



اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مرکزی

بندهای اصلاحی در کنترل هرزآب ها ، فرسایش و رسوب

رضا عظیمی کارشناس ارشد مهندسی خاکشناسی معاون آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی استان مرکزی

امید آخوندی کارشناس ارشد مهندسی سازه های آبی رئیس اداره حفاظت و خاک و آبخیزداری استان مرکزی

نیلوفرمرادی دانشجوی دکتری ژئو تکنیک کارشناس عمران معاونت آبخیزداری استان مرکزی

مقدمه

بندهای اصلاحی سازه های کوچکی هستند که به منظور کاهش شیب آبراهه ها ، کاهش سرعت جریان و مهار فرسایش در آبراهه ها ساخته می شوند. مصالحی نظیر چوب ، سنگ ، سنگ و ملات ، بتن و توریسنگ در ساخت بندهای اصلاحی مورد استفاده قرار می گیرد . این سازه ها در سطح گسترده ای در طرحهای حفاظت خاک و آبخیزداری توسط دستگاههای اجرایی در سالهای اخیر مورد استفاده قرار گرفته و بخش عمده ای از هزینه ها را به خود اختصاص داده است .

انتخاب نوع مصالح ، ابعاد ، فاصله و ارتفاع این بندها به عوامل مختلفی نظیر منابع قرضه ، شیب و ابعاد آبراهه ، مصالح بستر ، مقدار بارندگی و سطح حوزه بالادست بستگی دارد. انتخاب مناسب مصالح ، ابعاد ، فاصله و ارتفاع بندها نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها دارد .

– تعاریف

بندهای اصلاحی : عبارتند از سازه‌های کوتاه که به منظور کاهش و اصلاح شیب آبراهه ، کاهش سرعت جریان و کاهش فرسایش در بستر آبراهه‌ها یا خندقها ساخته میشوند .

انواع بندهای اصلاحی :

بندهای اصلاحی براساس اهداف ، نوع کاربرد و مصالح مورد استفاده تقسیم‌بندی می‌گردند .

الف – براساس مدت کاربرد :

در این تقسیم‌بندی بندهای اصلاحی موقت یا دائمی می‌باشند : بندهای اصلاحی موقت زمانی استفاده می‌شوند که شرایط استقرار و رشد پوشش گیاهی در بستر آبراهه وجود نداشته باشد . پس از احداث این بندها ، رسوب و مصالح حمل شده توسط جریان در پشت این بندها ته‌نشین شده و محیط مناسب برای حفظ رطوبت ، استقرار و رشد پوشش گیاهی فراهم می‌شود . بندهای چپری ، چوبی ، فلزی سبک و خشکه‌چین از جمله این بندها می‌باشند . زمانیکه بندهای موقتی برای کنترل فرسایش بستر آبراهه یا خندق کافی نباشد ، از بندهای دائمی استفاده می‌شود . این بندها برای مهار فرسایش در خندقهای بزرگ و یا تثبیت شیب آبراهه استفاده می‌شوند . بندهای سنگ و ملاتی ، بتنی و توریسنگی از جمله این بندها می‌باشند . هزینه احداث این بندها از بندهای موقتی بیشتر و هزینه نگهداری آنها کمتر می‌باشد .

ب – براساس نوع کاربرد :

بندهای اصلاحی برای مهار فرسایش یا مهار سیل مورد استفاده قرار می‌گیرند . در هر دو مورد شیب آبراهه کاهش یافته و سبب کاهش سرعت جریان می‌گردد ، کاهش سرعت جریان سبب کاهش فرسایش بستر و

یا نشست رسوبات حمل شده توسط جریان در پشت بندها می‌گردد. از طرفی کاهش شیب و سرعت جریان سبب افزایش زمان تمرکز حوزه و کاهش پیک سیلاب می‌گردد.

ج – براساس نوع مصالح مورد استفاده :

مهمترین تقسیم‌بندی بندهای اصلاحی براساس نوع مصالح مورد استفاده در ساخت آنها می‌باشد.

بندهای اصلاحی چپری، فلزی سبک، چوبی، خشکه‌چین، سنگ و ملاتی و توریسنگی در این تقسیم‌بندی قرار می‌گیرند.

بندهای چپری :

بندهای اصلاحی چپری سازه‌های موقتی هستند که به منظور نگهداشتن مواد ریزدانه‌ای که همراه جریان در داخل آبراهه یا خندق حمل می‌شوند، ساخته می‌شوند.

این بندها با فرو کردن پایه‌های چوبی در عرض آبراهه و قراردادن چوبهای نازک در لابلای پایه‌ها (چپربندی) ساخته می‌شوند.

بندهای فلزی سبک :

بندهای اصلاحی فلزی سبک، بندهای موقت کوچکی هستند که معمولاً برای نگهداری موارد ریز دانه در داخل آبراهه یا خندق ساخته می‌شوند. این بندها در آبراهه‌ها و خندقهای با شیب ملایم و حوزه مساحت کم که جریان نتواند مصالح درشت دانه را حمل کند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بندهای چوبی :

بندهای اصلاحی چوبی از الوار و پایه‌هایی که در عرض آبراهه یا خندق قرار می‌گیرند ساخته می‌شوند. این بندها توانایی نگهداشت مصالح ریزدانه و درشت‌دانه حمل شده توسط جریان در داخل آبراهه را دارند.

بندهای خشکه‌چین :

بندهای اصلاحی خشکه‌چین از چیدن تخته سنگها روی هم و درعرض آبراهه یا خندق ساخته می‌شوند. این بندها که یکی از ساده‌ترین و پرکاربردترین بندهای اصلاحی می‌باشند معمولاً در سرشاخه‌ها و آبراهه‌ها با مساحت کم ساخته می‌شوند.

بندهای سنگ و ملاتی :

بندهای اصلاحی سنگ و ملاتی با سنگ و ملات سیمان ساخته می‌شوند و ارتفاع آنها از بندهای چوبی و خشکه‌چین بیشتر می‌باشد. این بندها بیشتر به منظور اصلاح شیب آبراهه، مهارسیلاب و یا ایجاد یک نقطه ثابت برای تثبیت شیب آبراهه یا خندق ساخته می‌شوند. هزینه اجرای این بندها بیشتر ولی هزینه نگهداری آنها کمتر می‌باشد.

بندهای توریسنگی :

بندهای اصلاحی توریسنگی از سنگ و تورسیمی در عرض آبراهه یا خندق ساخته می‌شوند. ارتفاع این بندها نیز از بندهای چوبی و خشکه‌چین بیشتر می‌باشد و معمولاً به منظور اصلاح شیب آبراهه، مهار سیلاب و با ایجاد یک نقطه ثابت برای تثبیت شیب آبراهه یا خندق ساخته می‌شوند و هزینه اجرای این بندها از بندهای چوبی و خشکه‌چین بیشتر و هزینه نگهداری آنها کمتر می‌باشد.

انتخاب نوع مصالح بندهای اصلاحی

نوع مصالح مورد استفاده در ساخت بندهای اصلاحی نقش عمده‌ای در کاهش هزینه‌ها دارد. از طرفی کاربرد مصالح مختلف از محدودیت‌هایی نیز برخوردار می‌باشد. بطور مثال بندهای اصلاحی چپری و چوبی در بسترهای سنگی کاربرد ندارد. از نظر ارتفاع نیز برای بندهای چپری، چوبی و خشکه‌چین محدودیت کاربرد وجود دارد. وجود منابع قرضه و دسترسی به مصالح از مهمترین عوامل در انتخاب نوع مصالح می‌باشد. اثرات زیست‌محیطی نیز از جمله عواملی است که در انتخاب مصالح باید مدنظر قرار گیرد. بندهای فلزی سبک، چپری و چوبی که محیط استقرار و رشد پوشش گیاهی را فراهم می‌کنند، سازگاری بیشتری با محیط دارند.

بندهای اصلاحی کوتاه که معمولاً در تعداد زیادی استفاده می‌شوند، بندهای چپری، چوبی و خشکه‌چین هستند که براساس دسترسی به مصالح، جنس بستر و هزینه‌های احداث، مرمت و نگهداری انتخاب می‌شوند. بندهای اصلاحی سنگ و ملاتی و توریسنگی زمانی استفاده می‌شوند که نیاز به ارتفاع بیشتر برای بند باشد. در این بندها نیز دسترسی به مصالح و هزینه نقش عمده را دارد، بندهای توریسنگی به دلیل انعطاف‌پذیری بیشتری که دارند در مقابل فرسایش و زیرشویی مقاوم‌تر بوده و دیرتر تخریب می‌شوند.

اصول حاکم در انتخاب محل اجرای انواع بندهای اصلاحی

عوامل مختلفی در انتخاب محل اجرای بندهای اصلاحی مؤثر می‌باشد. شیب آبراهه، طول آبراهه، سطح حوزه بالادست و جنس مصالح بستر از جمله این عوامل می‌باشند. برای بندهای اصلاحی کوتاه چپری، فلزی سبک، چوبی و خشکه‌چین محدودیت‌های بیشتری وجود دارد.

1- بندهای چپری:

این بندها در آبراهه‌های کوچک که سطح حوزه بالادست آنها کم باشد کاربرد دارند. جنس مصالح بستر باید امکان فرو بردن پایه‌های چوبی را در زمین فراهم کند. این بندها در شیب‌های مختلف (5 تا 12 درصد) آبراهه استفاده می‌شوند. طول آبراهه یا کانال خندق باید کمتر از 100 متر و مساحت حوزه بالادست محل بند کمتر از یک هکتار باشد.

2- بندهای فلزی سبک

این بندها سازه‌های کوچکی هستند که معمولاً برای نگهداری مواد ریزدانه در داخل آبراهه یا خندق ساخته می‌شوند. این بندها در آبراهه‌ها و خندق‌های با شیب ملایم (کمتر از 10 درصد) و سطح حوزه کم که سیلابها قدرت جابجایی موارد درشت دانه را نداشته باشند ساخته می‌شوند.

3- بندهای چوبی

بندهای اصلاحی چوبی از پایه‌های چوبی و الوارهایی که در بین پایه‌ها قرار داده می‌شوند، ساخته می‌شوند. این بندها نیز برای آبراهه و خندقهای کوچک و سطح حوزه کمتر از 2 هکتار معمولاً بکار می‌روند. طول کانال خندق باید کمتر از 100 متر باشد و جنس بستر امکان فرو بردن پایه‌های چوبی را داشته باشد.

4- بندهای خشکه‌چین

این بندها که یکی از پرکاربردترین بندهای اصلاحی هستند، در آبراهه و خندقهای کوچک با مساحت حوزه آبخیز کمتر از 4 هکتار و شیب آبراهه کمتر از 20 درصد ساخته می‌شوند.

5- بندهای اصلاحی سنگ و ملاتی

بندهای اصلاحی سنگ و ملاتی با سنگ و ملات سیمان ساخته می‌شوند و معمولاً به منظور مهار سیل و یا ایجاد یک نقطه ثابت و مستحکم در کانال خندق ساخته می‌شوند. این بندها در خندقهایی با طول کمتر از 1000 متر و سطح حوزه کمتر از 20 هکتار، کاربرد دارند. هزینه این بندها زیاد بوده و به تعداد زیاد ساخته نمی‌شوند. بستر محل احداث این بندها باید مقاومت کافی در مقابل نشست و لغزش را داشته باشد.

6- بندهای اصلاحی توریسنگی

بندهای اصلاحی توریسنگی با استفاده از توری فلزی و سنگ ساخته می‌شوند. این بندها نیز همانند بندهای سنگ و ملاتی در آبراهه‌ها و خندقهای بزرگتر که بندهای چوبی و خشکه‌چین کاربرد ندارد ساخته می‌شوند. این بندها نیز به عنوان سازه‌های کاهش شیب با هدف مهار سیل و یا با هدف ایجاد یک نقطه مستحکم در بستر خندق ساخته می‌شوند. طول خندقها باید کمتر از 1000 متر و سطح حوزه آنها کمتر از 20 متر باشد. بستر محل احداث این بندها باید مقاوت کافی در مقابل نشست و لغزش را داشته باشد در عین حال به دلیل انعطاف پذیری این بندها، بستر آنها تا حدی که پایداری سازه با مشکل مواجه نشود، می‌تواند نشست پذیر باشد.

ضوابط و معیارهای فنی برای طراحی بندهای اصلاحی

از آنجا که بندهای اصلاحی سازه های کوچک می باشند، نیاز به محاسبات پیچیده ندارند و اگر ابعاد آنها مناسب انتخاب گردد، معمولاً پایدار مانده و عملکرد مورد انتظار را خواهند داشت. در بندهای با ارتفاع کم نظیر بندهای اصلاحی چپری، چوبی و خشکه چین نکات اجرایی در خصوص ابعاد و اندازه ها برای پایداری سازه کافی بوده و نیاز به محاسبه و کنترل پایداری نیز نمی باشد. در بندهای اصلاحی با ارتفاع بیشتر نظیر بندهای سنگ، ملاتی و توریسنگی اگرچه با انتخاب ابعاد مناسب پایداری سازه تأمین می گردد. ولی کنترل های لازم نیز باید صورت گیرد.

سرریز بندهای اصلاحی نیز از عوامل تعیین کننده در پایداری و عملکرد بندها می باشد. سرریز بندهای چپری، چوبی و خشکه چین معمولاً هلالی شکل و سرریز بندهای سنگ و ملاتی و توریسنگی معمولاً بصورت دوزنقه یا مستطیل می باشد. در هر صورت سرریز باید توانایی عبور جریان و سیلاب طراحی را از روی سازه به صورت ایمن داشته باشد.

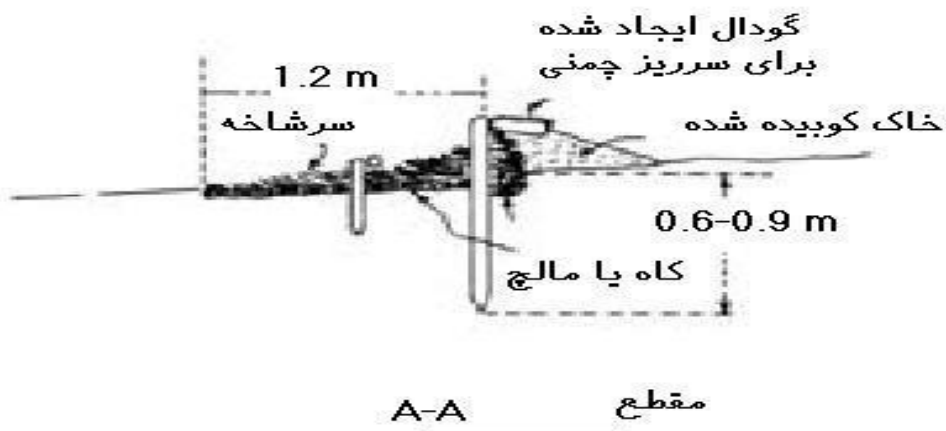
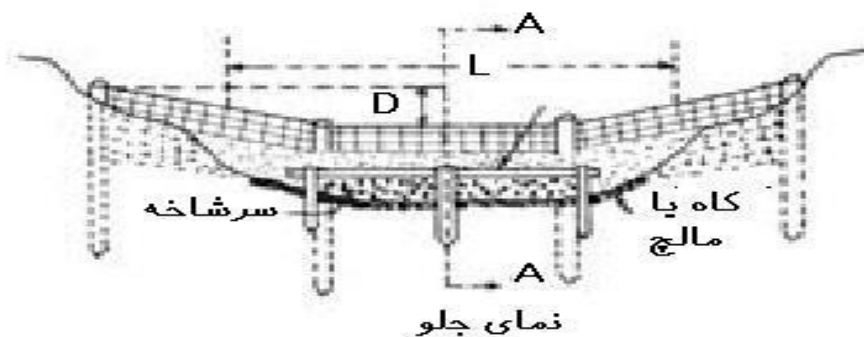
1- بندهای اصلاحی فلزی - سبک

بندهای اصلاحی فلزی سبک بندهای کوچکی هستند که معمولاً برای نگهداری مواد ریزدانه در خندق یا آبراهه ساخته می شوند (شکل 2). این بندها در آبراهه ها یا خندق هایی با شیب ملایم (کمتر از 10 درصد) و همچنین نواحی با مساحت کم که سیلابها نتواند تخته سنگ (Rock) و قلوه سنگها (Boulder) را جابجا کنند مورد استفاده قرار می گیرند. این بندها عمود بر جهت خندق و یا به شکل هلال ساخته می شوند تا طول سرریز بیشتر گردد. علاوه بر این آنها با سیم بسته و دو انتهای بند را محافظت می کنند. اگر از محور مستقیم بند حدود $\frac{1}{6}$ پهناي خندق در محل بند جلو برویم انحنای لازم ایجاد می شود. برای مثال اگر پهناي خندق $\frac{7}{5}$ متر باشد سرریز حدود $\frac{1}{25}$ متر پایین تر از محور مستقیم بند واقع می شود. یک ردیف پایه در عمق $\frac{0}{6}$ تا $\frac{0}{9}$ متر در طول قوس بند و به فاصله یک متر از یکدیگر قرار می گیرند. در قسمت مرکزی باید یک فاصله خالی بین پایه ها وجود داشته باشد تا آب از این قسمت سرریز کند. شیبی به عمق $\frac{0}{2}$ متر و پهناي $\frac{0}{15}$ متر در بالادست پایه حفر می شود. شبکه سیمها یا سیمهای نمره بالا (به قطر 4 میلیمتر یا بیشتر) در شیارهای

مقابل پایه قرار می گیرند . قسمتهای درشت بافت در عمق شیار کار گذاشته می شد . سیمها به پایه ها محکم بسته می شوند . تاج سرریز مسطح ساخته می شود تا آب یکنواخت روی آن پخش شود . لایه ای نازک از مالچ در کف بند قرار می گیرد تا شاخه های کوچک به زمین محکم شود . ممکن است از تخته سنگ ، سرشاخه یا کلوخه های چمنی برای کف بند استفاده شود . انتهای شاخه ها در داخل شبکه سیمها کشیده می شود ، تا پس از پر شدن پشت آنها براحتی نگهداری شوند . لایه شاخه ها باید حداقل به فاصله $1/2$ متر از پایه ها و به اندازه حداقل $0/6$ متر از هر طرف پایه ها ادامه داشته باشد . یک تیر افقی متصل به چند پایه عمودی روی شاخه ها و در محل کف بند قرار داده می شود تا آنها را متراکم کند . برای جلوگیری از فرسایش تاج سرریز روی آن را با شاخه های کوچکتر می پوشانند . برای اینکه عمل پر کردن سریعتر پیش برود و سازه آب بندی شود ، از گاه ، شاخه های نازک و موارد مشابه در پشت شبکه سیمی در بالادست تاج سرریز استفاده می شود .

شبکه های یاد شده با خاک پر و متراکم می شود و شیب آنها باید حداقل $2 : 1$ یا 50 درصد باشد .

قراردادن کلوخه های چمن یا تخته سنگها در پشت تاج سرریز از فرسایش آن جلوگیری می کند . مشخصات بندهای فلزی سبک در شکل 2 ارائه گردیده است.



شکل 2- مشخصات بندهای فلزی سبک

2- بند اصلاحی چپری

بند اصلاحی چپری با فرو کردن پایه‌هایی در زمین در عرض خندق یا آبراهه و قرار دادن چوب در لابه‌لای آنها در جهت عرض خندق و یا آبراهه ساخته می‌شوند (شکل‌های 3 تا 5) کار اصلی بند اصلاحی چپری نگه‌داشتن موارد ریز دانه‌ای است که در داخل آبراهه با جریان آب حمل می‌شود. خندق‌های با عمق کم که از یک متر تجاوز نکند با این نوع بند اصلاحی تثبیت می‌شود.

بند اصلاحی چپری سازه‌های موقت هستند و نباید در مسائل پیچیده مثل تمرکز آب اطراف جاده‌ها و زمینهای کشاورزی بکار گرفته شوند. این بندهای اصلاحی ممکن است در ارتباط با زمینهای که مجدداً جنگل کاری می‌شوند و یا در ارتباط با نگهداری مراتع تا زمانیکه پوشش گیاهی مستقر می‌شوند استفاده می‌گردند. اگر در خندق یا بستر آبراهه خاک به عمق کافی وجود داشته باشد بند اصلاحی چپری ممکن است در همه منطقه مورد استفاده قرار گیرد در مورد خندقها شیب بستر خندق ممکن است از 5 تا 120 درصد تغییر کند. اما طول خندق که از قسمت پیشانی خندق شروع می‌شود نباید از 100 متر بیشتر شود. مساحت حوزه خندق باید یک هکتار و یا کمتر از یک هکتار باشد. انواع زیادی بند اصلاحی چپری وجود دارد. انتخاب یک نوع از آنها برای یک محل مخصوص به مقدار و نوع چوبهای موجود در محل بستگی دارد. هر نوعی که مورد استفاده قرارگیرد باید ارتفاع تاج سرریز از کناره‌های آن کمتر باشد تا آب از روی بند حرکت کند و نتواند از اطراف آن ریزش نماید.

- ارتفاع بند از زمین (ارتفاع مؤثر) یک متر است. هر دو طرف آن (هم بالادست و هم پایین‌دست) باید با شیب 30 درصد ساخته شود. سرریز هم مقعر یا مستطیل شکل ساخته می‌شود.

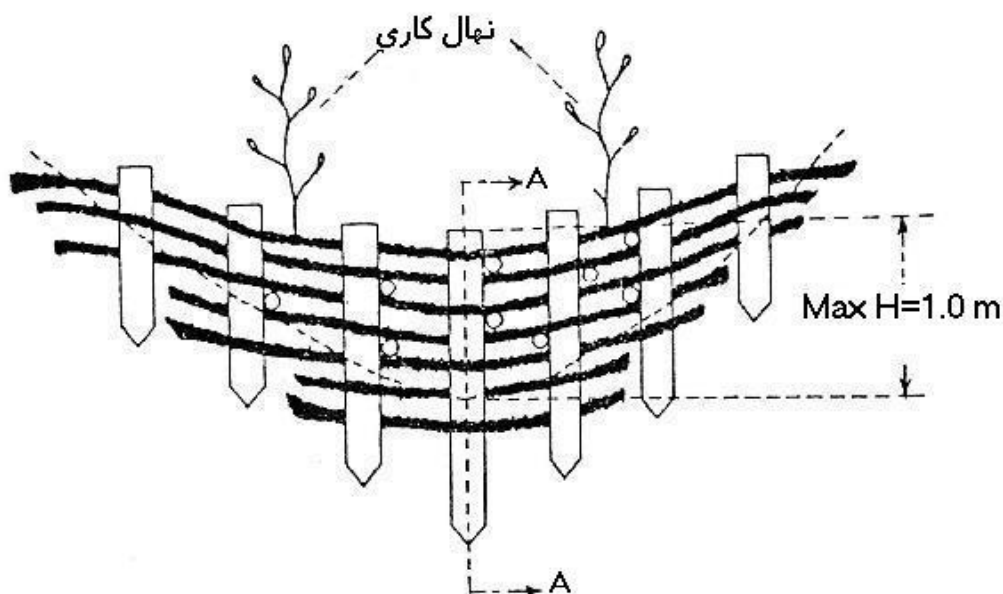
- پایه‌ها درگودالی به ابعاد (0/2 متر * 0/3 متر) و به عمق $\frac{1}{3}$ یا $\frac{1}{2}$ طول پایه و به فاصله 0/3 تا 0/4 متر از یکدیگر در جهت عرض خندق قرار داده می‌شوند.

- طول پایه‌ها 1/0 تا 1/5 متر و قطر انتهای بالایی آن 8 تا 12 سانتیمتر است.

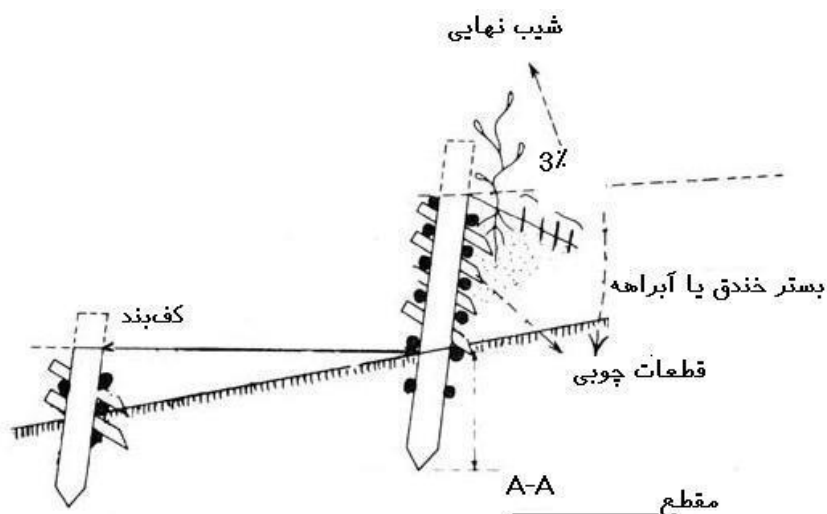
- چوب هر یک از گونه‌های درختان و یا گیاهان مانند توسکا کاج ، خیزران ، بید صنوبر و ... را می‌توان بعنوان پایه مورد استفاده قرارداد .

- اگر گونه‌های جوانه‌دار (بید ، صنوبر ، و) بعنوان پایه و چوبهای بهم بافته شده انتخاب شود ، بند اصلاحی باید زمانی ساخته شود که خاک اشباع و یا نزدیک فصل بارانی باشد .

- اگر گونه‌های بدون جوانه ، کاج و توسکا بعنوان پایه و قطعات خیزران بعنوان چوبهای بهم بافته شده ، استفاده شود بند اصلاحی را در هر فصلی می‌توان ساخت .



شکل 3 - نمای جلوی بند اصلاحی چپری



شکل 4 - مقطع بند اصلاحی چپری

3 - بندهای اصلاحی الواری

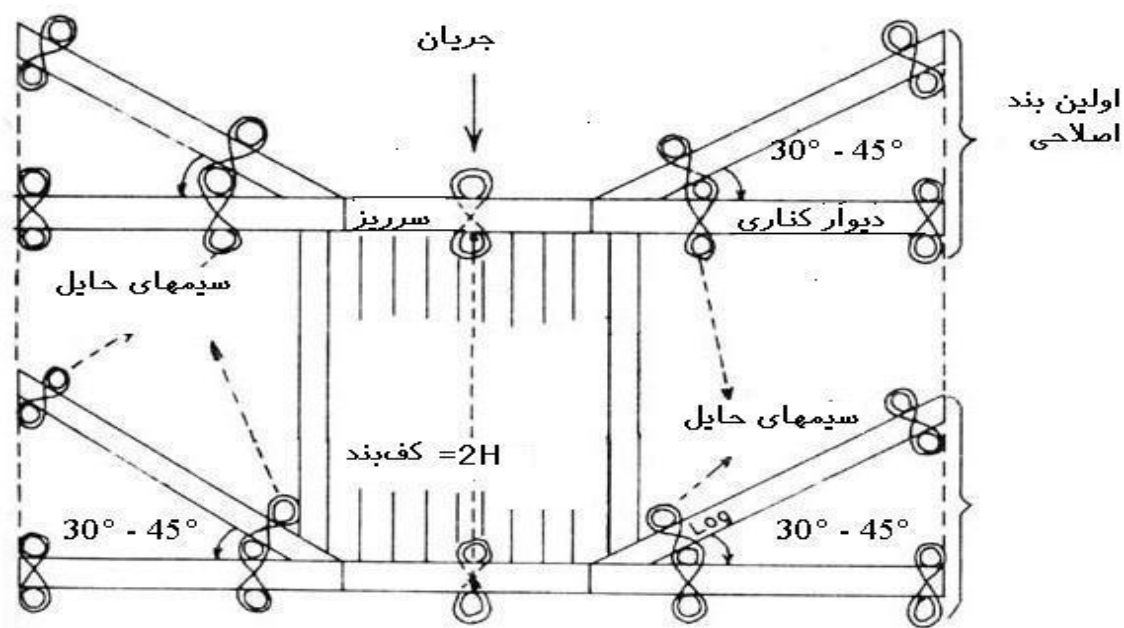
بندهای اصلاحی از الوار و پایه‌هایی که در عرض خندق قرار می‌گیرند ساخته می‌شوند. ممکن است این بندها را با الوار، تخته‌های بزرگ، تخته سنگ، تیرهای چوبی و یا تراورس ایجاد کرد. هدف اصلی این بندها نگه‌داشتن مصالح ریز و درشتی است که با جریان آب به خندق می‌ریزد و پیشانی خندق را تثبیت می‌کند. این بندها برای تثبیت خندق‌های اولیه، خندق‌های کوچک و شاخه‌های خندق که معمولاً طول آنها از 100 متر بیشتر نیست و حوزه آبخیز آنها از دو هکتار کمتر است، بکار می‌رود.

- حداکثر ارتفاع این بندهای اصلاحی از سطح زمین $1/5$ متر می‌باشد. دو طرف بالادست و پایین دست نیز باید حدود 25 درصد به طرف بالادست شیب داده شود. نوع سرریز هم مستطیل شکل استفاده می‌شود. معمولاً طول سرریز در حدود یک تا دو متر و عمق آن $0/5$ تا $0/6$ متر است (اشکال 5 تا 7).

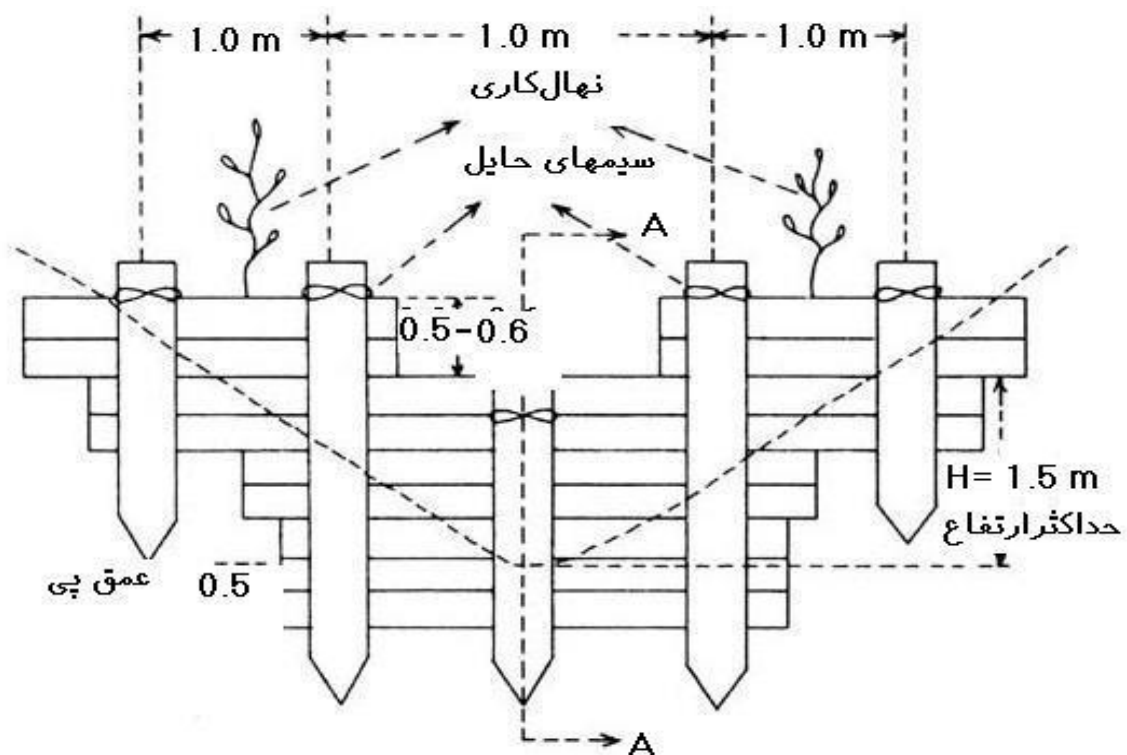
- پایه‌ها در دو ردیف و در عرض خندق و در عمقی به اندازه نصف طول آنها یا حداقل یک متر قرار داده می‌شود. - بایستی طول پایه‌ها حدود 1 تا 2 متر و قطر آنها بیشتر از 8 سانتیمتر باشد.

- الوارها یا مصالح مشابه (تخته، تخته سنگ، تیر و ...) در بین دو ردیف پایه طوری قرار می‌گیرند که سرریز در وسط بند واقع شود.

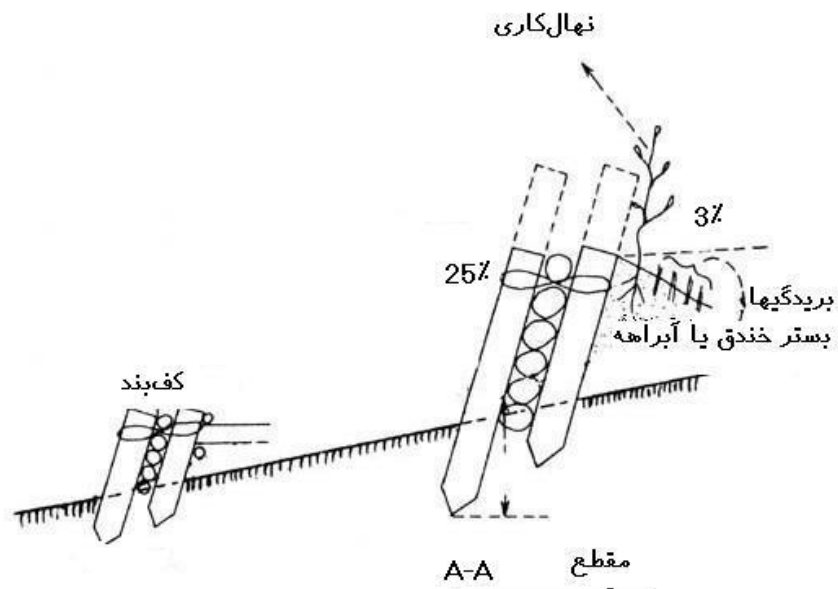
- انتهای الوارها باید حداقل 50 سانتیمتر در کناره‌های خندق فرو رود .
- الوارها با سیم به پایه‌ها بسته می‌شوند .
- از دیواره‌های کناری سرریز باید در مقابل ریزش آب از روی دستک‌ها محافظت شود .
- زاویه دستک‌ها در حدود 30 تا 45 درجه است . ارتفاع دیواره‌های بالی شکل باید به اندازه عمق سرریز و بالاتر از تراز سرریز باشد . اگر سنگ موجود باشد از دیواره‌های سنگی بالی شکل بجای الوار استفاده می‌شود .
- فضای بین دیواره‌های کناری و دیواره‌های بالی شکل با مصالح موجود در پی پر می‌شود .



شکل 5 - تصویر اولین بند اصلاحی الواری همراه با پیش‌بند



شکل 6 - نمای جلوی اولین بند اصلاحی الواری

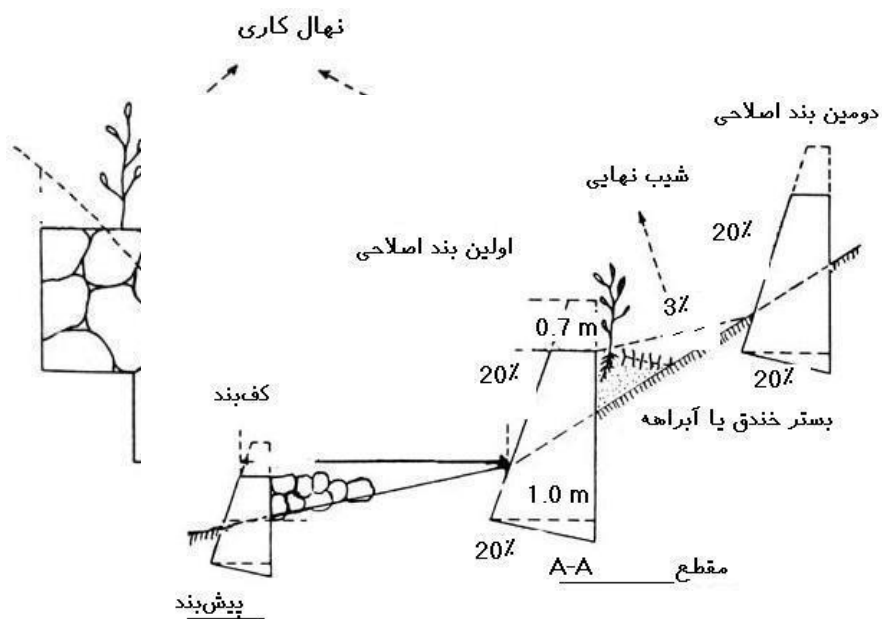


شکل 7 - مقطع اولین بند اصلاحی الواری همراه با پیش بند

4 بندهای اصلاحی خشکه چین

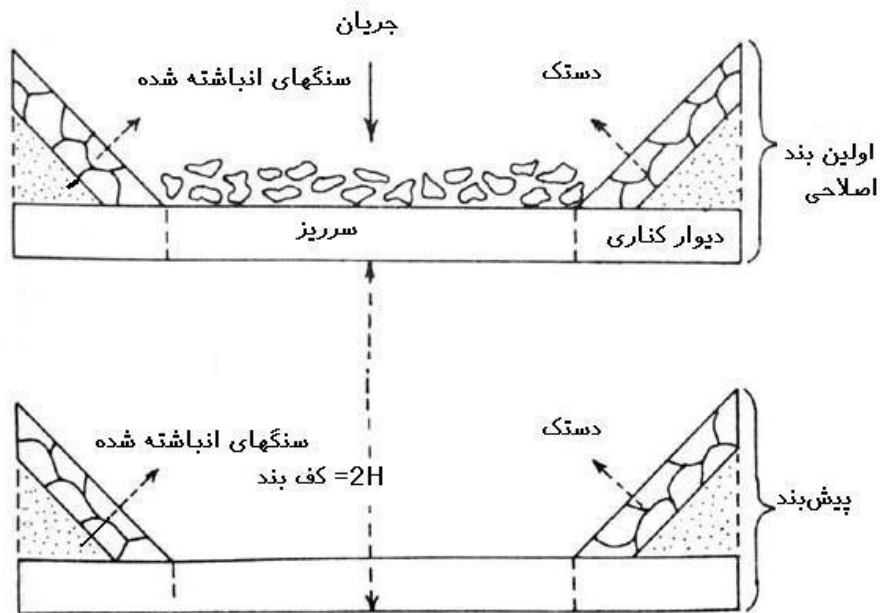
بندهای اصلاحی خشکه چین از چیدن تخته سنگها روی هم و در عرض آبراهه ساخته می‌شوند هدف اصلی این بندها کنترل فرسایش در طول کانال آبراهه و یا کاهش شیب می‌باشد بندهای اصلاحی خشکه چین معمولاً برای تثبیت آبراهه‌های کوچک، خندقهای اولیه و کوچک و شاخه‌های خندق در شبکه خندقهای پیوسته بکار می‌روند. طول کانال خندق نباید از 100 متر بیشتر و مساحت حوزه خندق حداکثر دو هکتار است. این نوع بندها در تمام نواحی کاربرد دارند.

- ارتفاع مؤثر این بندها حداکثر یک متر و عمق پی آنها دست کم یک متر است. ضخامت بند در تراز سرریز در حدود 0/5 تا 0/7 متر بوده و پایین دست آن شیب 20 درصد (0/2 : 1) دارد. ضلع بالادست معمولاً قائم است.
- طول پی این بندها از طول سرریز بیشتر است. پی دیواره‌های کناری هم به نحوی گودبرداری می‌شود که حداقل 50 سانتیمتر در داخل کناره‌های آبراهه فرو رود.
- تاج و قسمت وسط با سنگهای بزرگتر ساخته می‌شود.
- دیواره‌های کناری باید در مقابل ریزش آب از روی دستکها محافظت شود.
- زاویه بین دستکها و دیواره‌ها کناری بین 30 تا 45 درجه متغیر است و ارتفاع دستکها به اندازه عمق سرریز از تراز سرریز بالاتر است. فضای پشت دیواره‌های کناری با خاک پر می‌شود.
- فضای پشت بند با خاک گود برداری شده از پی تا تراز سرریز پر و شکل داده می‌شود.
- سرریز مقعر ساخته می‌شود.



شکل 8 - نمای جلوی بند اصلاحی خشکه چین

شکل 9 - مقطع اولین بند اصلاحی خشکه چین همراه با پیش بند



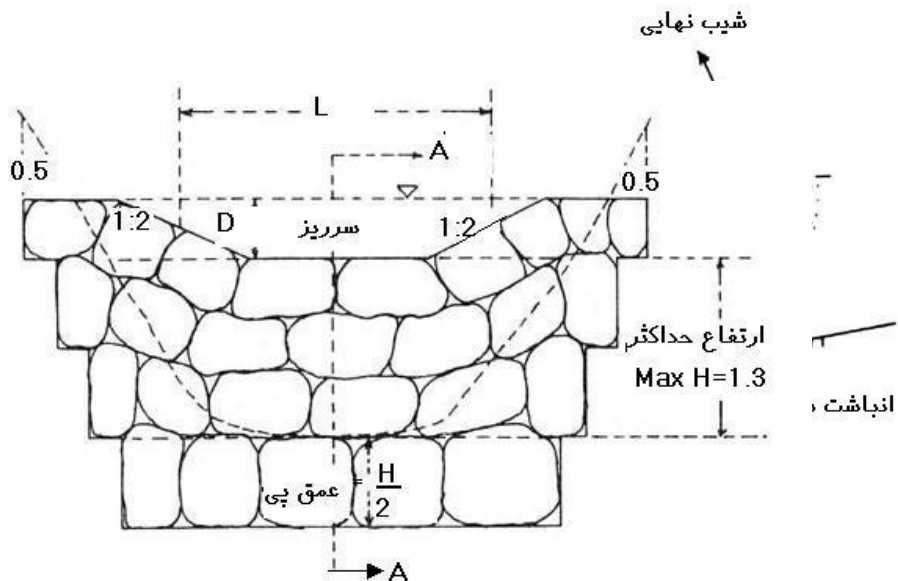
شکل 10 - تصویر اولین بند اصلاحی خشکه چین همراه با پیش بند

5- بندهای اصلاحی قلوه‌سنگی

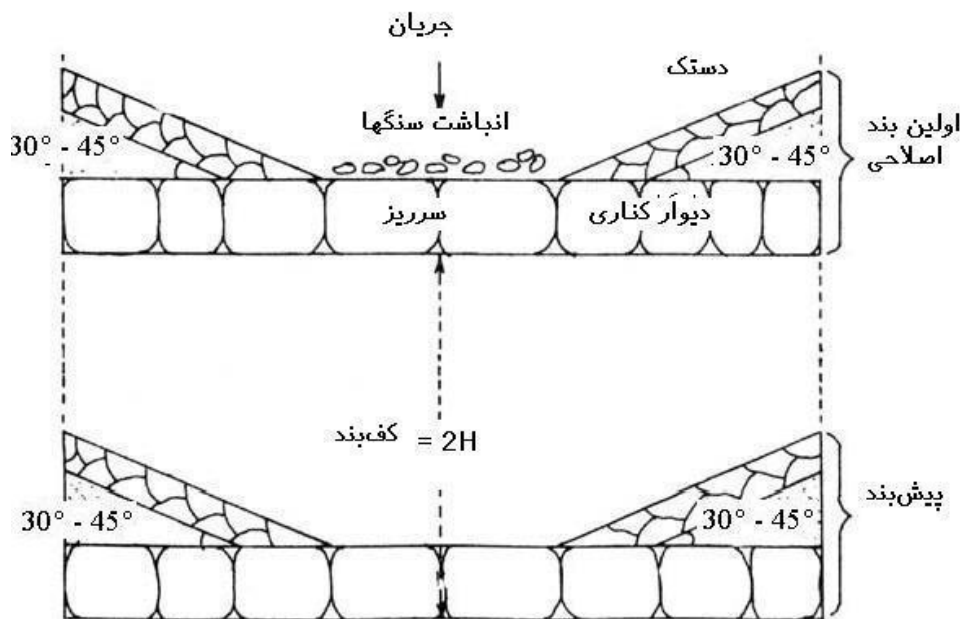
بندهای اصلاحی قلوه‌سنگی در عرض خندق و یا آبراهه ساخته می‌شوند و هدف اصلی آنها کنترل فرسایش بستر کانال یا کاهش شیب آبراهه می‌باشد (اشکال 12 تا 14) خندقهای با طول حدود 900 متر بوسیله بند اصلاحی قلوه‌سنگی تثبیت می‌شود. این بندها در تمام نواحی کاربرد دارند.

حداکثر ارتفاع این بندها $1/3$ متر از تراز سرریز تا بستر آبراهه می‌باشد. عمق پی حداقل باید برابر با نصف ارتفاع مؤثر باشد. ضخامت بند در تراز سرریز $0/7$ تا 1 متر است (متوسط $0/85$ متر) و پایین دست شیبی حدود 30 درصد دارد $(1 : 0/3)$

شکل 11 - نمای جلو اولین بند اصلاحی قلوه‌سنگی



شکل 12 - مقطع اولین بند اصلاحی قلوه‌سنگی با پیش‌بند

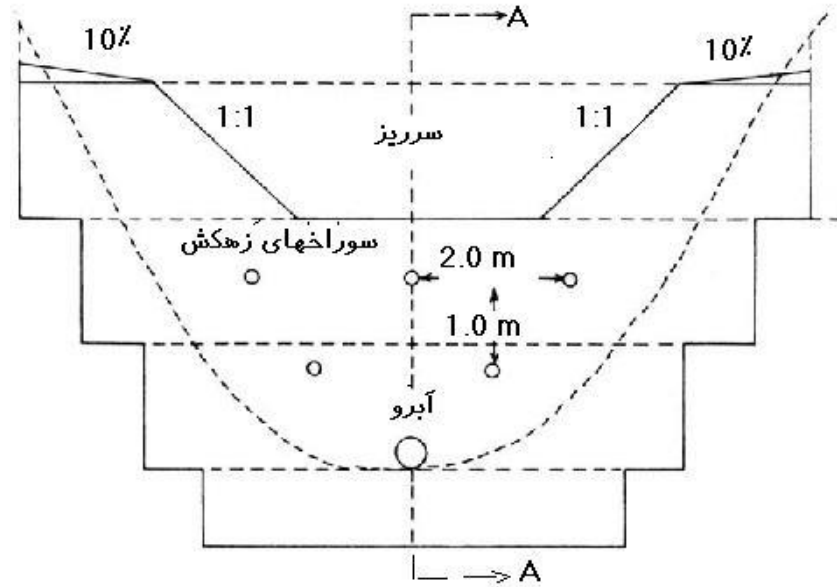


شکل 13 - تصویر اولین بند اصلاحی قلوه‌سنگی با پیش‌بند

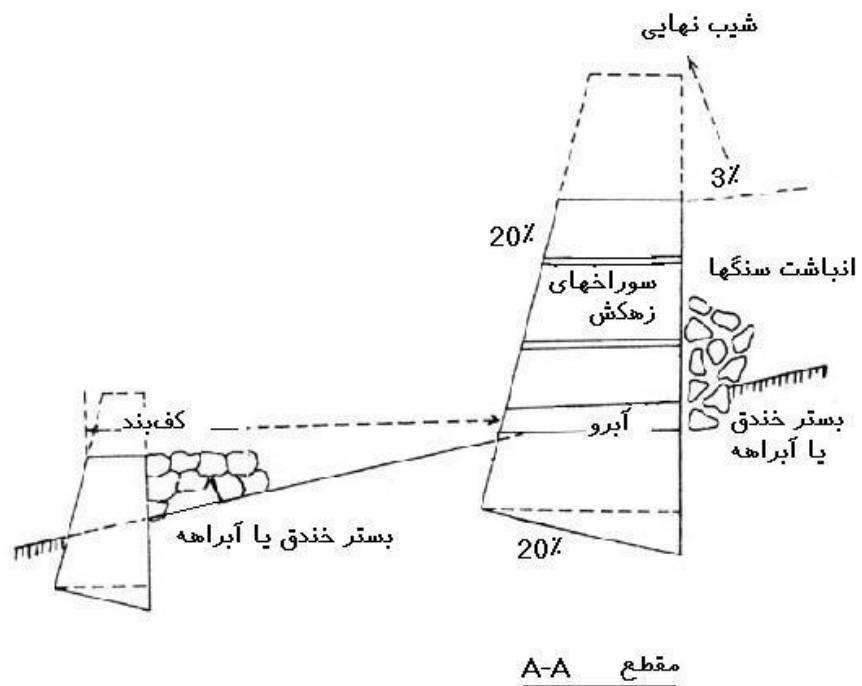
6 - بندهای اصلاحی سنگ و سیمانی

بندهای اصلاحی سنگ و سیمانی با سیمان و سنگهای خرد نشده ساخته می‌شوند و معمولاً در کنترل سیلابها مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف اصلی از ساختن این بندها نگه‌داشتن مصالح ریز و درشتی که همراه سیل به داخل خندق سرازیر می‌شوند. از نقطه نظر فنی و اقتصادی ساختن بندهای اصلاحی سنگ و سیمانی برای کنترل فرسایش کانال خندق توصیه نمی‌شود بلکه بیشتر برای ایجاد یک نقطه مقاوم و تثبیت شده در بستر خندق برای سایر بندها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این بندها برای اهداف کنترل سیل و رسوب در آبراهه‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

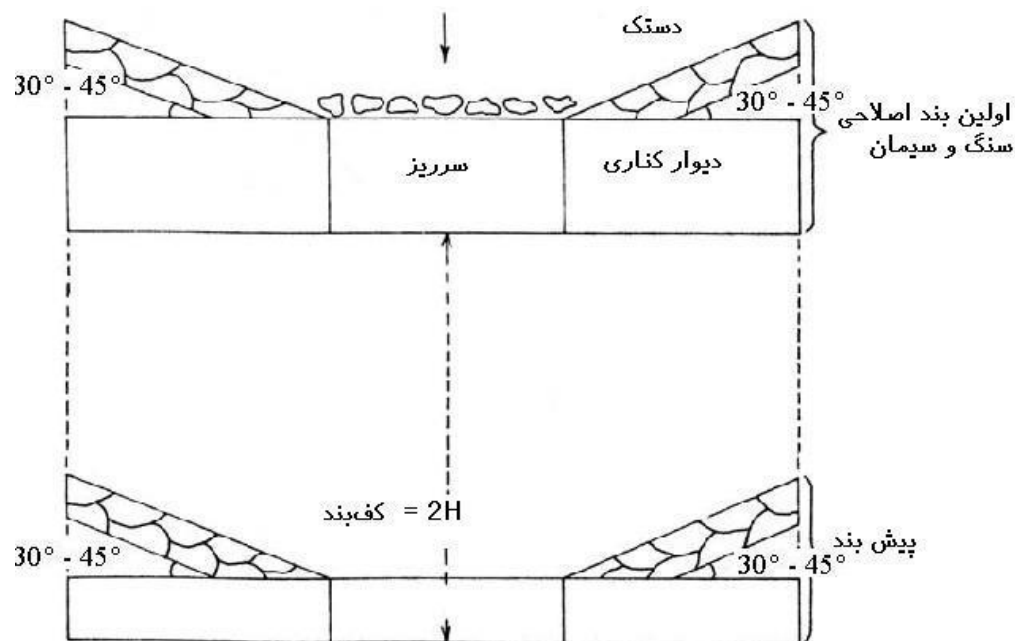
هر نوع خندقی که حدود 1000 متر طول داشته باشد و حوزه آبخیز آن حداکثر 20 هکتار باشد براحتی با بند اصلاحی قلوه‌سنگی تثبیت می‌شود. در یک مجموعه بند اصلاحی قلوه‌سنگی اولین بند می‌تواند با سنگ و سیمان بنا شود و بندهای اصلاحی که بالاتر و پایین‌تر از نقطه تقاطع خندق و جاده قرار دارند نیز ممکن است با سنگ و سیمان ساخته شوند. اشکال 15 تا 17 نمای بند اصلاحی سنگ و سیمانی را نشان می‌دهند.



شکل 14 - نمای جلوی اولین بند اصلاحی سنگ و سیمانی



شکل 15 - مقطع اولین بند اصلی سنگ و سیمانی با پیش‌بند



شکل 16 - تصویر اولین بند اصلاحی سنگ و سیمانی با پیش‌بند

7- بندهای اصلاحی توریسنگی

بندهای اصلاحی توریسنگی از سنگ و تورسیمی ساخته شده و معمولاً برای کنترل سیلاب، کاهش شیب ابراهه و تثبیت بستر مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعلاوه ممکن است همراه بند اصلاحی توریسنگی از دیواره‌های توریسنگی برای تثبیت کناره‌های خندق یا آبراهه استفاده شود. معمولاً استفاده از مجموعه بندهای اصلاحی توریسنگی برای کنترل فرسایش خندق ضروری نیست و صرفه اقتصادی نیز ندارد. شکل‌های 17 تا 19 پلان و مقاطع این بندها را نشان می‌دهد.

تعیین ابعاد بند اصلاحی توریسنگی

1- بندهای با ارتفاع حداکثر 3 متر

اگر ارتفاع (ارتفاع مؤثر به اضافه عمق پی) بند اصلاحی توریسنگی از 3 متر کمتر یا برابر 3 متر و جعبه‌های توریسنگی مورد استفاده در ابعاد $2 * 1/5 * 0/75$ متر باشد. در این صورت به محاسبه ابعاد بند

(ضخامت تاج و پایه) براساس قوانین هیدرواستاتیک و فرمولهای تجربی نیاز نیست زیرا این جعبه‌ها بند را در مقابل واژگونی، لغزش و شکست پایدار می‌کند.

2- بندهای با ارتفاع تا 5 متر

اگر ارتفاع بند اصلاحی توریسنگی 3 تا 5 متر باشد ضخامت تاج و قاعده آن براساس فرمولهای زیر

محاسبه می‌شود:

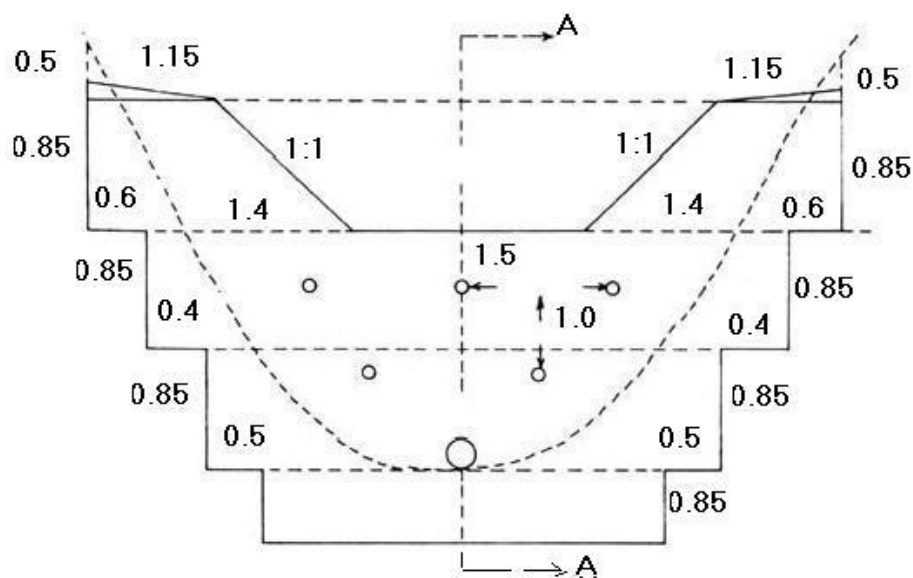
$$K = 0.4H$$

K: ضخامت تاج بند در تراز سرریز

$$D = 0.6H$$

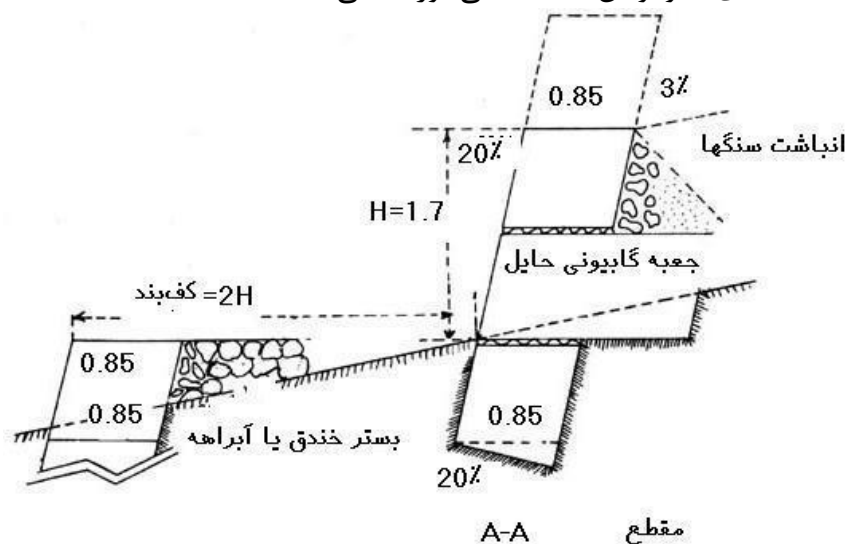
D: ضخامت قاعده (پایه) بند

H: ارتفاع کل بند اصلاحی با در نظر گرفتن عمق پی

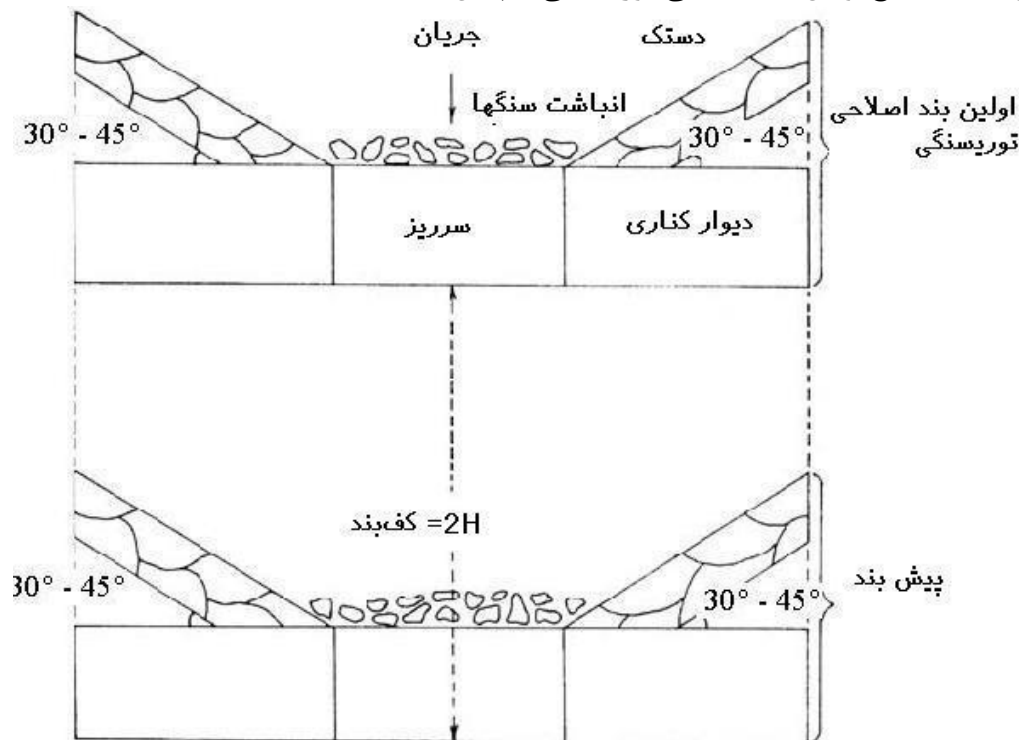


این فرمولها پایداری ددر مقابل واژگونی، لغزش و شکست را تأمین می‌کند. در عین حال توصیه‌های لازم برای

شکل 17 - نمای جلو اولین بند اصلاحی توریسنگی



شکل 18 - مقطع اولین بند اصلاحی توریسنگی با پیش بند



شکل 19 - تصویر اولین بند اصلاحی توریسنگی با پیش بند

– دیگر مشخصات و روشهای اجرایی بندهای اصلاحی توریسنگی

- عمق پی این بندها باید حدود $\frac{1}{2}$ ارتفاع مؤثر یا حدود $\frac{1}{3}$ ارتفاع کل بند باشد ، طول پی از طول سرریز بیشتر است .
- بعد از گودبرداری پی لایه‌ای از جعبه توریسنگ بصورت قائم در آن قرار داده می‌شود . کناره‌های قائم جعبه‌های توریسنگی با سیمهای با همان قطر بسته می‌شود .
- سنگها باید به اندازه کافی سخت باشند تا در مقابل سایش مقاومت کنند ، خرد نشوند و در برابر هوازدگی مقاومت کنند . سنگهای بزرگتر در طول جعبه قرار می‌گیرند و بین آنها سنگهای کوچکتر پر می‌شود .
- وقتی که از جعبه‌های با طول 2 متر استفاده می‌شود . پس از پر شدن $\frac{1}{3}$ حجم کناره‌های داخلی و خارجی و همچنین گوشه‌هایش با پنج ردیف سیم رابط محکم بسته و این عمل پس از پر شدن $\frac{2}{3}$ از توریسنگ نیز تکرار می‌شود .
- بعد از اینکه جعبه توریسنگ پر شد و نشست صورت گرفت سرپوش آن با سیم به کناره‌ها بسته می‌شود . سرپوش باید دقیقاً روی جعبه را بپوشاند .
- اگر بیشتر از یک ردیف جعبه توریسنگ در بند اصلاحی استفاده شود ، لایه بالائی باید به لایه پایینی بسته شود . باید توجه شود که بسته‌های توریسنگ یک اتصال داخلی محکم داشته باشند . برای این منظور ضروری است که بطور صحیح به هم بسته شوند .
- وقتی بند اصلاحی توریسنگی از سه لایه تشکیل شده باشد و ارتفاع آن از سه متر بیشتر نباشد . استفاده از یک جعبه توریسنگی حایل (Binding Box Gabion) در ردیف بالا و یا وسط ضروری است .
- فضای پشت بند اصلاحی و دستکها با مصالح برداشت شده از پی می‌شود .
- ابعاد سرریز براساس بده حداکثر حوزه آبخیز محاسبه می‌شود .
- دیواره‌های کناری باید حداقل از هر طرف 50 سانتیمتر در کناره‌های خندق داخل شوند .

نمونه اجراشده گابیون و خشکه چین در استان مرکزی

