

آبخیزداری

# مقدمه و کلیات

منابع : مهندسی آب و خاک ترجمه دکتر علیزاده

اصول مهندسی آبخیزداری - دکتر حجت ا..ضیایی دانشگاه امام رضا (ع)

اصلاح آبخیزها - دکتر فیروز نخجوانی

آبخیزداری و حفاظت خاک - دکتر اباذر اسمعی دانشگاه محقق اردبیلی

حوزه آبخیز

حوزه ی آبخیز به سطحی از زمین اطلاق می شود که تمامی رواناب ناشی از بارندگی بر روی آن در صورت جریان یافتن از یک دهانه ی خروجی (رودخانه، ابراهه و مسیل ) خارج و یا در یک آب انباشت (دریاچه) ذخیره می شود. اگر رواناب جریان یافته در یک حوزه ی آبخیز در نهایت از آن خارج شود، به آن حوزه ی آبخیز باز و در صورت ذخیره شدن در داخل آن، به آن حوزه آبخیز بسته اطلاق می شود.

ردیف	اصطلاح فارسی	اصطلاح انگلیسی	مساحت (هکتار)
۱	ناحیه آبریز	Basin	$>10^6$
۲	حوزه آبریز	Catchment	$10^5-10^6$
۳	زیر حوزه آبریز	Sub-catchment	$10^4-10^5$
۴	حوزه آبخیز	Watershed	$10^3-10^4$
۵	زیر حوزه آبخیز	Sub-watershed	$100-1000$
۶	خرد آبخیز	Microwatershed	$<100$

حوزه آبخیز یا حوضه آبخیز؟

متخصصین توافق دارند که در متون علمی باید از یکی از دو واژه فوق استفاده کرد و هنگامی که از واژه حوزه استفاده می نمایند آوردن کلمه آبخیز به دنبال آن ضروری است اما در هنگام استفاده از واژه ی حوضه ذکر کلمه آبخیز به دنبال آن ضرورتی ندارد.

هم چنین با توجه به نظر سنجی انجام شده و تطبیق اصطلاحات بین المللی پیشنهاد می شود برای حوزه های بزرگ مانند حوزه کارون و حوزه مرکزی ایران از واژه آبریز و برای حوزه های کوچک مثلا حوزه کسلیان از واژه آبخیز استفاده شود.

## آبخیزداری

به دلیل گستردگی علم آبخیزداری و براساس دیدگاههای مختلف تعاریف متعددی از آن بیان شده که در زیر به مواردی از آنها اشاره می شود.

- علم برنامه ریزی و مدیریت حوزه آبخیز جهت جلوگیری از بهم خوردگی وضعیت آن (آب، خاک، گیاه و زمین ) است

- آبخیزداری تولید همراه با حفاظت است.

- آبخیزداری مدیریت جنگلها، مراتع، اراضی، خاک و منابع آب به منظور افزایش تولید منابع و حفظ تعادل اکولوژیک است که معمولا با واژه هایی چون طرح جامع استفاده از اراضی و طرح جامع حوزه رودخانه ها همراه است.

آبخیزداری مدیریت و بهره برداری هماهنگ، یکپارچه و قانونمند از منابع طبیعی، کشاورزی، انسانی و اقتصادی یک حوزه آبخیز است مشروط بر آنکه سرمایه اصلی یعنی آب و خاک حفظ شود.

فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی (۱۳۶۵) آبخیزداری عبارتست از استفاده صحیح از اراضی حوزه آبخیز طبق برنامه طرح ریزی شده مشتمل بر مهار فرسایش، تنظیم جریان های سیلابی، رسوبگذاری، اصلاح پوشش گیاهی و سایر منابع مشابه.

فرهنگ آبخیزداری (۱۳۷۵): آبخیزداری عبارت است از تدوین یک برنامه جامع و مدیریت آبخیز جهت حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی موجود و با توجه به وضعیت منابع آب

فرهنگ فرسایش و رسوب (۱۳۸۲):

الف- استفاده مناسب از زمین های حوزه آبخیز با هدف های از پیش تعیین شده مانند کنترل فرسایش، تنظیم جریان، کنترل رسوب و اصلاح پوشش گیاهی در راستای ارتقای وضعیت اقتصادی و اجتماعی بهره برداران از آن

ب- نظم و نسق دادن و استفاده از منابع آب و اراضی یک حوزه آبخیز

مدیریت هرزآبها-حفاظت آب و خاک

علمی که با نگاه جامع به مجموعه عوامل موثر در یک اکوسیستم (حوزه آبخیز) در جهت پایداری و ارتقا اکوسیستم زمین سودجویی و منفعت طلبی ارائه طریق می کند. (توسعه پایدار)

## اهداف آبخیزداری

مهار و کنترل آب و افزایش بهره وری از آن

تامین آب کافی و مورد نیاز مناطق پایین دست

کنترل و مهار سیلابهای ویرانگر

جلوگیری از هدررفت آبهای سطحی

حفاظت آب و خاک و کنترل فرسایش خاک و رسوب

تغذیه سفره های آب زیر زمینی، چشمه ها و قنوات

افزایش رطوبت و تقویت پوشش گیاهی

بهره برداری بهینه از منابع طبیعی موجود در حوزه آبخیز

توسعه عدالت محور بالادست (سراب) و پایین دست (پایاب) حوزه آبخیز

## صور مختلف آبخیزداری

آبخیزداری از نظر مکانی به آبخیزداری مناطق مرتفع یا سراب و آبخیزداری مناطق پست یا پایاب تقسیم بندی می شود (جیل، ۱۹۸۵). هم چنین براساس نوع غالب کاربری اراضی در حوزه آبخیز، شامل آبخیزهای کشاورزی و آبخیزهای طبیعی متشکل از پهنه های جنگلی، مرتعی و یا ترکیبی از آنها با اراضی کشاورزی (با گستره کم) تحت عنوان آبخیزداری محیط های طبیعی خوانده می شود (ساتر و آدامز، ۱۹۹۲). یا بر پایه موقعیت مکانی و گستره مناطق شهری و روستایی و لزوم حفاظت و توسعه آنها در حوزه آبخیز با عناوین آبخیزداری شهری و آبخیزداری روستایی بیان می شود (کاپلند، ۱۹۶۱؛ دفتر جنگل آمریکا، ۱۹۶۹).

حوزه های آبخیز روستایی در مواردی نیز به عنوان حوزه های آبخیز طبیعی یاد می شوند که در حالت اخیر بیشتر منظور حوزه های آبخیز جنگلی و مرتعی است. حوزه آبخیز شهری حوضه ای است که با تراکم زیاد یا کم در آن مناطق مسکونی، تجاری و یا صنعتی توسعه یافته و متناسب با نیاز، در آن شبکه های ارتباطی نظیر جاده های آسفالتی ساخته شده است و خصوصیات فیزیکی آن تغییر کرده است.

تاریخچه آبخیزداری

سال ۱۳۴۷-۱۳۳۷: شکل گیری کمیته حفاظت آب و خاک.

-آغاز عملیات اجرایی آبخیزداری در کشور.

-تاسیس دفتر فنی خاک

سال ۱۳۵۷-۱۳۴۸: تشکیل شورای عالی آبخیزداری.

-تشکیل دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری.

-توجه روزافزون مسئولین و برنامه ریزان به برنامه های آبخیزداری.

سال ۱۳۶۹-۱۳۵۸:

-تشکیل دفتر مستقل طرح آبخیزداری سفید رود.

-توجه به ضرورت برنامه ریزی بر مبنای حوزه آبخیز.

-توسعه مطالعات جامع آبخیزداری و طرح های تفضیلی و اجرایی توسط کارشناسان ایرانی.

سال ۱۳۷۹-۱۳۷۰:

-تشکیل معاونت آبخیزداری در وزارت جهاد سازندگی سابق.

-افزایش آگاهی های عمومی نسبت به مسائل آبخیزداری.

-رشد کمی فعالیتهای اجرایی در کشور.

-ادغام وزارتخانه های جهاد سازندگی و کشاورزی و تشکیل وزارت جهاد کشاورزی.

سال ۱۳۸۰ تاکنون: ادغام معاونت آبخیزداری و سازمان جنگلها و مراتع و تشکیل سازمان جنگلها و مراتع و آبخیزداری کشور.

-الحاق مدیریت های آبخیزداری به ادارات کل منابع طبیعی و تشکیل اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری.

## مطالعات جامع آبخیزداری

۱- مطالعه فیزیکی حوزه های آبخیز (فیزیوگرافی)

۲- مطالعات هوا و اقلیم شناسی

۳- مطالعات آب (هیدرولوژی)

۴- مطالعات زمین شناسی و ژئومورفولوژی

۵- مطالعات خاک و قابلیت اراضی

۶- مطالعات فرسایش و رسوب

۷- کاربری اراضی و مطالعات پوشش

۸- مطالعات اقتصادی- اجتماعی

۹- تلفیق و برنامه ریزی

ما در حفاظت خاک بر روی دامنه ها اما در آبخیزداری بر روی آبراهه کار می کنیم.

آبخیزداری شامل کنترل بیولوژیک و کنترل مکانیکی می گردد.

برنامه های بیولوژیک (پیشگیری):

-در دامنه ها:

۱. بذرپاشی

۲. بذر کاری

۳. کپه کاری

۴. نهال کاری

-در آبراهه ها

به طور کلی آبراهه ها به دو صورت توسط پوشش گیاهی مورد عملیات حفاظتی قرار می گیرند:

۱- استقرار پوشش گیاهی در کناره ها پس از تغییر شیب

ابتدا شیب کناره ها اصلاح شیب ملایمی در حد شیب طبیعی ایجاد می شود. سپس با بذرکاری و نهالکاری اقدام

به احیا پوشش گیاهی می گردد. در حالت نهال کاری ممکن است از نهال های ریشه دار و یا قلمه ها (بسته به

نوع گونه ها) استفاده گردد. این روش در آبراهه هایی که سرعت و دبی آب کم بوده و آبراهه از شیب کمی برخوردار است امکان پذیر می باشد.

۲-انجام عملیات استقرار پوشش در بستر:

• نهالکاری بدون کمک موانع ساختمانی:

برای ایجاد استقرار پوشش گیاهی در کناره آبراهه ابتدا با استفاده از ماشین آلات و یا ادوات دستی اقدام به تعدیل شیب کناره ها می شود و سپس با توجه به شرایط حاکم اقدام به بذرپاشی یا استفاده از نهال می شود. این روش معمولاً در آبراهه های با درجه اهمیت کم و در مناطقی که سرعت جریان کم باشد مورد استفاده قرار میگیرد و به نوعی می توان گفت در درجه ۱ و ۲ مورد استفاده قرار می گیرد. چون در این مناطق عمق خاک چندان نیست و گونه هایی که ریشه های سطحی دارند مستقر می شوند و موجب کاهش سیلاب می شوند. در نتیجه آبراهه علفی با گیاهان یکساله ایجاد می شود و پایاب را سبز سبز می کنند. اما در رابطه با استقرار پوشش در بستر می توانیم از نهال کاری استفاده کنیم که این نهال کاری یا بدون مانع ساختمانی است که معمولاً در آبراهه ای که دارای اهمیت زیاد نیستند مورد استفاده قرار می گیرد و با توجه به اینکه اصلی ترین موارد هزینه آن قیمت گیاه یا نهال و دستمزد کارگر است بسیار قابل توصیه می باشد. معمولاً در آبراهه ای که سرعت آب کمتر از ۲ متر بر ثانیه باشد می توان استفاده کرد. مشکل اصلی استقرار این نهال ها در آبراهه می باشد(با توجه به عمق کم خاک) ولی از آنجایی که بازده آن قابل توجه است از این جنبه قابل توجیه است.

• نهال کاری با کمک موانع ساختمانی

در آبراهه ای که معمولاً سیلاب باعث ریشه کن کردن نهال ها می شود با استفاده از ایجاد موانع ساختمانی سرعت آب را کاهش می دهند و ضمن تثبیت پروفیل طولی آبراهه شرایط مناسبی برای استقرار پناه به وجود می آورند. مسئله اصلی که در اینجا وجود دارد نحوه کشت نهال است که معمولاً از نهال های ریشه دار و قلمه اسفاده می شود. تجارب نشان می دهد که کشت گیاه به صورت قلمه نسبت به نهال های ریشه دار ارجحیت دارد. چون هزینه تهیه قلمه کمتر از تهیه نهال های ریشه دار است. توسط قلمه می توان گیاهان با ارتفاع کافی و ریشه عمیق تولید کنیم. مقاومت قلمه نسبت به پاشویی و غرقاب بیشتر و کشت قلمه خیلی راحت بوده و احتیاج به تخصص خاص ندارد.

تهیه قلمه همزمان با کشت و یا چندماه قبل می تواند انجام شود ولی برای نهال ریشه دار باید خزانه ایجاد شود. توسط قلمه می توان گیاهان با ارتفاع کم و ریشه عمیق تولید کنیم. روش بیولوژیک وقتی انجام می گیرد که در مرحله پیشگیری هستیم.

روش تلفیقی: استفاده از روش بیولوژیک و روش ساختمانی

در این روش ابتدا با توجه به شرایط حاکم بر حوزه آبخیز آبراهه مورد نظر موانع عرضی جریان با توجه به شرایط هیدرولوژیکی و مصالح موجود احداث و سپس با کاشت گونه های گیاهی مختلف اقدام به استقرار پوشش گیاهی می کنیم. در بعضی از مواقع با توجه به اینکه هدف از ایجاد موانع عرضی گرفتن فرصتی مناسب از طبیعت جهت استقرار پوشش می باشد، احتیاج به تحکیم رسوبات دستی در پشت مانع می باشد که این کار یا با استفاده از ادوات دستی یا مکانیزه انجام و سپس اقدام به استقرار گونه گیاهی می نماییم. توصیه می شود در این حالت فاصله نهال ها از یکدیگر ۳۰ سانتی متر باشد و یا اینکه هدف کنترل فرسایش کناری است فاصله نهال ها از یکدیگر کمتر باشد.

برنامه های ساختمانی (مکانیکی) " درمان ":

در این حالت از یکسری سازه های مکانیکی جهت اصلاح و احیا حوزه های آبخیز و در شرایطی مورد استفاده قرار می گیرد که امکان اصلاح حوضه تنها بوسیله عملیات بیولوژیکی فراهم نباشد چرا که عملیات ساختمانی به مراتب از عملیات بیولوژیکی پرهزینه تر می باشد. از برنامه های مکانیکی معمولا جهت ایجاد شرایط مناسب به منظور احیا پوشش گیاهی در دراز مدت استفاده می گردد. برنامه های مکانیکی اغلب در جهت کاهش فرسایش و کنترل رسوب، جلوگیری از سیل و مقابله با کم آبی احداث می گردند که در قالب پروژه هایی مانند بانکت و تراس که اغلب انجام مقداری عملیات خاکورزی بوده و در دامنه ها استفاده می شود (که عملیات بیومکانیکی به آنها اطلاق می شود).

و سدهای اصلاحی (انواع چپری، سبک فلزی، خشکه چین، سنگی، گابیونی، سنگ و ملاتی، L شکل و...)، سدهای خاکی، سیستم های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی (آبخوان داری)، تورکینست، خوشاب و نیز فعالیت های مهندسی رودخانه همانند ای، دایک دیواره های ساحلی و پوشش کناره های رودخانه مورد استفاده واقع می شوند بعضی از این پروژه ها در آبراهه ها، گالی ها و رودخانه ها و بعضی در مخروط افکنه ها و دشت سرها اجرا می شود.



## فصل اول:

سدهای مورد استفاده در آبخیزداری

## فصل اول: سدهای مورد استفاده در آبخیزداری

بطور کلی عملیاتهای اصلاحی در آبخیزداری شامل عملیات بیولوژیکی، ساختمانی و ترکیبی است. در عملیات بیولوژیکی از پوشش گیاهی جهت تثبیت شیب استفاده می گردد. اما چنانچه شرایط هدررفت آب و خاک بغرنج باشد در ابتدا مجبور به استفاده از سازه های ساختمانی جهت تثبیت طولی و عرض آبراهه هستیم، و گاهی از هر دو عملیات بصورت ترکیبی جهت تثبیت فرسایش استفاده می کنیم.

بطور کلی آبراهه بعنوان معبر جریان دارای پارامترهای فیزیکی از قبیل طول، شیب، سطح مقطع عرضی می باشد که بسته به شرایط حاکم و میزان آب قابل استحصال نحوه کنترل آنها متفاوت است. پس هدف در احداث سازه تغییر شیب آبراهه به شیب حد است.

شیب حد (شیب تعادل): حداکثر شیب که در آن انتقال ذرات صورت نمی گیرد که به آن شیب آستانه فرسایش نیز گفته می شود. که بستگی به پارامترهایی چون دانه بندی بستر، شکل بستر آبراهه و نحوه جریان سیل بستگی دارد.

$$I = \frac{13.1f(\frac{\gamma_s}{\gamma}-1)a}{0.36k^2c^2R}$$

که در آن  $I$  : شیب حد

$k$ : ضریب سیلابی (  $\frac{v_2}{v_1}$ : سرعت ثانویه به سرعت اولیه آب)  $0 \leq k \leq 1$

وقتی آب ناخالص می شود و اجد سرعت کمتری می شود چون یک مقدار از انرژی آب صرف حمل ذره می شود یعنی همیشه سرعت آب وقتی جسمی درون آب قرار می گیرد از سرعت اولیه اش کاسته می شود. هرچه آب خالص تر باشد،  $k$  به سمت واحد میل می کند.

$f$ : ضریب اصطکاک  $\gamma_s$ : وزن مخصوص جسم  $\gamma$ : وزن مخصوص آب

$C$ : ضریب شزی ( $n$ : ضریب زبری و  $R$  شعاع هیدرولیکی)

$$c = \frac{87}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}}} \text{ فرمول شزی}$$

R: شعاع هیدرولیکی (نسبت مساحت خیس شده به محیط خیس شده) a: نسبت حجم جسم به سطح مقطع جسم

در نواحی کوهستانی شیب حد، نصف شیب خالص آبراهه و در مناطق دشتی و مخروطه افکنه یک سوم شیب خالص آبراهه است.

$$\begin{array}{ll} \text{نواحی کوهستانی} & I_l = \frac{1}{4} \bar{P} \\ \text{مناطق دشتی و مخروطه افکنه} & I_l = \frac{1}{8} \bar{P} \end{array}$$

\*بر طبق فرمول شیب حد چنانچه اصطکاک (f) افزایش یابد، شیب حد زیاد می شود. لذا در اینصورت وضعیت به نفع ما در آبخیزداری است.

\*\*اگر وزن مخصوص ذرات ( $\gamma_s$ ) افزایش یابد شیب حد زیاد می شود.

\*\*\*چنانچه نسبت مواد محموله افزایش یابد چون k کم می شود، باعث افزایش شیب حد می گردد.

\*\*\*\*هر چه آب خالصتر باشد، ضریب سیل به سمت یک میل می کند (k افزایش می یابد) و شیب حد کم می شود که به آن شیب تعادل گویند.

\*\*\*\*\*در مباحث آبخیزداری و کنترل آبراهه گام اول تعیین شیب حد است. شیب حد برای تعیین فاصله سازه ها به کار می رود.

## سد چیست؟

هر گونه مانعی که عمود بر جهت جریان قرار گرفته و سطح مقطع عرضی کانال را پوشش دهد.

## اجزاء سد

۱- ارتفاع مفید: ارتفاعی که برای ذخیره آب در سدها استفاده می شود. فاصله بین کف سرریز تا کف آبراهه

۲- پی یا فوندانسیون: وزن سد را تحمل می کند و از نشست آب جلوگیری می کند.

۳- فیلتر: قسمتی از بدنه سازه که عمل تغییر تدریجی دانه بندی بین دو لایه ریز و درشت را انجام می دهد. هدف از احداث آن جلوگیری از جابجایی ذرات ریز و رگ آبها در زیر سد آنها (مانع حرکت و جابه جایی آب در بدنه سد) است. پس فیلتر بین پی و سنگ بستر است.

۴- ورقه آب بند: Blanket, Pile, sheet: عبارتست از ورقه ای که معمولا در سدهای خاکی مورد استفاده قرار می گیرد و نفوذپذیری آب پشت بدنه را به درون توده خاک موجود در زیر پی سد کاهش می دهد. این ورقه ممکن است از جنس ورقه پلاستیکی، ورقه آهنی و فلزی باشد.

۵- هسته: بخش مرکزی سدهای خاکی که مانع از نشست آب می شود. معمولا در سدهای خاکی غیرهمگن مورد استفاده قرار می گیرد و نقش آن کاهش نفوذ آب بدرون سد می باشد. هسته از نفوذ آب به بدنه سد جلوگیری می کند.

۶- ارتفاع آزاد: Free board: در سدهای خاکی منظور می گردد و عبارتست از میزان ارتفاعی که به ارتفاع مفید سازه اضافه می گردد و بالاتر از تراز طراحی است. این ارتفاع براساس ارتفاع موج در منطقه منظور می گردد. ارتفاعی که به منظور بالا بردن ضریب ایمنی به ارتفاع سد اضافه می شود.

۷- سنگریزی: Riprap: تخته سنگهای درشت که در قسمت سراب سدهای خاکی تعبیه می گردد و با توجه به حداکثر سرعت امواج به بدنه سد قابل محاسبه است و نقش آن جلوگیری از شستشوی مواد ریزدانه ورودی سراب است. همچنین از سایش ناشی از برخورد امواج نیز جلوگیری می کند.

۸- تاج سد: Crest: طول قسمت فوقانی سد که به موازات عرض کف آبراهه می باشد. در سدهای خاکی معمولاً ۳ متر است.

۹- آنکراژ: Anchorage: قسمتی از بدنه سد که بخاطر اتصال بدنه به دیواره های جانبی به درون سنگهای طرفین دره وارد می گردد.

۱۰- حجم سد: حجم سد شامل دو بخش حجم بدنه و حجم دریاچه است. حجم دریاچه شامل حجم مفید و حجم مرده است.

۱۱- ارتفاع کل: مجموع ارتفاع پی، ارتفاع سرریز و ارتفاع مفید است.

۱۲- سرریز: بخش مهمی از سد جهت تخلیه آب مازاد هنگام سیل استفاده می شود.

در پایداری سد و سلامت سد نقش اساسی ایفا می کند.

۱۳- پاشنه: زائده ای در قاعده پی پایداری سد که ضریب پایداری سد را بالا می برد.

۱۴. کف بند یا رادیه: سازه ای که برای جلوگیری از کنش تعبیه می شود. گاهی این وظیفه بر عهده یک سد کوچک دیگر قرار می گیرد که به آن پیش بند اطلاق می گردد.

### نحوه تعیین ارتفاع سد

ارتفاع سد در سدهای اصلاحی براساس عمق کنش، ارتفاع مفید، عمق سرریز و عمق پی تعیین می گردد.

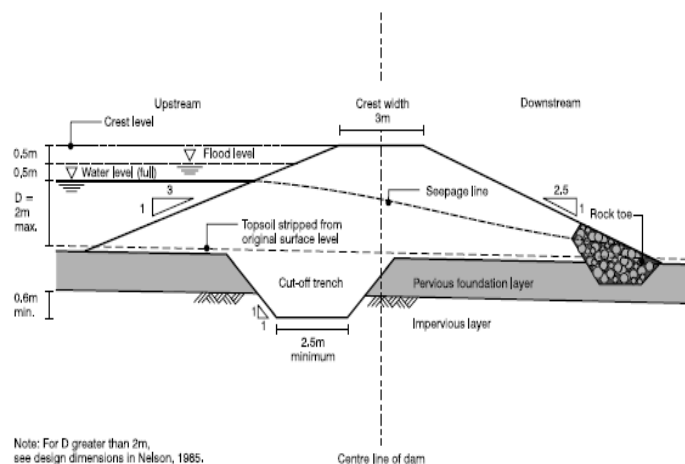
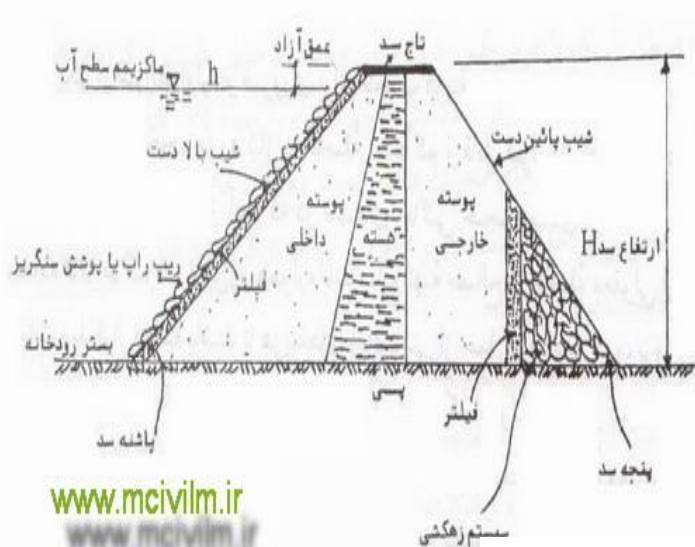


Figure 2. Section through a small earth dam (Source: Nelson, 1985)

اجزا تشکیل دهنده سد خاکی

سدها را از نظر نوع استفاده و کاربرد می توان به سه دسته تقسیم نمود.

– سدهای مخزنی

– سدهای انحرافی

– سدهای اصلاحی

هدف احداث سدهای فوق در آبخیزداری: کنترل سیل و تغذیه سفره ها

هدف احداث سدهای مخزنی: ذخیره آب

هدف احداث سدهای خاکی: ذخیره آب، کنترل سیل، تغذیه سفره ها و کماکان اصلاح مسیر و یا

انحراف آب یعنی همان آبخیزداری

که در کارهای آبخیزداری از سدهای اصلاحی و انحرافی استفاده می شود.

– سدهای انحرافی (بندهای انحرافی)

هرگاه بخواهیم از رودخانه کانالی منشعب سازیم، محل انشعاب را دهانه آبگیر گویند. چنانچه سطح

آب و رودخانه طوری باشد که آب نتواند به خوبی وارد کانال بشود لازمست در محل آبگیر سد و یا

آببندی احداث کرد تا آب به اندازه دلخواه بالا بیاید.

انواع بندهای انحرافی: ثابت یا موقت.

– بندهای انحرافی موقت:

مواد و مصالح: این بندها را با چوب، خاک، شن و سنگ بنا می کنند.

نحوه احداث: به این طریق که چوبهای بلندی را که نوک آن تیز است بفاصله تقریبی نیم متر پهلوی

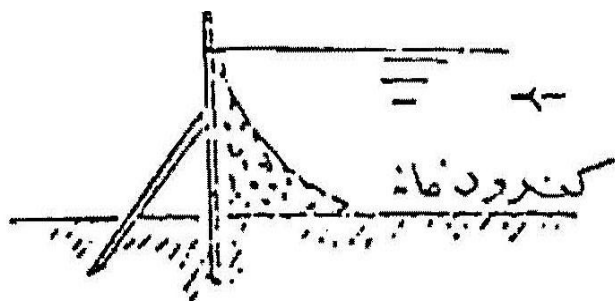
هم در داخل رودخانه (محل آبگیر) با پتک می کوبند. ارتفاع این چوبها باید آنقدر باشد که قدری از آب

خارج باشد. سپس جلو آن خاشاک و چوبهای باریک در جهت عکس چوبهای اصلی طوری قرار

می دهند تا مانعی برای جریان آب باشند. و چون ممکن است چوبهای اصلی بر اثر پوسیدگی پس از

مدتی بشکند بهتر است، پشت آنها با چوب‌های دیگری به طور مورب مطابق شکل محکم شوند و جلو خار و خاشاک را می‌توان خاک و شن و سنگریزه ریخت تا سوراخ‌ها را کاملاً بپوشانند.

### مقطع سد انحرافی موقت



### - بندهای انحرافی ثابت:

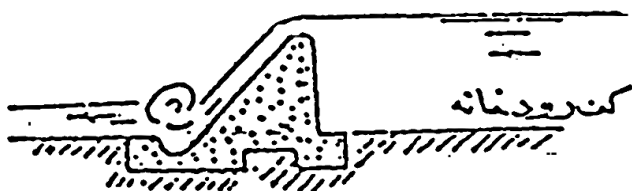
**مواد و مصالح:** این بندها که با مصالح ساختمانی مانند بتون سطح و سنگ و آجر ساخته می‌شوند.

**نحوه احداث:** برای ساختن این نوع سدها باید آب رودخانه را مدتی از آن محل منحرف کرد تا بتوان در آنجا به کار بنایی پرداخت. سپس زمین رودخانه را در محل بند به اندازه کافی حدود یک تا دو متر کنده و ساختمان بند را از همان عمق شروع کرد،

همچنین چون آب در پشت بند، بالا می‌آید ارتفاع آن باید آنقدر باشد که سبب خرابی و خارج شدن آب از رودخانه نشود.

مقطع آب بند، مثلی است که قاعده آن روی زمین قرار دارد و آب اضافی از روی آن سرریز می‌کند.

### مقطع سد انحرافی ثابت



اجزا بند انحرافی:

۱-سد

۲- دهانه آبگیر: اندازه و ساختمان دهانه آبگیر بستگی به مقدار آب مورد نیاز دارد محل دهانه آبگیر بلافاصله در بالا دست بند انحرافی است که شامل قسمت های زیر است:

- سرریز مستغرق (دهانه آبگیری یا دریچه آبگیری)

- حوضچه آرامش ( رسوب دهنده)

- دریچه ها





## بند انحرافی

جهت انحراف آب از آبراهه اصلی به کانال آبرسانی سیستم پخش سیلاب



## دریچه آبگیری و کانال آبرسانی

آب را از محل آبراهه تا محل پخش سیلاب هدایت میکند. مقدار برداشت آب مشخص کننده ابعاد هیدرولیک کانال است. شیب کانال نبایستی از یک درصد تجاوز کند.



## حوضچه آرامش (رسوب دهنده)

قبل از آنکه آب وارد حوضچه نفوذ شود به حوضچه آرامش هدایت شده که تا حد ممکن رسوبات موجود در آب ته نشین شود. رسوبات همراه آب در حوضچه های نفوذ با رسوب در خلل فرج خاک کارایی سیستم را کاهش میدهند. در این پروژه جهت اطمینان بیشتر دو حوضچه آرامش وجود دارد.



## سدهای اصلاحی Check dams

- این سدها از ابزارهای اصلی در فعالیتهای آبخیزداری به منظور حفظ آب و خاک محسوب می‌شوند.
- به منظور اصلاح آبراهه و گالی‌ها اغلب مورد استفاده واقع می‌گردد.
- سدهای اصلاحی از مصالح مختلف و با ابعاد و ارتفاع متفاوت بسته به شرایط گالی و آبراهه احداث می‌شوند.
- شامل سدهای چپری، سدهای چوبی، سدهای سبک فلزی، سدهای اصلاحی وزنی، سدهای لاستیکی

### اهداف احداث چک دمها

- - تثبیت کف و کناره گالی‌ها و آبراهه‌ها و در نتیجه جلوگیری از فعالیت آنها و کنترل فرسایش خندقی و کناره‌ای
- - ایجاد مانع در مقابل سرعت آب و در نتیجه کاهش سرعت آب که نهایتاً به کاهش فرسایش منتهی می‌شود
- - جلوگیری از سرعت آب و در نتیجه ایجاد شرایط لازم جهت نفوذ آب که به تغذیه قنوات چشمه‌ها و نیز کاهش رواناب و سیل منتهی می‌گردد
- کاهش سرعت آب و در نتیجه افزایش زمان تمرکز که خود باعث پخش شدن هیدروگراف سیراب می‌شود و این مسئله دبی رودخانه‌ها را تنظیم می‌نماید یعنی دبی پیک کم و تداوم جریان زیاد را باعث می‌شود (از پشت سدها پس از ساخت آنها شیب حدی ایجاد می‌گردد که آب به آرامی در آن جریان می‌یابد)
- استفاده از سدهای اصلاحی به منظور رسوب‌گیری و نگهداری رسوب در پشت این سدها که اولاً آب صاف به پایین دست سرازیر می‌شود و برای استفاده‌های کشاورزی، شرب، صنعتی و نیز تغذیه سفره‌ها و آبخیزداری مناسب است و ثانیاً در مخزن سدهای مخزنی جای بیشتری برای ذخیره و تنظیم آب باقی می‌ماند (افزایش عمر مفید سدهای مخزنی که بسیار از نظر اقتصادی نیز حائز اهمیت می‌باشد)
- ایجاد شرایط مناسب کشت گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای در کف و کناره آبراهه‌ها و گالی که تثبیت دائمی آنها را بدنبال دارد جهت کنترل فرسایش، سیل و... این مسئله در آبراه و گالی‌هایی که شدت فرسایش زیاد بوده و عدم وجود خاک و سرعت زیاد آب امکان استقرار گیاه را مشکل می‌نماید از اهمیت خاصی برخوردار است. و اهداف دیگری که به صورت جنبی تامین می‌گردد.

## ۱- سدهای چپری

### اهداف احداث

- موانع کوچکی هستند به منظور نگهداری اندکی رسوب جهت ایجاد شرایط کشت گونه
- کاهش سرعت آب جهت نفوذ
- کاهش رواناب در گالی‌های کوچک و یا سرشاخه‌های بسیار فرعی آبراهه‌ها ایجاد می‌گردد

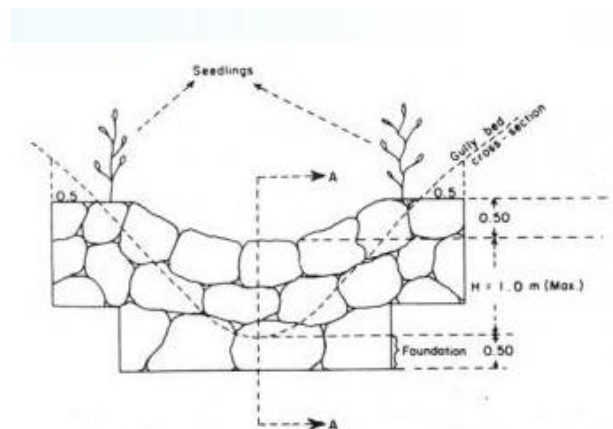
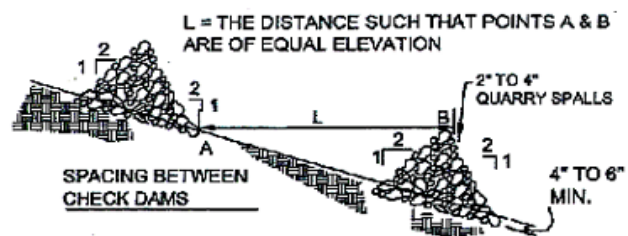
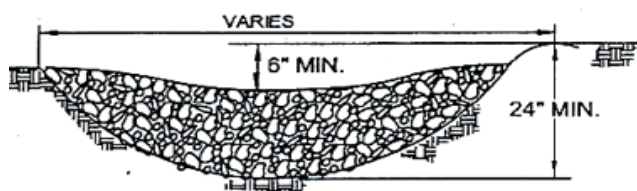
### نحوه احداث سدهای چپری و مصالح

- استفاده از چوب‌های مناسب و میله مانند در فواصل مناسب
- در عرض گالی یا آبراهه به زمین کوبیده می‌شود و پشت آن توسط سرشاخه‌ها و کاه و کلش پر می‌شود.
- در مناطقی که سرشاخه و چوب فراوان باشد بسیار کم‌هزینه است و ساختن آن نیز بسیار ساده به طوری که خود روستاییان براحتی می‌توانند آن را ایجاد نمایند و فقط هزینه کارگری در بر دارد.

### خصوصیات کلی سدهای چپری

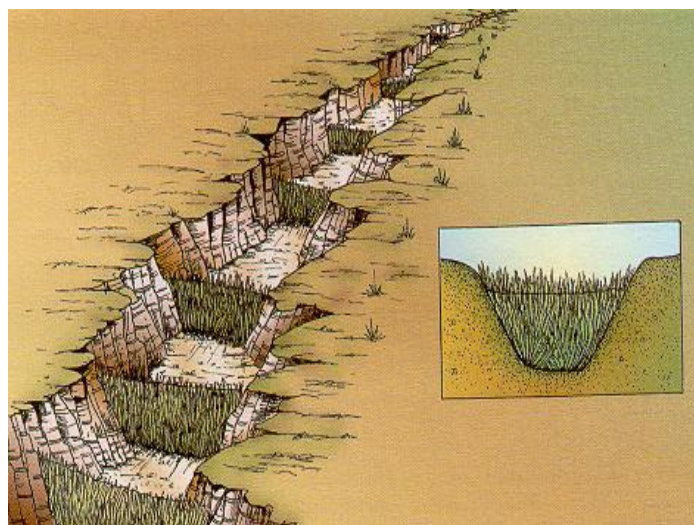
- از ابتدایی‌ترین سازه‌ها به حساب آمده
- از مقاومت بسیار کمی برخوردارند
- عمر مفید آنها نیز کم بوده
- فقط به طور موقتی جهت ایجاد شدن شرایط برای کشت گونه‌های گیاهی و در نتیجه ایجاد سد زنده در پشت آنها کاربرد دارد و ارتفاع اغلب تا ۱ متر می‌باشد.

**نکته:** در سدهای چپری دو لایه به جای یک ردیف تیرچوبی دو ردیف از آنها در زمین کوبیده می‌شود و سپس به همان طریق لایه‌ای از چوب و کلش در فاصله بین تیرها و جلو و عقب آن ریخته و کوبیده می‌شود.



نمایی از یک سد چپری





نمایی از سد چپری

## ۲- سدهای چوبی

### مصالح

در ساختن سدهای اصلاحی چوبی از الوار و یا گرده بینه‌های چوبی استفاده می‌شود.

در مناطق جنگلی مقرون به صرفه می‌باشد.

ساختمان آنها ساده بوده

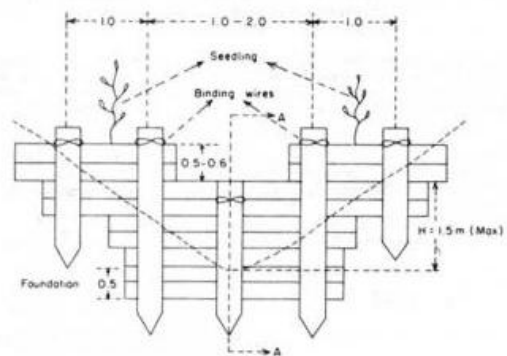
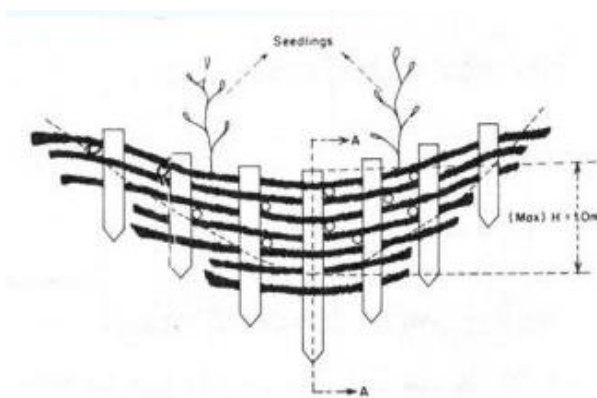
### نحوه احداث

در این سدها با قرار دادن ستون‌های عمودی به فواصل مناسب در عرض آبراهه یا گالی الوارها و گرده بینه‌ها در بین این ستون‌ها که اغلب دو ردیفی در زمین قرار گرفته چیده می‌شوند و به هم و نیز به ستون‌ها اتصال داده می‌شوند و سرریز نیز در وسط این سدها به مقدار لازم تعبیه می‌شود.

میزان مقاومت به چه عواملی بستگی دارد؟ بسته به مقاومت ستون‌ها و چوب‌های مورد استفاده از مقاومت متفاوتی برخوردار می‌باشند.

### مورد استفاده سدهای چوبی

برای گالی‌ها و آبراهه‌های فرعی قابل استفاده هستند. درجه ۲و۱.



نمایی از سد چوبی





### ۳- سدهای سبک فلزی

این سدها در مناطقی که حساسیت سنگ نسبت به فرسایش و انحلال خیلی بالاست توصیه می شود. با توجه به اینکه اینگونه سازه ها از مصالح فلزی همراه با پوشال یا سرشاخه ها و یا باقی مانده زراعت غلات استفاده می شوند لذا نقش مناسبی را در تثبیت پروفیل طولی و عرضی آبراهه ها در این مناطق ایفا می کنند و صرفاً به عنوان یک فیلتر عمودی باعث نگه داشت مواد محموله جریان و نیز کاهش سرعت جریان می گردد. تجارب عملیات ابخیزداری در مناطق حساس از قبیل مارن ها نشان می دهد که تقریب عملی ترین روش تثبیت فرسایش خطی در این مناطق استفاده از این سازه ها می باشد. علاوه بر مصالح فلزی بسته به شرایط حاکم بر منطقه مصالح درختی و سرشاخه ها نیز به نحو مطلوب در این آبراهه ها می توانند مورد استفاده قرار گیرند. بنابر این هدف اصلی از احداث آنها اخذ فرصتی مناسب از طبیعت جهت استقرار پوشش گیاهی می باشد.

تجارب نشان می دهد که استفاده از این سازه ها برای تثبیت خندق ها پاسخگو می باشد و چنانچه از نظر اقتصادی مشکلی نباشد می توان از آن استفاده کرد. پایه ها را با توجه به دوره بازگشت ضد زنگ می سازند رنگهای ایوکسی ضد آب هستند. احتمال سوراخ شدن زیر خاک دستی وجود دارد و یا حیوانات حفار سوراخ ایجاد می کنند و پایداری سازه را بهم می زنند. این سازه با توجه به پایداری که در نتیجه اتصال پایه های اصلی و مهار به دست می آورد، جز سازه های وزنی محسوب نمی شود. بر این اساس بقیه سدهای مورد استفاده در ابخیزداری جز سدهای وزنی هستند.

برای احداث اینگونه سازه ها پس از تعیین شیب های طولی و خالص آبراهه و محاسبه فاصله و تعداد آنها با توجه به مصالح مورد استفاده اقدام به راه اندازی کارگاه احداث شده و کارگاه تجهیز می شود .

#### مقاومت سدهای سبک فلزی به چه عواملی بستگی دارد؟

مقاومت این سدها در مقابل نیروهای وارد بر آنها برعکس سدهای وزنی با وزن سد تامین می شود بلکه بوسیله مهار کردن بدنه آنها تامین می شود.

علت مقاومت کم این نوع سدها ارتفاع آنهاست که حداکثر یک متر می باشد.

\*به علت نفوذپذیر بودنشان نیروی هیدرواستاتیک در حد قابل توجهی کاهش می یابد.

در آبراهه های درجه ۱ و ۲

عمر مفید این سدها کوتاه بوده و به جز در مواردی که بخواهیم به طور موقت محیط را مساعد برای کشت نماییم نمی توانند مورد استفاده قرار گیرند.

## نکته: عمر مفید در سازه چیست؟

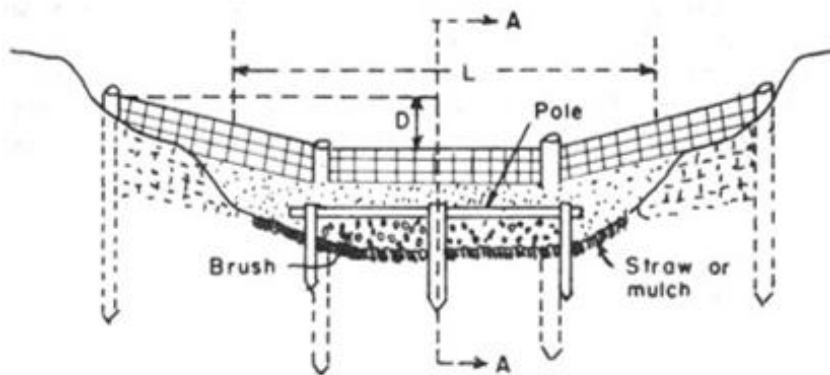
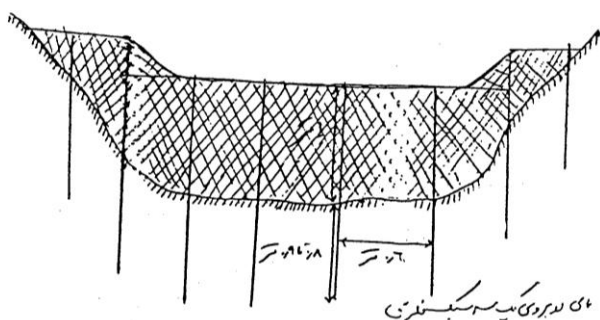
عبارتست از مدت زمانی که سازه بطور مستمر و مفید آبیگری یا رسوبگیری را انجام می دهد.

## محل احداث

به علت مقاومت کمی که این سدها دارند معمولاً در سرشاخه‌های بسیار فرعی آبراهه‌های با شیب کم و یا گالی‌های کوچک با حوزه محدود قابل استفاده می‌باشند که شدت جریان کم باشد و همچنین در مناطق مارنی که نفوذ آب باعث انحلال املاح می گردد (در زنجان). آبراهه‌های درجه یک و دو.

## هدف احداث سدهای سبک فلزی

این سدها رسوبات را در پشت خود جمع کرده و از طبیعت فرصتی برای استقرار گیاه می‌گیرند و تا حدی نیز جلو سرعت رواناب را گرفته و از نظر سیل‌خیزی زمان تمرکز را افزایش و در نتیجه دبی سر شاخه‌ها را کاهش می‌دهد.



نمایی از سد سبک فلزی

## مصالح و اجزای سازه

- پایه های اصلی: از جنس سپری یا نبشی یا قوطی به طول حدود  $1/8$  تا  $1/9$  متر که اسکلت اصلی سازه می باشد.
- پیکه های مهاری: از جنس همان سپری یا نبشی یا قوطی به طول حدود  $0/7$  تا  $0/8$  متر جهت مهار پایه.
- سیم های مهاری: سیم های گالوانیزه به قطر  $3$  میلی متر جهت مهار پایه های اصلی به پیکه های مهاری.
- توری گابیون: از جنس توری های معمولی گابیون که ابعاد وزنه ها  $12 \times 10$  سانتیمتری قطر سیم ها  $3$  میلی متر می باشد و بدنه اصلی سد را تشکیل می دهد.
- میله های رابط: از جنس همان سپری یا نبشی یا قوطی که جهت پایداری بیشتر پایه های اصلی را در محل سرزیر و پیکه های مهاری را در عمق  $25$  سانتیمتری داخلی زمین به طور افقی به هم متصل می نماید.

## روش احداث سدهای سبک فلزی

مرحله اول: پس از انتقال مصالح مورد نیاز به محل مورد نظر دو شیار در جهت عمود بر جریان در کف و کناره های بستر به عمق حدود  $25$  سانتیمتر یکی در محل پایه های اصلی و برای کوبیدن پایه های اصلی به زمین در این محل و دیگری در محل پیکه های مهاری جهت قرار گرفتن میله رابطی که پیکه ها را در عمق  $25$  سانتیمتری به طور افقی به هم اتصال می دهد حفر می گردد.

مرحله دوم: سپس پایه های اصلی که معمولاً یک سر آنها تیز شده و در وسط و سر دیگر آنها سوراخی تعبیه شده از قسمت تیز شده به زمین کوبیده می شود (در داخل شیار مربوطه) طوری که فاصله پایه ها با هم حدود  $60$  سانتیمتر باشد ضمناً این پایه ها طوری کوبیده می شوند که با خط شاقولی (امتداد قائم) زاویه ای برابر  $10$  درجه به طرف سراب درست نمایند (در عمیق ترین قسمت آبراهه بلندترین پایه ها که حدود  $1/9$  متر می باشد کوبیده می شود طوری که  $0/9$  متر داخل زمین و  $1$  متر بالای سطح زمین واقع می شود و طبیعی است که در کناره ها پایه های کوتاه تری مورد نیاز بوده و تعداد کمتری از آنها در سطح زمین باقی می ماند). پیکه های مهاری نیز بسته به ارتفاع سد، شیب آبراهه و شیب حد در فاصله مناسبی که حداقل برابر ارتفاع سد می باشد در بالادست سد (به طرف سراب) در داخل شیار مربوطه به زمین کوبیده می شوند طوری که فقط  $10$  سانتیمتر آن در سطح زمین قرار گیرد و ضمناً در نوک آنها نیز یک سوراخ تعبیه شده است. این پیکه ها نیز به صورت متمایل به طرف سراب در زمین کوبیده می شوند و برای هر دو عدد پایه اصلی یک عدد پیکه مهاری در نظر گرفته می شود.

**مرحله سوم:** به وسیله سیم‌های گالوانیزه هر دو عدد پایه هریک از دو قسمت نوک و وسط به یک پیکه مهاری اتصالی داده می‌شود و سپس شبکه‌های توری در روی پایه‌های اصلی قرار گرفته و به فواصل ۳۰ سانتیمتر به ۳۰ سانتیمتر که به وسیله سیم‌های گالوانیزه به پایه‌های اصلی بسته می‌شود.

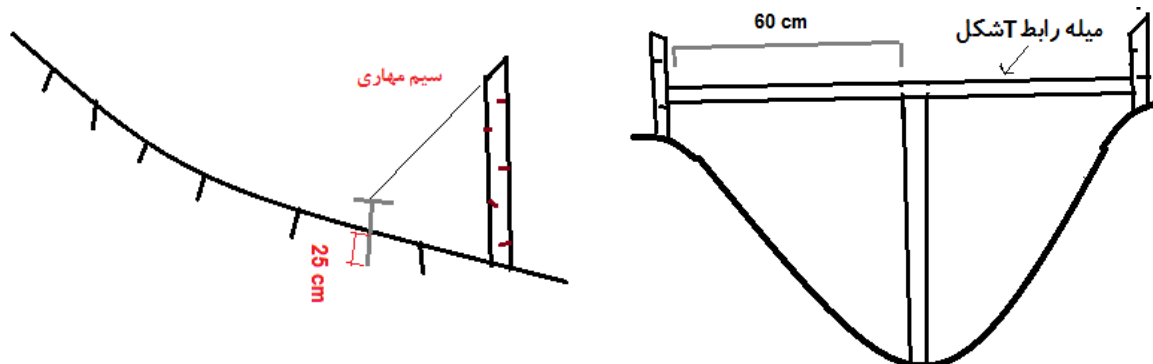
\*معمولاً شبکه توری به خاطر کم شدن نفوذپذیری و کوچک شدن روزنه‌ها و نیز مقاومت بیشتر به صورت دو لایه استفاده می‌شود که می‌توان طوری روی پایه‌های اصلی قرار داد که یک لایه در طرف سراب و لایه دیگر در طرف پایاب قرار گیرد و سپس هر دو لایه به هم و به پایه‌های بسته شود و حدود ۳۰ سانتیمتر در طرف پایاب و سراب در روی زمین قرار گیرد و با قرار دادن سنگ‌هایی در روی این قسمت مقاومت بیشتری برای آن تامین گردد و یا اینکه هر دو لایه در طرف سراب روی هم قرار گیرد و به پایه‌های اصلی بسته شود.

\*پشت سد ممکن است توسط شاخ و برگ پر شود تا نگهداری رسوب بهتر انجام گیرد و یا گاهی اوقات که بنا داریم بعد از احداث سد بلافاصله پشت آن را کشت نماییم از خاک دستی تا ارتفاع حدود ۳۰ سانتیمتری سرریز پر نموده و بلافاصله کشت نماییم. ضمناً با توجه به اینکه پایه‌های اصلی واقع در کناره‌ها در ارتفاع بالاتری واقع می‌گردند خود به خود در وسط سرریز لازم برای سد ایجاد می‌گردد.

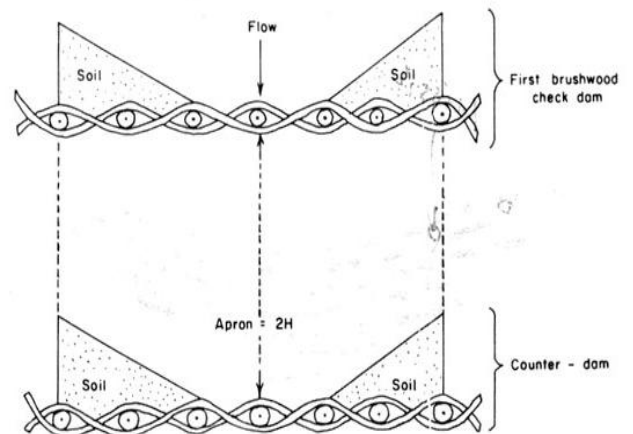
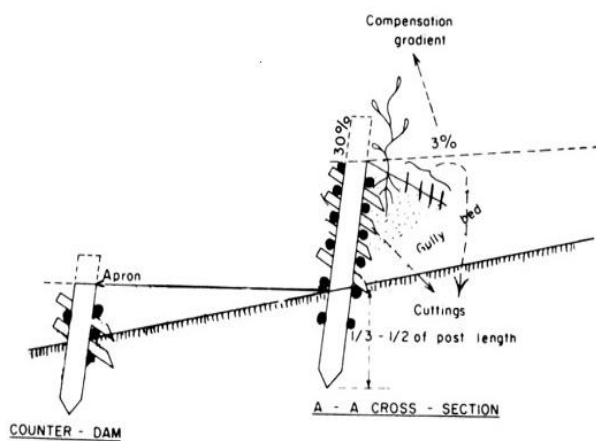
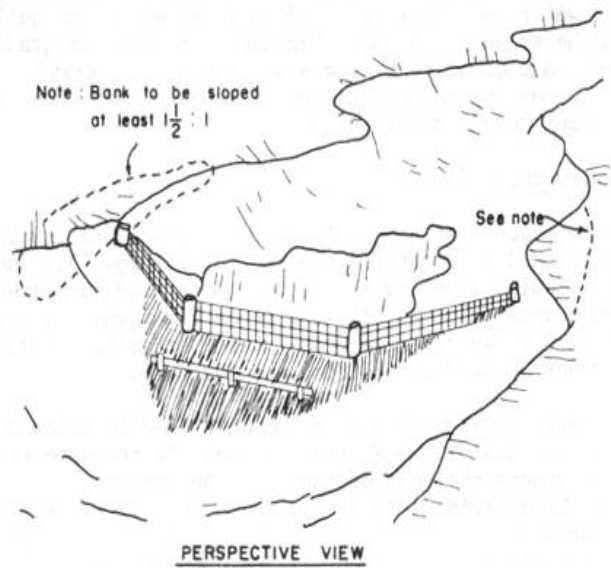
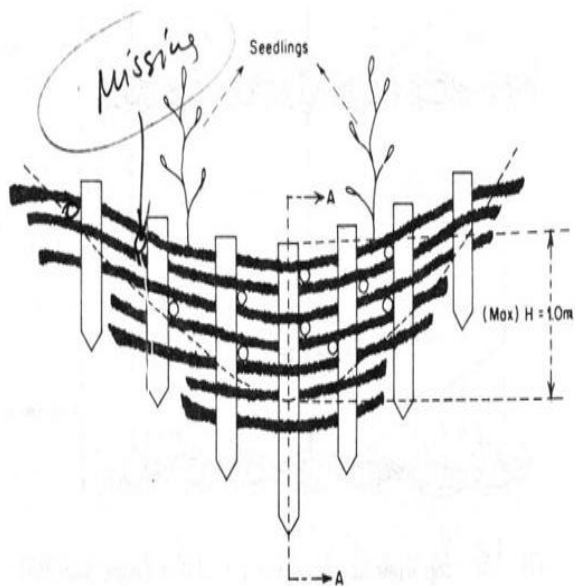
#### اقدامات نگهداری از سدهای سبک فلزی

۱- محافظت از آهن‌ها در برابر زنگ زدگی و استفاده از آهن ضدزنگ

۲- جلوگیری از کنده شدن پای سد بوسیله تخته سنگها و یا استفاده از فیلترهای مصنوعی، استفاده از خاک فاقد املاح در پایاب.



نمایی از سد سبک فلزی



نمایی از سد سبک فلزی

## سدهای اصلاحی وزنی

این نوع سدها عبارتند از

۱- سدهای خشکه چین

۲- سدهای گابیونی، یا توریسنگی

۳- سدهای سنگی و ملاتی

۴- سدهای L شکل

## چرا به آنها عنوان سد اصلاحی وزنی داده اند؟

چون نیروهای وارده به سد توسط وزن سد خنثی می گردد و بدین وسیله پایداری سد تامین می شود.

## ۱- سدهای خشکه چین

### ویژگیها

این نوع سدها به وسیله سنگ چین خشک و ساده درست می شوند.

معمولاً در مواردی مقرون به صرفه هستند که در محل به اندازه کافی سنگ موجود باشد.

در آبراهه های درجه ۲ و ۳

## مشخصات بدنه سد خشکه چین (مصالح، ارتفاع مفید، شکل سرریز، پی، دبی عبوری، ...)

مقطع: مقطع سد شکل دوزنقه ای است که در قسمت سراب به صورت قائم یا عمودی و در قسمت پایاب دارای شیبی برابر ۲۰ تا ۲۵ درصد (با خط قائم) می باشد.

ارتفاع مفید: با توجه به کم بودن مقاومت این نوع سدها ارتفاع مفید آنها حداکثر تا ۱/۵ متر می باشد و ارتفاع آب در روی سرریز آنها نباید بیشتر از ۲۰ سانتیمتر باشد و نیز دبی بیشتر از ۲۰۰ لیتر در ثانیه در هر متر طولی سرریز آنها ممکن است باعث تخریب شود.

\*در چیدن سنگ‌ها بایستی سعی شود از سنگ‌هایی که دارای شکل هندسی است استفاده نموده و طول بزرگ سنگ‌ها نیز در جهت جریان قرار داده شود و حداکثر هم‌پوشانی و سطح اصطکاک را با هم داشته باشند تا مقاومت بیشتری برای سازه حاصل آید.

**شکل سرریز:** سرریز این سدها شکل سهمی یا دوزنقه‌ای و یا مستطیلی ایجاد می‌شود که ابعاد آن با استفاده از فرمول مربوطه قابل محاسبه می‌باشد.

در محل سرریز بایستی از سنگ‌های درشت‌تر استفاده شود تا در مقابل حرکت دادن آب مقاومت نمایند.

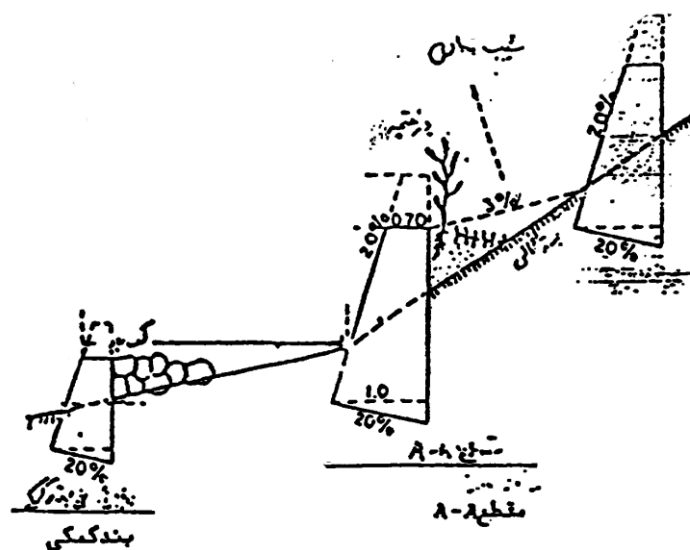
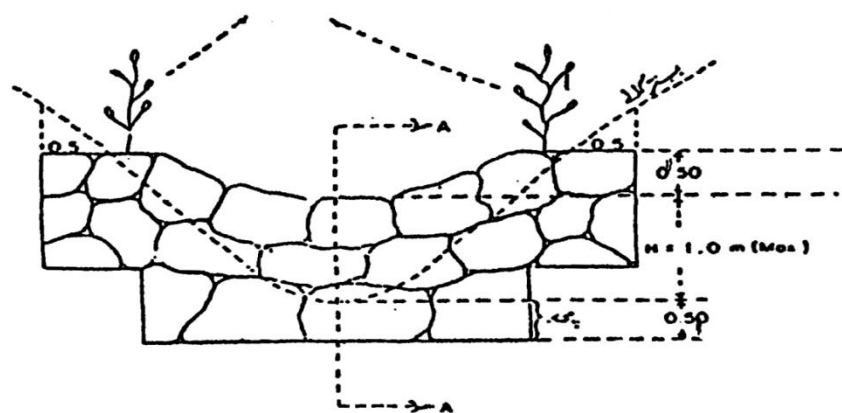
**پی و آنکراژ:** مقدار پی بسته به وضعیت کف آبراهه متفاوت بوده که از فرمول مربوطه قابل محاسبه است و آنکراژ نیز بسته به مقاومت کناره‌ها متفاوت است ولی حدود 0/5 متر تا 0/7 متر در نظر گرفته می‌شود عرض سد در محل سرریز حدود 0/7 ارتفاع مفید سد در نظر گرفته می‌شود.

### اهداف احداث سدهای خشکه چین

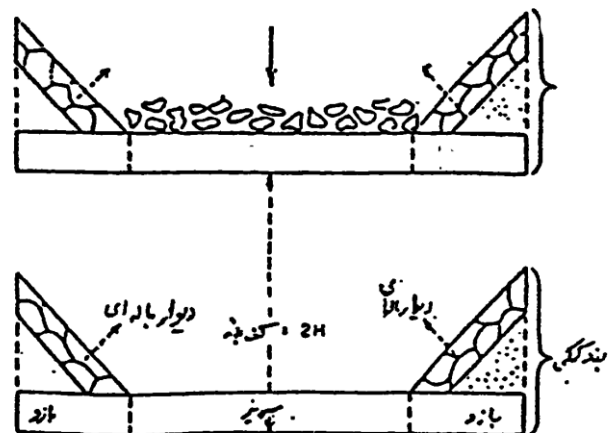
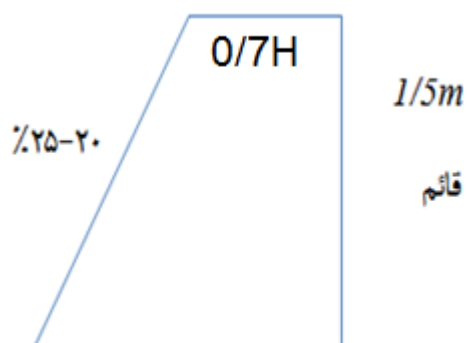
این نوع سدها با هدف کنترل فرسایش کناره‌ای، کاهش سرعت آب و در نتیجه افزایش زمان تمرکز و میزان نفوذ به منظور کنترل سیل، نگهداری رسوبات و نیز ایجاد شرایط گشت گیاه و تثبیت دائمی آبراهه یا گالی احداث می‌گردند.

### شرایط احداث سدهای خشکه چین

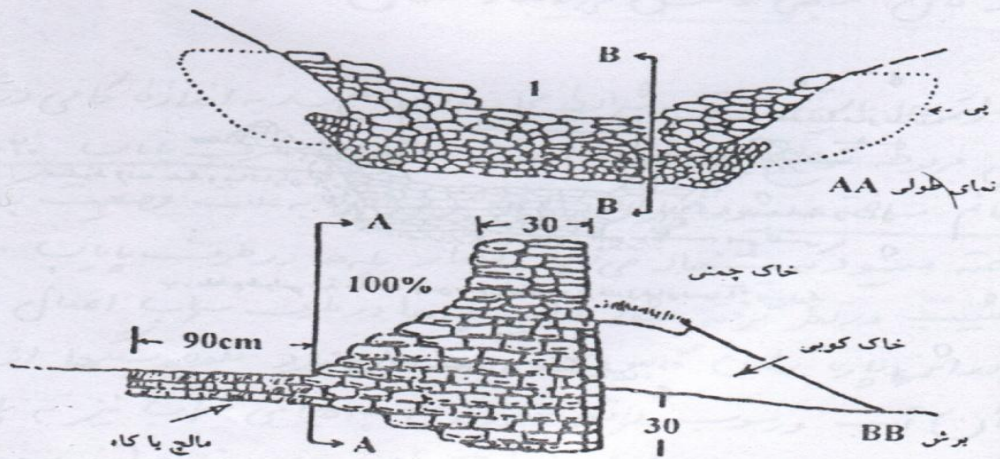
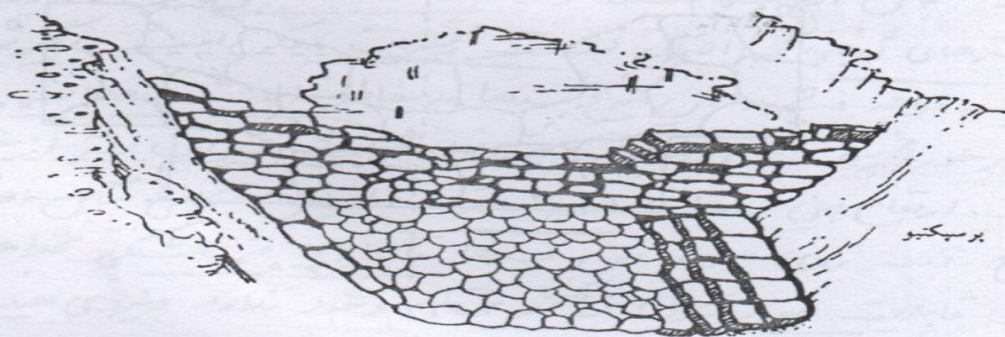
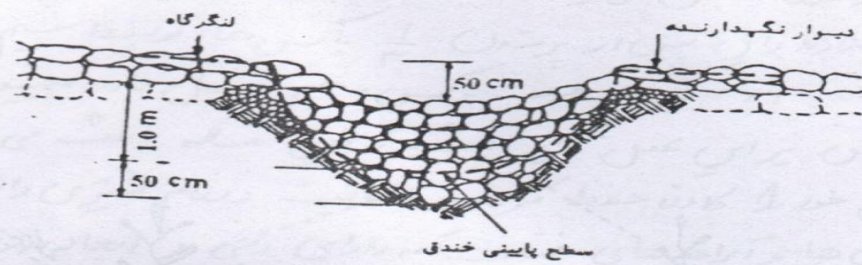
معمولاً در سرشاخه‌های فرعی که دبی جریان و مقطع آبراهه مناسب این نوع سازه است ایجاد می‌شوند (آبراهه‌ها و یا گالی‌ها) و گاهی اوقات نیز به منظور تسریع در کشت گونه‌ها در پشت سد و یا کاهش نیروی هیدروستاتیک آب ممکن است با خاک دستی تا ارتفاع 0/5 متری سرریز (حدود ۵۰ سانتی متری زیر سرریز) پر شوند.



نمای افقی اولین چکدم خشکه چین به همراه بند کمکی

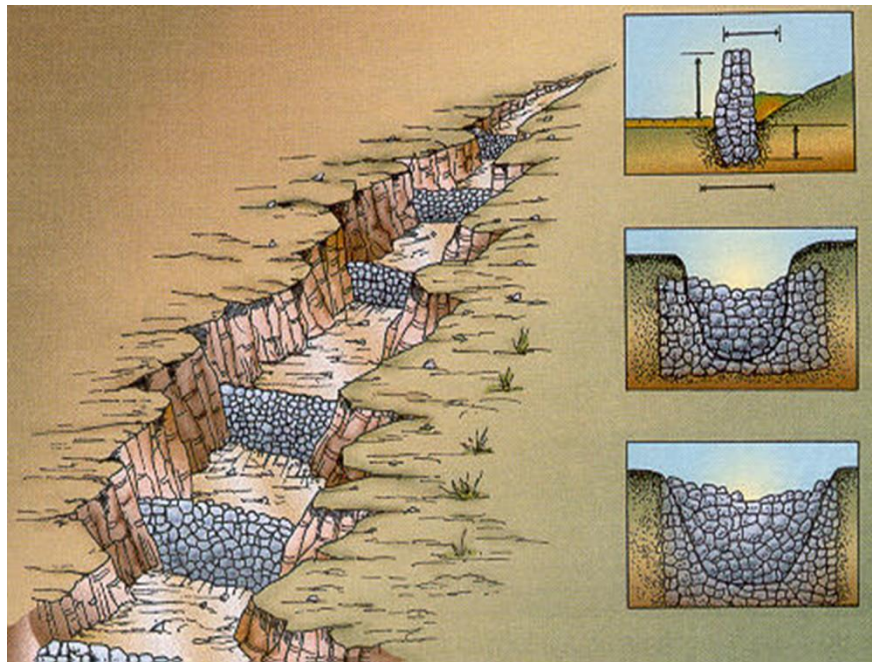






شکل ۱۴ سد خشک چین سنگی





سد خشکه چین

## سدهای گابیونی

با استفاده از مصالح توریهای با ابعاد استاندارد و سنگ های با ابعاد مشخص ساخته می شوند. استفاده از این نوع سازه ها بیشتر در مناطقی که احتمال وجود نیروهای ثانوی از قبیل حرکت های توده ای باشد توصیه می شود هر چند در کلیه مناطقی که این نیروها وجود دارند این سازه ها در قالب جعبه های طولی با ابعاد استاندارد مورد استفاده قرار می گیرند اما در مناطقی که جنس سنگ مقاوم به عنوان خاستگاه باشد ایجاد این نوع سازه ها توصیه نمی شود. برای احداث اینگونه سازه ها حتما احتیاج به تجهیز کارگاه و استفاده از کارگر ماهر می باشد.

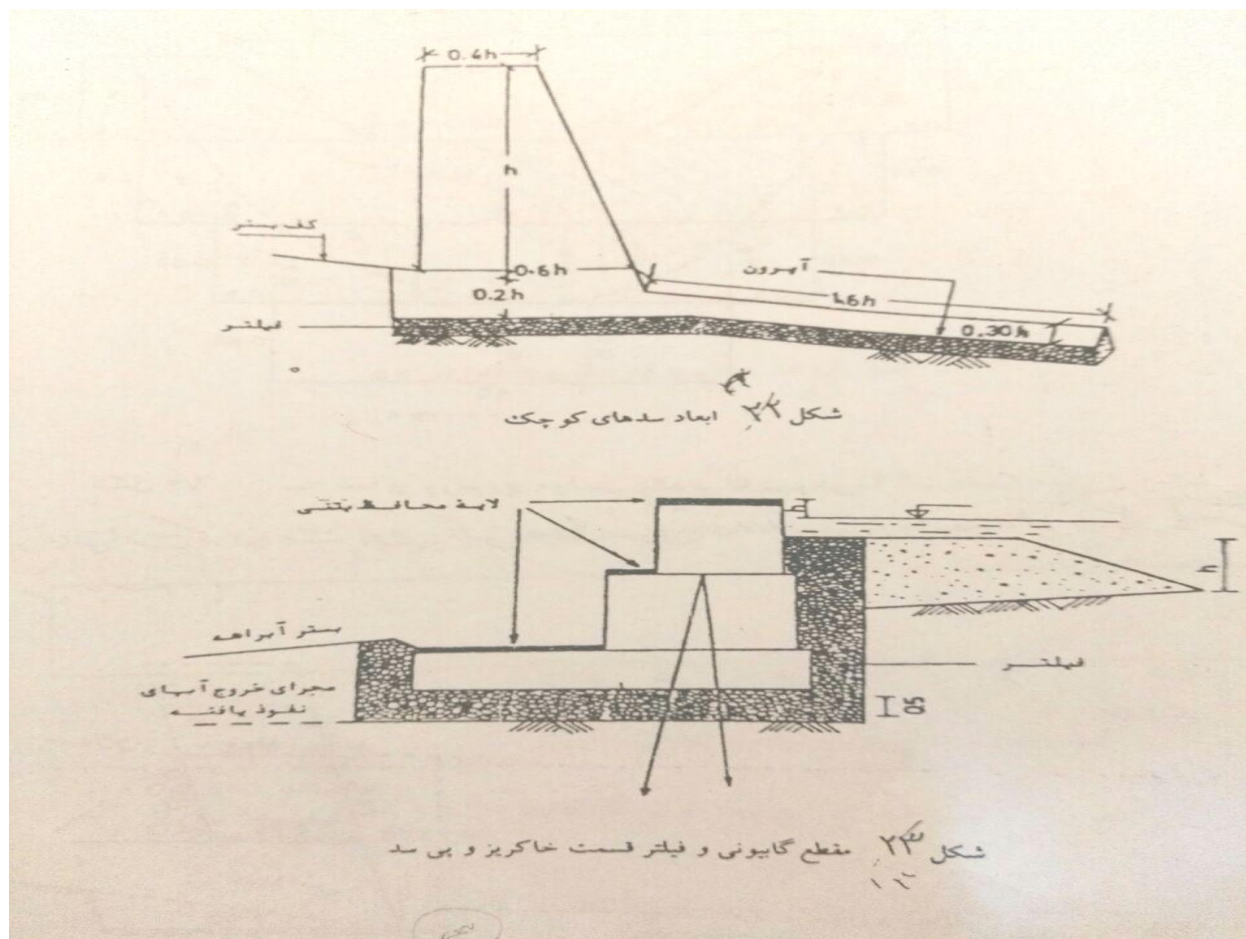
جعبه های مورد استفاده را یا می توان در محل احداث ایجاد نماییم و یا اینکه به صورت استاندارد در ابعاد مشخص در بازار موجود می باشد و قابل تهیه است. نکته اصلی که در پر کردن این جعبه ها از سنگ وجود دارد رعایت ابعاد این سنگ ها می باشد که در اثر کوچکترین نیروی وارده از روزنه های توری خارج نشود.

طول گابیونها معمولا از ۲ تا ۶ متر می باشد ولی به طور متوسط با طول ۳ متر و آماده در بازار موجود است. ضخامت سیم گالوانیزه ۳ میلی متر است. برای پاشنه معمولا

۰/۵ متر در نظر گرفته می شود. روش ساخت این سدها به نوعی است که هم قسمت سراب و هم پایاب حالت پلکانی پیدا می نماید. در قسمت سراب پیشنهاد می شود که عرض پله ها کمتر از قسمت پایاب باشد و غالبا ۱۰ سانتی متر عرض برای سراب و ۴۰ سانتی متر برای پایاب در نظر می گیرند. از نظر سنگ های مورد استفاده حداقل قطر مورد استفاده بایستی بزرگتر یا مساوی ۱/۵ برابر حداکثر قطر توری گابیونی باشد.

خاکریزی دستی در قسمت سراب جهت کاهش فشار استفاده می شود به شرطی که از فیلتر هم استفاده شود.

ارتفاع این سدها نباید از ۳ متر تجاوز کند و ارتفاع آب سرریز نباید از ۶۰ سانتی متر بیشتر باشد.



## ۲- سدهای گابیونی (توری سنگ): نحوه ساخت گابیون

- برای ساختن سدهای گابیونی از گابیون استفاده می‌شود.
- گابیون‌ها جعبه یا سبدهایی به شکل مکعب مستطیل است که از تور سیمی ساخته شده است. در یک طرف سطح فوقانی آنها لوله‌هایی وجود دارد که توسط آنها در جعبه باز و بسته می‌شود.
- جهت ساختن سدهای گابیونی در محل مورد نظر هریک از جعبه‌های گابیون را در محل خود قرار داده و از سنگ‌های مناسب پر کرده و درب آنها می‌بندند و با روی هم و کنار یکدیگر قرار دادن باکس‌ها (جعبه‌های پر شده گابیونی) به مانند چینن آجرها سه مورد نظر ساخته می‌شود.
- سنگ‌های مورد استفاده بایستی از نظر اندازه مناسب باشند و حداقل قطر سنگ‌ها بایستی  $1/5$  برابر قطر روزنه‌ها باشد و علاوه بر آن هریک از باکس‌ها از نقاط مختلف توسط سیم‌های گالوانیزه به باکس‌های زیرین، بالایی و

کناری خود اتصال داده می‌شود که در این حالت توده سد به جسم واحدی مبدل می‌گردد که مقاومت بهتری داشته و امکان حرکت باکس‌ها از بین می‌رود.

- پس از پر شدن  $\frac{1}{3}$  باکس توسط سیم‌های گالوانیزه به فواصل 0/5 تا 0/6 متر دو طرف باکس به هم اتصال داده می‌شود و پس از پر شدن  $\frac{2}{3}$  باکس نیز این عمل تکرار می‌گردد که این مسئله باعث می‌شود هر یک از باکس‌ها مشکل خود را کاملاً حفظ کرده و مقاومت و دوام بیشتری داشته باشند.

### □ محل احداث

- این سدها در گالی‌ها و آبراهه‌های مختلف که دارای دبی و ابعاد در حد متوسط می‌باشند قابل احداث هستند و از مقاومت مناسبی برخوردار هستند به خصوص برای بسترهای آبرفتی که احتمال نشست رسوبات موجود است و دیگر سازه‌ها اغلب با تخریب مواجه می‌شوند این نوع سدها به خاطر قابلیت انعطاف از مقاومت مناسبی برخوردار هستند بخصوص برای بسترهای آبرفتی که احتمال نشست رسوبات موجود است و دیگر سازه‌ها اغلب با تخریب مواجه می‌شوند این نوع سدها به خاطر قابلیت انعطاف از مقاومت مناسبی برخوردار هستند و تطابق بهتری با تغییرات بستر از خود نشان می‌دهند.

### □ مشخصات بدنه

#### □ ارتفاع سد و ارتفاع سرریز:

- ارتفاع این سدها تا ۳ متر با اطمینان کافی قابل احداث می‌باشد و ارتفاع آب روی سرریز این سدها کمتر از ۰/۶ متر مشکلی نخواهد داشت. به علت قابلیت نفوذپذیری فشار تحتانی وجود ندارد و نیروی هیدروستاتیک نیز در حد قابل توجهی کاهش می‌یابد.

#### □ پی و آنکراژه:

- پی و آنکراژه بایستی بسته به شرایط محل و ارتفاع سد به اندازه کافی در نظر گرفته شود. شیب از طرف پایاب ۲۰٪ و طرف سراب قائم (۹۰ درجه) ساخته می‌شود (البته اغلب در اجرا به علت وضعیت باکس‌ها به صورت پله‌ای ساخته می‌شود که پیشنهاد می‌گردد مقدار پله‌ها در طرف پایاب به اندازه همان ۲۰ درصد شیب در نظر گرفته شود و بقیه پله‌ها در طرف سراب اعمال شود تا مشکل تخریب در اثر پاره شدن گابیون به علت برخورد قلوه‌سنگ‌ها از بین برود و علاوه بر آن آب و رسوب واقع در روی پله‌های سراب نیز به پایداری سازه کمک نماید) موارد مربوط به حفاظت پایاب سد نیز همانند سدهای دیگر می‌باشد. ارتفاع پی برابر است با



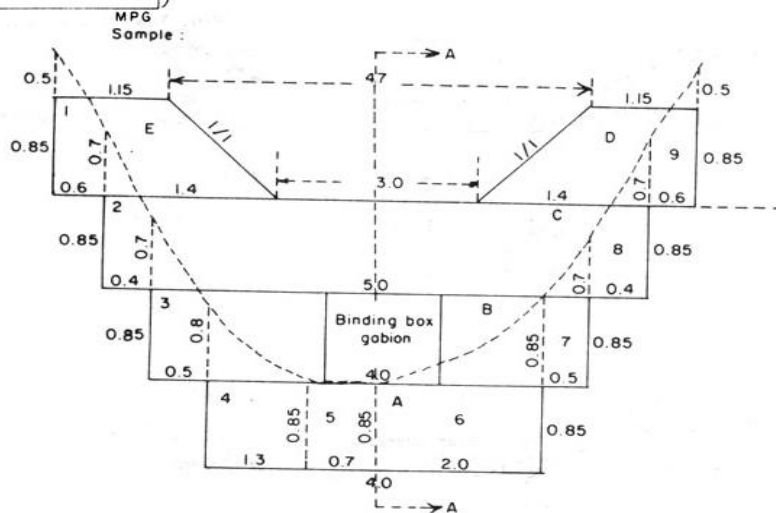
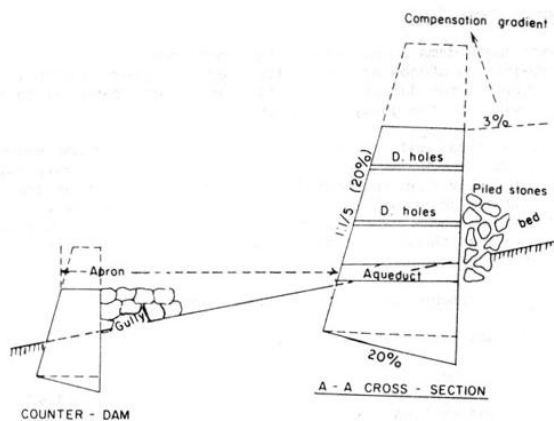
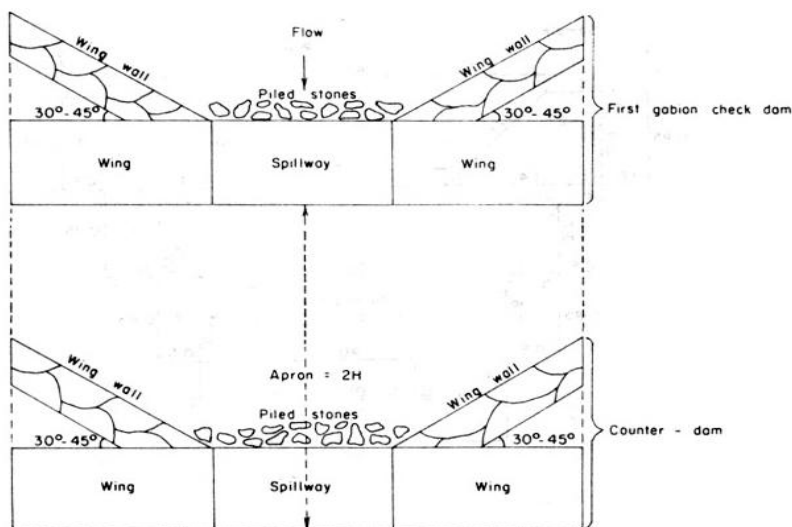
ارتفاع پی=ارتفاع پاشنه + 0/5m

ارتفاع پاشنه معمولا ۰/۵ متر است.

چرا عرض پله ها در پایاب بیشتر است؟

۱- هر چه شیب کمتر باشد پایداری بیشتر است.

۲- آب با ریزش روی پله ها سرعتش کم شده و با آرامش پائین میاید.



سدهای گابیونی (توری سنگ)



سد گابیونی

گابیونها جعبه یا سبدهایی به شکل مکعب مستطیل با ابعاد  $1 \times 2 \times 3$  از جنس توری سیمی هستند. این جعبه ها دارای منافذ ۶ ضلعی با ابعاد  $10 \times 12$  سانتی متری هستند. اندازه سنگهای مورد استفاده در پر کردن جعبه ها باید حداقل یک و نیم برابر قطر منافذ باشد.

از آنجایی که رواناب دارای مواد معلق می باشد و به مرور زمان باعث سائیدگی سیمها می شود، سطح روی جعبه ها را در تاج سد و طرف پایاب با سیمان می پوشانند.



سد گابیونی

### ۳- سدهای سنگ و ملاتی یا سنگچین ملات دار

**مصالح:** این سدها که مقاومت بیشتری نسبت به سدهای قبلی دارند از ملات همراه با سنگ‌های مناسب از نظر مقاومت، اندازه و شکل ساخته می‌شوند.

#### اهداف احداث

این سدها با هدف جلوگیری از سرعت آب و در نتیجه جلوگیری از سیل و فرسایش کناره‌ای و نیز نفوذ دادن آب در بستر آبراهه و کاهش رواناب و نیز ایجاد شرایط مناسب کشت گونه‌های گیاهی در آبراهه‌ها و گالی‌هایی که از فعالیت، ابعاد و دبی بیشتری برخوردار بوده استفاده می‌شود.

#### مواردی که در زمان احداث مدنظر قرار می‌گیرد

- ✓ این سازه‌ها از نظر هزینه از سازه‌های قبلی پرهزینه‌تر است و معمولاً در مواقعی ایجاد می‌شود که سدهای خشکه‌چین و گابیونی جوابگو نباشد.
- ✓ وجود ماسه و سنگ مناسب در محل تا حد قابل توجهی هزینه این نوع سدها را کاهش می‌دهد.
- ✓ این سازه‌ها در آبراهه‌های درجه ۴ و بالا تر که حجم قابل ملاحظه‌ای از سیلاب را باید عبور دهند و یا واجد مناطق فرسایشی شدید باشند، احداث می‌شود. مصالح مورد استفاده جهت احداث آنها سنگ و ملات و سیمان می‌باشند و معمولاً توصیه می‌شود حداقل ابعاد سنگها 15 cm ارتفاع، 20 cm عرض و 40 cm طول داشته باشد.
- ✓ این سازه‌ها به سازه‌های کم ارتفاع و مرتفع تقسیم بندی می‌شوند و برای احداث آنها در آبراهه‌های مهم احتیاج به تجهیز کارگاه می‌باشد. هرچند در عملیات آبخیزداری تا حدود ۶ متر ارتفاع به عنوان کنترل کننده فرسایش و رسوب و سیلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما ارتفاعات بالاتر از یک حد نیز جهت احداث سدهای مخزنی می‌تواند ساخته شود.
- ✓ میزان آنکراژ یا تکیه گاه‌های جانبی در دیواره‌های خاستگاه سد حدود ۷۰-۱۵۰ سانتی متر توصیه می‌شود. آنکراژ باعث جلوگیری از کنش دیواره‌ها و پایداری سد می‌شود.
- ✓ حداکثر ارتفاع تراز آب در روی سرریز اینگونه سازه‌ها بستگی به دبی طراحی (عمق به دست آمده از دبی طراحی) دارد و جهت پایداری آنها سعی می‌شود خاکریزی دستی حدود ۵۰ سانتی متری کف سرریز انجام شود.



✓ در این نوع سازه ها از فیلتر در حد فاصل خاکریزی دستی و بدنه اصلی سد توصیه می شود و هم چنین جهت کاهش فشار هیدروستاتیک احداث منافذ با ابعاد  $10 \times 20$  سانتی متر و به شکل لوزی در بدنه این سازه ها پیشنهاد می شود. منافذ رانش را تقلیل می دهند. هرچند سنگ ها زاویه دارتر پایداری بیشتری دارند.



سد سنگ چین ملات دار

## تمهیدات کاهش نیروی هیدرواستاتیک

در این نوع سدها جهت زهکشی خاک پشت سد و در نتیجه کاهش نیروی هیدرواستاتیک وارد بر سد ایجاد روزنه‌های در بدنه سد ضروری می‌باشد علاوه بر این زمانی که سد با در نظر گرفتن پی به سنگ بستر می‌رسد. تغذیه قنوات و چشمه‌های پایین دست از طریق بستر آبرفتی رودخانه با وجود این روزنه‌ها با مشکل مواجه نمی‌گردد. این روزنه‌ها به شکل مستطیل ساخته می‌شود که طول مستطیل در جهت قائم قرار می‌گیرد و ابعاد روزنه‌ها  $15 \times 25$  و یا  $10 \times 20$  در نظر گرفته می‌شود و این روزنه‌ها با آرایش لوزی در بدنه سد تعبیه می‌شوند که فاصله افقی آنها ۲ متر و فاصله قائم آنها ۱/۵ متر در نظر گرفته شده و از کف آبراهه تا حدود ۰/۵ متری زیر سرریز ادامه پیدا می‌کند.

## شکل مقطع، شیب سراب و پایاب، ابعاد سد

در احداث این سدها طرف سراب قائم و طرف پایاب با شیب ۲۰ درصد (نسبت به حالت قائم) در نظر گرفته می‌شود. ابعاد سد بسته به ارتفاع کل سد، وزن مخصوص مصالح، وزن مخصوص آب، شیب طرف پایاب سد و... متفاوت است. مقطع سد در واقع دوزنقه‌ای می‌باشد که سطح این دوزنقه در طول متوسط سد حجم کل سازه را مشخص می‌نماید.

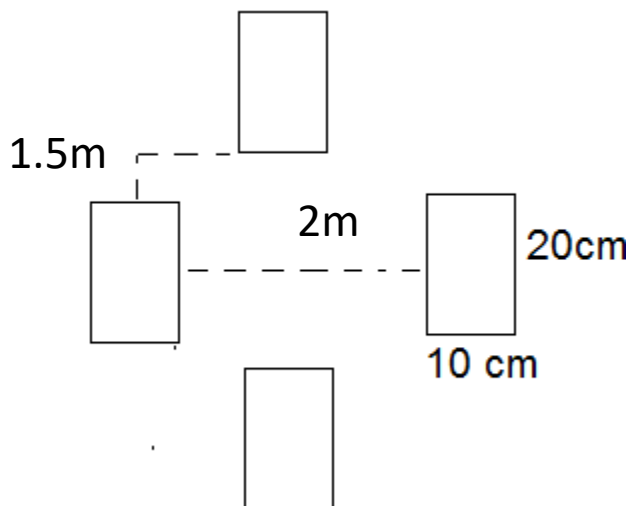
\*عمق پی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C = \frac{1}{8}H + D \text{ (ضخامت پاشنه)}$$

ضخامت پاشنه معمولاً ۶۰ سانتی متر می‌باشد.

ارتفاع کل = ارتفاع مفید + ارتفاع سرریز

\*\*در همه سدهای اصلاحی نیم متر خاکریزی زیر سرریز صورت می‌گیرد.



#### ۴- سدهای اشکل:

این سدها هم بعنوان سدهای ذخیره ای و هم اصلاحی مورد استفاده قرار می گیرند. غالبا با بتون آرمه احداث می گردد. قسمت افقی قاعده سراب، نقش اساسی در تامین پایداری آن بازی می کند. قسمت پایاب باید طوری طراحی شود که از برخورد سنگهای درشت مصورن بماند و یا اینکه سرریز بوسیله آهن یا بتن مصون بماند.

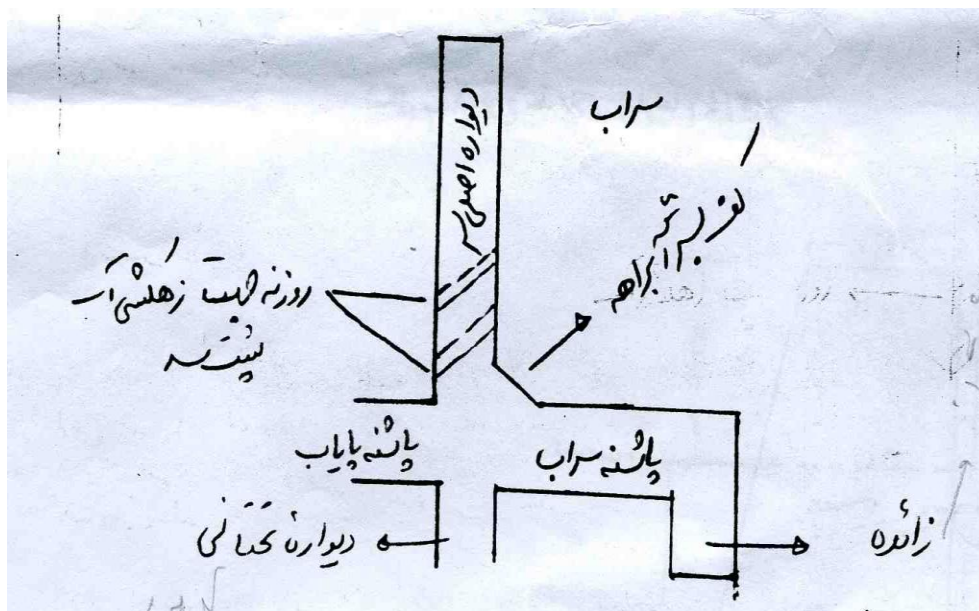
#### نقش زائده عمودی

بهبود بخشیدن به پایداری کلی سد و مخصوصا پایداری در مقابل لغزش

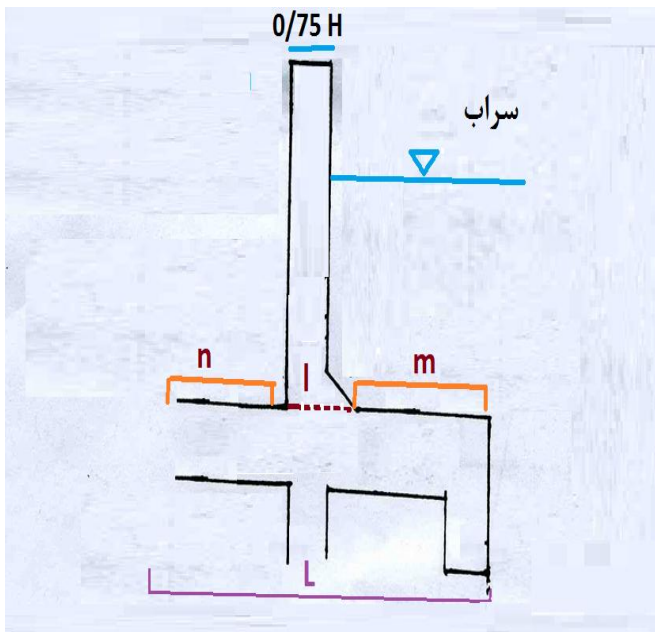
کاهش فشار تحتانی توسط طولانی کردن مسیر حرکت آب

برای سدهای به ارتفاع ۴ و ۵ متر طول زائده برابر با  $0.8$  متر و برای سد به ارتفاع ۶ متر برابر ۱ متر خواهد بود. دیواره تحتانی یک دیواره مستقل از سد بوده و در امتداد دیواره عمودی قرار دارد و دارای همان ضخامتی است که بقیه سد دارا میباشد.

قسمت عمودی به عنوان دیواره عمودی سد در نظر گرفته و قسمت افقی به عنوان پاشنه سرآب میباشد. در انتهای پاشنه سرآب یک زائده کوچک به سمت پایین وجود دارد که همان زائده عمودی است. پاشنه سرآب را کمی به سمت چپ امتداد دهید تا دیواره عمودی را قطع کند (پاشنه پایاب). حال دیواره عمودی را به سمت پایین امتداد داده به طوری که پاشنه را قطع کند. شما در حقیقت دیواره تحتانی عمودی را ترسیم نمودید.







$$L=l+m+n$$

L: طول کلی پاشنه

M، طول پاشنه در قسمت سراب

n: طول پاشنه در قسمت پایاب

l: عرض تاج سد

عرض بالای سدها:

در سدهای سنگ چین ملات دار .....  $l=0.3H$

در سد خشکه چین  $l=0.7H$

در سد L شکل  $l=0.75H$

در سد بتون آرمه  $l=0.15H$



سد L شکل

## تاریخچه استفاده از سدهای لاستیکی:

- تکنولوژی نسبتاً جدیدی است.
- فکر ساخت سد از مواد مصنوعی از جمله مواد لاستیکی از سال ۱۹۵۰ برای اولین بار توسط Norman imberston رئیس دپارتمان مهندسی آب و نیرو در شهر لوس آنجلس مطرح و چندی بعد در سال ۱۹۵۸ اولین سد لاستیکی در این شهر توسط کمپانی لاستیک سازی بریجستون طرح و ارائه گردید.
- تخمین زده می شود که در حال حاضر بیش از ۴۰۰۰ سد لاستیکی در مناطق مختلف دنیا ساخته شده و در حال بهره برداری است.
- اولین سد لاستیکی در کشور در استان مازندران در سال ۱۳۷۵ در حاشیه دریای مازندران بر روی رودخانه بابل بنام سد لاستیکی بابل توسط شرکت لاستیک سازی satujo ساخته شده است.
- هدف : جلوگیری از تداخل آب شور دریای مازندران
- ارتفاع این سد در حدود ۳/۱۰ و طول آن ۶۰ متر و از نوع بادی می باشد

### اهداف کلی از ساخت سدهای لاستیکی:

- ذخیره موقت دبی پایه رودخانه ها برای تأمین آب کشاورزی
- افزایش سطح تراز آب در رودخانه و کاهش هزینه پمپاژ آب به اراضی کشاورزی در این رودخانه ها
- جداسازی آبهای آلوده یا شور از آب شیرین
- استفاده از سدهای لاستیکی برای افزایش حجم ذخیره سدهای بزرگ



## اهداف کلی از ساخت سدهای لاستیکی:

- بهبود شرایط زیست محیطی و بیولوژیکی و اکولوژیکی محدوده طرح
- استفاده از سدهای لاستیکی به عنوان بندهای انحراف در تأمین آب کشاورزی
- استفاده از بندهای لاستیکی برای بازیافت آب زهکشها در طرح های آبیاری
- پرورش میگو در نواحی ساحلی با استفاده از سدهای لاستیکی
- جداسازی آب شیرین رودخانه ها از آب شاخیهایی که از سازندهای شور عبور میکند
- کنترل سیلابها در رودخانه های مجاور در نواحی شهری
- تولید الکتریسیته توسط نیروگاههای آبی کوچک و بزرگ
- استفاده از بندهای کوتاه لاستیکی در حوضچه های پرورش ماهی
- استفاده از سدهای لاستیکی به عنوان بندهای تنظیمی و انحراف
- ذخیره موقت دبی پایه رودخانه ها برای تأمین آب کشاورزی
- افزایش سطح تراز آب در رودخانه و کاهش هزینه پمپاژ آب به اراضی کشاورزی در این رودخانه ها
- جداسازی آبهای آلوده یا شور از آب شیرین
- استفاده از سدهای لاستیکی برای افزایش حجم ذخیره سدهای بزرگ



## مزایای سدهای لاستیکی:

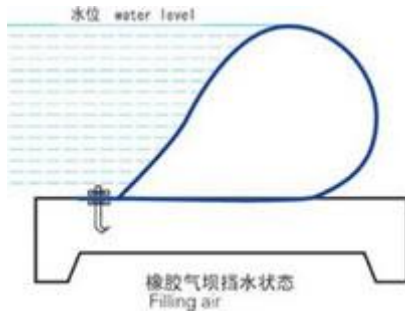
- یکی از مسائل مهم در استفاده از لاستیک به جای مصالح دیگر سازگاری عملکرد آن با طبیعت است.
- هزینه اجرایی طرح های سد لاستیکی به مراتب ارزانتر از اجرای طرح با مصالح دیگر است.
- مدت زمان طراحی در چنین سیستمهایی نسبت به سایر سازه ها بسیار کم و اندک است
- مدت اجرای عملیات ساختمانی سازه های لاستیکی کوتاه و سریع است.
- پارامترهای مورد نیاز طراحی در این قبیل سازه ها کم و اندک و دسترسی به آنها با سهولت بیشتری ممکن است و حتی در پاره ای از مواقع قضاوت و حدس و تخمین مهندسی کفایت می کند.
- این سازه های لاستیکی در کلیه شرایط آب و هوایی و در شرایطی که حتی پی ساختگاه نامناسب باشد و امکان ساخت سازه های دیگر ممکن نگردد و یا مصالح دیگری در محل وجود ندارد قابل اجرا است.
- طرح و اجرای سدهای لاستیکی از هیچگونه پیچیدگی خاصی برخوردار نیست.
- بعلت کمی هزینه استفاده از توان مالی مردم برای ساخت چنین سدهایی امکان پذیر است.
- سهولت بهره برداری و کاهش هزینه های بهره برداری و نگهداری از مزایای عمده این سازه هاست.

## مزایای اقتصادی سدهای لاستیکی نسبت به موارد جایگزین :

۱. سدهای لاستیکی به فونداسیون پیچیده ای نیاز ندارند .
۲. این سد ها می توانند تا دهانه ای به طول ۱۰۰ متر اجرا شوند .
۳. این سدها به حداقل حفاظت و نگهداری نیاز دارند . قسمت عمده تعمیرات مربوط به سیستمهای مکانیکی سد می باشد . تعمیر و نگهداری بدنه سد نیز شباهت بسیاری به تعمیر لاستیک اتومبیل دارد و در صورت سوراخ شدن بدنه سد آن را مانند لاستیک اتومبیل پنچر گیری می کنند .
۴. انعطاف پذیری سد در مقابل زلزله .
۵. نصب و ساختن بسیار سریع .

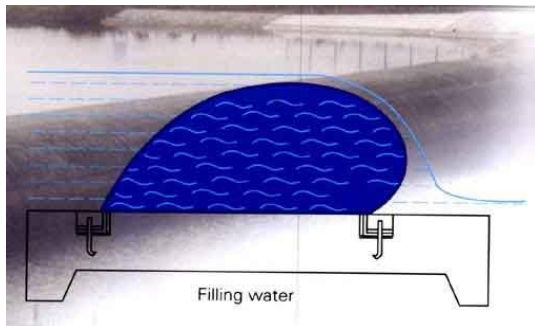
سدهای لاستیکی به دو گروه تقسیم می شوند :

- سدهای لاستیکی بادی air inflated rubber dam



- سدهای لاستیکی آبی inflated rubber dam

water



استفاده از هر کدام از انواع سدهای فوق به شرایط محیط ارتباط پیدا می کند، از جمله :

- وجود یا عدم وجود آب به مقدار و کیفیت مناسب در محل
- مشکل پایداری سد در هنگام ایستادگی کامل بر روی پی
- مدت زمان لازم برای پر و خالی نمودن تیوب سد در مقابله ی به هنگام ، با سیلاب رودخانه ها
- تکنولوژی ساخت لاستیک در کشور مصرف کننده
- هزینه های اجرایی طرح سدهای آبی یا بادی
- سهولت اجرای و بهره برداری در هر کدام از انواع سدهای فوق الذکر



## خصوصیات سدهای لاستیکی بادی

- سدهای بادی اقتصادی تر هستند ، به ویژه در سدهای بزرگ با ارتفاع بیشتر از ۲ متر عملکرد خوبی از خود نشان داده اند.
- بدلیل افت کم لوله های هوارسان قطر لوله انتقال هوا به مراتب کوچکتر است و هزینه های طرح را کاهش می دهند.
- نسبت ارتفاع به محیط در سدهای بادی از سدهای آبی کوچکتر است و لذا ماده لاستیک کمتری برای ساخت تیوب لازم است.
- زمان پر و خالی کردن هوا به مراتب از نوع آبی کمتر است.
- سدهای بادی در آب و هوای سرد عملکرد بهتری دارند.
- خطر خوردگی و گرفتگی در سیستم لوله های انتقال هوا به مراتب کاهش می یابد.
- بار وزن سدهای بادی بر پی از سدهای آبی کمتر است.

## ملاحظات و مشکلات فنی در سدهای لاستیکی:

- وجود ارتعاشات در بدنه سد لاستیکی با افزایش ارتفاع آب در آستانه سد لاستیکی.
- چروک خوردگی بدنه لاستیکی در مجاورت دیواره های جانبی در شیپهای مختلف
- تشکیل معبرعبور جریان بصورت V در طول تاج سد یا v-notch
- پارگی تیوب در نتیجه اضافه فشار
- مشکل تعمیرات سد لاستیکی در هنگام طغیان سیلابها
- نداشتن تخصص برای نگهداری ، بهره برداری و تعمیرات سدهای لاستیکی در کشورهای توسعه نیافته .
- گرفتگی لوله های هوا رسان یا لوله های تأمین آب تیوب لاستیکی
- در برخی از نقاط جهان پاره ای از سدهای لاستیکی با بیش از ۴۰ سال عمر در حال حاضر مشغول به کار است.از این رو بطور معمول عمر مفید اقتصادی سدهای لاستیکی در حدود ۴۰ سال در نظر گرفته می شود.

## برخی سدهای لاستیکی در کشورمان:

- سد سر ریز لاستیکی بند امیر بخش زرقان شیراز با حدود ۳۷ میلیارد ریال هزینه به بهره برداری رسیده است. سد سر ریز لاستیکی بند امیر در مجاورت بند باستانی امیر در حدود ۴۰ کیلومتری شمال شیراز و ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مروست روی رودخانه کر ساخته شده است
- سد بند امیر که ظرفیت حدود ۳۸۰ متر مکعب آب در ثانیه را دارد از نوع سد لاستیکی و بادی است. این سد دهانه‌ای به ارتفاع یک و شش دهم متر از کف بند بتنی و طول ۳۹ متر از کف و ۴۴ متر از تاج سد دارد. از این سد با ضمانت لاستیکی ۱۵ و ۸ دهم میلی متر به عنوان تاسیسات تامین آب بخشی از اراضی شبکه آبیاری و زه کشی دشت کربال استفاده می شود.

