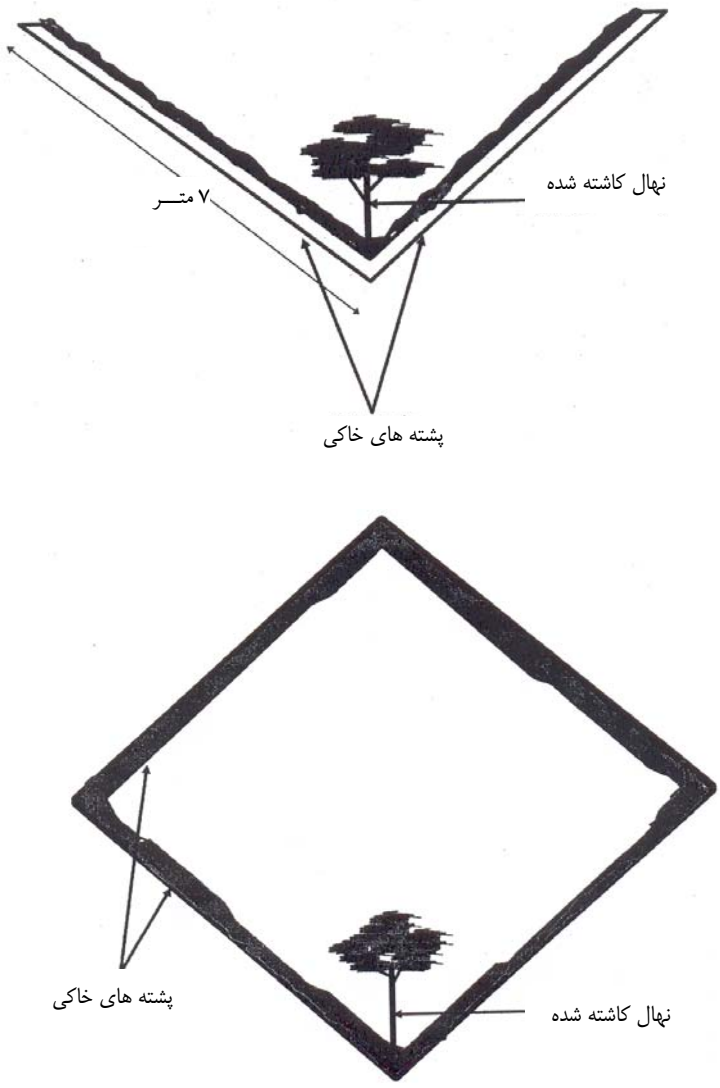
مقدار آب ذخیره شده در هر آبگیر، علاوه بر میزان بارندگی محل، به مساحت آن و نیز عمق مؤثر پروفیل خاک بستگی دارد. مساحت آبگیرها از حدود ۲۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع، متناسب با میزان بارندگی و نیاز آبی گیاهان کاشته شده، متغیر خواهد بود. روش احداث حوضه‌های آبخیز کوچک را می‌توان در اراضی ناهمگنی که اجرای سایر شیوه‌های استحصال آب در آنجا مشکل است، به کار بست.

نسبت سطح حوضه به منطقه کشت معمولاً ۲ به ۱ تا ۳ به ۱ می‌باشد و در سیستم، سرریز پیش بینی نمی‌گردد. مناسبترین نسبت مساحت حوضه آبخیز کوچک به سطح کشت در صحرای نِگِوْ برای کشت انار ۱۶۰ به ۱۶ و برای بادام ۲۵۰ به ۱۰ به دست آمده، و در کنیا نیز برای علوفه کاری نسبت ۹ به ۶ را مناسب دانسته‌اند. به‌طورکلی برای علوفه‌کاری در مراتع نسبت ۲ به ۱ یا ۳ به ۱ پیشنهاد شده است.

در احداث آبگیرهای کوچک، حداقل ارتفاع پشته‌های خاکی ایجاد شده ۲۵ سانتیمتر خواهد بود و حداکثر ارتفاع آن، بسته به شیب زمین و وسعت حوضه آبخیز کوچک، متفاوت است. عمق چاله کشت یا نفوذ، حداکثر ۴۰ سانتیمتر می‌باشد و نباید از این مقدار بیشتر شود، زیرا باعث نفوذ عمیق آب و افزایش بیش‌از حد حجم خاکبرداری می‌گردد.

پشته بالای حوضه آبخیز معمولاً حذف می‌گردد. فاصله دهانه حوضه‌ها به اندازه آنها بستگی دارد. به عنوان مثال، فاصله دهانه برای یک آبگیر با ابعاد ۳ × ۳ متر در حدود ۴/۲ ، و برای یک حوضه ۴×۴ متر درحدود ۵/۷ متر خواهد بود.

به منظور جلوگیری از تشدید فرسایش در منطقهٔ اجرای شبکهٔ حوضه‌های آبخیز کوچک، احداث یک نهر انحرافی جهت مهار رواناب اضافی در بالادست این منطقه ضروری است. این نهر معمولاً دارای شیبی در حدود ۲/۵ در ۱۰۰۰ و عمق ۵۰ سانتیمتر و پهنای ۱ تا ۱/۵ متر می‌باشد و خاک حاصل از عملیات نیز در قسمت پایاب نهر ریخته می‌شود.

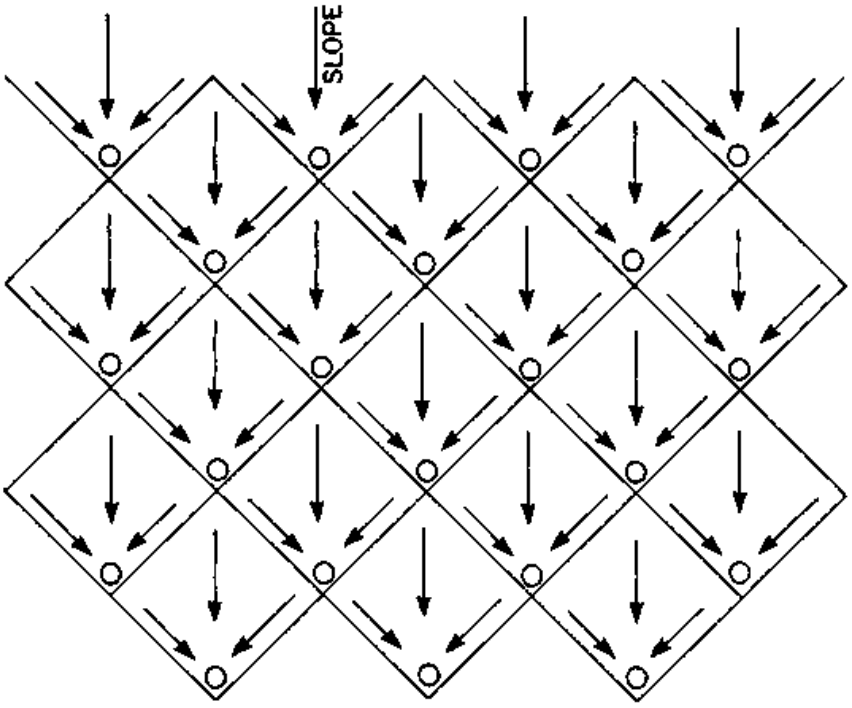


شکل شماره ۷ – شمایی از یک آبگیر کوچک (Micro Catchment)

محل کشت نهال در حدود ۴۰ سانتیمتر پایین‌تر از سطح حوضچه قرار دارد(طرح از M.Evenari در صحرای نِگِوْ).

خاک منطقه ریشه گیاهان کشت شده در حوضچه باید حاصلخیز و عمیق باشد (برای درختان حداقل ۱/۵ متر عمق). معمولاً به خاک حوضچه، کود حیوانی اضافه می‌شود و برعکس خاک سطح آبخیز، خاک قسمت حوضچه(محل کاشت) باید برای نفوذ بیشتر آب، نرم نگهداشته شود. بعضاً برای کاهش تبخیر سطحی از این قسمت، انواع مالچ نیز به سطح خاک مزبور اضافه می‌کنند.

حداقل متوسط بارندگی سالیانه برای استفاده از این روش در حدود۸۰ میلیمتر در نظر گرفته می‌شود و منطقه آبگیر بهتر است دارای خاک غیرقابل نفوذ بوده یا خاک آن تولید سله کند. خاک قسمت کشت (حوضچه) باید ظرفیت ذخیره آبی زیادی داشته و شوری آن از ۲ تا ۳ درصد تجاوز ننماید.



شکل شماره ۸ – شبکهٔ آبگیرهای کوچک در یک منطقه. پیکان‌ها جهت جریان آب و دایره‌ها محل تجمع آن را نشان می دهند.

برای پیشگیری از خطر ورود دام‌ها و تخریب دیواره‌های آبگیرها، اطراف آبخیز و سطح ذخیره‌سازی معمولاً حصارکشی می‌شود. همچنین با نصب موانعی از جنس ورقه‌های فلزی یا دیگر مواد مناسب که از زیر تا بالای سطح زمین را در برمی‌گیرد، از خسارت جوندگان به مواد نفوذ ناپذیر مثل لایه‌های پلاستیک و سایر تأسیسات که گاهی برای افزایش میزان رواناب مورد استفاده قرار می‌گیرند، جلوگیری می‌شود.

روانابی که با استفاده از این روش برای تولید علوفه به کار می‌رود، می‌تواند فشار بر روی مراتع مجاور را کاهش دهد و چراگاه‌های شدیداً چرا شده را احیا نماید. مثلاً ظرفیت چرایی منطقه ۸۰ هکتاری «کانی‌بار» واقع در نیوساوت ویلز در استرالیا با استفاده از این روش از ۰/۱۸ به ۲/۶۶ واحد دامی (گوسفند) در هکتار افزایش یافته است. این‌گونه مراتع جهت نگهداری بره‌ها، پشم‌چینی، شتشو، جفت‌گیری و غیره، بسیار مناسب می باشند و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

استفاده از رواناب، دوره شادابی و مغذی بودن گیاه را طولانی تر می‌کند و علوفه نیز برای فصول مورد نیاز تأمین می‌سازد. در انتخاب زمین برای احداث آبخیزهای کوچک باید ۴ عامل اصلی فیزیوگرافی مد نظر قرار گیرد:

- قابلیت تولید رواناب؛
- شرایط سطح خاک (پوشش، گیاهان، پوسته، سنگ و سنگریزه)؛
- درجه و یکنواختی شیب
- ظرفیت نگهداری آب خاک در ناحیه ریشه.

کشت نواری، روش اصلاح شده‌ای از حوضه آبخیز کوچک (Micro Catchment) است که ضمن آن، در امتداد خطوط تراز تراس‌هایی را احداث می‌کنند و در بین آنها سطوحی جهت جمع‌آوری آب باران نیز آماده‌سازی می‌شود. رواناب جاری شده در بین تراس‌ها محصولات زراعی یا علوفه‌ای کاشته شده در شیب پایین دست نزدیک تراس‌ها را آبیاری می‌کند.

نسبت بین عرض تراس به عرض نوار کشت، بستگی به مقدار بارندگی سالیانه دارد. این نسبت معمولاً ۱:۲ تا ۱:۴ در نظر گرفته می‌شود. به نظر می‌رسد این روش به مراتب بهتر از آیش گذاشتن زمین است. در آیش رطوبت از یک فصل برای فصل بعدی ذخیره شده و هر دو سال یکبار زمین زیرکشت قرار می‌گیرد.

در اراضی صاف نیز به‌وسیله خاکریزی بین نوارها می‌توان شیب مصنوعی برای تراس‌بندی، ایجاد کرد. قسمت‌های دیگر حوضه را می‌توان به حال طبیعی گذاشت یا آنها را از سنگ‌ها و گیاهان خالی نموده و علوفه مرتعی کاشت و یا منافذ خاک را با مواد مسدودکننده پوشاند. این روش در آبریز دنا آزمایش شده و نتایج موفقیت آمیزی را نشان داده است.

در یک تقسیم بندی دیگر، Bainbridge(2003) سیستم های آبخیزهای کوچک را شامل ۴ نوع می‌داند:

- آبخیزهای کوچک (Micro Catchments)؛
- نوارهای رواناب (Runoff Strips)؛
- تراس‌های تراز (Contour Bench Terraces)؛ و
- حوضچه‌های آبخیز (Catchment Basins).

که از بین آنها نوارهای رواناب و تراس‌های تراز برای عملیات زراعی و کشاورزی مناسب بوده و علاوه بر هزینه زیاد، نیاز به عملیات مکانیکی گسترده و تغییر شکل زمین نیز وجود دارد، اما آبخیزهای کوچک و حوضچه‌ها را می‌توان با هزینه کم توسط کارگر احداث نمود. این دو سیستم با طرح‌های اصلاحی مرتع و تجدید پوشش گیاهی تطابق بیشتری دارند.

٤-٥- ریپر زدن (Ripping)

٤-٥-١- تعریف

ریپر زدن عبارت است از شکستن و متلاشی کردن سخت لایه[1]های فشرده شده و نفوذ ناپذیر خاک در مناطق بیابانی که از نفوذ آب و توسعه ریشه گیاهان، جلوگیری می‌کنند.

٤-٥-٢- هدف و ضرورت

به‌طورکلی هدف از ریپر زدن، شکستن لایهٔ نفوذ ناپذیر موجود در اعماق مختلف خاک‌های مناطق بیابانی است، به نحوی که امکان نفوذ آب و فعالیت ریشه‌های گیاهان فراهم گردد.

در اغلب مراتع بیابانی، با وجود اینکه ظاهراً خاک سطحی دارای نفوذ پذیری کافی می‌باشد، وجود لایه‌های غیرقابل نفوذ مانند سخت لایه‌های رسی، گچی، یا آهکی در زیر آن، که از ویژگی‌های بارز مناطق بیابانی است، از نفوذ و ذخیره شدن آب کافی در خاک

[1]. Hardpan

جلوگیری کرده و باعث ایجاد رواناب‌های سطحی یا زیرقشری می‌گردد و بعضاً باقی ماندن آب در بالای لایه غیرقابل نفوذ و تبخیر آن، موجب شور شدن خاک نیز می‌گردد. در برخی مراتع نیز خاک سنگین و نسبتاً عمیق سطحی از نفوذ آب جلوگیری کرده و باعث جاری شدن آب حاصل از بارندگی‌ها در سطح زمین و خارج شدن آن از دسترس گیاهان می‌گردد. در چنین شرایطی، به‌دلیل وجود جریان‌های شدید آب سطحی و عدم امکان نفوذ آن در عمق خاک، کاربرد روش‌های پیتینگ و ایجاد کنتورفارو مؤثر نبوده و بایستی از روش ریپر زدن استفاده شود.

ریپر زدن احتیاج به ماشین‌آلات سنگین و صرف هزینه‌های زیادی دارد و لذا این روش اصلاحی را باید در مواقعی مورد استفاده قرار داد که شرایط طبیعی و وضعیت لایه‌های خاک مرتع، لزوم اجرای آن را کاملاً تأیید نماید، به‌گونه‌ای که اجرای سایر عملیات ذخیره نزولات آسمانی در آن منطقه بی‌تاثیر باشند.

ریپر زدن اگر در زمین مناسب انجام گیرد، تاثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش تولید علوفه مرتع خواهد داشت و مطالعات متعدد این نظر را تأیید کرده‌اند. در آزمایشی بر روی اراضی خیلی سنگین و رسی در داکوتای جنوبی، ریپر با عمق ۳۵–۳۰ و با فواصل حدود ۱۸۰ سانتیمتر، با شکستن خاک سطحی کوبیده و فشرده شده و غیرقابل نفوذ، موجب افزایش ۱۷۳ درصدی در تعداد پایه‌های گونه‌ای علف‌گندمی (*Agropyron smithii*) و نیز ۴۴۴ درصد افزایش در تولید علوفه گراس‌ها گردید. در مطالعه‌ای دیگر، عمق نفوذ رطوبت پس از ریپر زدن خاک، از ۲/۵ سانتیمتر به ۹۰ سانتیمتر افزایش پیدا کرد.

در خاکهایی با بافت متوسط در مراتعی با پوشش گراس‌های مخلوط واقع در نزدیکی چی‌ین[1] کاربرد ریپر تک، ریپر مضاعف و کنتورفارو با هم، تولید علوفه را در ۴ سال اول پس از شروع عملیات تقریباً تا ۲ برابر افزایش دادند که افزایش اصلی تولید از گونه *Agropyron smithii* حاصل آمد. در نواحی میان کوهستانی و جنوب غربی آمریکا، ریپر زدن تنها هنگامی مؤثر بود که عملیات، باعث ایجاد شیارهای ماندگار می‌شد. در منطقه‌ای دیگر در خاک‌های با بافت ریز و متوسط، فاروهای ایجاد شده توسط یک ریپر با تیغه‌های پهن، تا ۲۴ سال دوام داشته و تولید علوفه را تا ۱۶۰ درصد افزایش داد.

ریپر زدن عمیق در مراتع و اراضی زراعی به‌طورکلی موانع فیزیکی را از بین برده، خاک را نرم می‌کند و به ریشه گیاهان اجازه می‌دهد تا از تمام عمقی که عملیات زیرشکنی در آن انجام گرفته، استفاده کنند. ریپر زدن همچنین به استقرار اصلاح‌کننده‌هایی نظیر گچ و آهک در خاک کمک کرده و زهکشی سدیم، شوری و آب مازاد را بهبود می‌بخشد. مقدار آب در دسترس خاک نیز به دلایل زیر افزایش می‌یابد:

– ایجاد روزنه‌های بزرگ ذخیره‌کننده آب و هوا از به هم پیوستن و اتصال منافذ کوچکتر؛

– ایجاد منافذ بزرگتر و زیادتر برای انتقال آب؛

– افزایشی عمق مؤثر به دلیل نرم شدن خاک؛

– بهبود نفوذ آب ناشی از بارندگی یا آبیاری.

ریپر زدن، به‌خصوص در اراضی شیب‌دار، باید مانند سایر روش‌های ذخیره نزولات آسمانی بر روی خطوط تراز انجام پذیرد.

[1]- Cheyenne

٤-٥-٣- محل و شرایط مناسب برای ریپر زدن

زمین‌هایی با سخت لایهٔ نفوذ ناپذیر، اما در عین حال با قابلیت تولید علوفه بالا، جهت کاربرد ماشین‌آلات ریپر زن توجیه پذیر می‌باشند. این اراضی ممکن است شامل اراضی پست (کفه‌ها)، اراضی پخش سیلاب دارای لایه‌های سفت و محدودکننده، رویشگاه‌های اصلاحی و غیره باشد.

عمق عملیات بستگی به ضخامت لایه نفوذ ناپذیر داشته و به‌طورکلی از ۲۵ تا ۹۰ سانتیمتر متغیر است و فاصله مناسب بین ردیف‌ها نیز ۱۲۰ تا ۱۸۰ سانتیمتر می‌باشد.

مناسبترین زمان برای اجرای عملیات ریپر زدن هنگامی است که خاک کاملاً خشک باشد تا لایهٔ نفوذ ناپذیر در اثر ریپر زدن خرد و متلاشی گردد. در اثر ریپر زدن در شرایطی که خاک مرطوب باشد، سخت لایه به‌صورت کلوخ‌های عظیمی از زمین خارج شده و خرابی‌های بزرگی را در سطح مرتع به‌وجود می آورد.

در خاک‌های کم عمق که بر روی سنگ مادر قرار گرفته‌اند(مانند انتی‌سول‌ها)، و نیز در اراضی با شیب تند نباید ریپر زد. خاک منطقه باید عمیق با بافت سنگین تا خیلی سنگین باشد و وجود سخت لایه از شرایط عمده موفقیت این روش است.

در اراضی با خاک تحتانی شور $(EC_{se} > 2\,ds/m)$، قلیایی $(PHCaCl > 9)$، سدیمی $(SAR1:5 > 3$ یا $Esp > 6)$ و یا اسیدی $(pH < 5)$، ریپر زدن مطلوب نخواهد بود، مگر اینکه قبل از ریپر زدن اصلاح کننده‌های خاک به آن اضافه شوند.

در خاک‌هایی با خاکدانه‌های سفت و خشن و ساختمان ضعیف (مکعبی بزرگ، منشوری یا توده‌ای) و نیز خاک‌های دارای لایه‌های آهکی سخت و خرد شده تا عمق۹۰-۸۰ سانتیمتری از سطح خاک، می‌توان ریپر زد.

در صورتیکه پوشش گیاهی منطقه دارای وضعیت ضعیف یا خیلی ضعیف باشد، بهتر است بلافاصله بعد از ریپر زدن بذرپاشی (با گراس‌ها و یا گونه‌های دیگر) یا نهال‌کاری صورت گیرد تا علاوه بر کنترل فرسایش، ساختمان خاک هم سریع‌تر بهبود حاصل نماید. این امر در ارضی شیبدار از اهمیت بیشتری برخوردار است.

٤-٥-٤- ماشین آلات ریپر زدن

به‌طور کلی ریپر زدن عملیات نیرو بری است که برای انجام آن به ماشین آلات سنگین و پرقدرت نیاز است. میزان نیروی مورد نیاز برای این کار به عمق و ضخامت لایهٔ نفوذ ناپذیری بستگی دارد که باید با ریپر شکسته شود. بدین‌ترتیب که، هرقدر سخت لایه در عمق بیشتری قرار گرفته یا ضخامت آن بیشتر باشد، عمق نفوذ تیغهٔ ریپر باید بیشتر شود و همین امر موجب افزایش نیروی مورد نیاز می‌شود.

مناسبترین وسیله برای ریپر زدن، بولدوزر است که با توان‌های مختلف در دسترس قرار دارد. برای کاهش هزینهٔ اجرایی، بهتر است با حفر پروفیل‌هایی، قبل از شروع عملیات عمق و ضخامت سخت لایه در چند نقطه از زمین بررسی شود و متناسب با آن عمق نفوذ تیغهٔ ریپر و بولدوزر با توان مناسب انتخاب گردد.

٤-٦- توزیع یکنواخت برف با ایجاد مانع

در بخش‌هایی از مناطق سردسیر کشور، قسمت قابل ملاحظه‌ای از بارندگی‌ها به‌صورت برف نازل می‌گردد و با ذوب شدن آن، آب مورد نیاز گیاهان در اختیار آنها قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه ذوب برف‌ها به تدریج و به کندی انجام می‌گیرد، آب حاصل از ذوب آنها در همان نقطه به داخل خاک نفوذ کرده و ضمن تأمین آب مورد نیاز گیاهان موجود در محدودهٔ تجمع برف، قسمت اعظم آن نیز از دسترس گیاهان خارج می گردد. به عبارت دیگر، در این قبیل مناطق، گیاهانی که در خارج از محدودهٔ تجمع برف‌ها قرار گرفته‌اند، از آب حاصل از ذوب برف‌ها بی بهره مانده یا بهرهٔ ناچیزی از آن می برند. در نتیجه، در این مناطق، به‌دلیل پراکنش ناهمگن برف در سطح زمین که در اثر باد در هنگام بارندگی رخ می دهد، گیاهان نیز انتشار لکه‌ای پیدا می‌کنند.

برای اصلاح الگوی پراکنش گیاهان و استفاده از توان تولید خاک در تمام سطح عرصه، به‌ویژه در مناطق دشتی و نسبتاً هموار، لازم است که برف به‌طور یکنواخت در سطح زمین پخش گردد و از تجمع حجم عظیمی از برف در قسمت‌های خاصی از زمین جلوگیری شود.

برای دستیابی به توزیع یکنواخت برف در سطح این قبیل مراتع در مناطق برفگیر، لازم است با ایجاد موانعی در جهت عمود بر جهت باد غالب منطقه، از جابه‌جایی برف در هنگام بارندگی جلوگیری شود.

گرچه برای این منظور می‌توان هم از موانع مکانیکی و هم از موانع بیولوژیک استفاده نمود، ولی حتی‌الامکان، استفاده از موانع بیولوژیک از اولویت برخوردار است. بدین ترتیب که می توان با کشت گیاهان بوته‌ای یا درختچه‌ای سازگار با شرایط منطقه به‌صورت ردیف‌های عمود بر جهت باد و یا نصب ردیف‌هایی از تور سیمی به جای آن، می توان برف را به‌صورت یکنواخت‌تری در سطح مرتع توزیع نمود.

بررسی‌هایی که به عمل آمده، نشان می دهد که متناسب با میزان برف و سرعت باد در منطقه، می‌توان فاصلهٔ ردیف‌ها را بین ۴۰ تا ۱۰۰ متر، و عرض آنها را ۲۵ تا ۳۰ متر در نظر گرفت. برای ایجاد مانع می توان از مواد غیر زنده گیاهی مانند سرشاخهٔ درختان، نی، و موادی نظیر آنها نیز استفاده نمود. در صورت استفاده از این نوع موانع، فاصلهٔ پشته‌های چوبی ایجاد شده در حدود ۲۰- ۱۵ متر توصیه شده‌است که در جهت عمود بر جهت باد غالب و به موازات یکدیگر قرار می‌گیرند. همچنین در مواردی نیز برای ایجاد مانع در مسیر جابه‌جایی برف، از پشته‌های خاکی استفاده شده است. برای ایجاد پشته‌های خاکی می‌توان از ماشین‌آلات کشاورزی نظیر مرزبند استفاده نمود.

دلیل اولویت دادن به موانع بیولوژیک در مقابل موانع مکانیکی این است که، اولاً گیاهان کاشته شده به عنوان مانع، با استفاده از رطوبت حاصل از ذوب برف به تولید علوفه و حفظ خاک می‌پردازند؛ ثانیاً، در صورت انتخاب گونه‌های مناسب، این نوع موانع از عمر بسیار طولانی‌تری برخوردارند؛ ثالثاً، این گیاهان مانعی برای حرکت آزاد دام در سطح مرتع ایجاد نمی نمایند. در حالیکه موانع مکانیکی از هیچ‌یک از این امتیازات برخوردار نیستند. همچنین، موانع غیر زنده به شدت در برابر تردد دام و عوامل طبیعی آسیب پذیر می باشند و در صورت استفاده از این روش‌ها، لازم است که با اعمال مراقبت‌های مداوم، از تخریب آنها جلوگیری شود تا بتوانند برای مدت زمان طولانی‌تری نقش خود را در توزیع یکنواخت برف ایفا نمایند.

آزمایش‌هایی که در آسیای مرکزی در ارتباط با تاثیر ایجاد موانع برای توزیع یکنواخت برف بر روی میزان تولید علوفه در مرتع انجام گرفته‌است، نشان می‌دهد که در شرایط مختلف آب و هوایی، میزان افزایش تولید از ۱۵ تا ۱۰۰ درصد بوده‌است. آزمایش‌های

مشابهی نیز که در ازبکستان به‌عمل آمده، میزان افزایش تولید علوفه را، حتی در سال‌های خشک، بین ۱۴ تا۱۸ در صد نسبت به سایر مناطق نشان داده است.

٤-۷- پخش سیلاب (Water Spreading)

٤-۷-۱- تعریف

پخش‌سیلاب در مراتع عبارت از عملیات جمع‌آوری، کنترل و انحراف هرزآبها و سیلاب‌های ناشی از جریانات سطحی آب در اثر بارندگی‌ها و پخش آن در سطح مراتع یا دیمزارهای نسبتاً هموار مجاور می‌باشد.

٤-۷-۲- تاریخچه

پخش سیلاب بر روی اراضی مجاور آبراهه‌ها پیشینه‌ای بس کهن داشته و آبیاری سیلابی به احتمال قریب به یقین، پیشرو سایر انواع روش‌های آبیاری بوده است. باستان شناسان آغاز مهار طغیان‌های نیل و انتقال قسمتی از سیلاب به کشتزارهای باختری آن رود را به عهد مینس[1] در حدود ۳۴۰۰ سال قبل از میلاد حضرت مسیح(ع) نسبت می‌دهند. در بین‌النهرین نیز آبیاری سیلابی ناشی از رود فرات تقریباً همان قدمت آبیاری در مصر را داشته است. در خوزستان ایران نیز، خصوصاً در اطراف کرخه، شواهدی دال بر وجود شبکه‌های گسترده آبیاری سیلابی پیدا شده است.

در صحرای نِگِو[2] در فلسطین، آثاری یافت شده است که بر وجود مزارعی آباد در حدود ۹۰۰ سال قبل از میلاد گواهی می‌دهند. در روزگار پیامبر گرامی اسلام(ص) نیز پخش سیلاب و زراعت وابسته به آن در شبه جزیره عربستان رایج بوده است.

در قرن بیستم در مناطق مختلف جهان، خصوصاً در آمریکا و استرالیا، روش پخش سیلاب گسترش و توسعه علمی زیادی یافت و مطالعات متعددی در این زمینه انجام گرفت. نتایج حاصل از پخش سیلاب در مراتع ایالت مونتانای آمریکا نشان داده است که علوفه موجود در علفزارهای سیلابی علاوه بر افزایش تولید، یک ماه زودتر از مراتع شاهد، قابل چرا می‌شوند که به معنی طولانی‌تر شدن فصل چرا می‌باشد. این زمان، مقارن با دوره بیشترین نیاز دام به علوفه سبز است. ضمناً پس از اجرای عملیات پخش سیلاب، فصل رویش علوفه در این اراضی به خاطر وجود رطوبت کافی در خاک، حدود یک ماه نیز دیرتر از حد معمول پایان می‌پذیرد و در مجموع به خاطر این مزایا، ظرفیت چرای علفزارها به ۵ تا ۱۰ برابر قبل از پخش سیلاب می‌رسد.

در مطالعه‌ای دیگر توسط Branson (۱۹۵۶)، آبیاری سیلابی نه تنها تولید بیشتر را سبب شد، بلکه ضمن چیره شدن گونه‌های خوش‌خوراک مثل جو بر گونه‌های نامرغوبی مثل کاکتوس و درمنه بزرگ (*Artemisia tridentata*)، میزان پروتئین، فسفر و کلسیم آنها به نحو معنی‌داری افزایش یافت. استفاده از نهر تراز و پشته خاکی برای پخش سیلاب و نگهداری موقت یا دائم آن در اراضی کشاورزی و مراتع، اولین بار در استرالیا اجرا شد که هدف از آن جلوگیری از فرسایش تشدید شونده خاک و افزایش پوشش گیاهی بوده و در ضمن، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی را به دنبال خواهد داشت.

---

[1]- Menes
[2]- Negev

در ایران نیز با وجود فقدان مدارک مکتوب تاریخی، رواج پخش سیلاب در گذشته ثابت شده و امروزه نیز شیوه‌های سنتی از قبیل «هوتک»ها در بلوچستان، «خوشاب» ها و «دگار» ها در جنوب شرقی بلوچستان و «پَل»ها در خراسان مؤید این نظر هستند. اما نخستین شبکه پخش سیلاب به صورت جدید، در زمستان ۱۳۵۱ در ایستگاه تحقیقات مراتع نودهک قزوین احداث گردید و در سال‌های پس از انقلاب نیز به طور جدی به این مسأله پرداخته شد. پخش سیلاب در مناطق زیادی از جمله بهلو ممسنی، گویم شیراز، گربایگان فسا، درز و سایبان لار، دلیجان، نی‌ریز، بافت، اشتهارد، میبد، آب باریک بم، کوهدشت و آبسرد دماوند اجرا شده و بعضاً به نتایج موفقی هم دست یافته است.

یکی از بارزترین طرح‌های پخش سیلاب در شنزارهای گربایگان فسا در استان فارس به اجرا درآمده است. در سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۵ مجموعاً سطحی حدود ۱۳۶۵ هکتار در قالب ۸ شبکه تحت عملیات قرار گرفته که تنها در شبکه «بیشه‌زرد»، حجم سالیانه آب برگردانده شده به شبکه حدود ۱ میلیون متر مکعب برآورد گردیده است که حدود نیمی از آن صرف تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی در منطقه بیشه‌زرد شده است. متوسط تولید علوفه نیز از ۵ کیلوگرم در هکتار به حدود ۵۰۰ کیلوگرم افزایش یافته و میزان موفقیت نهال‌های اوکالیپتوس کشت شده در منطقه پخش، بین ۶۰ تا ۸۰ درصد بوده است و علاوه بر آن از خسارات فراوان سیل‌ها در پایین دست نیز جلوگیری گردیده است.

٤-٧-٣- هدف و ضرورت

مهمترین هدف از پخش سیلاب در اصلاح مراتع، استفاده از تمام یا بخشی از حجم عظیم سیلاب‌ها برای تولید علوفه است، که در غیر اینصورت، هرز رفته و از دسترس خارج می گردند. تغذیه و تقویت سفره‌های آب زیرزمینی، بهبود وضعیت اقتصادی جوامع محلی، کاهش اثرات تخریبی سیلاب‌ها در مناطق مسکونی و اراضی زراعی پایین دست، می توانند اهداف دیگری باشند که با اجرای عملیات پخش سیلاب محقق می‌شوند.

٤-٧-٤- مزایای استفاده از سیستم پخش سیلاب

اجرای عملیات پخش سیلاب دو اثر عمده دارد:

اول اینکه سیلاب‌هایی را که از دسترس گیاهان خارج می گردند، مهار کرده و با پخش آن در سطح مراتع و دیمزارها و نفوذ دادن آن در خاک، موجب تقویت و افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه می‌شود، و ثانیاً از فرسایش خاک و ایجاد و پیشروی خندق‌ها جلوگیری به‌عمل می‌آورد.

تفاوت عمدهٔ پخش سیلاب با آبیاری معمولی در این است که در آبیاری معمولی، در هر زمان که گیاهان نیاز به آب داشته باشند، از طریق آبیاری در اختیار آنها قرار می گیرد، ولی در پخش سیلاب تأمین آب براساس نیاز آبی گیاهان صورت نگرفته، بلکه هر زمان که آب سیلابی وجود داشت، این عمل به‌طور خودکار انجام می‌شود.

علاوه بر افزایش دادن تولید علوفه و ظرفیت چرا، دیگر منافع حاصل از عملیات پخش سیلاب عبارتند از:

- فراهم نمودن امکان چرای زودتر؛
- افزایش حد بهره‌برداری مجاز؛
- عملکرد بهتر در پاسخ به کودپاشی و بذرکاری؛

- کاهش فرسایش آبراهه‌ای و جلوگیری از خسارات ناشی از سیل در پایین دست؛
- تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و جلوگیری از مسائل ناشی از فرونشینی زمین در اثر برداشت بی‌رویه آب از منابع زیرزمینی؛
- کم‌کردن رسوب در آبراهه‌ها؛
- تسطیح زمین در نتیجه انباشته شدن رسوبات؛
- استفاده از آب منحرف شده برای شرب دام؛
- تقویت خاک‌ها از طریق اصلاح بافت خاک و افزایش هوموس آن.

دیگر مزایای پخش سیلاب می‌تواند شامل دوره رشد سبز طولانی‌تر، تولید علوفه بیشتر و مزایای ویژه از قبیل گوساله‌گیری و بره‌زایی یا ایجاد چراگاه‌های زایشی باشد.

٤-٧-٥- مناطق و شرایط مناسب برای اجرای عملیات پخش سیلاب

به‌طورکلی، پخش سیلاب در مناطقی قابل اجرا است که میانگین بارندگی سالیانه آنها بیش از ۲۰۰ میلی‌متر (تا حدود ۶۰۰ میلی‌متر) بوده و در اکثر سال‌ها (حداقل ۸ سال از ۱۰ سال) سیلاب کافی داشته باشند. همچنین بارندگی در طول دوره رویش گیاهی نباید کمتر از ۱۲۵–۱۰۰ میلی‌متر باشد. دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS, 1985) دامنه میانگین بارش سالیانه مناسب برای پخش سیلاب را ۶۳۶–۲۰۳ میلیمتر تعیین کرده است که البته قابل تعمیم به تمام شرایط و مکان‌ها نیست. هرقدر مدت زمان جریان سیلاب طولانی‌تر باشد، نتایج بهتری عاید خواهد شد.

دشت‌های پهناور با شیب ملایم و بدون پستی و بلندی، آبراهه و خندق، بهترین مکان‌ها برای پخش سیلاب هستند و اگر سیلاب مواد محموله و رسوبات زیادی به همراه نداشته باشد، شیب‌های زیر ۱ درصد مناسبتر هستند. در پخش سیلاب به روش غرقابی (ماندابی) شیب زمین نباید از ۲ درصد تجاوزکند. در مواردی که برای پخش سیلاب از سیستم پخش با مخزن ذخیره استفاده می‌گردد، و خصوصاً در خاک‌هایی با نفوذ پذیری کم نیز شیب منطقه نباید بالاتر از ۲ در صد باشد. کارشناسان در علفزارهایی با پوشش گیاهی کامل و در مراتعی که پخش سیلاب به صورت مستقیم انجام می‌گیرد و نفوذ پذیری خاک زیاد است، تا شیب ۵ درصد را نیز برای عملیات پخش سیلاب مجاز دانسته‌اند. پخش سیلاب در زمینی با شیب ۱ در صد در ممسنی موفق بوده و دشواری کار بلدوزرها در شیب‌های بیش از ۵ در صد و لزوم سنگفرش کردن دروازه ها و افزایش تعداد خاکریزها، موجب بالا رفتن هزینه‌ها شده است. مشکل بزرگ اراضی کم‌شیب، رسوبگیری زیاد آنها می‌باشد. لذا احداث تأسیسات رسوبگیری در بالادست شبکه پخش سیلاب، بعضاً ضرورت پیدا می نماید[1].

برای اینکه آب کافی به قطعه‌ای که روی آن پخش می‌گردد، برسد، باید نسبت معقولی بین سطح زمین تحت پوشش سیلاب و سطح حوزه آبخیز وجود داشته باشد. این نسبت برمبنای خصوصیات حوزه آبخیز مثل شکل حوزه، خصوصیات تخلیه آب سطحی، نوع و بافت خاک، توپوگرافی، پوشش‌گیاهی، مقدار و شدت بارندگی و تعداد دفعات وقوع رگبارها و... تعیین می‌گردد و در شرایط مختلف

[1] – احداث تأسیسات رسوبگیر تنها می‌تواند از ورود محمولات درشت به سیستم جلوگیری نماید، و گرنه ذرات ریز بخصوص رس برای ته‌نشین شدن نیاز به مدت زمان طولانی دارد که چنین فرصتی هیچ وقت در تأسیسات رسوبگیر برای سیلابی که وارد سیستم می‌گردد، بوجود نمی‌آید.

از ۱ به ۵ تا ۱ به۲۰ یا حتی۳۰ (برای بارش۱۰۰ میلیمتری) تغییر می‌کند. در محدودهٔ بارندگی‌های بین۲۵۰ تا۳۰۰ میلیمتر، این نسبت کوچکتر شده و به ۱ به۱۰ نیز می‌رسد.

آن قسمت از بارندگی‌ها که تبدیل به رواناب می‌شود، در حوزه‌های آبخیز کوچکتر بیشتر (۱۰ تا ۲۰ درصد) از حوزه‌های بزرگتر(۱ تا ۵ درصد) می‌باشد و این مربوط به فرونشست بالای آب (جریان زیرقشری) در بستر جریان در حوزه های بزرگتر است. به عبارت دیگر، حوزه‌های آبخیز کوچکتر درصد تولید آب و تکرار سیلاب بیشتری نسبت به حوزه‌های بزرگتر دارند، لذا باید سیستم‌های پخش سیلاب را حتی‌الامکان در خروجی حوزه های کوچکتر درنظر گرفت. در مجموع، خاک‌های کم عمق و دارای رس زیاد و یا صخره‌های نفوذ ناپذیر، حجم رواناب و دبی بالاتری را تولید می‌کنند و در مقابل، خاک‌های عمیق و نفوذ پذیر به سرعت آب را جذب کرده و در دوره زمانی طولانی‌تری آن را آزاد می‌نمایند.

علاوه بر کمیت آب ناشی از سیلاب‌ها، کیفیت آن نیز باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا ممکن است با خطراتی نظیر شورشدن زمین‌های زیر پخش آب، تخریب ساختمان خاک و یا خفگی گیاهان، پرشدن منافذ خاک و کاهش نفوذ پذیری آن روبرو شویم.

سازندهای رخنمون شدهٔ آبخیزها عامل عمده تعیین کیفیت رواناب‌ها به شمار می‌روند. مثلاً آب‌های خروجی از سازندهای آهکی اکثراً فاقد املاح مضر بوده و به‌جز فراوانی مواد معلق در آنها، محدودیت عمدهٔ دیگری ندارند. در مقابل، رواناب‌های حاصل از سازندهایی نظیر رزک، گچساران، میشان و آغاجاری و بیرون‌زدگی گنبدهای نمکی و نیز مارن‌ها و هزاردره‌ها که حاوی گچ و نمک زیادی هستند، و وجود چشمه‌های آب شور در حوزه آبخیز، باعث تنزل کیفیت سیلاب‌ها می‌شوند.

با نمونه‌برداری از سیلاب در دبی‌های مختلف و تعیین میزان املاح محلول نمونه‌ها می‌توان از کیفیت و تناسب آنها برای آبیاری سیلابی اطمینان حاصل کرد. به‌طور کلی، حداکثر مواد محموله در آب باید به حدی باشد که در قسمت بالادست سیستم و در سطحی که از ۲۰ در صد منطقه پخش تجاوز نکند، رسوبگذاری انجام‌گیرد. برای کنترل میزان رسوب از روش‌هایی چون احیاء پوشش گیاهی در سطح حوزه آبخیز، ایجاد آبگیرهای رسوبگیر در بالادست منطقه پخش، افزایش سطح پخش آب و نیز رسوبگیرها می‌توان بهره جست.

به‌طورکلی، خاک‌هایی با عمق زیاد و حاصلخیزی بالا، بافت متوسط و ساختمانی پایا که نفوذ پذیری خوبی داشته و حالت ماندابی به خود نگیرند و عاری از املاح مضر، سنگ و سنگریزه زیاد، سخت لایه و سایر عوامل محدودکننده باشند، جهت پخش سیلاب و آبیاری سیلابی، مناسبترین حالت را دارند، ولی با این وجود، بر روی اکثر خاک‌ها به استثنای خاک‌های خیلی سبک و شنی عمیق، سنگریزه‌ای، خاک‌های کم‌عمق بر روی سنگ مادر و نیز خاک‌هایی با بافت خیلی سنگین و دارای شوری و قلیائیت خیلی بالا، می‌توان عملیات پخش سیلاب را اجرا نمود. طبقات زیرین خاک نیز، باید از نظر قابلیت نفوذ و فعالیت ریشه‌ها و ظرفیت نگهداری آب بررسی شوند. پخش سیلاب بر روی اراضی شور باید همراه با ایجاد شبکه زهکش بوده و چون این خاک‌ها معمولاً فاقد استحکام لازم می‌باشند، خاکریزها باید بزرگتر از حد متعارف ساخته شوند. ریپر زدن برای شکستن سخت لایه‌ها نیز در صورت نیاز در برخی اراضی انجام می‌گیرد.

پخش سیلاب در مناطقی که سطح آزاد سفرهٔ آب زیر زمینی نزدیک به سطح زمین بوده و این آب مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرد، موجب بالا آمدن سطح آب و ماندابی شدن اراضی مزبور می‌گردد. چنانچه از استفاده از این اراضی گریزی نباشد، احداث شبکه زهکشی یا تطبیق حجم آب پخش شده با تبخیر و تعرق پوشش گیاهی ضرورت پیدا خواهد نمود. در مناطق بالقوه لغزنده با شیب بیش‌از ۵ درصد که دارای لایه‌های ناتراوا و سفره آب معلق در بالای آنها می‌باشند، پخش سیلاب توصیه نمی‌گردد.

در مناطق مساعدی که علاوه بر وجود سیلاب‌های کافی، مراتع تحت عملیات از استعداد کافی نیز برخوردار باشند، نتایج بسیار قابل توجهی در تولید علوفه و احیای مرتع به‌وسیله سیلاب به‌دست خواهد آمد.

در پخش سیلاب بر روی مراتع، در صورتیکه میزان گونه‌های مرغوب و خوش‌خوراک در ترکیب پوشش گیاهی منطقه پخش آب پایین‌تر از حد مطلوب (حداقل ۱۰ تا ۲۰ درصد پوشش موجود) بوده و یا پراکنش آنها در سطح مرتع یکنواخت نباشد، باید جهت افزایش تولید علوفه اقدام به بذرکاری با گونه‌های مطلوب، سازگار و پر محصول (به‌ویژه گراس‌ها) در منطقه نمود. اعمال پخش آب قبل از بذرکاری موجب می‌شود تا عمق توسعه ریشه‌ها به اندازه کافی خیس شود.

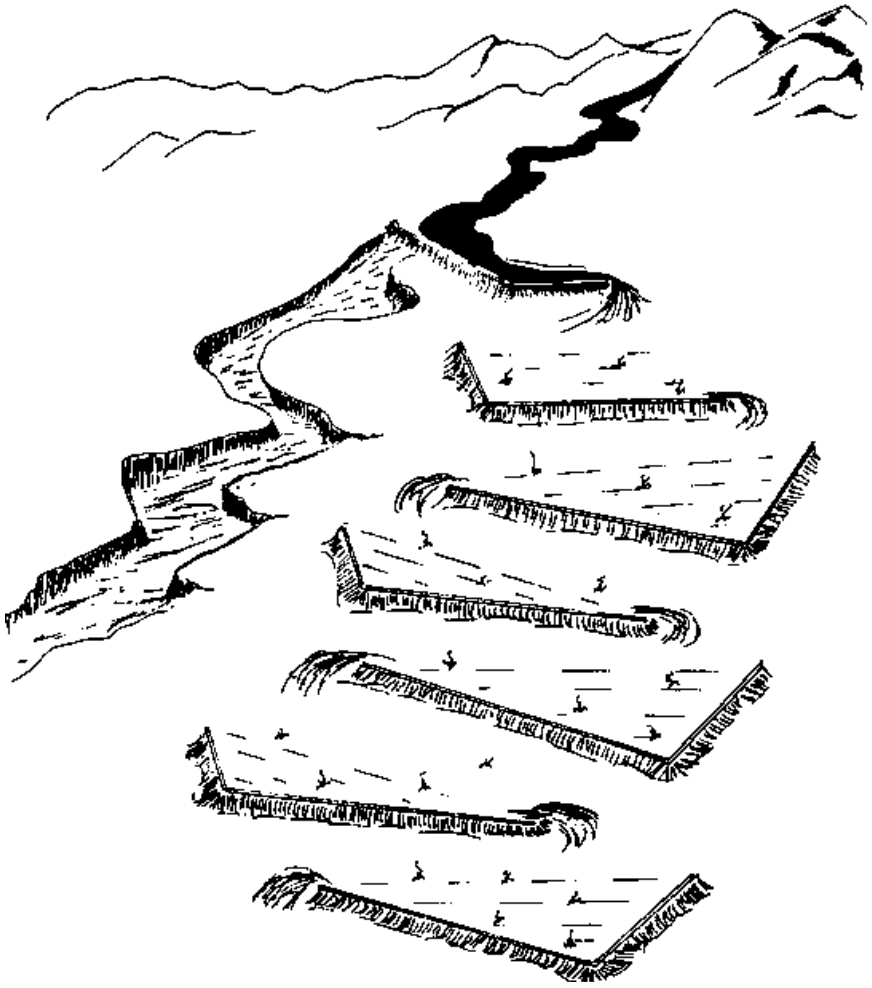
زمین شناسی، عامل مهمی در طراحی سیستم‌های پخش سیلاب است. اگر لایه‌ها یا چینه‌های سنگی و صخره‌ای، به سمت منطقه زهکشی متمایل باشند، شرایط جهت تولید حجم بالای رواناب، مساعد خواهد بود و برعکس. تشکیلات هم‌سطح با سنگ بستر نیز اغلب نواحی جمع‌آوری آب بسیار خوبی ایجاد می‌نمایند.

استغراق ناحیه پخش سیلاب باید به صورت متناوب صورت گیرد، به نحوی که زمین برای مدتی خشک باقی بماند تا سرعت نفوذ اولیه خود را به‌دست آورد. هِرس زدن سطح خاک پس از خشک شدن موجب کاهش میزان تلفات رطوبت در اثر تبخیر و همچنین بهبود نفوذپذیری خاک برای سیلاب‌های بعدی می‌گردد.

پخش و پراکنش کارآمد آب با ترکیب‌های گوناگونی از بندهای پخش‌کننده، بندهای پخش مجدد، کنتور فاروها (شیارهای روی خطوط تراز) و بندهای اصلاحی، همراه است. بندهای رسی و پخش‌کننده‌های سنگی یکپارچه، اثر بهبودی بیشتر و نیاز به نگهداری کمتری نسبت به پخش‌کننده‌های ساخته شده از سنگ و سنگریزه سست، پخش‌کننده‌های توری سنگی و پخش‌کننده‌های خرده سنگی، دارند. با این وجود، مراقبت و نگهداری مداوم جهت حفظ تداوم کارآیی هر سیستم پخش سیلاب، امری اجتناب ناپذیر است.

تجمع آب اضافی اغلب در جاهایی که بندها فاقد زهکش می‌باشند، امری شایع بوده و منجر به ایجاد اراضی لخت و تجمع علف‌های هرز آبدوست و هرزآب‌ها در این نقاط می‌شود. در اراضی که احتمال سرریز آب اضافی از سطح پخش سیلاب وجود داشته باشد، باید با ابزار و وسایل خاص، امکان تخلیهٔ آب اضافی با حداقل فرسایش به نهر اصلی فراهم گردد. یک سری از بندهای هلالی شکل جهت جمع‌آوری و کنترل آب ورودی و خروجی به عرصه توسط Tromble (۱۹۸۳) ارائه شده است(شکل شماره ۹). هر بند با نقاط انتهایی بالای شیب مربوط شده تا حداکثر آب را ذخیره کند و یا به انتهای شیب پایین دست متمایل شده تا جریان مستقیم آب را باعث گردد. وقتی این بندها به صورت چندتایی در یک گروه قرار گیرند، عبور آب اضافی از بین بندها ممکن بوده و یا جریان تأخیری می‌تواند از انتهای پایینی هر بند در یک گروه وارد شود. در مرتع جورنادا در جنوب نیومکزیکو آزمایشات انجام شده برمبنای این سیستم – که اساساً قسمت پخش‌کننده یک سیستم پخش سیلاب کامل می‌باشد– نسبت ۱ به ۱ تا ۲ به ۱ سطح تجمع رواناب به سطح منطقه پخش آب، به عنوان نسبت رضایت بخش مشخص شده است.

در انتخاب محل مناسب برای پخش سیلاب، بازدیدهای دقیق زمینی، جمع‌آوری آمار و اطلاعات قابل اطمینان، استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، هم‌تبخیر و هم‌باران، جوامع گیاهی، راه‌ها و تأسیسات و نیز آمایش سرزمین، پیش زمینه موفقیت کار هستند.



شکل شماره ۹ – ترتیب خاکریزها برای کنترل آب ورودی و خروجی

٤-٧-٦- اثرات پخش سیلاب بر روی خاک

تاثیر قوی و اغلب زیان‌آور پخش سیلاب بر روی خاک، به‌خصوص در کشور ما که سیلاب‌ها اغلب مقدار زیادی محموله به همراه دارند، ایجاد تغییر در بافت خاک به‌دلیل رسوبگذاری سنگین است. میزان تغییر در بافت خاک با تغییر فاصله زمین از بند انحرافی متفاوت خواهد بود. در مطالعات انجام گرفته در نیومکزیکو، در فاصله حدود ۴۵۰ متر اولیه، بافت خاک شنی‌تر شد (Habbell, ۱۹۴۴)، در فاصله بیشتر از این نقطه بافت ثابت مانده و یا به‌دلیل رسوبگذاری، سنگین‌تر گردید. رسوبگذاری سریع بیش از ۱۰ سانتیمتر رسوب، زیان فراوانی به اغلب گندمیان، به‌جز گونهٔ *Agropyron smithii* ، وارد آورد.

هدف اصلی و اولیه پخش سیلاب یعنی افزایش رطوبت خاک، همواره در اراضی که آب فراوانی دریافت می‌کنند، حاصل می‌آید. اگرچه شن‌های عمیق یا خاک‌های با تحت‌الارض سنگریزه‌ای اغلب ظرفیت نگهداری آب کمی دارند، مجموع ذخیره رطوبتی در افق‌های A وB، تاثیر بیشتری از بافت خاک بر روی تولید علوفه داشته است. در هر حال، مقدار حداقلی از رسوبات ریز بافت ممکن

است در بخش‌های شنی سطح پخش سیلاب مفید باشد ولی مقادیر بیشتر از آن در دراز مدت کاملاً زیانبار خواهد بود و صدمات جبران ناپذیری را به بافت خاک وارد خواهد نمود.

تاثیرات دیگر پخش سیلاب بر روی خاک‌های شنی شامل موارد زیر است:

الف- کاهش مواد آلی و مقدار نیتروژن در نواحی دارای رسوبات درشت دانه؛

ب- تاثیر اندک بر روی فعالیت باکتری‌ها، مجموع نمک‌های محلول و PH؛

ج- بالا آمدن و هموار شدن سطح زمین در جایی که رسوبگذاری بسیار قابل ملاحظه‌ای است.

٤-٧-٧- اثرات پخش سیلاب بر روی پوشش گیاهی

واکنش اصلی پوشش گیاهی به عملیات پخش سیلاب افزایش کلی در تولید مواد علفی (زی‌توده) بوده است. این افزایش‌ها به‌طورکلی از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ درصد بر روی نواحی که در هر سال یک یا چند بار با سیل آبیاری شده‌اند، در نوسان بوده است. افزایش تولید علوفه و افزایش ظرفیت چرا به‌طور متعادل از ۱۵۰ تا ۵۰۰ درصد در یک سیستم کامل پخش سیلاب روی داده است. با این وجود اثرات پخش سیلاب بر روی ترکیب پوشش گیاهی نیز اغلب زیاد بوده است.

اگرچه واکنش گراس‌ها به دلیل موقعیت جغرافیایی و اقلیمی متنوع و فاکتورهای خاک، متغیر می‌باشد، اما به‌طورکلی بعضی از گونه‌های خانواده گندمیان پاسخ مطلوبی به پخش سیلاب نشان می‌دهند، از جمله:

Agropyon smithii, A. riparium, A. elongatum, Hilaria mutica, Cynodon dactylon, Sporobolus airroides, Andropogon hallii, Panicum virgatum, Sorgastrum nutans, Hordeum jubatum,…

گراس‌هایی که پاسخ مطلوب کمتری به پخش سیلاب نشان می‌دهند، عبارتند از:

Bouteloua sp., Agropyron cristatum, Bromus inermis, Panicum antidotale, Eragrostis sp., Oryzopsis hymenoides

درمنه بزرگ *(Artemisia tridentata) Aristida sp., Poa secnda, Opuntia spp.,* و غیره به نظر سازگاری ضعیفی با سیلاب و رسوبگذاری داشته و لذا تحت عملیات پخش سیلاب، کاهش پیدا می‌کنند.

٤-٧-٨- روش طراحی و احداث شبکه‌های پخش سیلاب

ساده‌ترین شبکه پخش سیلاب، می تواند یک رشته نهر تراز (پخش) باشد که جریان کوچکی را از یک آبراهه طبیعی یا دهانه یک پل برگردانده و در سطحی متناسب با دبی جریان پخش می‌کند. در حالیکه شبکه‌های کامل پخش سیلاب، متناسب با شرایط محل، دارای سیستم پیچیده تری می باشند و معمولاً از ۵ قسمت اصلی به‌شرح زیر تشکیل می‌شوند:

۱- مخزن ذخیره موقت سیلاب

۲- سد یا بند انحرافی برای منحرف کردن سیلاب از آبراهه اصلی به کانال انتقال

۳- کانال انتقال یا هدایت آب به منطقه پخش

۴- کانال‌های پخش و تأسیسات لازم برای پخش و کنترل آب در منطقه پخش

۵- کانال‌های جمع آوری و تخلیه آب اضافی از منطقه پخش با سرعت کنترل شده و بدون ایجاد فرسایش

لازم به یادآوری است که وجود این ۵ قسمت الزاماً در تمامی طرح‌های پخش سیلاب ضرورت نداشته و هر طرح باید به نحوی برنامه‌ریزی شود که با شرایط موجود در منطقهٔ مورد عمل مطابقت داشته‌باشد.

به‌طور کلی برای طراحی یک سیستم پخش سیلاب لازم است مراحل زیر مورد توجه قرار گیرند:

٤-٧-٨-١- برآورد آبدهی

در طراحی یک سیستم پخش سیلاب با توجه به اهداف مورد نظر، داشتن اطلاعات نسبتاً دقیقی از دوره برگشت سیلاب‌ها، حداکثر دبی لحظه‌ای، و حجم کل سیلاب جاری شده در هر سیلاب کاملاً ضروری است. در صورتی که هدف اصلی از پخش آب، آبیاری گیاهان یک ساله باشد، طراحی براساس سیل سالیانه انجام می‌گیرد. برهمین روال، سیل دو ساله برای آبیاری مراتع و جنگل‌های دست کاشت و جریان‌هایی دارای تناوب طولانی‌تر جهت تغذیه مصنوعی برگزیده می‌شوند.

متأسفانه در مراتع کشور از نظر دستیابی به آمار صحیح و دراز مدت هوا و اقلیم و نیز مطالعات هیدرولوژیک در خشک‌رودها (رودخانه های فصلی) با کمبود زیادی مواجه هستیم. لذا در طراحی سیستم‌های پخش سیلاب اغلب مجبوریم از روش‌های تخمینی استفاده کرده و یا با مراجعه به آثار به جا مانده از سیلاب‌های گذشته، گزارش‌های مسئولین دولتی و نیز افراد بومی و سالخوردگان روستاها، اطلاعاتی در مورد رگبارهای شدید و تعداد و مدت جریان سیلاب‌ها، به دست آوریم.

بدین ترتیب و با توجه به لزوم دست یافتن به ارقامی نزدیک به واقعیت، ناچار از بکارگیری روش‌های تجربی مانند روش «منطقی» و روش « شیب – مقطع» هستیم که ذیلاً به هر یک از آنها اشاره می‌شود:

الف- روش منطقی

اساس این روش بر این فرضیه استوار است که حداکثر دبی خروجی از هر حوزهٔ آبخیز هنگامی به وقوع می‌پیوندد که آب‌های روان از کلیه سطح آن، هم‌زمان از دهانه خروجی آبخیز جاری گردند. این حالت تنها در صورتی تحقق می‌یابد که شدیدترین باران در سطح حوزه تا زمانی تداوم داشته باشد که رواناب دورترین نقطهٔ آبخیز مزبور به دهانه خروجی آن برسد. این مدت زمان اصطلاحاً « زمان تمرکز»[1] نامیده می‌شود.

رابطه «منطقی» به شرح زیر است:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

که در آن:

Q = حد اکثر دبی خروجی آبخیز بر حسب مترمکعب در ثانیه

C = ضریب رواناب

I = شدت بارندگی در زمان تمرکز (میلیمتر در ساعت)

A = مساحت حوزه آبخیز بر حسب هکتار

[1] . Time of Concentration

ضریب رواناب (C)، بخشی از بارندگی است که در سطح زمین جاری می‌گردد و بستگی به اندازه و شدت بارندگی، شیب و عوارض روی زمین و نفوذ پذیری خاک دارد. برای تخمین آن جداول زیادی ارائه شده که از آن جمله می توان به جدول شماره ۲ اشاره نمود که از Kunkle & Thames(1976) اقتباس گردیده است.

جدول شماره ۲- مقادیر ضریب رواناب(C)

نوع خـــــاک	اراضی زراعی	علفزار	جنگل
شنی و سنگریزه‌ای ؛ دارای نفوذ پذیری نسبتاً زیاد	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۰
با بافت متوسط، بـــدون لایه‌های رسی (clay pans) ؛ دارای نفـوذ پذیری متوسط	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۳۰
بافت سنگین، با لایه‌های رسی نزدیک به سطح زمین، کـم‌عمـق روی لایه‌های سنگی ناتراوا ؛ با نفوذ پذیری کم	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۰

برای برآورد شدت بارندگی(I)، دانستن زمان تمرکز (T_c) لازم است که روابطی برای آن ارائه شده از جمله رابطه‌ای که Kunkle & Thames(1976) پیشنهاد کرده‌اند. این رابطه عبارت است از:

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{15H^{0.38}}$$

که در آن:

T_c = زمان تمرکز بر حسب ساعت

L = طول بستر اصلی از دورترین نقطه حوزه آبخیز تا دهانه خروجی آن به کیلومتر

H = اختلاف ارتفاع بین ابتدا و انتهای بستر اصلی به کیلومتر

ب- روش شیب- مقطع

اساس این روش استفاده از سطح مقطع سیلاب‌ها و شیب سطح آن در محل اندازه‌گیری می‌باشد و در آن از رابطه پیوستگی به شرح زیر استفاده می‌شود:

$$Q = AV$$

که در آن:

Q = حد اکثر دبی آبراهه به متر مکعب بر ثانیه

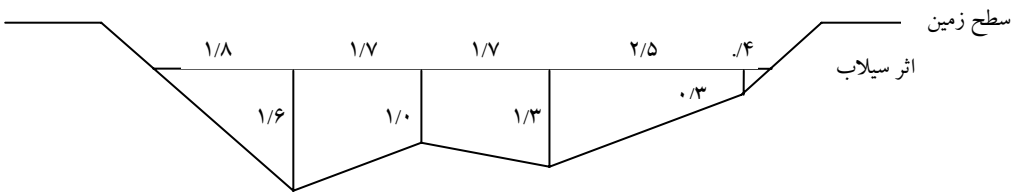
A = سطح مقطع بیشترین جریان به متر مربع

V = بیشترین سرعت جریان بر حسب متر بر ثانیه

بهترین محل برای تعیین مقطع، پایه‌های پل (در صورت وجود) و یا قسمتی نسبتاً مستقیم از بستر رودخانه است که دارای بدنه سنگی بوده و فرسایش یا رسوبگذاری سطح آنرا در جریان سیل تغییر نداده و ضمناً دارای شیب نسبتاً یکنواختی نیز باشد. در چنین

مکانی، بالاترین حد داغ آبی که از سیلاب‌های گذشته باقیمانده، مشخص شده و مقطع بستر را با دوربین نقشه‌برداری یا عمق‌یابی تعیین و ترسیم می‌کنند.

سطح مقطع را می‌توان با تقسیم آن به قطعات فرضی با اشکال هندسی، مطابق شکل شماره ۱۰ اندازه‌گیری نمود.



شکل شماره۱۰- اندازه گیری سطح مقطع رودخانه با تقسیم آن به اشکال هندسی فرضی

اندازه‌گیری سرعت جریان توسط مولینه و یا با انداختن شیئی سبک بر روی آب، امکان‌پذیر است، اما از آنجا که وقوع سیل و بازدید از محل احتمالی پخش سیلاب معمولاً هم‌زمان نیستند، تخمین سرعت آب با استفاده از روابط ریاضی تحقق می‌یابد که از آن جمله می‌توان به رابطه مانینگ (Manning – ۱۸۸۹) به شرح زیر اشاره نمود:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

که در آن:

V = میانگین سرعت جریان بر حسب متر بر ثانیه

n = ضریب زبری (ناهمواری) بستر

R = شعاع هیدرولیک به متر

S = شیب سطح آب بر حسب متر بر متر (یا سینوس زاویه شیب)

مقدار ضریب زبری (ضریب مانینگ) تابعی از عرض و جنس بستر و نیز عوارض موجود در آن نظیر سنگ‌های بزرگ، درخت، علف هرز، گودال، پیچ و خم و غیره می‌باشد که در جدول شماره ۳ نشان داده شده‌است.

شعاع هیدرولیک(R) ، عبارت است از نسبت سطح مقطع به محیط خیس آبراهه:

$$R = \frac{A}{P}$$

که در آن:

R = شعاع هیدرولیک به متر

A = سطح مقطع جریان به مترمربع

P = محیط خیس شده به متر

محیط خیس شده از روی نقشه یا توسط متر نواری که بین دو حد داغ آب در دو طرف بستر رودخانه قرار داده می‌شود، به دست می‌آید.

شیب سطح (s) هنگام جریان سیلاب با ترازیابی داغ آب در سرآب و پایاب محل تهیه مقطع، مشخص می‌گردد. بدین ترتیب که اختلاف ارتفاع بین دو داغ آب در دو نقطه با فاصله‌ای در حدود ۱۲۰ تا ۲۰۰ متر تعیین و بر فاصله بین آن دو نقطه تقسیم می‌گردد.

فرمول‌های دیگری نیز جهت تخمین سرعت جریان آب در آبراهه ها ارائه شده که از آن جمله می‌توان به رابطه Chezy-Kutter (۱۷۶۹) اشاره نمود.

دانشمندی به نام شزی(Chezy) فرمول خود را در سال ۱۷۶۹ عنوان کرد و پس از گذشت مدت زمانی طولانی این فرمول، هنوز در سطح وسیعی در مطالعات هیدرولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرمول معروف عبارتست از:

$$v = c\sqrt{rs}$$

که در آن:

V= سرعت متوسط آب برحسب فوت بر ثانیه،

C= ضریب تخلیه Chezy که به طور تجربی بیان شده است،

r = شعاع هیدرولیک برحسب فوت و s = شیب کانال یا سینوس زوایه شیب می‌باشد.

برای محاسبه مقدار C رابطه زیر را دانشمند دیگری به نام مانینگ پیشنهاد نمود:

$$C = \frac{1/486}{n} r^{\frac{1}{6}}$$

که در آن n ضریبی است که قبلاً تحت عنوان ضریب ناهمواری بستر کانال نام بردیم (جدول شماره ۳) و در فرمول‌های Manning و Kutter از آن استفاده می‌شود.

Kutter نیز در سال ۱۸۶۹ برای به‌دست آوردن مقادیر C رابطه دیگری به شرح زیر ارائه نمود:

$$C = \frac{\frac{1/811}{n} + 41/6 + \frac{0/0281}{s}}{1 + (41/6 + \frac{0/0028}{s})\frac{N}{\sqrt{3}}}$$

که در نتیجه فرمول کلی Chezy با ضریب محاسبه شده توسط Kutter برای محاسبه سرعت حرکت آب در کانال در سیستم انگلیسی به‌صورت زیر خواهد بود :

$$C = \frac{\frac{1/811}{n} + 41/6 + \frac{0/0281}{s}}{1 + (41/6 + \frac{0/0028}{s})\frac{N}{\sqrt{3}}}\sqrt{rs}$$

که در آن:

r = شعاع هیدرولیک برحسب فوت،

n = ضریب ناهمواری بستر کانال،

s = شیب کانال (٪)،

v = سرعت آب برحسب فوت در ثانیه

می‌باشد.

همانطوریکه گفته شد، این فرمول و ضرایب مربوطه در سیستم انگلیسی محاسبه گردیده و واحد «فوت» برای طول منظور شده است. با توجه به اینکه ما در کشورمان از سیستم متریک استفاده می‌نمائیم، با تبدیل فرمول فوق به سیستم متریک برای سهولت استفاده از آن، تغییراتی به شرح زیر در آن به‌وجود آورده‌ایم:

$$V = \frac{(1.811 + 41.6 + \frac{0.00281}{s}) r \sqrt{s}}{(1.811) r + 41.6 + \frac{0.00281}{s}}$$

که در آن شعاع هیدرولیک برحسب متر در فرمول قرار داده می‌شود و رقم به دست آمده برای سرعت حرکت آب در کانال نیز برحسب متر در ثانیه خواهد بود.

ج- روش درون‌یابی حد اکثر دبی سیلاب‌های منطقه‌ای

یکی از راه‌های تجربی برآورد حداکثر دبی لحظه‌ای رودخانه‌های فاقد ایستگاه آب‌سنجی (هیدرومتری)، تعیین دبی ویژه آبخیزهای دارای آمار مورد اعتماد، رسم منحنی پوشش، معادله منحنی مزبور و استفاده از آن برای تخمین بیشترین دبی آبخیزهای موردنظر در منطقه زیرپوشش منحنی می‌باشد. در این روش فرض بر آن است که اولاً مدت بارش برابر یا بیشتر از زمان تمرکز بزرگترین حوزه آبخیز منطقه بوده و ثانیاً مجموعه اثر عوامل تعیین‌کننده ضریب هرز آب در کلیه حوزه‌های موردنظر، یکسانند.

٤-۷-۸-۲- کانال انتقال آب

کانال انتقال آب به کانالی اتلاق می گردد که وظیفهٔ هدایت آب از آبراههٔ مورد نظر تا ابتدای منطقه پخش را به عهده دارد. ابعاد و شیب این کانال از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به این ترتیب که کانال انتقال آب از نظر ابعاد بایستی به تواند مقدار آب برآورد شده جهت پخش را به منطقه پخش حمل نماید، بدون اینکه از حاشیهٔ آن سرریز کند. از نظر شیب نیز بایستی به نوعی طراحی شود که حجم مورد نیاز آب را بدون ایجاد فرسایش در بستر کانال، به منطقه پخش به رساند. برای محاسبهٔ ابعاد وشیب این کانال، می‌توان پس برآورد میزان آب مورد نیاز، از فرمول Manning که شرح آن گذشت، استفاده نمود.

از آنجاییکه آب حمل شده به‌وسیله این کانال در انتها به اولین کانال پخش تخلیه می گردد که دارای شیب کمتری است، در صورتیکه آب در داخل آن سرعت زیادی گرفته باشد، با وارد شدن در کانال پخش و کاهش سریع سرعت آن، در محل ابتدای کانال پخش سرریز نموده و باعث فرسایش و شستشوی لبهٔ کانال در این قسمت می‌گردد. برای جلوگیری از این امر، در طراحی و ساخت کانال انتقال بهتر است این کانال در ابتدای مسیر خود با شیب بیشتری شروع شود و به‌تدریج با نزدیکتر شدن به ابتدای کانال پخش کاهش شیب پیدا نماید، به‌طوریکه در محل اتصال به کانال پخش، شیب آن در حد شیب کانال پخش پایین آمده باشد. احداث یک حوضچهٔ آرامش در محل اتصال دو کانال نیز می تواند به رفع این مشکل کمک نماید، ولی، این عمل ضمن افزایش هزینه های اجرای عملیات پخش سیلاب، موجب هدر رفت بخشی از سیلاب‌ها گردیده و به‌خصوص در سیلاب‌های کم حجم، از پخش آن

جلوگیری می نماید. شیب این کانال می تواند از حدود ۲ در هزار(۲۰ سانتیمتر در هر ۱۰۰ متر) شروع، و با کاهش تدریجی به حدود ۳ در ده هزار(۳ سانتیمتر در ۱۰۰ متر) در انتها برسد.

جدول شماره ۳- مقادیر n در رابطهٔ منینگ در شرایط مختلف جنس بستر(۳۱)

وضعیت بستر کانال	مقدار n
– سطح بستر خیلی صاف و بدون برآمدگی مانند شیشهٔ تمیز، فلز و یا نایلون، بدون پیچ و خم	۰/۰۰۹ – ۰/۰۱۰
– سطوح خیلی صاف چوبی، فلزی یا سیمانی، بدون برآمدگی یا فرورفتگی و پیچ و خم	۰/۰۱۱–۰/۰۱۲
– سطوح صاف چوبی، فلزی یا سیمانی، عاری از جلبک و حشرات، تقریباً مستقیم و بدون پیچ وخم	۰/۰۱۳
– سطوح نسبتاً صاف چوبی، فلزی یا سیمانی با برآمدگی‌های خیلی کوچک، با پیچ وخم کم، با اندکی جلبک، خزه یا گلسنگ و یا آثار حشرات بر روی آنها، یا با سنگریزه خیلی کم، سطوح سیمانی ضربی	۰/۰۱۴
– چوب با خزه، جلبک یا گلسنگ بر روی آن، کانال سیمانی با کناره‌های صاف و کف ضربی وتا حدودی ناصاف، سطوح فلزی با فرورفتگی‌های کوچک، یا همین مواد کمی صافتر ولی با پیچ و خم بیشتر	۰/۰۱۵
– مجاری فلزی با برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های بزرگ در مقطع آن، چوب یا سیمان با مقدار زیادی خزه و جلبک بر روی آن	۰/۰۱۶
– سیمان ضربی ساچمه‌ای بدون ماله کشیدن ولی تا حدی صاف و یکنواخت	۰/۰۱۷
– مجاری فلزی با فرورفتگی و برآمدگی زیاد، با پیچ و خم زیاد و مقدار زیادی خاشاک و زواید	۰/۰۱۸–۰/۰۲۵
– کانال‌های کاملاً صاف طبیعی، بدون زواید اضافی و بدون پیچ و خم	۰/۰۱۶–۰/۰۱۷
– کانال صاف طبیعی بدون زواید اضافی با اندکی پیچ و خم، کانال‌های خیلی بزرگ در شرایط خوب و مناسب	۰/۰۲۰
– کانال طبیعی در شرایط خوب با اندازهٔ متوسط که خوب و با دقت ساخته شده باشد	۰/۰۲۲
– کانال‌های خیلی کوچک یا جوب‌های زمینی با شرایط خوب، یا کانال‌های بزرگتر با مقداری ناصافی در کناره‌ها و یا با سنگریزه‌های پراکنده در کف آن	۰/۰۲۵
– کانال‌هایی با مقدار قابل ملاحظه‌ای از گیاهان آبزی و با بریدگی‌های سنگی، جویبارهای طبیعی نسبتاً مستقیم با مقطع تقریباً یکنواخت، آبراهه‌های طبیعی بزرگ که به‌طور کلی در شرایط خوبی نگهداری شده‌اند	۰/۰۳۰
– کانال‌هایی که تقریباً نصف آنها در اثر رشد جلبک‌ها و خزه‌ها گرفته شده است،آبراهه‌های طبیعی که لایروبی شده اند ولی به‌طور مرتب رسیدگی و مرمت نشده‌اند	۰/۰۳۵
– آبراهه‌های کوهستانی با سنگریزه‌های تمیز و سست، رودخانه‌هایی با با عرض و مقطع متغیر ومقداری رویش گیاهی در کناره‌ها	۰/۴۰–۰/۰۵۰
– جویبارهای طبیعی با نا همواری و با پیچ و خم، حداکث مقدار n برای پیچ و خم های خیلی زیاد، گودال‌های عمیق در بستر رودخانه و رویش گیاهان زیادی در مسیر آن، مسیل‌های جنگلی و کوهستانی با مقدار زیادی درخت یا بوته در داخل آن	۰/۰۵۰–۰/۱۵۰

٤-۷-۸-۳- اولین کانال پخش

طراحی و مخصوصاً احداث اولین کانال پخش کاری بس مهم و دشوار است و نیاز به دقت و توجه فراوانی دارد. این کانال باید به تواند آبی را که از کانال انتقال دریافت می کند، در تمام طول خود با ارتفاع یکنواختی از لبهٔ پایینی خود سرریز نماید.

سطح آب در حرکت به طور طبیعی شیبی پیدا می نماید که در حدود یک در ده هزار اندازه گیری شده است. به عبارت دیگر، اگر آبی را با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر وارد یک کانال مثلاً سیمانی کاملاً افقی بنماییم، ارتفاع آب با حرکت در داخل کانال به‌تدریج کاهش پیدا نموده و در فاصلهٔ ۲۰۰۰ متری از ابتدای کانال به صفر می رسد و متوقف می‌گردد. با استفاده از این ویژگی، اگر بخواهیم آب اولاً در تمام طول کانال پخش حرکت کند و ثانیاً با ارتفاع یکسانی از لبهٔ پایینی آن در سرتاسر طول سرریز نماید، این لبه باید سطحی موازی با سطح آب داشته باشد، یعنی دارای شیبی معادل یک در ده هزار باشد. با توجه به ناهمواری های بستر که در مقابل جریان طبیعی آب مقاومت ایجاد می نماید، شیب ۳ در ده هزار برای این کانال توصیه گردیده و عملکرد مطلوب آن در مناطق گربایگان، فسا، امامزاده جعفر و دوگنبدان به اثبات رسیده است.

٤-۷-۸-٤- خاکریزهای پخش آب

این خاکریزها یا پشته‌ها که بر روی خطوط تراز(به موازات کانال پخش) ساخته می‌شوند، ساده‌ترین و مهم‌ترین ساختمان‌های پخش آب به‌شمار می‌روند. آب سرریز شده از کانال پخش در پشت این خاکریزها جمع شده و در خاک نفوذ می نماید. فاصلهٔ خاکریزها از کانال پخش و از یکدیگر، به شیب زمین بستگی دارد. هر قدر شیب زمین بیشتر باشد، از فاصلهٔ خاکریزها کاسته خواهد شد. بنابراین، با افزایش تعداد خاکریزها در زمین‌هایی با شیب زیاد، هزینهٔ احداث سیستم پخش سیلاب به شدت افزایش خواهد یافت، و بر عکس، پخش سیلاب بر روی زمین‌های کم شیب، علاوه بر کاهش هزینهٔ احداث، موجب پخش یکنواخت‌تر آب نیز خواهد شد.

در پایین دست خاکریزها نهرهای پخش به منظور پخش یکنواخت آب در فاصلهٔ دو خاکریز احداث می گردند. این نهرها مانند حوضچه‌های آرامشی عمل می‌کنند که تنها راه خروج آنها لبه پایینی تراز نهر می‌باشد. ورود آب به نهرها از طریق دروازه‌هایی صورت می گیرد که معمولاً با فواصل ۴۰۰-۱۰۰ متر در خاکریزهای بالا دست آنها ایجاد می‌گردند. مقطع نهرها چنانچه با استفاده از بولدوزر احداث گردند، در زمان احداث ذوزنقه‌ای می باشد که فرسایش و رسوبگذاری به‌تدریج شکل مقطع آنها را به گونه سهمی (نیمی از بیضی) در خواهد آورد. ولی چنانچه شرایط خاک استفاده از لودر را ممکن سازد (مانند خاک‌های شنی)، مقطع نهرها از ابتدا سهمی گونه خواهد بود.

ابعاد نهرها بستگی به عوامل متعددی دارد که از آن جمله‌اند:

الف- دبی سیلاب: حوضچه‌های آرامش بزرگ برای جریان‌هایی که از دبی و سرعت زیادی برخوردارند، مناسب‌تر از انواع کوچک می‌باشند.

ب- میزان مواد معلق در آب: هرچه نهرها عمیق‌تر باشند، دیرتر از رسوب پر شده و عمر مفید آنها بیشتر خواهد بود.

ج- نوع ماشین‌آلات: ابعاد نهرها با توجه به نیاز و ماشین‌آلات در دسترس تعیین می‌گردد. چنانچه بولدوزر برای ایجاد شیار عمیق، لودر برای خاکبرداری و گریدر برای آرایش و تنظیم شیب کف و لبه نهرها به کار گرفته شوند، عرض کار تیغه گریدر تعیین‌کننده پهنای کف و بالای نهر خواهد بود.

د- ارزش زمین: از آنجا که محل ایجاد نهر، خاکریز و لبه نهر که حدود ۵ تا ۱۰ درصد از سطح اراضی پخش سیلاب را تشکیل می‌دهند، از زیرکشت خارج می‌گردند، لذا در صورت محدودیت سطح اراضی، کاربرد ماشین‌آلات کوچک‌تر در کشتزارها، اقتصادی‌تر است.

هـ- فاصله نهر از ابتدای منطقه پخش سیلاب: رسوبگذاری نسبتی معکوس با فاصله هر نهر از ابتدای منطقه پخش سیلاب (نهر آبرسانی - پخشی) دارد. لذا ابعاد نهرها با دور شدن آنها از نهر آبرسانی- پخشی کاهش می‌یابد.

میانگین فاصله خاکریزها در اراضی زراعی با شیب‌های ۴-۱ درصد، در حدود ۱۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود. در شیب‌های بالاتر بهتر است جوی‌هایی تراز و کم عمق در فواصل نهرهای پخش احداث گردند. حفر این نهرها به سادگی توسط بلدوزری که بیل آن حدود ۳۰ درجه نسبت به افق مایل شده و نیز با کاربرد گریدر، نهرکن و حتی دیسک تراکتور، میسّر است. فواصل نهرها در شیب زیر ۱ درصد، بیش از ۱۰۰ متر تعیین می‌گردد. زیرا این اراضی معمولاً در دشت‌های آبرفتی با نفوذ پذیری نسبتاً کم واقع بوده و مدت زمان بیشتری را برای توقف آب و نفوذ آن در خاک نیاز دارند.

٤-٧-٨-٥- دروازه‌ها

دروازه‌ها تأسیساتی هستند که بر روی خاکریزها احداث می گردند و امکان عبور آب مازاد پس از پخش در بالادست هر پشته را به پایین دست آن فراهم می آورند. به این ترتیب که اگر چنانچه حجم سیلاب نسبت به وسعت زمین و شرایط منطقه پخش به نحوی باشد که بیش از یک خاکریز را برای پخش سیلاب ایجاب نماید، آب مازاد از طریق دروازه‌هایی که در پشته‌های خاکی ایجاد می‌شوند، به نهر پایاب هر خاکریز جریان می‌یابد.

در محاسبه و احداث دروازه‌ها، طول دهانه و ارتفاع کف آنها پارامترهای مهمی هستند که لازم است مورد توجه قرار گیرند. ارتفاع کف دروازه‌ها ارتفاع آب پخش شده در بالادست خاکریزها را تعیین می‌نماید و با شیب زمین و ارتفاع مورد نظر برای پخش آب در بالا دست پشتهٔ خاکی رابطهٔ مستقیم دارد. این ارتفاع باید طوری محاسبه شود که آب سرازیر شده از کانال پخش تا نزدیکی‌های آن کانال پس بزند و سپس آب مازاد بر آن از دروازه خارج شود.

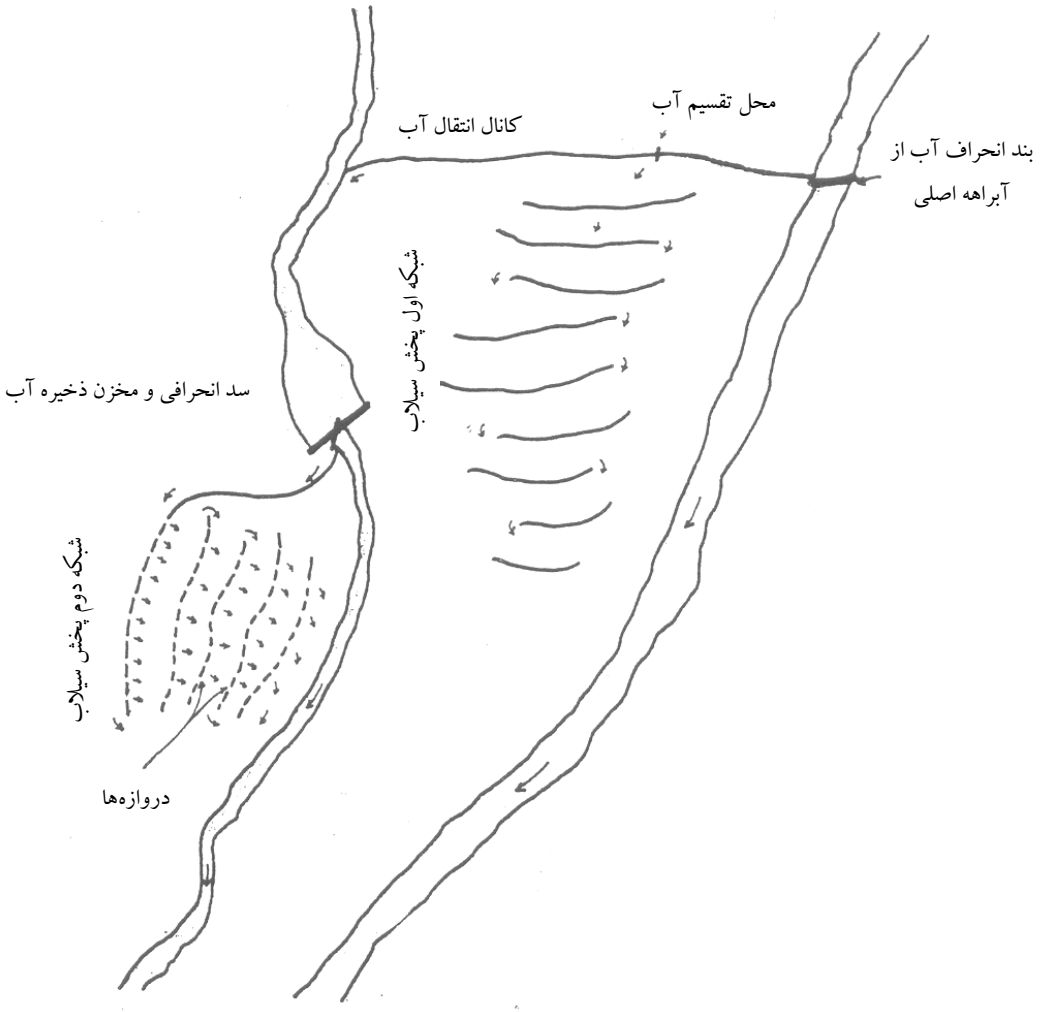
طول دروازه‌ها که با تعداد آنها رابطه عکس و با حجم سیلاب‌ها رابطه مستقیم دارد، باید در حدی باشد که به راحتی آب مازاد را به پایین دست خاکریز تخلیه نماید و از افزایش بیش از حد ارتفاع آب در بالادست آن جلوگیری کند. با توجه به اینکه هرچه فاصلهٔ خاکریز از کانال پخش اول بیشتر شود، به دلیل پخش قسمتی از سیلاب در بالادست، از حجم آن کاسته خواهد شد، لذا، طول دروازه‌ها نیز می تواند کمتر شود.

احداث دروازه‌ها باید با استفاده از مصالح ساختمانی نظیر سنگ و سیمان صورت پذیرد تا عبور آب از داخل آنها سبب فرسایش نگردد. همچنین، رسوب گذاری در بالادست خاکریزها در طول زمان، احتمالاً موجب افزایش ارتفاع کف دروازه ها خواهد شد. برای این منظور لازم است که منطقهٔ پخش به طور مرتب زیر نظر قرار داشته باشد و به موقع اصلاحات مورد نیاز در سیستم دروازه‌ها تشخیص داده شود و اقدام قرار گیرد.

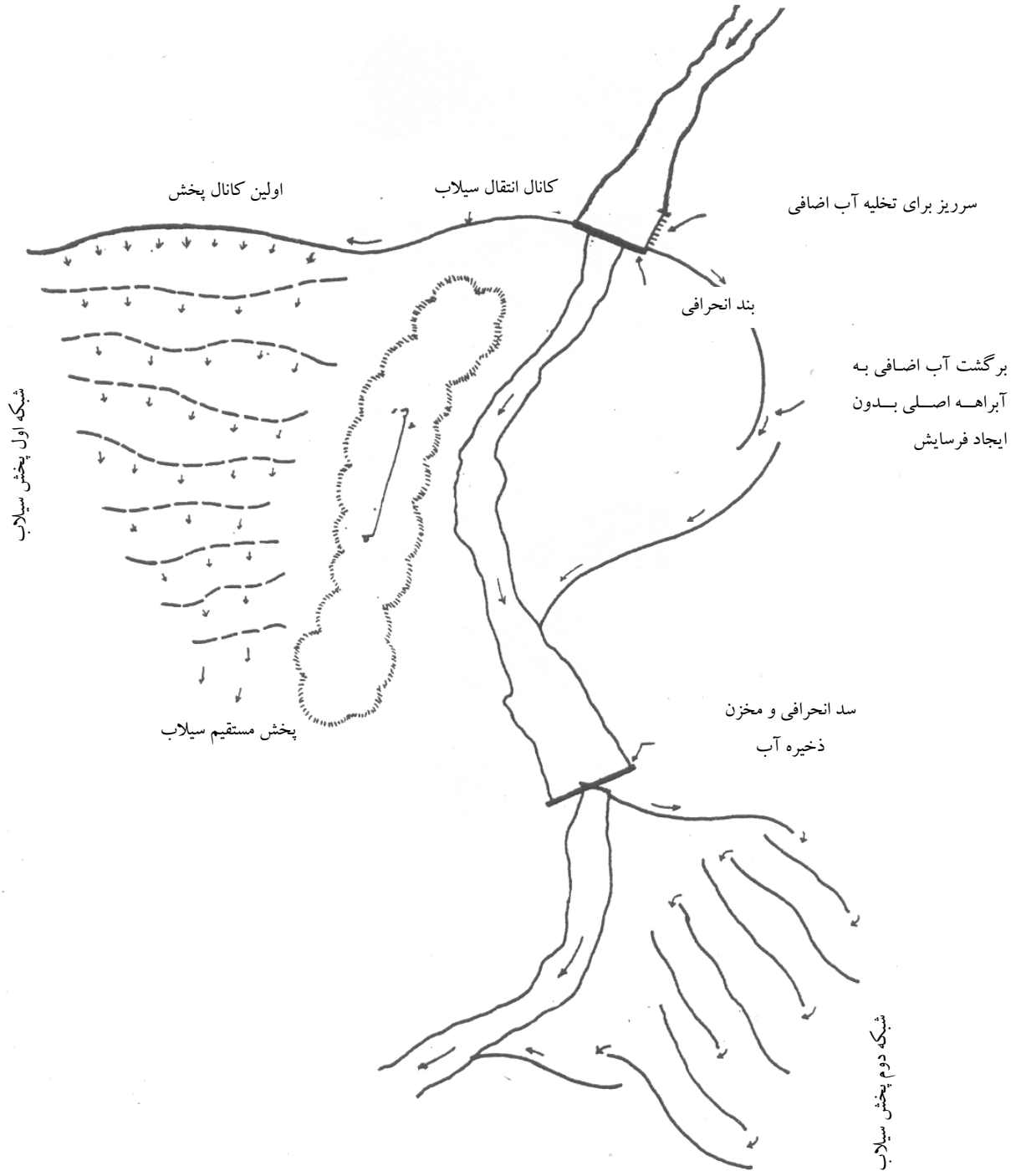
٤-٧-٨-٦- سیستم تخلیهٔ آب مازاد از منطقهٔ پخش

معمولاً منطقهٔ پخش طوری طراحی می گردد که از تمامی سیلاب‌های احتمالی به طور کامل استفاده شود. ولی، از آنجاییکه همواره در طبیعت احتمال وقوع سیلاب‌هایی با حجمی بیشتر از ارقام محاسبه شده در طراحی سیستم پخش سیلاب وجود دارد، لذا پیش بینی تأسیساتی برای تخلیهٔ کنترل شدهٔ آب مازاد در چنین شرایطی کاملاً ضروری است. برای این منظور، بایستی کانالی در پایین دست منطقهٔ پخش با شیب ملایم احداث شود تا بتواند آب مازادی را که در سیلاب‌هایی با حجم زیاد از منطقهٔ پخش خارج می گردد، با سرعت کنترل شده از منطقه خارج و به آبراههٔ مطمئنی تخلیه نماید.

در شکل‌های شماره۱۱ و۱۲ نمونه‌هایی از شبکه‌های پخش سیلاب نشان داده شده است.



شکل شماره ۱۱- انحراف و هدایت آب به دو منطقه پخش سیلاب با استفاده از دو آبراهه



شکل شماره ۱۲ – طرح شماتیک روشی برای منحرف کردن آب به دو منطقه جداگانهٔ پخش سیلاب با استفاده از یک آبراهه

٤-۷-۸-۷- اشکالات احتمالی و مراقبت‌های لازم

به‌طورکلی طرح یک سیستم بدون عیب و نقص در شروع کار، بسیار مشکل است، زیرا معمولاً سیلاب‌های حاصل از بارندگی‌های مختلف رفتارهای یکسانی ندارند، در حالیکه سیستم پخش سیلاب بایستی به‌طور خودکار در مقابل سیلاب‌های مختلف عمل کند. فقدان اطلاعات دقیق از وضع طبیعی منطقه و شدت و میزان بارندگی‌ها نیز اغلب سبب بروز اشکالاتی در سیستم می‌گردد.

معمولاً در زمان وقوع اولین سیلابی که وارد یک شبکه پخش سیلاب که جدیداً احداث شده است، می‌گردد، طراح سیستم می‌تواند به راحتی به معایب و نواقص طرح خود پی ببرد و در رفع آنها اقدام نماید. ذیلاً به برخی از اشکالاتی که ممکن است بعد از اولین سیلاب در سیستم دیده شود، اشاره می‌گردد.

الف- اگر حجم سیلابی که وارد سیستم شده بسیار زیاد باشد و با سرعت زیادی نیز حرکت نماید، ممکن است در بعضی نقاط از روی خاکریزها عبور کند و یا موجب شکستن و شسته شدن آنها گردد. برای رفع این مشکل لازم است که میزان سیلاب ورودی به شبکه در بالا دست سیستم کنترل شود. همچنین برای برطرف کردن این نقیصه می‌توان محل دروازه را در کانال بالاتر تغییر داد و یا به طول آن اضافه نمود تا از سرعت آب کاسته شود. احداث یک خاکریز یا کانال انحرافی برای هدایت و پخش آب بر روی سطح بیشتری از مراتع نیز می‌تواند این مشکل را برطرف سازد.

ب- ممکن است آب به برخی از قسمت‌های مرتع نرسد. معمولاً حفر یک کانال کوتاه جهت هدایت آب به قسمت‌های خشک و یا ایجاد یک خاکریز کوچک به این منظور، می‌تواند به رفع این مشکل کمک نماید. حتی آبرسانی به قسمت‌های خشک را می‌توان با قرار دادن یک لوله با قطر مناسب در داخل خاکریز بالا دست نیز عملی نمود. گاهی اوقات نیز برای حل این مسئله ممکن است تغییر محل یک دروازه و یا ایجاد یک دروازه جدید ضرورت پیدا کند که بایستی مناسبترین راه حل انتخاب و اعمال گردد.

لازم به تذکر است که یک طراح نباید انتظار داشته باشد که در هر بارندگی آب در تمام منطقه طرح پخش شود. به‌طورکلی اگر در یک بارندگی متوسط، بین ۸۵-۶۵ درصد از منطقه پخش سیلاب رطوبت کافی دریافت نماید، این طرح، طرح کاملاً موفقی خواهد بود.

ج- مقدار آبی که از قسمت‌های باز خاکریزها (دروازه‌ها) عبور می‌کند، یا خیلی زیاد است یا خیلی کم. این عیب را می‌توان از طریق کوچکتر یا بزرگتر کردن دروازه‌ها برطرف نمود.

د- آب وارد شده در سیستم ممکن است در منطقه پخش یکنواخت توزیع نشود و در نقاط پست تجمع پیدا کرده و مستقیماً به طرف خاکریز پایین دست حرکت کند. در این صورت نیز می‌توان از کانال‌های انحرافی و یا خاکریزهایی که جلوی حرکت مستقیم آب را گرفته و آن را در سطح قسمت‌های بالاتر مرتع پخش نماید، استفاده نمود.

معمولاً برای اینکه یک سیستم پخش سیلاب بتواند برای مدت طولانی‌تری به‌طور مؤثر عمل کند، احتیاج به مراقبت و نگهداری دقیق و دائمی دارد. مسلماً اگر در نگهداری از سیستم پخش سیلاب که هزینه کمتری دارد، دقت نشود، ممکن است با تخریب خاکریزها و کانال‌های پخش آب و ایجاد فرسایش شدید، صرف هزینه‌های سنگین تری را ایجاب نماید. باید با تشخیص نکات ضعف سیستم، به‌موقع برای رفع آنها اقدام گردد.

هـ- منطقه پخش سیلاب کاملاً بایستی زیر نظر قرار گیرد و اگر آثار فرسایش و به‌خصوص تشکیل گالی در قسمت‌هایی از مرتع و یا در محل دروازه‌ها مشاهده شد، با افزایش طول آنها و ایجاد کانال‌ها و یا خاکریزهای انحرافی لازم، از پیشروی گالی‌ها جلوگیری شود. حتی ممکن است برای نگهداری یک سیستم پخش سیلاب، اجرای عملیاتی در سطح آبخیز آبراهه اصلی نیز ضرورت پیدا نماید. بدین ترتیب که اگر به‌دلیل وضع خاص حوزه آبخیز از نظر پوشش گیاهی، وجود تخته سنگ‌های بزرگ، پایین بودن نفوذ پذیری خاک و غیره تجمع آب به‌دنبال بارندگی‌ها با سرعت زیاد انجام گرفته و حجم زیاد سیلاب خسارتی به شبکه پخش آب وارد می‌سازد، بایستی با اجرای عملیات مناسب مانند ایجاد و تقویت پوشش گیاهی، احداث کنتورفارو، احداث حوضچه‌های ذخیره آب و نظایر آن، زمان تجمع را افزایش داده و از خرابی سیستم جلوگیری نمود.

منابع و مآخذ

۱- آرنون، آی، ۱۳۶۵، اصول زراعت در مناطق خشک (جلد اول)، ترجمه عوض کوچکی و امین علیزاده، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۲- احمدی، حسن، بهرام پیمانی‌فرد، سید آهنگ کوثر و محمد مهدوی، ۱۳۸۰، فرهنگ کشاورزی و منابع طبیعی، جلد دوازدهم : مرتع و آبخیزداری، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، دانشگاه تهران.

۳- احمدی، زید، ۱۳۸۱، استحصال آب در مناطق خشک و نیمه خشک، جلسه بحث کارشناسی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۴- باباخانلو، بهمن، ۱۳۶۴، اصلاح مراتع از طریق ذخیره نزولات آسمانی، انتشارات کمیته مشترک دفتر فنی مرتع و سازمان ترویج کشاورزی.

۵- حیدری شریف‌آباد، حسین، ۱۳۸۲، روش‌های مقابله با خشکی و خشکسالی(۱)، معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی.

۶- حیدری شریف‌آباد، حسین، ۱۳۸۳، روش‌های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی (۳)، معاونت زراعت و جهاد کشاورزی.

۷- صادقی‌پور، احمد، ۱۳۸۲، پخش سیلاب، فصلنامه علمی- تخصصی تاغ، جلد ۳، صفحه ۱۷-۲۲.

۸- عراقی، محمدکاظم، ۱۳۷۴، ماشین‌های مرتع (قسمت اول)، مؤسسه پژوهشات جنگلها و مراتع، ۷۷ صفحه.

۹- کردوانی، پرویز، ۱۳۷۳، مناطق خشک، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰- کوثر، سید آهنگ، ۱۳۷۴، مقدمه‌ای بر مهار سیلاب‌ها و بهره‌وری بهینه از آنها، مؤسسه پژوهشات جنگلها و مراتع.

۱۱- مقدم، محمدرضا، ۱۳۷۷. مرتع و مرتع‌داری (چاپ اول)، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲- مصداقی، منصور، ۱۳۷۷، مرتع‌داری در ایران (چاپ سوم)، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۱۳- موسوی، فرهاد و احمد شایان، ۱۳۶۴، آب بیشتر برای مناطق خشک (ترجمه)، مرکز نشر دانشگاهی.

14- Ayuko, L. J. 2001. Assessment of Potential for Rangeland Improvement, Ministry of Agriculture, Nairobi, Kenya.

15- Bainbridge, David A., 2003, Micro Catchment Water Harvesting, US International College of Business, California, USA.

16- _____, 2003, Soil Pitting to Improve Arid Land Revegetation, US International College of Business, California, USA.

17- Bocek, Alex, Water Harvesting and Aquaculture for Rural Development, Auburn University, Alabama, USA.

18- Cass, Alfred & Associates, 2003. Gypsum Application and Ripping for Vineyard Development.

19- Critchley, Will, and Klaus Siegert, 1991, Water Harvesting, FAO, Rome.

20- FAO Conservation Guide, 1976, Conservation in Arid and Semi-arid Zones, FAO, Rome.

21- FAO Soils Bulletin (57), 1987. Soil and Water Conservation in Semi-arid Areas, FAO, Rome.

22- Fisser, H. G., M. H. Mackey and J. T. Nichols, 1974, Contour Furrowing and Seeding on Natural Saltbush Rangeland of Wyoming: Journal of Range Management, 27(6): 459-462.

23- Frasier, G. W., K. R. Cooley, and J. R. Griggs, 1979. Performance Evaluation of Water Harvesting Catchments, Journal of Range Management, 32(6): 453-456.

24- George, M. 1995. Management Measures and Practices, Fact Sheet of Range Land Watershed Program, University of California, Agronomy & Range Science.
25- Heady. H. & Deunis Child, 1994. Range Management and Ecology.
26- Hutchings, Paul, 2001. Restoration of Degraded Landscapes, Chapter 8. NSW Department of Land and Water Conservation.
27- Jafari, M. and S. H. Hosseini, 2003. Investigation on the Effects of Water Spreading on Soil Characteristics and Vegetation in Tangestan Region of Bushehr Province, Proceedings of the *VII th* International Rangeland Congress, Durban.
28- Jimenez, C. M. Tojcdor and F. Diaz, 2004. The Impact of Water Harvesting on Soil Properties in the Island of Fuerteventura, Spain, Journal of Soil Use and Management. 20(1): 89-91(3).
29- Noble, J. C., G. M. Cunningham & W. E. Mulham. 1980 , Australians Rangeland, Chapter 12: Rehabilitation of Degraded Land. P: 171-186.
30- Rouse, Hunter (Editor), 1967, Engineering Hydraulics, John Wiley & Sons Inc., USA.
31- Schuster, J. L., H. T. Wiebmann and Wayno Hanselka, 2002. Soil and Vegetation Management: Keys to Water Conservation on Rangeland, Agricultural extension Service, Texas A & M University.
32- Shereiber, H. A. & G. W. Frasier, 1978. Increasing Rangeland forage Production by Water Harvesting. Journal of Range Management, 31(1): 37-40.
33- Soiseth, R. J., J. R. wight and J. K. Aase, 1974. Improvement of Pan Spot (Solonetzic) Range Sites by Contour Furrowing, Journal of Range Management, 27(2); 107-110.
34- Tromble, John M. 1976. Semiarid Rangeland Treatment and Surface Runoff, Journal of Range Management, 29(3). 251-255.
35- USSR Commission for UNEP, 1981. Rangeland Ecology, Management and Productivity, Volume 2, Centre of International Projects, Moscow. 415 pages.
36- Vallentine, John. F. 1989. Range Development and Improvement, Third Editiou, Academic Press. USA.
37- Wight, J. Ross, E. L. Neff and R. J. Soiseth, 1978, Vegetation Response to Contour Furrowing, Journal of Range Management, 31(2): 97-101.
38- Zulfaqar, Ali, F. Ahmad and F. Irshad, 2003. GIS Techniques for Rain Water Conservation in Golestan, Proceedings of the *VII th* International Rangeland Congress, Durban

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

Islamic Republic of Iran
Vice presidency for strategic planning and supervision

Guidelines for Range Improvements through Rain Water Conservation

No: 419

Office of Deputy for Strategic supervision

Bureau of Technical Execution Systems

http://tec.mporg.ir

Watershed Management Deputy

Planning & Coordination Bureau

http://Frw.org.ir

2009

این نشریه

" دستورالعمل فنی اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی" نام دارد و به یکی از موضوعات مدیریت مرتع می‌پردازد.

در این نشریه ضمن ارائه مفهوم ذخیره نزولات، روش‌های مختلف جمع آوری و ذخیره، ماشین آلات و دستگاه‌های مورد نیاز برای این کار و محل و شرایط مناسب برای انجام روش‌های مختلف ذخیره نزولات آسمانی مورد بحث قرار گرفته و معرفی می‌شوند.