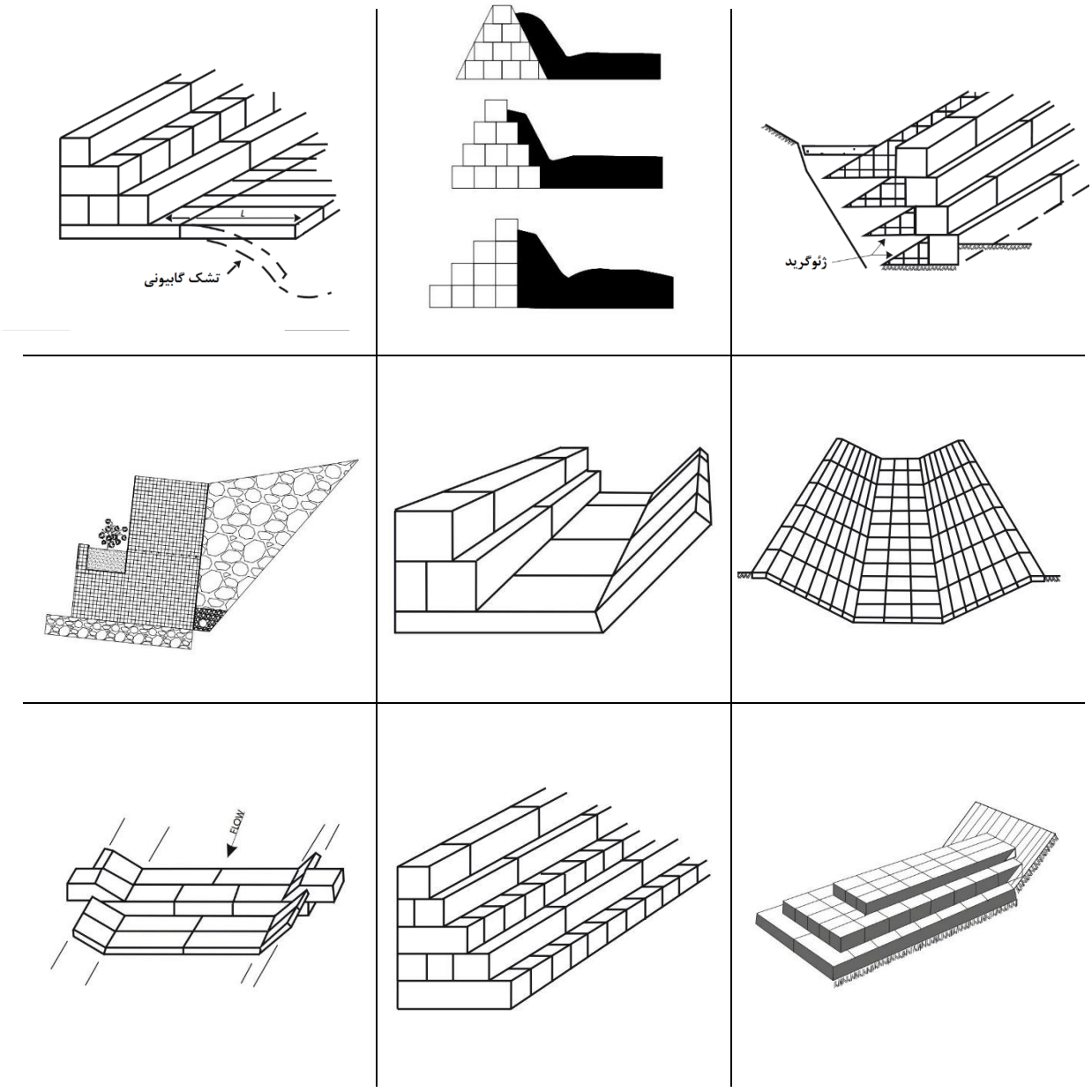
بسمه تعالی

دستورالعمل فنی کاربرد گابیون های پیش ساخته در آبخیزداری و آبخواندار



سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور

WWW.FRW.IR

کارخانجات تولیدی نوین حصار

WWW.NOVINHESAR.COM

پاییز ۱۴۰۰

پیشگفتار

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در راستای دستیابی به اهداف اسناد چشم انداز و سیاست های کلی نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران ضمن بهره مندی از خرد جمعی و تجربیات و توانمندی های سازمان و فناوری ساخت ماشین آلات و ظرفیت تولید کارخانه‌جات تولیدی نوین حصار، و با هدف حمایت از تولید ملی از طریق بومی سازی و تولید انبوه محصول سیستم‌های پیش ساخته گابیونی در کشور به منظور برطرف نمودن نیازها، کاهش هزینه‌ها، افزایش سرعت و بهبود عملکرد کیفی و فنی سازه‌های مورد نیاز آبخیزداری و آبخوانداری اقدام به طراحی و تدوین دستورالعمل فنی کاربرد گابیون های پیش ساخته نموده است.

این دستورالعمل بر اساس پروژه های موجود، استاندارد های بین المللی و ضوابط و معیارهای فنی سازه های توری سنگی (گابیونی) آبخیزداری و آبخوانداری موجود تهیه شده و این سازمان پذیرای هر گونه پیشنهاد جهت بهبود و یا توسعه موارد کاربرد این دستورالعمل می باشد.

بخش اول – مقدمه

سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور با همکاری کارخانجات تولیدی نوین حصار نسبت به تهیه این دستورالعمل به جهت معرفی سیستم های گابیونی پیش ساخته و کاربردهای گوناگون پرداخته است.

گابیون‌های پیش ساخته جوشی از شبکه های میلگردی تشکیل شده‌اند که توسط ماشین‌آلات دقیق مش وایرینگ ساخته می‌شوند. در یک دسته بندی کلی این محصولات به شکل سلول های مکعب مستطیل و یا مکعب مربعی و با ابعاد متنوع طراحی، تولید و در همان محل مونتاژ می شوند. گابیون های پیش ساخته بصورت سلول های چندتایی بسته بندی شده و به محل پروژه حمل و مطابق طرح مربوطه در محل نصب می‌گردند. در مرحله نهایی سلول‌ها با سنگ پر می شوند تا یک سازه یکپارچه، انعطاف پذیر و ارزان را جهت کنترل طولانی مدت فرسایش و تثبیت خاک ایجاد کنند.

نفوذپذیری زیاد سیستم‌های پیش ساخته گابیونی باعث کاهش تجمع فشار هیدرواستاتیک می شود، فشارهایی که اگر در سازه صلبی همانند سازه بتنی اتفاق بیافتد، ممکن است باعث جابه جایی و یا ایجاد ترک در سازه شود. سیستم های گابیونی پیش ساخته خود را با تغییرات شرایط خاک بستر همانند نشست تطبیق می دهند، بدون آنکه عملکرد سازه از بین برود. به دلیل ماهیت انعطاف پذیر سازه های گابیونی، این سازه ها ضمن حفظ ساختار در برابر حرکت های زمین نیز عملکرد مناسبی را از خود نشان می‌دهند.

جهت سازگاری سیستم های گابیونی در پروژه ها و کاربردهای مختلف این محصولات بصورت مدولار و در سه حالت مختلف تهیه و تولید می شوند.

۱- باکس های مدولار و بهم پیوسته کاملا مونتاژ شده به همراه کلیه اتصالات که به صورت یک یا چند سلول مستقل می باشند. در صورت استفاده از باکس‌های چند سلولی می توان با حذف جداره ها در سلول‌های دارای فصل مشترک هزینه ها را به شکل قابل توجهی کاهش داد .
۲- باکس های مدولار و بهم پیوسته کاملا مونتاژ شده به همراه کلیه اتصالات که به صورت یک یا چند سلول مستقل بوده و در کارخانه و یا کارگاه، قبل از نصب در موقعیت نهایی خود، با سنگ پر شده‌اند. این شکل کار در محل‌هایی که جریان آب وجود داشته و یا به هر دلیل دیگری امکان پر کردن سلول‌ها در محل استقرار نهایی وجود نداشته باشد کاربرد دارد.
۳- باکس‌های اسمبل نشده، برای محل هایی که به دلیل شکل بستر و یا محل نصب امکان استفاده از سلول‌های مدولار در ابعاد از پیش تولید شده وجود نداشته باشد. در این حالت دیواره سلول‌ها مطابق نیاز و شکل هندسی موقعیت نصب برشکاری شده و سپس توسط مجری در کارگاه اسمبل و جاگذاری خواهد گردید.

گابیون های پیش ساخته جوشی دارای دو ویژگی مهم هستند. اول اینکه در ساختار این سازه‌ها دیافراگم‌هایی برای تقسیم بندی سلول ها به اجزاء مختلف وجود دارد که علاوه بر تقویت سازه باعث جلوگیری از حرکت سنگ‌ها داخل سلول‌ها می شوند. دوم اینکه در ساخت این سیستم می توان از طیف وسیعی از پوشش‌های محافظ در برابر خوردگی استفاده کرد، که این قابلیت محصول را در هر نوع شرایط آب و هوایی و حتی در سازه‌های دریایی قابل استفاده می‌نماید.

سازه‌های گابیونی پیش ساخته به دلیل سرعت و سهولت اجرا و همچنین در دسترس بودن مصالح سنگی پرکننده (که عمدتاً سنگ های موجود در محدوده نصب هستند)، در انواع سازه های عمرانی به کار گرفته می شوند. از این محصول در عملیات مختلف عمرانی شامل طرح های آبی‌خاکی، آبخیزداری، راهسازی، ساختمان سازی و حتی منظرسازی شهری از این نوع مصالح استفاده می شود. سازه های گابیونی به دلیل داشتن کمترین مداخله در طبیعت و استفاده از مصالح سنگ به عنوان بخش اعظم سازه، به عنوان یکی از سازه های دوستدار طبیعت و محیط زیست شناخته می شوند که بیشترین همخوانی ممکن با محیط زیست را داراست. یکی دیگر از مزیت های سازه های گابیونی قابلیت تحمل بارهای استاتیکی و دینامیکی و تحمل تنش های فشاری و همچنین نیروهای وارده ناشی از نشست نامتقارن بستر است که همین مهم باعث گسترش استفاده از این نوع سازه در کاربردهای مختلف شده است.

از موارد عمده کاربردهای سازه های گابیونی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فعالیت های مربوط به حفاظت آب و خاک:

۱- کنترل فرسایش حوضه‌های آبریز (با ایجاد تاسیسات حفاظتی مانند بندهای رسوبگیر)

- کنترل سیلاب (با تدابیری مانند احداث بند، اصلاح مسیل)
- حفاظت از خاکریزها و دامنه ها (با ایجاد دیواره های حائل و پوشش های حفاظتی)
- عملیات حفاظتی در جاهایی که تاسیساتی مثل آبرو و جاده با رودخانه و آبراهه برخورد می نماید
- حفاظت کرانه های آبراهه ها و رودخانه ها (با ایجاد پوشش های حفاظتی)
- حفاظت ساحل (با ایجاد دیواره های ساحلی و باله های حفاظتی)

۲- فعالیت های مربوط به بهره برداری از آب و خاک:

- آبیاری و زهکشی (با ایجاد پوشش های حفاظتی کانال های آبیاری)
- توسعه منابع آب (شامل احداث بندهای انحرافی و مخزنی)
- پهنه بندی (برای جلوگیری از اتلاف روان آب و ذخیره آن در خاک و حفظ رطوبت خاک)
- مدیریت آبخیزداری

بخش دوم – مواد، ساخت و تولید

۲-۱- مواد اولیه

گابیون های پیش ساخته جوشی می بایست از مفتول های گالوانیزه و استیل (مطابق با استاندارد Astm A۹۷٤-۹۷ و Astm A٥٨٠) به صورت زیر تهیه شود:

نوع۱: شامل شبکه میلگردی جوشی ساخته شده از میلگردی است که قبل از اینکه در شبکه جوش داده شود روی آن روکش فلزی "روی" پوشانده شده است. دراین حالت فنرهای اتصال، مفتول اتصال دهنده و میل‌مهارها نیز از میلگرد روکش شده با "روی" تولید می شوند.

نوع۲: شامل شبکه میلگردی جوشی ساخته شده از مفتول بدون روکش که پس از ساخت روی آن روکش "روی" پوشانده شده است. دراین حالت نیز فنرهای اتصال، مفتول اتصال دهنده و میل¬مهارها نیز از میلگرد روکش شده با "روی" تولید می شوند.

نوع۳: شامل شبکه میلگردی جوشی ساخته شده از میلگردی است که قبل از اینکه در شبکه جوش داده شود با روکش آلیاژ فلز آمیخته (آلیاژ مش-متال Mischmetal) روی- ٥٪ آلومینیوم (Zn-٥Al-MM) پوشش داده شده است. در این حالت فنرهای اتصال، مفتول اتصال دهنده و میل¬مهارها نیز از آلیاژ فلز آمیخته روی - ٥٪ آلومینیوم (Zn-٥Al-MM) تولید می‌شوند.

شکل۱– جزئیات پوشش مفتول نوع۴

نوع۴: شامل شبکه میلگردی جوشی ساخته شده از میلگردی است که قبل از اینکه در شبکه جوش داده شود روی آن روکش فلزی "روی" پوشانده شده است. دراین حالت فنرهای اتصال، مفتول اتصال دهنده و میل‌مهارها نیز از میلگرد روکش شده با "روی" تولید می شوند و در ادامه کار کلیه قطعات به وسیله رنگ پودری الکترواستاتیک پلی استر مخصوص فضای باز (Out door) رنگ آمیزی و پخت کوره‌ای خواهند گردید. در این حالت ضخامت رنگ پس از پخت بایستی حداقل ۱۸۰ میکرون باشد.

نوع۵: شامل شبکه میلگردی جوشی ساخته شده از مفتول تمام استیل ضد زنگ Type ۳۰٤ و مطابق با استاندارد ASTM A٥٨٠ و بدون روکش می باشد. دراین حالت نیز فنرهای اتصال، مفتول اتصال دهنده و میل-مهارها نیز از میلگرد استیل ضدزنگ تولید می شوند.

۲-۲- انواع سنگ ها:

سنگ به عنوان پرکننده سازه نقشی کلیدی را در عملکرد سازه گابیونی ایفا کرده و با ایجاد توان باربری مناسب و همچنین مقاومت ثقلی در مقابل نیروهای وارده به سازه گابیونی، متضمن پایداری سازه است. به همین دلیل در انتخاب سنگ ها برای اجرای سازه گابیونی باید نکاتی را مدنظر داشت که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

حتی الامکان باید از سنگ های شکسته کوهی استفاده شود و از سنگ های گرد شده در بستر رودخانه ها اجتناب گردد. فرم و شکل سنگ ها معمولاً دارای فرم گردگوشه (Rounded)، مکعبی (Cubical)، تیزگوشه (Angular) و کشیده (Elongated) است، که دراین بین اولویت استفاده به ترتیب از سنگ های با فرم اول مکعبی، دوم تیز گوشه، سوم کشیده و چهارم گردگوشه است.

تبصره: در دیوار های جداکننده پیش ساخته گابیونی، دکوراتیو و المان های گابیونی جهت زیباسازی با لحاظ تمهیدات اجرایی می توان از سنگ های گرد گوشه استفاده نمود.

در خصوص سایر مشخصات مکانیکی سنگ ها، لازم است از سنگ هایی استفاده شود که حداقل تحمل تنش فشاری آنها با توجه به میزان سرباره روی گابیون از ۲۱۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (۲۱ مگاپاسکال) کمتر نباشد. درجه سختی سنگ ها نیز نبایستی کمتر از ۹ نباشد (درجه سختی در کانی های مختلف از یک برای تالک تا ۳۲ برای الماس تغییر میکند و به عنوان مثال کوارتز دارای سختی ۳ است). همچنین سنگ ها بایستی در مقابل هوازدگی دارای مقاومت کافی بوده و در مجاورت جریان آب دچار فرسایش نشوند. مشخصات عمومی برخی از سنگ ها در جدول در زیر آورده شده است.

جدول۱– برخی مشخصات سنگ ها

نام سنگ	وزن مخصوص (t/m^3)	حداکثر تحمل تنش (N/mm^2)		تحمل تنش ضربه‌ای
		فشاری	خمشی	
گرانیت- زی ینیت	۲/۶۲ تا ۲/۸۵	۱۶۰ تا ۲۴۰	۱۰ تا ۲۰	۱۰ تا ۱۲
دیوریت – گابرو	۲/۸۵ تا ۳/۰۵	۱۷۰ -۳۰۰	۱۰ -۲۲	۱۰ -۱۵
پرفیرکوارتز- پرفیریت - آندزیت	۲/۵۸ -۲/۸۳	۱۸۰ -۳۰۰	۱۵ -۲۰	۱۱ -۱۳
بازالت- ملافیر	۲/۰۰ -۳/۱۵	۲۵۰ -۴۰۰	۱۵ -۲۵	۱۲ -۱۷
بازالت شیشه‌ای	۲/۰۰ -۳/۱۵	۸۰ -۱۵۰	۸ -۱۲	۴ -۵
دیاباز	۲/۸۵ -۲/۹۵	۱۸۰ -۲۵۰	۱۵ -۲۵	۱۱ -۱۶
کفسنگ	۲/۶۲ -۲/۷۵	۲۰ -۳۰	۲ -۶	- - -
ماسه سنگ کوارتزی سخت	۲/۶۴ -۲/۶۸	۱۵۰ -۳۰۰	۱۳ -۲۵	۱۰ -۱۵
ماسه‌سنگ	۲/۶۴ -۲/۷۲	۳۰ -۲۰۰	۳ -۲۰	۵ -۱۰
دولومیت- مرمر	۲/۷۰ -۲/۹۰	۸۰ -۱۸۰	۶ -۱۵	۸ -۱۰
سنگ آهک	۲/۷۰ -۲/۷۴	۲۰ -۹۰	۵ -۸	- - -
تراورتن	۲/۶۹ -۲/۷۲	۲۰ -۶۰	۴ -۱۰	- - -
کوارتزیت	۲/۶۴ -۲/۶۸	۱۵۰ -۳۰۰	۱۳ -۱۵	۱۰ -۱۵
گنیس	۲/۶۷ -۳/۰۵	۱۶۰ -۲۸۰	- - -	۶ -۱۲
آم فی بولیت	۲/۷۵ -۳/۱۵	۱۷۰ -۲۸۰	- - -	۱۰ -۱۶
شیست	۲/۸۲ -۲/۹۰	- - -	۵۰ -۸۰	- - -

از نظر ابعاد، داشتن حداقل طول یک و نیم برابر قطر شبکه مش‌های گابیون می‌بایست در زمان انتخاب مصالح سنگی رعایت گردد. بر این اساس با توجه به اندازه‌های مش صفحات گابیون موجود در بازار، میتوان حداقل قطر سنگ ها را ۱۰ سانتی‌متر و حداکثر قطر را ۲۰ سانتی‌متر انتخاب کرد. لازم به ذکر است این ابعاد با توجه به الزام چیدمان صحیح سنگ در داخل باکس های گابیون بیان شده که معمولاً توسط نیروی انسانی انجام می‌شود، چرا که در هر دو صورت پر کردن دستی و یا مکانیکی گابیون‌ها (مطابق شکل ۲ و یا ۳)، لازم است چیدمان صحیح و پایدار سنگ ها در کنار یکدیگر رعایت شده و الزاما باید از پر کردن گابیون به صورت ریزش سنگ اجتناب گردد.

شکل۲– پر کردن گابیون ها به صورت دستی

شکل۳– پر کردن گابیون ها به صورت مکانیکی

۲-۳- پوشش‌های ژئوتکستایل:

در مواردی که سازه گابیونی در معرض آب بوده و خاک بستر زیر سازه به صورت ریزدانه باشد، احتمال خروج ذرات خاک از طریق خلل و فرج گابیون وجود دارد. این امر در گابیون هایی که روی سطوح شیبدار در کناره‌های رودخانه، سرریزهای تنداب، دیوارهای حائل و نظایر آن اجرا می‌شوند بسیار محتمل است.

شکل۴– پوشش کف توسط ژئوتکستایل قبل از اجرای گابیون ها

در این موارد برای جلوگیری از جابجایی و شسته شدن خاک زیر و پشت سازه از پوشش ژئوتکستایل در محل اتصال گابیون و خاک استفاده می‌شود. این پوشش‌ها از جنس پلی‌پروپیلن و یا پلی‌استر ساخته می‌شوند و می‌بایست قابلیت عبور آب و همزمان نگهداری خاک را داشته باشند. پوشش‌های ژئوتکستایل می‌بایست تحمل فشارهای وارده به سازه گابیونی و ضربات وارده ناشی از جابجایی سنگ‌ها در مراحل اجرا را دارا بوده و در ضمن اجرا پاره و یا سوراخ نشوند.

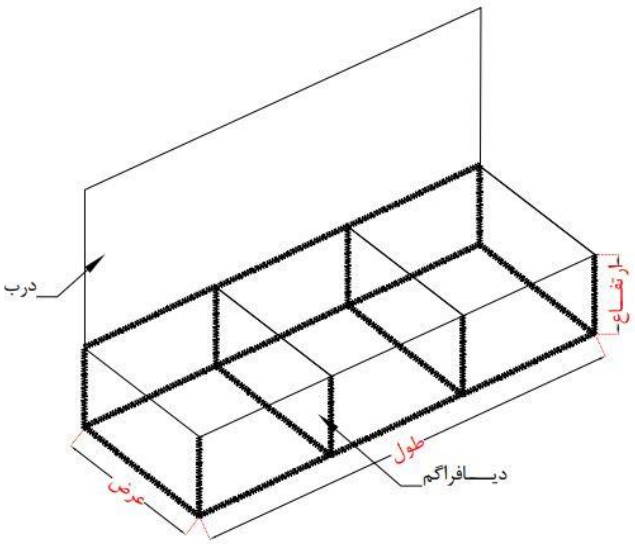
۲-۴- ساخت:

- از نظر ابعاد، پانل های مشبک میلگردی پیش جوش شده باید به گونه ای ساخته شوند که بتوان هر باکس گابیونی مستطیلی شامل پانل های مشبک میلگردی، فنرهای اتصال و ملحقات آن را بدون ایجاد تغییر در ابعاد هر یک از اجزا تشکیل دهنده به راحتی مونتاژ نمود.

- باکس و تشک‌های گابیونی می توانند در طول، عرض و ارتفاع های مختلف (مطابق جداول۲و۳) تولید و استفاده گردند. حدود رواداری مجاز در ابعاد هندسی تا کمتر از ۵ درصد می‌باشد .

جدول۲– ابعاد تشک گابیون

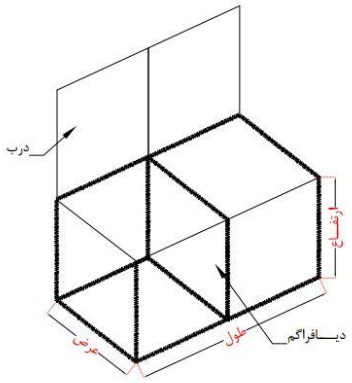
ردیف	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد سلول ها	حجم (متر مکعب)
۱	۱	۱	۲۳	۱	۰,۲۳
۲	۱	۱	۳۰	۱	۰,۳
۳	۱	۱	۴۶	۱	۰,۴۶
۴	۲	۱	۲۳	۲	۰,۴۶
۵	۲	۱	۳۰	۲	۰,۶
۶	۲	۱	۴۶	۲	۰,۹۲
۷	۳	۱	۲۳	۳	۰,۶۹
۸	۳	۱	۳۰	۳	۰,۹
۹	۳	۱	۴۶	۳	۱,۳۸
۱۰	۴	۱	۲۳	۴	۰,۹۲
۱۱	۴	۱	۳۰	۴	۱,۲
۱۲	۴	۱	۴۶	۴	۱,۸۴



شکل۵– تشک گابیون

جدول۳– ابعاد باکس گابیون

ردیف	طول (متر)	عرض (متر)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد سلول ها	حجم (متر مکعب)
۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۱	۱	۲	۲
۳	۳	۱	۱	۳	۳
۴	۴	۱	۱	۴	۴
۵	۵	۱	۱	۵	۵



شکل۶– باکس گابیون

- در محل هایی که طول سلول گابیون از عرض آن بیشتر است، هر سلول می بایست توسط یک یا چند دیافراگم به سلول هایی با طول مساوی تقسیم گردد.

- مفتول فولادی استفاده شده می بایست مطابق با استاندارد ASTM A-۹۷٤-۹۷ انتخاب شود.

- تولید شبکه‌های مش از مفتول های فولادی می بایست در یک پروسه صنعتی و بوسیله ماشین آلات تمام اتوماتیک انجام شود تا بتوان از فاصله گذاری و ترازبندی دقیق اجزای مش‌ها در تیراژ انبوه اطمینان حاصل کرد.

- در تولید سازه‌های گابیونی با نظر مشاور و طراح پروژه امکان استفاده از از مفتول‌های گالوانیزه با قطر ۳ میلیمتر، ۴ میلیمتر و ۵ میلیمتر وجود دارد.

- اتصال مفتول های عمودی و افقی می‌بایست بصورت چشمه‌های با ابعاد ثابت ۳ اینچ (۷,۶۲*۷,۶۲ سانتی-متر) انجام پذیرد.

- اجزای طولی و عرضی شبکه های مش سازه گابیونی می‌بایست بوسیله جوش مقاومتی نقطه‌ای (روند همجوشی توام با فشار) به یکدیگر متصل شوند.

- در لحظه ایجاد قوس الکتریکی، نقاط جوش با الکترود مسی با فشار ۱۲۰ کیلوگرم بر هر نقطه جوش میلگردهای افقی و عمودی را بهم فشرده و قوس الکتریکی با ولتاژ ۷ ولت و آمپراژ ۲۵۰۰ آمپر ایجاد شود .

- کلیه مراحل ساخت می بایست مطابق استاندارد Astm A-۹۷٤-۹۷ باشد.

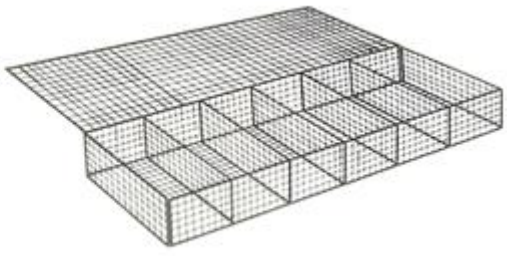
- حداقل استحکام کششی مفتول مورد استفاده ۳۸۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.

- گابیون های پیش ساخته می‌بایست بصورت مونتاژ شده تولید و پس از حمل به محل پروژه طبق دستورالعمل تولید کننده در محل اجرا نصب و به یکدیگر متصل می‌گردند.

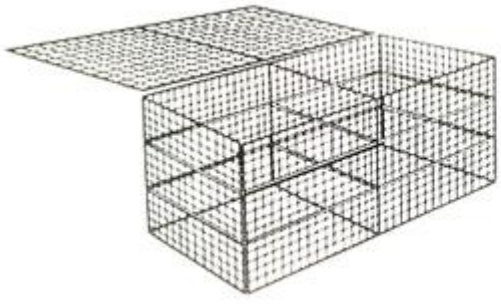
- ابعاد مجاز سنگ بین ۱۰ سانتیمتر تا ۲۰ سانتیمتر می باشد. سنگ مورد استفاده می بایست با استفاده از جدول ۱ انتخاب شود .

- اتصال پانل های گابیونی بوسیله فنرهای اتصال مارپیچ با قطرهای ۳ و ۴ و ۵ میلیمتر انجام می‌پذیرد.

- تشک های گابیونی و گابیون ها می بایست به صورت واحدهای مونتاژ و تا شده بسته بندی و توسط تولید کننده عرضه شوند.



شکل۷– تشک گابیون



شکل۸– باکس گابیون

۳-۱- استحکام کششی: مقاومت کششی مفتول‌های به کار رفته در شبکه‌های مش، فنرهای اتصال، مفتول‌های اتصال دهنده و میل‌مهارها که در سازه‌های گابیونی استفاده می‌شوند میتوانند مطابق با (Style۱)٦٤١ ASTM A و (Style ۳) ASTMA٨٥٦/A٨٥٦M از نوع نرم و یا معلولی و یا مطابق با (Style ۲) ۸۵۳ ASTM A از نوع سخت باشد. در هر صورت تمام مفتول های به کار برده شده در تمام اجزا سازه گابیونی به کار رفته در یک پروژه می‌بایست از یک نوع باشند.

بخش چهارم – خواص فیزیکی

۴-۱- پوشش فلزی:

وزن پوشش های فلزی می‌بایست با مشخصات یکی از استاندارد های زیر انطباق داشته باشد.

۱- استاندارد ASTM A٦٤١ کلاس ۳ برای پوشش روی (این مشخصات شامل پوشش روی در مصنوعات نوع ۲ مشروح در همین استاندارد نیز می‌باشد.)

۲- مشخصات مشروح در استاندارد ASTM ٨٥٦A/٨٥٦M کلاس ۲ برای پوششZn-٥Al-MM

۴-۲- پوشش پلیمر: (در صورت استفاده از پوشش اضافی پلیمری)
کمینه وزن پوشش پلیمر میلگرد دارای پوشش فلزی، باید با الزامات استاندارد ASTM A٦٤١/A٦٤١M، کمینه طبقه ۱ برای نوع ۴ انطباق داشته باشد.

تبصره: جهت افزایش طول عمر ساز های گابیونی و استفاده در کاربردهای خاص می توان به جای استفاده از پوشش های فلزی و یا پلیمری از فلز استیل به جای فولاد استفاده و از اضافه کردن پوشش های فلزی و پلیمری خودداری نمود. در این صورت فلز استیل می بایست مطابق با استاندارد ASTM A٥٨٠ انتخاب شود.

۴-۳- مشخصات کیفی پوشش پلیمری: (در صورت استفاده از پوشش اضافی پلیمری)

مشخصات اولیه پوشش پلیمری اجزا تشکیل دهنده سازه گابیونی پیش ساخته باید دارای قابلیت اثبات شده جهت انطباق با الزامات زیر باشد:

۱- آزمون مه نمکی و آزمون قرارگیری در معرض نور فرابنفش:

پوشش پلیمری می‌بایست پس از ۱۰۰۰ ساعت آزمون مه نمکی، هیچ اثری از خوردگی را بر طبق استاندارد ASTM B١١٧ نشان ندهد. همچنین پوشش پلیمری پس از ۱۰۰۰ ساعت قرارگیری در معرض نور فرابنفش در دمای ۶۳ درجه سانتیگراد، مطابق شرایط استاندارد، ASTM D١٤٩٩ نباید تغییر رنگی بیش از حد مجاز معین شده در استاندارد داشته باشد.

ارزیابی پوشش پس از آزمون مه نمکی و آزمون قرارگیری در معرض نور فرابنفش

پس از ۱۰۰۰ساعت آزمون مه نمکی و قرارگیری در معرض نور فرابنفش، همان طور که در بند های بالا مشخص شد، پوشش پلیمر نباید ترک، تاول و یا شکاف هایی را نشان دهد. در آزمون نور فرابنفش نیز تغییر در رنگ، که بر حسب ΔE اندازه گیری شده، نبایستی بیش از ده باشد.

۲- چسبندگی

پوشش پلیمر باید آن گونه به سطح فلزی زیرین خود بچسبد که تحت آزمون چسبندگی به جای اینکه از میلگرد جدا گردد، گسیخته شود. توضیحات بیشتر در بخش ۷-۳ تحت عنوان آزمون چسبندگی پوشش پلیمری آورده شده است.

۳- خمش حول میله استوانه ای

تحت این آزمون وقتی میلگرد پوشش داده شده با پلیمر هنگامی که دردمای ۱۸- درجه سانتیگراد در معرض یک خمش ۳۶۰° حول میله‌ای استوانه‌ای با قطری معادل ده برابر قطر میلگرد قرار بگیرد، نباید شکست یا ترک هایی درون پوشش پلیمر مشاهده شود.

۴- رنگ

به جز آنچه بین کارفرما و تامین کننده توافق می شود، رنگ میلگرد با پوشش پلیمری باید مشخصات استاندارد ASTM F۹۳٤ را رعایت کند.

بخش پنجم – ابعاد و رواداری

- قطر مفتول‌های مصرفی با روکش فلزی می‌بایست مطابق با استاندارد ASTM A-۹۷٤-۹۷ انتخاب شود.
- گابیون‌های پیش ساخته می‌بایست دارای چشمه هایی با ابعاد ۷۶*۷۶ میلی‌متر (۳*۳ in) باشند. حداکثر رواداری مجاز در ابعاد چشمه معادل مقدار ۳,۲ میلی‌متر (±۱,۸ in) است.
- فنرهای اتصال باید حداکثر قطر داخلی معادل ۶۳,۵ میلی‌متر (۲,۵ in) و حداکثر قطر خارجی معادل ۷۶,۲ میلی‌متر (۳ in) را دارا باشند.
- تفاوت مقادیر عرض، ارتفاع و طول گابیون تولید و مونتاژ شده نباید کمتر و یا بیشتر از مقدار ۵ درصد از مقادیر سفارش داده شده باشد.

تبصره: دمای شکنندگی (دمایی که در آن گابیون ها جابجا یا پر می شوند) باید بیشتر از ۸ درجه سانتی‌گراد (۱۵ درجه فارنهایت) باشد .

بخش ششم – نمونه برداری

نمونه های انتخاب شده برای آزمایش مقاومت جوش می بایست از یک پانل تکمیل شده بریده شوند و تحت آزمایش قرار گیرند، همچنین نمونه های منتخب از قطعات الحاقی محصول، شامل مفتول اتصال مارپیچی و مفتول اتصال دهنده باید به طور کاملا تصادفی انتخاب شوند.

بخش هفتم – روش های آزمون

۷-۱- وزن پوشش فلزی

اندازه گیری وزن پوشش بر طبق روش های آزمون استاندارد ASTM A۹۰/A۹۰M انجام شود.

۷-۲- ضخامت پوشش پلیمری

ضخامت پوشش پلیمر را از روی یک تکه مجزا از میلگرد جدا شده از محصول تعیین کنید. ضخامت پوشش پلیمری با خراش پوشش از یک سمت میلگرد و اندازه گیری قطر کاهش یافته با یک میکرومتر تعیین می شود. ضخامت پوشش در این نقطه، اختلاف بین اندازه گیری به دست آمده از این طریق و قطر اندازه گیری شده میلگرد با پوشش سالم در هر دو طرف آن است. ضخامت پوشش در زوایای عمود بر اولین اندازه گیری را به روش مشابه تعیین کنید. هنگام برداشت پوشش پلیمری به وسیله خراشیدن، دقت کنید که هیچ بخش فلزی را از سطح بدنه میلگرد جدا نکنید.

علاوه بر روش بالا، روش مغناطیسی را نیز می‌توان به عنوان یک روش اندازه گیری غیرمخرب مطابق با استاندارد ISO ۲۱۷۸ استفاده نمود.

۷-۳- آزمون چسبندگی پوشش پلیمری

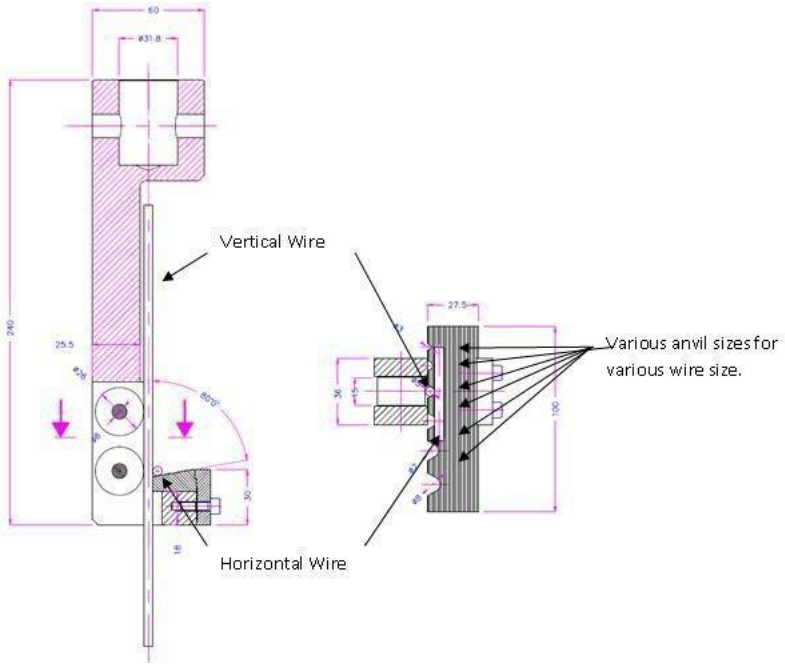
این آزمون بر روی ۴ نمونه از محصول انجام می‌شود. روی پوشش میلگرد، دو برش موازی با محور میلگرد تقریبا با فاصله ۱,۶ میلی‌متر از یکدیگر و حداقل به طول ۱۲,۷ میلی‌متر ایجاد کنید. با یک چاقو، مقطعی از پوشش را به طول ۳,۲ میلی‌متر تا ۶,۴ میلی‌متر به منظور ایجاد یک زائده، جدا کنید. سعی کنید نواری به اندازه ۱,۶ میلی‌متر از پوشش را به وسیله کشیدن زائده به طرف خود جدا کنید. آزمون باید وقتی پذیرفته شود که پوشش روی تمام چهار نمونه آزمون به جای اینکه از میلگرد هسته جدا گردد، دچار گسیختگی شود.

۷-۴- آزمون استحکام برشی جوش :

استحکام برشی جوش، معیاری از توانایی جوش ها در سازه‌های گابیونی برای مقاومت در برابر نیروهای وارد شده به میلگردهای جوش شده در شبکه‌های مش است که تمایل به جدا کردن آنها از هم را دارند.

این شیوه آزمون، روش اجرایی برای تعیین استحکام محل های برخورد میلگردهای جوشکاری شده در سازه-های گابیونی را پوشش می دهد .

یک دستگاه فیکسچر مطابق شکل نشان داده شده را به کار برید که سعی می شود تا نزدیک به خط مرکزی میلگرد عمودی، به آن تنش اعمال شود و از دوران میلگرد افقی جلوگیری گردد. این فیکسچر را می توان در بیشتر ماشین های آزمون کشش بکار برد و بهتر است در یک چیدمان توپی و کاسه در مرکز ماشین، آویزان شود. این فیکسچر یا یک فیکسچر کارآمد مشابه که با اصول یکسان طراحی شده باشد قابل پذیرش است (به استاندارد ASTM A۱۸۵ مراجعه شود.)



شکل۹– فیکسچر آزمون استحکام برشی جوش

بخش هشتم – بازرسی

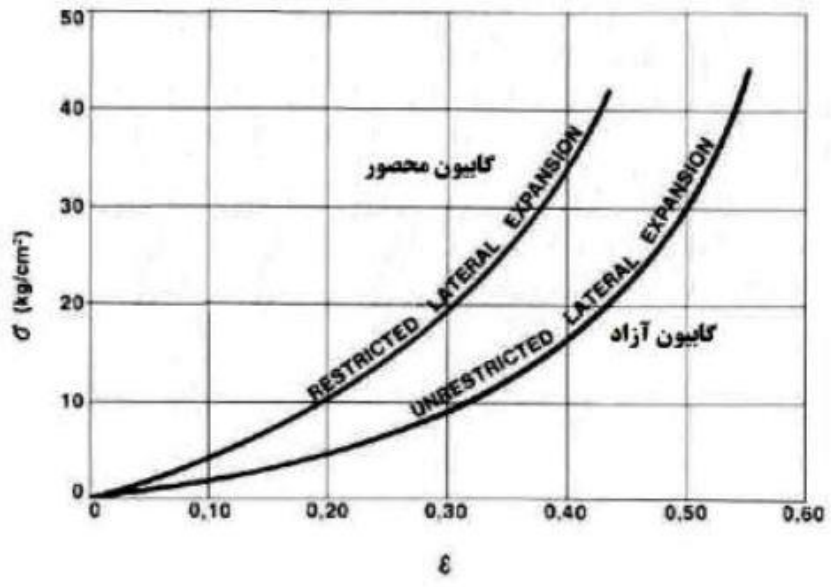
تولید کننده مسئول اجرای تمام بازرسی ها و الزامات آزمون این دستورالعمل است، به جز در مواردی که در قرارداد یا سفارش خرید مشخص شده باشد. تولید کننده می تواند آزمایشگاه خود یا سایر تمهیدات مناسب را برای اجرای آزمون‌ها به کار برد.

کارفرما، این حق را دارد تا هر گونه بازرسی و آزمون های چهارگانه در این دستورالعمل را وقتی چنین آزمون هایی برای اطمینان از انطباق محصول با الزامات تشریح شده لازم تلقی می شود، اجرا نماید.

بخش نهم – طراحی

۹-۱- رفتار استاتیکی و دینامیکی گابیون

از مزیت های مهم سازه های گابیونی تحمل بار فشاری زیاد و همچنین تحمل تنش نامتقارن بر روی آن بوده که این رفتار ناشی از خاصیت ارتجاعی سازه است. همچنین به دلیل وجود تغییر شکل محدود (Deformation) بارهای وارده موجب گسیختگی و تخریب سازه نمی‌شود. چنانچه سازه گابیونی به خوبی اجرا شده و دیافراگم‌ها در فاصله مناسب نیز نصب شده باشند، سازه گابیونی تحمل بار فشاری تا ۷۲۲ تا ۹۲۲ تن در هر مترمربع (۷۲ تا ۹۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) را دارا خواهد بود. البته اگر جناحین یک باکس گابیونی محصور شده باشد ظرفیت تحمل بار فشاری سازه بیشتر از این مقادیر نیز خواهد شد. نمودار زیر وضعیت تحمل و فشاری در دو حالت گابیون آزاد (خودایستا) و گابیون محصور را نشان میدهد. در این نمودار σ تنش فشاری وارد بر گابیون برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر و ε برابر با نسبت مقدار تغییر شکل طولی به طول اولیه است.



شکل۱۰–تغییر شکل باکس گابیونی ناشی از فشار قائم

۹-۲- ملاحظات کلی انتخاب سازه گابیونی و جانمایی

انتخاب نوع سازه در طراحی یک پروژه آبخیزداری بسته به اهداف پروژه و جانمایی محل اجرای سازه انجام می‌شود. اهداف موردنظر می‌تواند شامل اهدافی نظیر رسوب‌گیری، تثبیت بستر آبراهه، کنترل فرسایش، تغذیه مصنوعی، حفاظت و نظایر آن باشد. انتخاب نوع مصالح اجرایی سازه نیز علاوه بر مباحث اقتصادی، تابع ویژگی‌ها و خاص مصالح بکار رفته است. در خصوص انتخاب سازه گابیونی در بسیاری موارد امکان اجرای

سازه‌ها با سایر مصالح نظیر سنگ و سیمان و یا بتن وجود دارد. آنچه در انتخاب نوع سازه‌های آبی مهم است، توجه به ویژگی های خاص سازه گابیونی است که به عنوان مزیت انتخاب نسبت به سایر مصالح مطرح خواهد شد. در ادامه به این موارد اشاره می‌شود.

۹-۲-۱- معیارهای ارجحیت بر سایر مصالح

در دسترس بودن سنگ

اولین ارجحیت سازه گابیونی نسبت به سایر مصالح موضوع در دسترس بودن سنگ و سهولت تأمین آن است که در بخش‌های قبلی نیز به آن اشاره شد.

سرعت اجرا

مراحل اجرای سازه‌های گابیونی از نظر سرعت اجرا نسبت به مصالح سنگ و سیمانی و بتنی سریعتر انجام می‌شود و در بازه زمانی کمتری حجم عملیات سازه‌ای بیشتری به اتمام می‌رسد.

بدنه متخلخل

در مواردی که نیاز به زهکش سریع پشت سازه وجود داشته باشد، سازه‌های گابیونی به دلیل بدنه متخلخل دارای ارجحیت هستند. دیوارهای حائل در مواردی که شیروانی‌های مربوطه نیاز به زهکشی مناسب داشته باشند، به کمک سازه گابیونی بهتر محافظت می‌شوند. همچنین در مواردی که در طرح های آبخیزداری سازه‌ها در بستر رودخانه طراحی می‌شوند و همزمان لازم است نفوذپذیری بستر رودخانه نیز حفظ شود، سازه گابیونی گزینه مناسبتری است، چراکه در سازه‌های گابیونی به دلیل عبور بخشی از جریان از بدنه متخلخل سازه، رسوبات ریزدانه و معلق از سازه عبور کرده و رسوبات درشت‌دانه با ضریب نفوذپذیری بالا در بالادست سازه تله‌اندازی می‌شوند. بنابراین سازه‌های گابیونی گزینه‌های مناسب‌تری در پروژه‌های تغذیه مصنوعی هستند.

کاهش دبی پیک سیلاب

از جمله موارد کاربرد سازه‌های آبخیزداری در حوضه‌ها، کاهش خطرات سیل است. در مواردی که چند سازه متوالی با ارتفاع کم در مسیر رودخانه اجرا می‌شوند، چنانچه بدنه سرریز این سازه‌ها که در بستر رودخانه اجرا می‌شود از جنس گابیون باشد نسبت به سازه های سنگ و سیمان تأثیر بیشتری در کاهش دبی پیک سیلاب دارد. به طور متوسط هر سازی گابیونی در سیلاب های متعارف حوضه‌های کوچک (سیلاب ۲۱ ساله در حوضه‌های کمتر از ۲ تا ۷ هزار هکتار) دبی پیک سیلاب عبوری را ۱ تا ۹ درصد کاهش می‌دهد.

مناسب برای پی های غیر همگن

در مکانهایی که پی محل اجرای سازه از بافت ناهمگن ایجاد شده و توان باربری پی متغیر است، استفاده از سازه‌های گابیونی پیشنهاد مناسب‌تری خواهد بود. این سازه‌ها به دلیل خاصیت ارتجاعی بدنه قابلیت تحمل نشست نامتقارن پی را داشته و دچار گسیختگی نمی‌شوند. البته این پایداری مطلق نیست و صرفاً در مقایسه با سایر مصالح مطرح میشود.

همخوانی ضریب زبری با مصالح بستر رودخانه

یکی از مشکلات سازه‌های آبی در پایین‌دست، مشکل فرسایش بستر رودخانه است که معمولاً به دلیل تفاوت تنش برشی جریان عبوری از روی سازه نسبت به مصالح ریزدانه بستر رودخانه، موجب آشفتگی در پایین‌دست سازه‌هایی نظیر حوضچه‌های آرامش می‌شود. استفاده از یک ردیف گابیون عرضی به عنوان کف‌بند در انتهای حوضچه آرامش، به دلیل نزدیکی ضریب زبری گابیون و مصالح ریپ‌رپ و خشکه‌چین موجب کاهش تدریجی تنش برشی نسبت به بستر رودخانه شده و شرایط بهتری را در پایداری جریان فراهم میکند.

امکان تلفیق با سایر مصالح

سازه¬های گابیونی می‌توانند به صورت تلفیقی در کنار مصالح سنگی، سیمانی و یا بتنی به کار روند. اتصال این سازه ها در دل سازه‌های سنگ و سیمان به خوبی انجام میشود. همچنین میتوان روکش های بتنی را در سازههای گابیونی به کار برد. تلفیق سازه گابیونی با روکش بتن مسلح نیز قابلیت اجرایی مناسبی دارد. در این بخش لازم است به این نکته اشاره شود که سازه های گابیونی به طور معمول دارای حجم اجرایی بیشتری در مقایسه با مصالح سنگ و سیمان و یا بتنی و بتن مسلح هستند. این عامل باید در مواردی که معیار ارجحیت خاصی مدنظر نباشد با توجه به آنالیز اقتصادی، مقایسه لازم با سایر مصالح انجام شود و در صورت توجیه اقتصادی گزینه گابیونی مطرح شود.

۹-۲-۲- جانمایی سازه گابیونی

در خصوص سازه های خاص نظیر دیوار حائل یا حفاظت پایه پل‌ها و یا استفاده از تشک گابیونی در تثبیت سواحل و بستر رودخانه ها، موضوع جانمایی به دلیل مشخص بودن موقعیت ضروری احداث سازه، عملاً مطرح نیست. آنچه در خصوص جانمایی سازه گابیونی مطرح می‌شود بیشتر معطوف به سازه هایی است که به عنوان سازه های کنترل سیل و یا رسوبگیر در مسیر آبراهه ها پیشنهاد می‌شود.

رتبه آبراهه

اولین نکته در جانمایی سازه‌های آبخیزداری نظیر چک‌دم و شیب شکن های گابیونی، رتبه آبراه است. استفاده از سازه‌های گابیونی براساس رتبه بندی آبراهه ها مبتنی بر نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری در محدوده آبراهه های با رتبه ۳ و ۴ قابل توصیه است. پیشنهاد سازه گابیونی در آبراهه های با رتبه کمتر و یا بیشتر معطوف به بازدید میدانی و بررسی صحرایی و نظر کارشناسان خبره است.

رژیم جریان رودخانه

نکته دیگر در خصوص سازه‌های گابیونی عرضی رودخانه (چک‌دم، شیب شکن و کف‌بند) بیشتر در آبراهه‌های با رژیم جریان فصلی و سیلابی توصیه می‌شود. از این نوع سازه در آبراهه‌های با رژیم جریان دائم کمتر استفاده می‌شود.

توان باربری خاک پی

در جانمایی محل اجرای سازه توان باربری پی نیز باید مدنظر قرار گیرد. سازه‌های گابیونی به دلیل حجم اجرایی بالا دارای وزن نسبی زیادی هستند که خاک بستر رودخانه و یا محل اجرای سازه باید توان باربری متناسب با آن را داشته باشد. جدول زیر توان باربری انواع خاک ها را در محل پی سازه نشان می دهد.

جدول۴–توان باربری برخی از خاک ها

ردیف	نوع مصالح پی	توان باربری (kg/cm2)
۱	خاکهای غیرچسبنده متراکم نشده	۰-۱
۲	خاکهای غیرچسبنده متراکم شده	
	الف – ماسه با قطر ذرات ۱ میلیمتر	۲
	ب – ماسه با قطر ذرات ۳-۱ میلیمتر	۳
	ج – ماسه و شن (حداقل یک سوم شن)	۴
۳	خاکهای چسبنده (طبقه بندی شده براساس میزان رطوبت)	
	الف – سیال، سیال خمیری	۰
	ب – خمیری نرم	۰/۴
	ج – خمیری سخت	۰/۸
	د – نیمه سخت	۱/۵
	هـ - سخت	۳
۴	سنگ در شرایط خوب (ماسه سنگ، سنگهای آذرین، سنگ آهک و ...) در صورت که سنگ دارای شکاف باشد مقادیر به نصف تقلیل می یابد	۱۰-۱۵

واگرایی خاک تکیه گاه ها

خاک هایی که در حالت اشباع به صورت صابونی درآمده و نیز خاک هایی که در مجاورت آب واگرا هستند تکیه گاه‌های مناسبی برای سازه های گابیونی نخواهند بود. در خصوص واگرایی خاک با یک آزمایش ساده می‌توان واگرایی خاک را در محل تشخیص داد. آزمایش ساده زیر می‌تواند به راحتی حد واگرایی خاک را تعیین کند. در یک لیوان حدود ۳۲۲ سی سی آب ریخته و خاک را به آن اضافه میکنیم و اجازه می دهیم که حداقل یک ساعت ساکن بماند. حال اگر خاک به حالت گلوله ای در کف لیوان بماند خاک فاقد واگرایی است و درصورتیکه خاک در تمام ارتفاع آب پراکنده باشد نشان دهنده واگرایی شدید خاک است. حالات بینابینی نیز شدت و ضعف این پدیده را نشان می‌دهند. در شکل زیر به طور روشن تر حد واگرایی نشان داده شده است. در خاک هایی که در مقابل جریان سطحی فرسایش پذیر هستند، اگر جناحین رودخانه به عنوان تکیه‌گاه سازه گابیونی قرار داشته باشد، لازم است تمهیدات مناسب جهت کنترل فرسایش خصوصاً در محل آنکراژ بدنه در داخل تکیه‌گاه اندیشیده شود. تصویر زیر نمونه‌های از فرسایش در این حالت را نشان می‌دهد.

شکل۱۱– فرسایش ناشی از آنکراژ غیر اصولی در تکیه گاه با خاک واگرا

عرض رودخانه در محل اجرای سازه

سازه‌های گابیونی در سازه‌هایی نظیر دیوار ساحلی و اپی بسته به ضرورت در رودخانه‌های با عرض مختلف قابلیت اجرا دارند. ولی استفاده از آنها در سازه‌هایی نظیر بندهای رسوب‌گیر و تغذیه کننده، معمولاً برای رودخانه‌های عریض توصیه نمی‌شود. همچنین با در نظر گرفتن فرم رودخانه‌های عریض که معمولاً به سه فرم مستقیم، پیچان رودی و شریانی است، در رودخانه های شریانی با عرض زیاد، استفاده از سازه گابیونی در عرض رودخانه توصیه نمی‌شود. در این حالت پیشنهاد می‌شود سازهای گابیونی به صورت تلفیقی با سازه های خاکی اجرا شود گابیون به عنوان یک سرریز تخلیه کننده توصیه خواهد شد. در سایر رودخانه ها نیز اگر عرض

رودخانه زیاد باشد سازه گابیونی به صورت مستقل توصیه نمی‌شود. البته محدودیت اجرایی سازه گابیونی به صورت کفبند کمتر است و اجرای آن در رودخانه های عریض تر با طراحی مناسب و متناسب با توپوگرافی بستر رودخانه قابل اجرا است.

سن رودخانه ها

سازه های گابیونی در رودخانه های با هر سنی قابل اجرا است ولی همانطور که در بحث رتبه بندی آبراهه‌ها بیان شد، از آنجا که رودخانه های جوان که معمولاً دارای مقطع V شکل هستند و در رتبه ۳ و ۲ آبراه ها قرار می‌گیرند، و در این موارد عرض رودخانه کم و شیب طولی آن زیاد است، اجرای سازه گابیونی برای رودخانه‌های جوان که دارای این شرایط هستند توصیه نمی‌شود. با توجه به این مهم از این سازه ها در رودخانه هایی که در گروه آبراهه های کامل و پیر دسته بندی میشوند می‌توان استفاده نمود. در رودخانه های جوان استفاده از سازه‌های خشکه چین و ریپ‌رپ توصیه می‌شود.

شیب طولی رودخانه

استفاده از سازه‌های گابیونی بسته به هدف اجرای آن، می‌تواند در شیب های مختلف پیشنهاد شود. فاکتور شیب طولی رودخانه با توجه به هدف اجرای سازه، می‌تواند عامل مؤثر و تعیین کننده باشد. در شیب های کمتر از ۱ درصد پارامتر شیب عامل محدود کننده‌های برای سازه های گابیونی با اهداف مختلف نخواهد بود (رسوبگیری، تغذیه کنندگی، اصلاح شیب، تثبیت بستر آبراه و نظایر آن) در شیب های بین ۱ تا ۳۲ درصد اجرای سازه با هدف اصلاح شیب بستر آبراهه و یا تثبیت آن توصیه می‌شود و در شیب های بیشتر از ۳۲ درصد اجرای سازه صرفاً باهدف کنترل ریزش های توده‌ای قابل توصیه است.

تکیه گاه ها

سازه های گابیونی در مقطع عرضی رودخانه باید از پایداری کافی برخوردار باشند. چنانچه تکیه گاه های محل اجرای سازه گابیونی به صورت خاکی باشند لازم است با برش عرضی تکیه گاه ها و اجرای آنکراژ مناسب بدنه اصلی سازه گابیونی در عرض رودخانه تثبیت شود. در خصوص واگرایی خاک تکیه گاه در بخش های قبلی توضیح داده شد (شکل ۱۱). اگر تکیه‌گاه‌ها از سنگ‌هایی با سختی کم تشکیل شده باشند (سختی کمتر از ۷)، لازم است حداقل نیم متر آنکراژ در داخل سنگ ایجاد شود. این کار به کمک پیکور یا چکش هیدرولیکی انجام می‌شود. سنگهای تکیه‌گاهی با هر سختی چنانچه دچار هوازدگی شده باشند لازم است از سنگ های سست و شکسته پاکسازی شده و تکیه‌گاه‌های محل اجرای سازه گابیونی به صورت سنگ یکدست درآید. در

تکیه گاه های سنگی با کیفیت مناسب و سختی بالا نحوه قرار گرفتن سازه در پلان رودخانه می‌بایست در مقطعی انتخاب شود که جناحین مقطع رودخانه در جهت پایین دست به صورت همگرا باشند و به عبارتی مقطع رودخانه به سمت پایین دست تنگ شونده باشد. در مقاطع بازشدگی پلان رودخانه به سمت پایین دست نمیتوان سازه گابیونی را به صورت مستقیم بر روی تکیه‌گاه‌ها قرار داد.

۹-۲-۳- سایر ملاحظات

برخی ملاحضات دیگر در خصوص انتخاب سازه‌های گابیونی باید مدنظر قرار گیرند که در ادامه به صورت مختصر به آنها اشاره شده است.

ملاحظات اجتماعی انتخاب محل سازه

در انتخاب محل اجرای سازه‌های گابیونی مباحث اجتماعی نیز می‌بایست مدنظر قرار گیرد. محل اجرای سازه نباید در حریم اراضی افراد و ساکنین حوضه آبخیز باشد. در چنین مواردی حتماً باید قبل از طراحی، هماهنگی لازم و اخذ رضایت از مالکین به صورت رسمی انجام شود. با توجه به اینکه اجرای سازه‌های مکانیکی در حریم رودخانه ها معمولاً نیاز به تجهیز کارگاه داشته و در زمان ساخت شعاع بیشتری از عرصه پیرامونی محل سازه متأثر از عملیات اجرایی خواهد بود، باید به این نکته نیز در مباحث اجتماعی توجه کرد.

حریم سایر منابع آب

سازه باید از نظر تأثیرگذاری مثبت یا منفی بر سایر منابع آبی و خصوصاً در پایین دست محل اجرا مورد ارزیابی قرار گیرد. قنوات و سردهانه‌های آبگیر در پایین دست بیشترین تأثیر از اجرای سازه را خواهند دید. همچنین چشمه های حاشیه رودخانه و زهکش کننده در بالادست نیز میتواند تحت تأثیر آب برگشتی یا رسوب انباشته شده در بالادست سازه‌ها قرار گیرند.

راه دسترسی دام ها

در برخی موارد محل اجرای سازه به عنوان مسیر تردد دام اهالی منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد که با احداث سازه این مسیر دچار مشکل خواهد شد. در مرحله طراحی و جانمایی باید به این نکته نیز توجه نمود و در صورت ضرورت احداث سازه نسبت به تسهیل راه دسترسی تمهیدات لازم اندیشیده شود.

ملاحظات زیست محیطی

اجرای سازه‌های گابیونی علیرغم اینکه بیشترین سازگاری محیطی را با اطراف خود دارند، ولی با این وجود به دلیل فرم و شکل هندسی آن که در مسیر رودخانه ها و یا محل اجرای پروژه ایجاد تغییراتی خواهند نمود. از این رو احداث این سازه‌ها می‌بایست از حیث اثرات زیست محیطی مانند ایجاد اختلال در اکوسیستم حیات-وحش و یا تخریب منابع آبی کوچک ازجمله چشمه های حاشیه رودخانه و نظایر آن نیز مورد بررسی قرار گیرد. در همین راستا تخریب های ناشی از عملیات عمرانی و جابجایی ادوات و ماشین‌آلات نیز باید در مرحله ساخت به حداقل برسد.

تخریب سازه ناشی از سرقت مش های فلزی و سنگ

در برخی موارد مشاهده می‌شود که پس از احداث سازه‌های گابیونی، برخی افراد نسبت به سرقت مش‌های فلزی و همچنین برداشت سنگ ها اقدام میکنند. این موارد بیشتر در سازه هایی مشاهده میشود که از نظر مسافت در فاصله کمتری نسبت به روستاها واقع شده‌اند. سرقت مش و یا سایر بخش‌های سازه با هدف فروش آهن قراضه و سرقت سنگ با هدف استفاده در ساختمان سازی رخ میدهد. برای جلوگیری از این موارد ضمن اینکه لازم است در مرحله مطالعات، اجرا و بهره برداری، از حداکثر مشارکت اهالی محل استفاده شود، در طول دوره بهره‌برداری نیز بازدیدهای مستمر فصلی انجام شود. برخی تمهیدات اجرایی نظیر پاشیدن ملات سیمان بر روی سطوح گابیون و سنگ ها نیز می‌تواند در کاهش احتمال سرقت مؤثر باشد.

بخش دهم – کاربردها

سیستم های گابیونی پیش ساخته در طیف وسیعی از کاربرد قابل استفاده بوده که از جنبه های مختلف قابل دسته بندی هستند. استفاده از سازه های گابیونی در حوضه آب و آبخیزداری از پرکاربردترین موارد استفاده هستند.

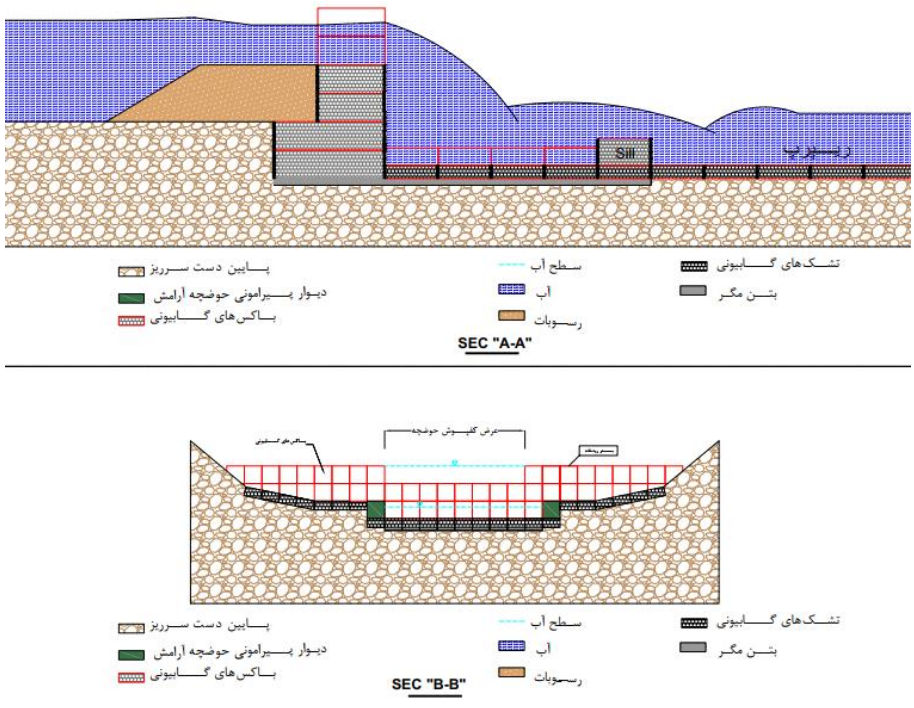
دسته بندی های مختلف سازه های گابیونی پیش ساخته در این زمینه به تفکیک در ادامه آمده است.

۱۰-۱- چک‌دم گابیونی

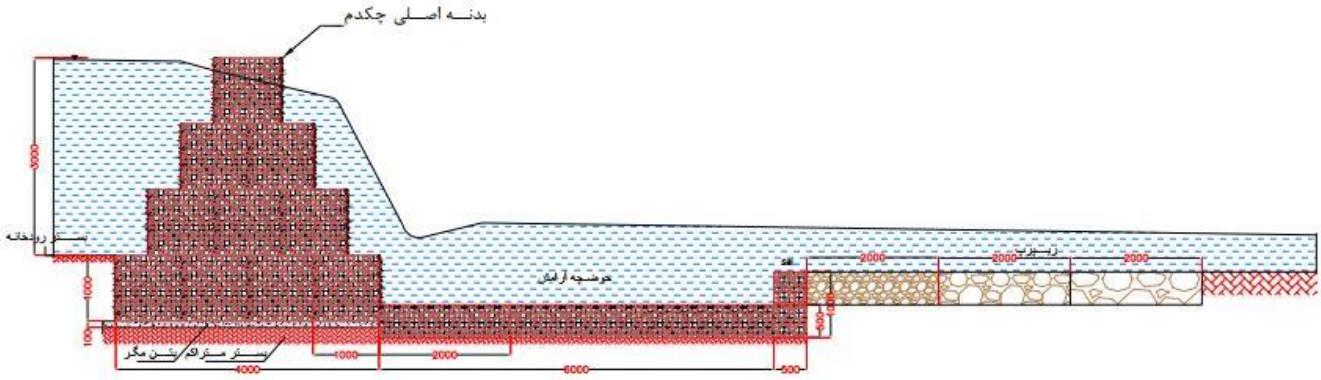
شکل۱۲– نمونه چکدم گابیونی آبخیزداری خراسان رضوی–کلات

چک‌دم گابیونی یکی از کاربردهای متداول گابیون‌های پیش ساخته در ساخت و اجرای بند های رسوبگیر می‌باشد که جهت مدیریت شیب مسیر، کاهش نیروی سیلاب و جمع آوری رسوبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سازه معمولا دارای تشک های کف در بالا دست و پایین دست بوده و در صورت نیاز می توان از دیوار حائل حفاظتی پیش ساخته گابیونی در بالادست و پایین‌دست نیز استفاده نمود.

در استفاده از این نوع چک‌دم با توجه به پیش ساخته بودن باکس های گابیونی می توان چیدمان گابیون ها با حالت های مختلفی طبق نظر طراح سازه و موقعیت پروژه در نظر گرفت. چند نمونه از حالات مختلف چیدمان در زیر آورده شده است.

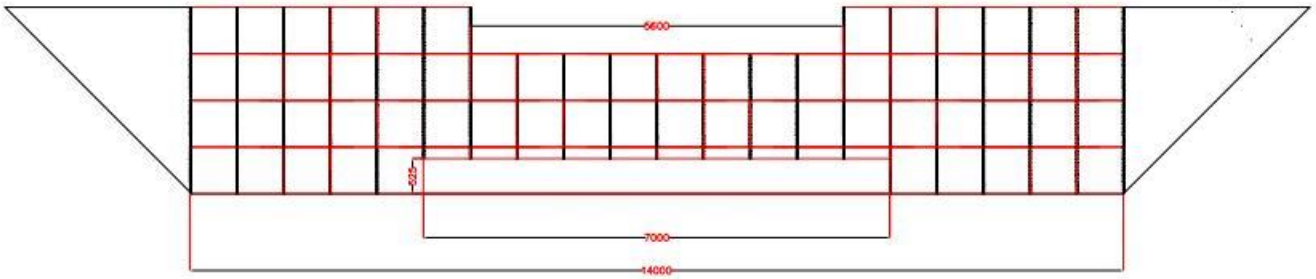


شکل۱۳– مقطع طولی و عرضی چکدم با بدنه قائم

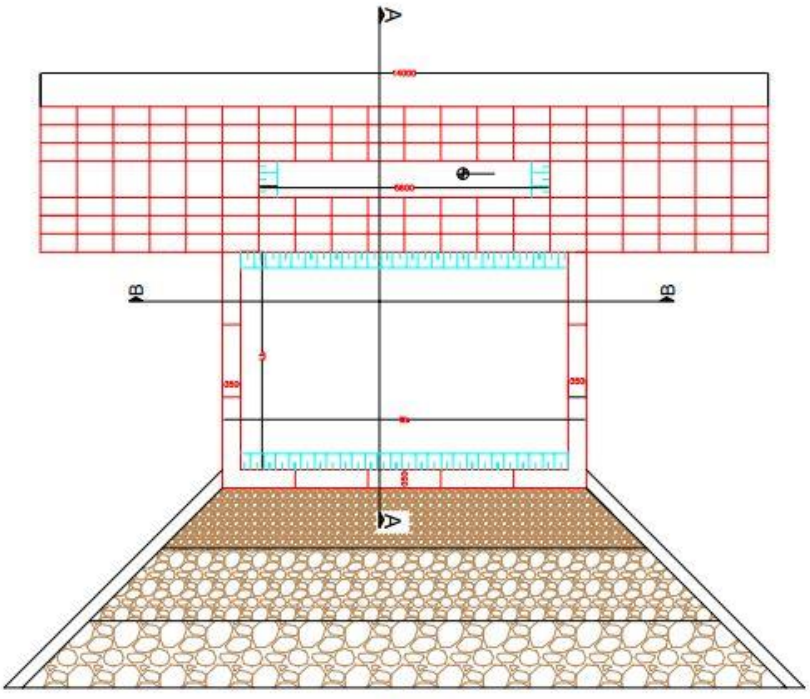


SEC "A-A"

مصـــالح زیردانـــه
بـــــاتراکم100درصـد



SEC "B-B"



Top

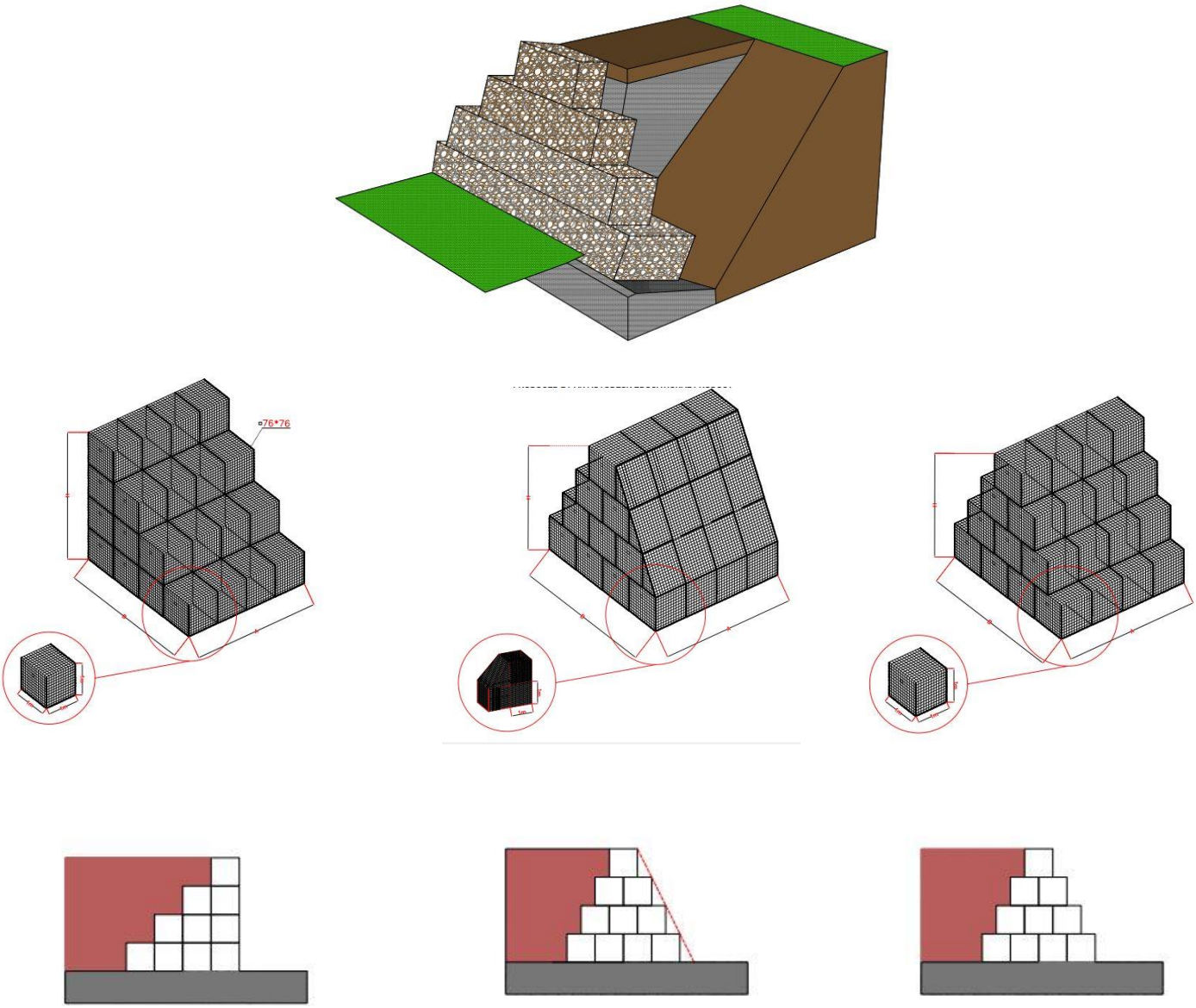
شکل۱۴–جزئیات پلان چکدم با بدنه پلکانی

۱۰-۲- دیوارهای حائل گابیونی پیش ساخته

از این نوع دیوار حفاظتی گابیونی می توان در موقعیت‌هایی که نیاز به سرعت اجرا بسیار بالا دارند، مانند دیوارهای حفاظتی، مسیرهای جاده‌ای و ریلی و همچنین ساخت دیوار حفاظتی کانال ها و رودخانه ها استفاده کرد. پیشنهاد می شود به منظور سهولت در اجرا، برای ساخت از این سازه‌ها از سلول‌های مکعبی ماژولار به ابعاد یک متر استفاده گردد.

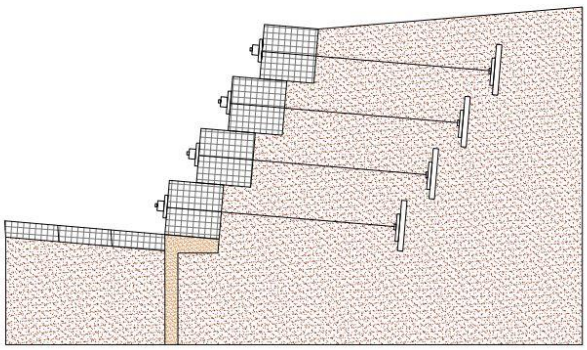
نوع چیدمان این دیوارها میتواند در حالت‌های مختلف و مطابق نظر طراح سازه انتخاب شود .

چند نمونه از چیدمان این محصولات در زیر آورده شده است.

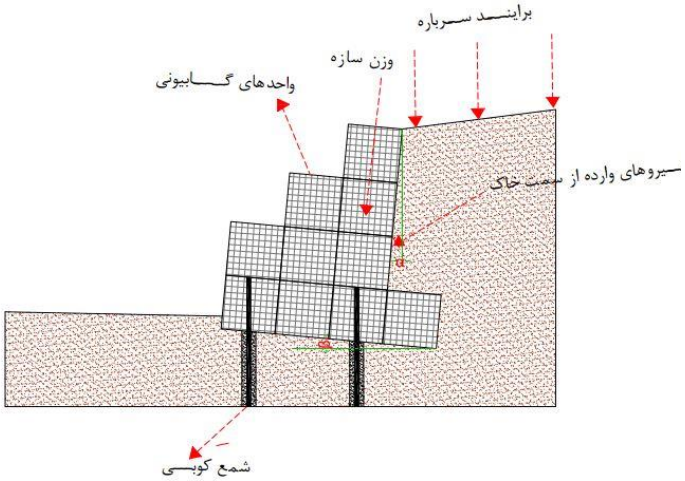


شکل۱۵–انواع دیوار حائل گابیونی از نظر چیدمان

در محل‌هایی که محدودیت عرضی و یا سازه ای وجود دارد، دیوار پیش ساخته گابیونی با سیستم های مکانیکی مانند نیلینگ و شمع کوبی ترکیب می شوند .

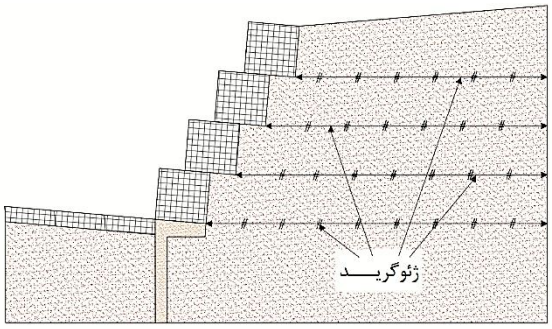


شکل۱۶– دیوار حائل مسلح شده توسط نیلینگ



شکل۱۷–دیوار حائل گابیونی با سیستم شمع کوبی

ارتفاع متعارف دیوارهای پیش ساخته گابیونی در حالت وزنی ۹ متر می باشد و در صورت نیاز به اجرا در ارتفاع بیشتر می‌توان همانند مواقعی که محدودیت عرضی وجود دارد از ژئوگرید و سایر روش های حفاظت خاک(شکل‌های شماره ۱۶ و ۱۷) استفاده نمود.

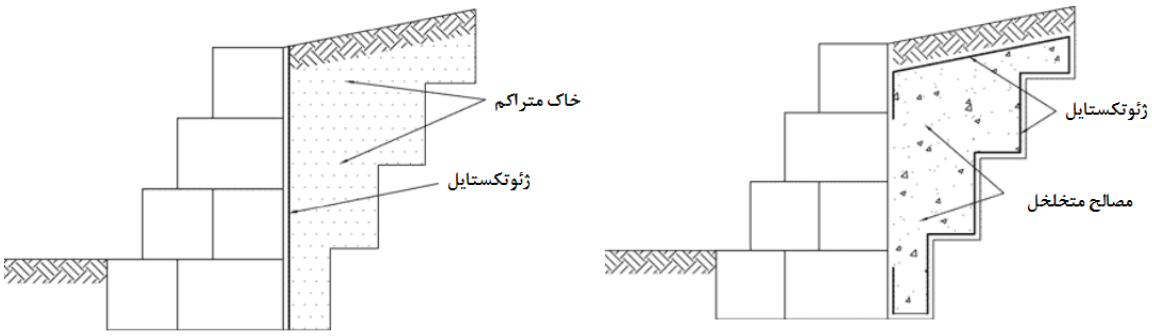


شکل۱۸–دیوار حائل مسلح شده توسط ژئوگرید

حداقل تراکم بک‌فیل دیوار های حائل ۹۵٪ می باشد که می بایست در لایه هایی با ارتفاع ۲۰ سانتی متر به وسیله کمپکتور کوبیده شود.

شکل۱۹– تراکم خاک توسط کمپکتور

از پارچه ژئوتکستایل می توان جهت تثبیت خاک پرکننده پشت دیوار حائل در برابر رطوبت استفاده نمود. نوع خاک پر کننده، نوع و محل ژئوتکستایل را تعیین می کند.

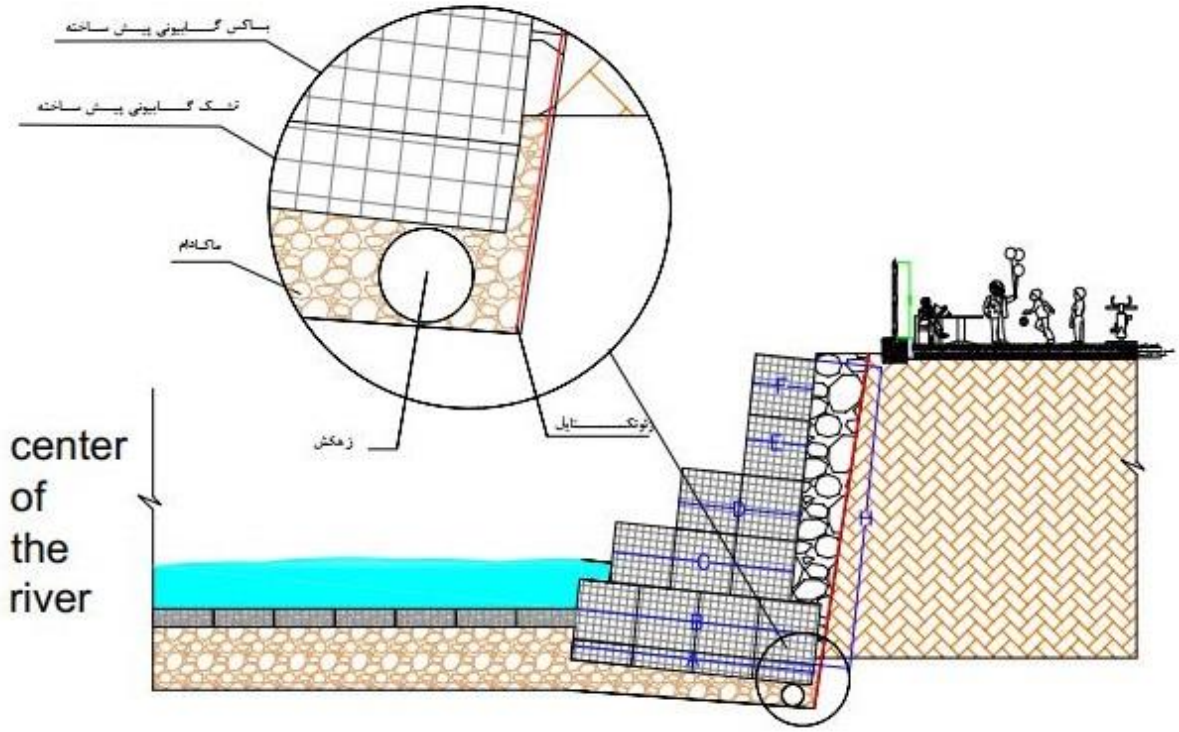


شکل۲۰–استفاده از پارچه ژئوتکستایل جهت تثبیت خاک پرکننده پشت دیوار حائل

شکل۲۱–دیوار حائل گابیونی با پوشش ژئوتکستایل جهت تثبیت خاک

۱۰-۳- دیوارهای حفاظت از سواحل دریا و رودخانه

جهت جلوگیری از فرسایش سواحل می‌توان از باکس های گابیونی پیش ساخته و یا تشک های پیش ساخته و یا در صورت نیاز می‌توان از ترکیبی از این دو استفاده نمود .

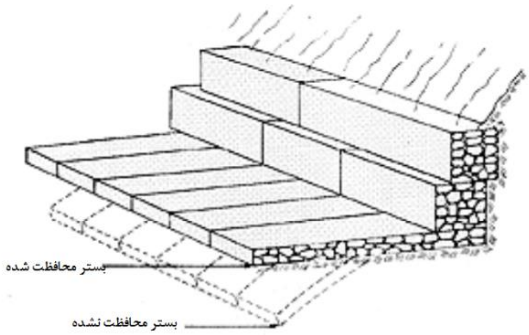


شکل۲۲–حفاظت حریم رودخانه با سیستم های گابیونی

جهت محافظت و جلوگیری از شستگی کف و همچنین پاشنه دیوار گابیونی در دیوارهای حائل رودخانه ها و کانال ها از تشک‌های پیش ساخته در کف به عنوان باله استفاده می شود.

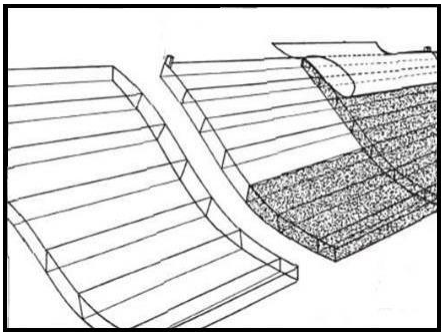
توصیه می شود عمق باله ها حداقل ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شود و همچنین طول باله ها حداقل دو برابر عمق پیش بینی شده فرسایش بستر در نظر گرفته شود. عموماً زیر باله ها از ژئوتکستایل برای جلوگیری از شستشوی بستر استفاده می شود.

شکل۲۴– نمونه اجرای دیوار حائل با تشک کف در بستر رودخانه



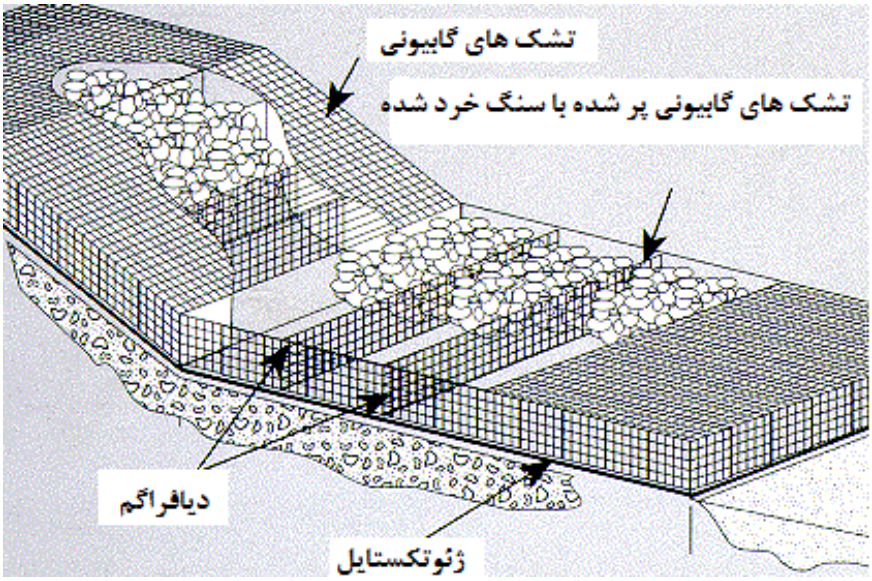
شکل۲۳–جزئیات دیوارحائل به همراه باله کف

در سواحل دریا و رودخانه های چهار فصل (دائمی) که بستر همیشه دارای آب جاری است و نمی توان از سازه های دیگر استفاده نمود، می‌توان پس از پیش بینی های لازم باکس ها و تشک های تک سلولی و یا چند سلولی را از قبل با سنگ پر کرده و توسط جرثقیل در محل نصب نمود.



شکل۲۵– تشک های گابیونی کف وجداره کانال ها

به طور کلی بنا بر نیاز از این سیستم می‌توان برای ایجاد انواع سازه های حفاظتی از جمله حفاظت آبراهه ها، کانال های شیبدار و کلیه سازه های حفاظتی در مسیر و یا در مجاورت مسیر استفاده کرد که برخی از این کاربردها به صورت تصاویر کاربردی در زیر آورده شده است.



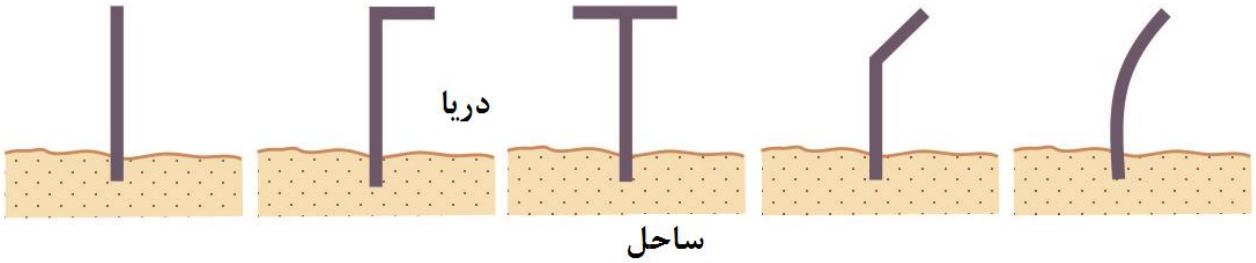
شکل۲۶–جزئیات اجرای تشک های گابیونی

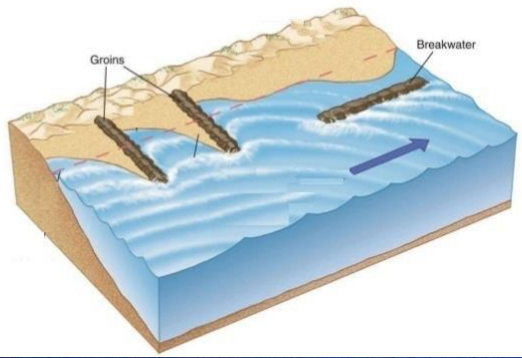
شکل۲۷– اجرای تشک های گابیونی در سواحل

۱۰-۴- آبشکن (موج شکن، اپی)

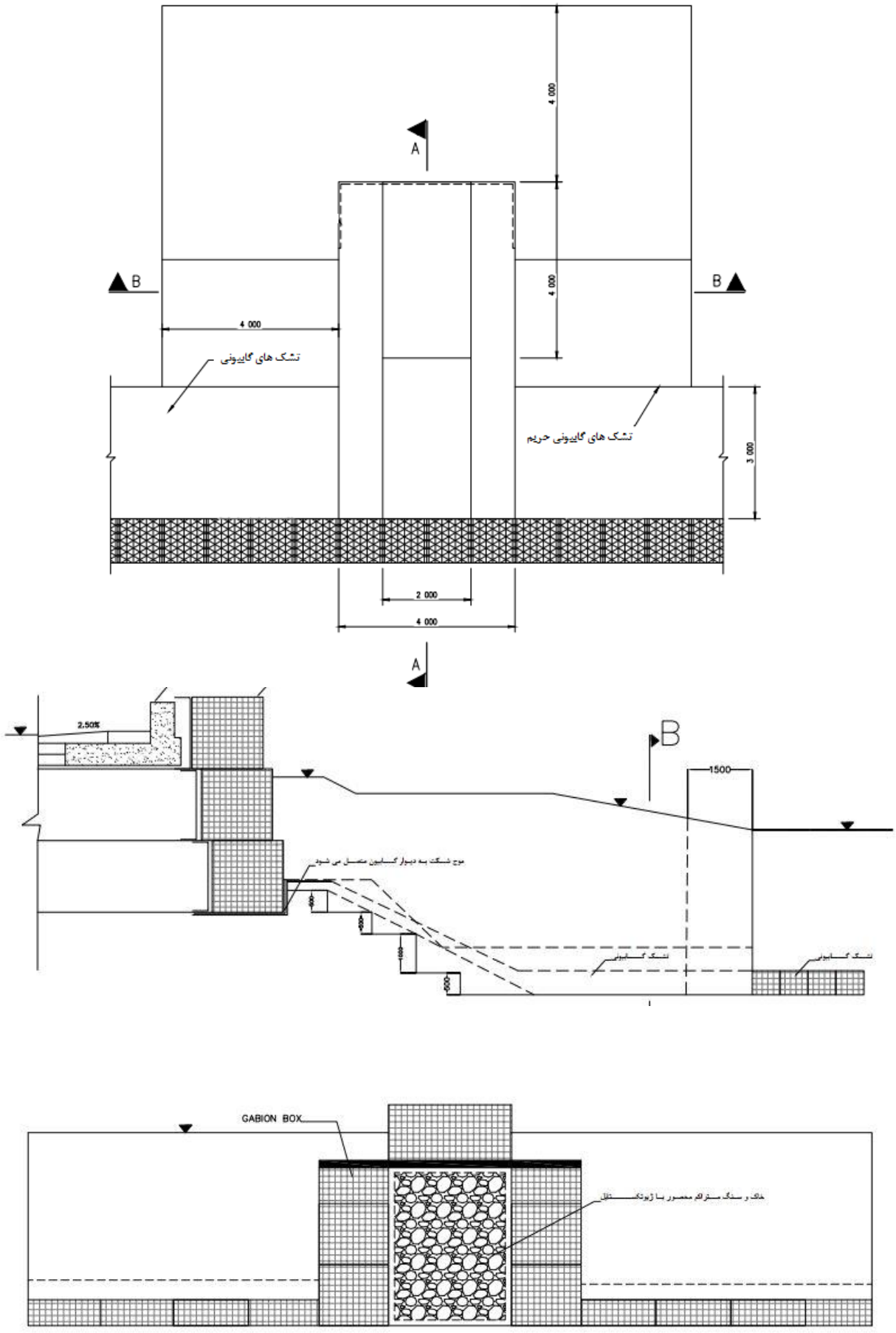
از این نوع سازه پیش‌ساخته گابیونی می توان جهت تثبیت حاشیه رودخانه‌ها و سواحل دریا استفاده کرد. همچنین در رودخانه‌هایی که جریان آب جاری دارند و همچنین سواحل آنها، می توان از باکس‌های از قبل پرشده توسط مصالح سنگی استفاده نمود، در این صورت می‌توان سبدهای پیش ساخته گابیونی را در محل معدن سنگ و یا در محل پروژه، توسط مصالح سنگی پر نمود و سپس توسط ماشین‌آلات، حمل و به محل نصب و اجرا منتقل کرد و در نهایت توسط جرثقیل در محل اجرای آبشکن یا موج شکن به صورت سلول های تک نصب و به هم متصل نمود (مطابق شکل ۳۳). معمولا در سواحل اجرای موج شکن‌ها به صورت T شکل و عمود بر ساحل اجرا بوده و در رودخانه ها با انجام محاسبات هیدرولیکی، طراحی زوایا و حالت های مختلف اجرای سازه قابل انجام است.

جلوگیری از فرسایش و رانش رسوبات ساحلی، کنترل و هدایت جریان، کاهش جریان جزر و مد در سواحل دریا و کاهش انرژی امواج از جمله عملکردهای سازه‌های گابیونی در این کاربرد می باشند.





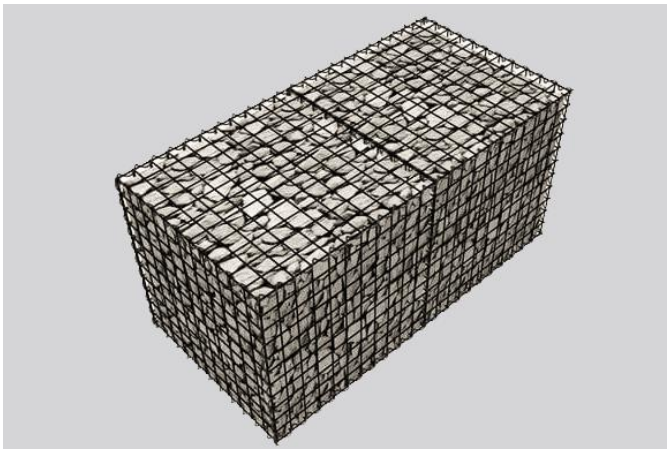
شکل۲۸– انواع مدل های اپی و آبشکن در حاشیه رودخانه و سواحل



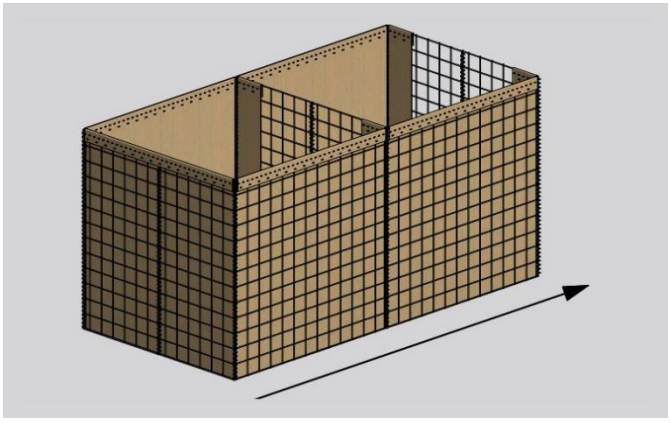
شکل۲۹– پلان جزئیات نما، مقطع طولی و عرضی اپی

۱۰-۵- سیل بند های پیش ساخته گابیونی

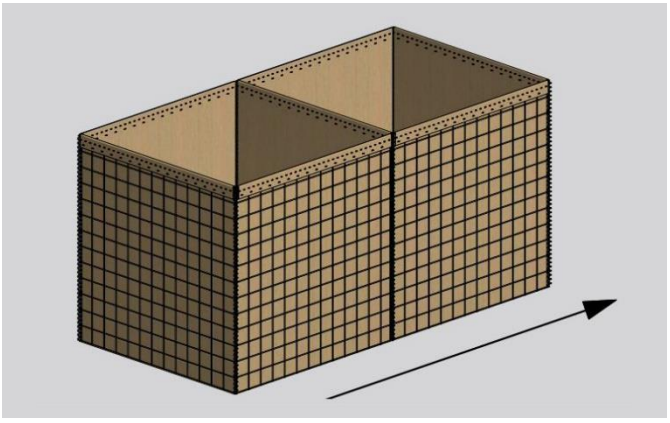
سیل بند های پیش ساخته گابیونی جهت جلوگیری از طغیان و کنترل جریان آب های رودخانه و ایجاد خسارت های ناشی از آن به صورت موقت و دائم که در انواع و مدل های زیر قابل اجرا می باشد.



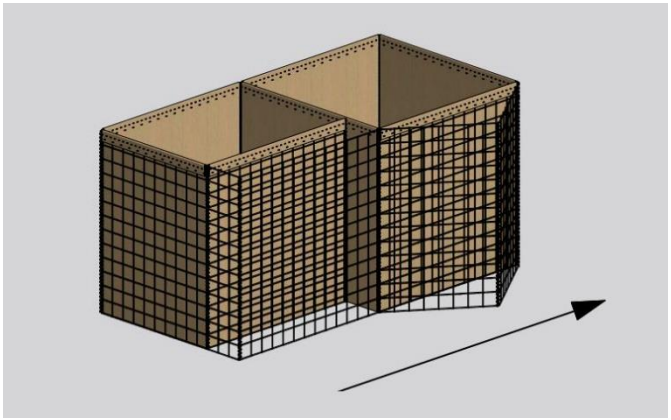
شکل۳۰– سیل بند موقت با هسته سنگی



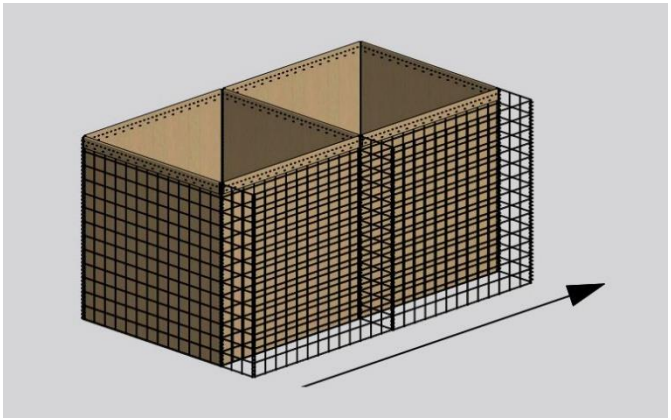
شکل۳۱– سیل بند موقت با هسته خاکی



شکل۳۲– دیوار بادشکن



شکل۳۳– موج شکن دائم با هسته خاکی



شکل۳۴– سیل بند دائم با هسته خاکی

شکل۳۵– اجرای دیوار بادشکن گابیونی

تبصره: از سری مدل های سیل بند گابیونی میتوان جهت استفاده در بیابان‌هایی که شرایط محیط اجازه رشد پوشش گیاهی و اجرای بادشکن های زنده را فراهم نمیکند نیز به عنوان بادشکن‌های غیرزنده (مصنوعی) با توجه به مصالح موجود و در دسترس پروژه شامل سنگ، خاک و ... استفاده نمود.

۱۰-۵-۱- سیل بندهای گابیونی موقت

این نوع سازه پیش ساخته از شبکه های مشبک پیش جوش شده فولادی با روکش گالوانیزه گرم (مطابق توضیحات مندرج در بخش دوم - مواد، ساخت و تولید) به همراه یک لایه پوشش ژئوتکستایل غیر بافته شده تشکیل شده است. از این نوع سازه سیل بند می‌توان در زمان بروز بحران سیلاب و جهت جلوگیری و مدیریت سیلاب در مواقع اضطراری استفاده نمود. مصالح مصرفی جهت پر کردن این موانع می تواند از مصالح موجود در محل مانند خاک و یا ترکیبی ازخاک و سنگ استفاده گردد.

شکل۳۶– اجرای سیل بند موقت با هسته خاکی

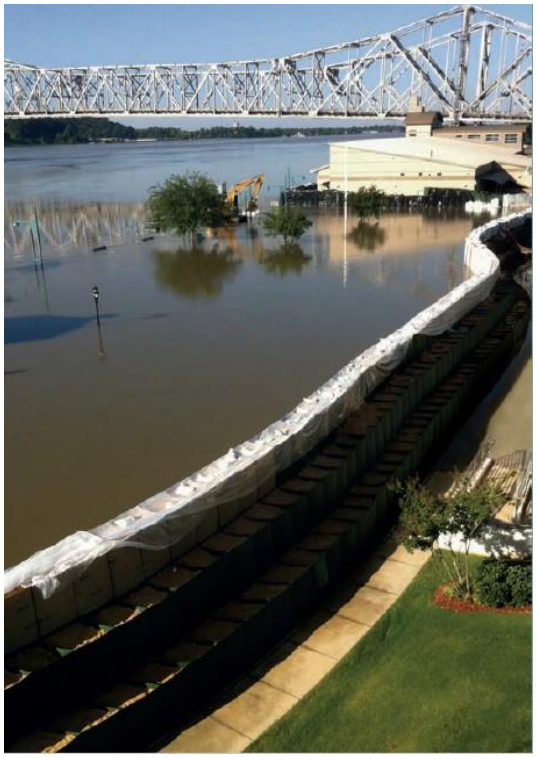
شکل۳۷– سرعت بالای اجرای سیل بند در زمان بحران سیلاب

استفاده عمده این نوع سیل بند موقت در زمان بحران می تواند در جهت استفاده در موارد زیر باشد:

۱- جلوگیری از طغیان رودخانه
۲- هدایت سیلاب به مناطق با اهمیت کمتر
۳- حفاظت ز شریان های ارتباطی حیاطی
۴- حفاظت از ساختمان ها و تاسیسات با اهمیت بالا و ...
۵- حفاظت از مناطق مسکونی، صنعتی و ...

شکل۳۸– اجرای سیل بند جهت حفاظت از مناطق مسکونی

چند نمونه چیدمان سازه‌های سیل بند موقت در زیر نمایش داده شده است.



شکل۳۹– اجرای سیل بند در حریم رودخانه

شکل۴۰– اجرای سیل بند در اطراف جاده

شکل۴۱– اجرای موج شکن گابیونی با هسته خاکی در سواحل

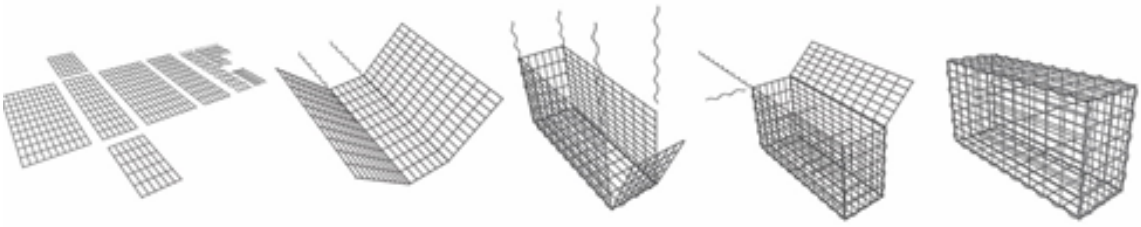
شکل۴۲– اجرای سیل بند جهت حفاظت از تاسیسات

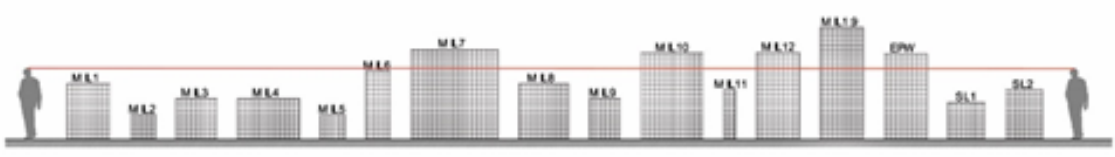
ابعاد هندسی این نوع سیل بند مطابق جدول۴ می باشد.

جدول۴– ابعاد ومشخصات سیل بند های گابیونی

مشخصات هندسی

نام محصول	ابعاد یک سلول (سانتیمتر)			قطر مفتول	قطر مفتول فنر	ابعاد چشمه	تعداد سلول
	ارتفاع	عرض	طول	(میلیمتر)	(میلیمتر)	(میلیمتر)	(عدد)
MIL۱	۱.۳۷	۱.۰۶	۱.۰۶	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۹
MIL۲	۰.۶۱	۰.۶۱	۰.۶۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۲
MIL۳	۱	۱	۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۱۰
MIL۴	۱	۱.۵۲	۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۱۰
MIL۵	۰.۶۱	۰.۶۱	۰.۶۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۵
MIL۶	۱.۶۸	۰.۶۱	۰.۶۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۵
MIL۷	۲.۲۱	۲.۱۳	۲.۱۳	۵	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۱۳
MIL۸	۱.۳۷	۱.۲۲	۱.۰۶	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۹
MIL۹	۱	۰.۷۶	۰.۷۶	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۱۲
MIL۱۰	۲.۱۲	۱.۵۲	۱.۵۲	۵	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۲۰
MIL۱۱	۱.۲۲	۰.۳	۰.۶۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۲
MIL۱۲	۲.۱۳	۱.۰۶	۱.۰۶	۵	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۳۰
MIL۱.۹	۲.۷۴	۱.۰۶	۰.۵۳	۵	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۳
EPW	۲.۱	۱.۰۶	۱.۰۶	۵	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۳۰
SL۱	۰.۹۱	۰.۹۱	۰.۹۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۵
SL۲	۱.۲۲	۰.۹۱	۰.۹۱	۴	۴	۷۶.۲o۷۶.۲	۵





۱۰-۵-۲- سیل بندهای گابیونی دائم

همانند کلیه دیوارهای حفاظتی در برابر سیلاب مانند موانع بتنی، سنگی و ... از این نوع سیستم نیز می‌توان به عنوان جایگزین مناسب جهت ایجاد دیوار سیل بند استفاده نمود. پر کننده این سیستم همان مصالح سنگی می باشند که در بند ۲-۲ به آن اشاره شده است. ابعاد هندسی مطابق جدول ۲ فصل دوم می باشد. این نوع دیوار پیش ساخته گابیونی می تواند با توجه به نیاز بصورت نفوذپذیر و غیرقابل نفوذ (با اضافه کردن لایه های ژئوتکستایل و ژئوممبران) استفاده گردد. این نوع سازه میتواند با عملکرد خودایستا و ثقلی و یا در ترکیب با سیستم های سازه ای دیگر مانند شمع کوبی طراحی و اجرا گردد.

شکل۴۳– اجرای سیل بند دائمی جهت حفاظت از حریم جاده

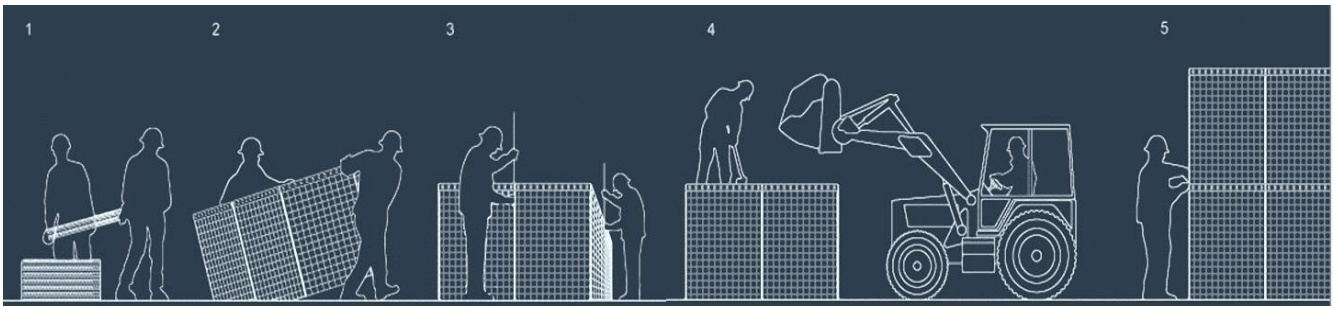
شکل۴۴– اجرای سیل بند دائم جهت حفاظت از سواحل

شکل۴۵–نمای دیگر از سیل بند گابیونی دائمی جهت حفاظت از سواحل

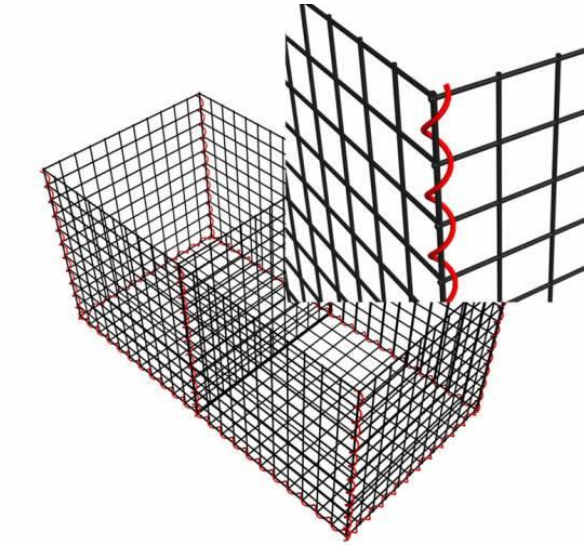
بخش یازدهم– دستور کار اجرایی

حفظ استحکام و پایداری سازه در اجرای سازه های گابیونی بسیار مهم بوده و در این راستا رعایت موارد اجرایی الزامی است.

-باکس‌های مش گابیون می بایست قبل از سنگ چینی به صورت کامل در محل مستقر و در صورت نیاز به هم متصل شوند و صرفاً درب باکس‌ها جهت سنگ چینی باز باشد.



شکل۴۶– مراحل اجرای گابیون ها در محل پروژه



-در فاصله یک متری در طول باکس، از دیافراگم تقویت کننده استفاده شود.

-لبه دیافراگم ها به دقت به پیرامون باکس دوخته شود.

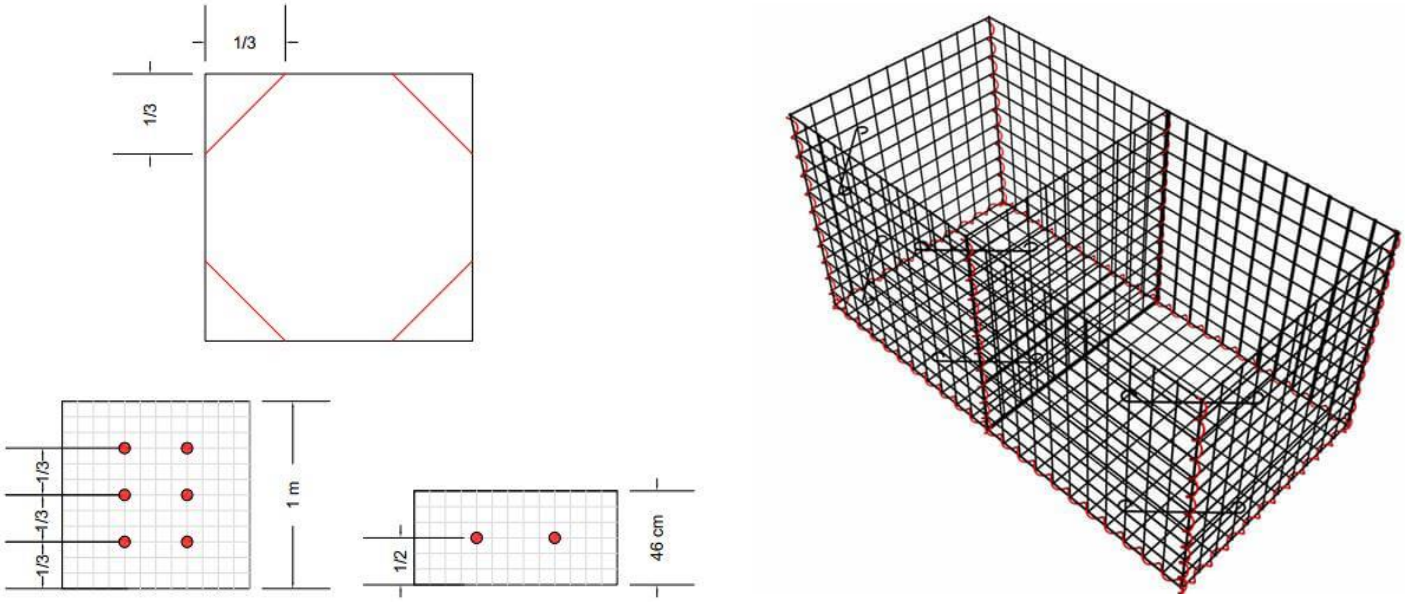
-دوخت لبه‌های باکس ها و دیافراگم با استفاده از فنرهای اتصال مارپیچ به صورت کامل انجام می‌شود.

-در صورت لزوم جهت اتصال باکس‌های پیش ساخته گابیونی می توان از اتصالات حلقوی به فواصل حداکثر ۲۰ سانتی متر استفاده نمود.

شکل۴۷–جزئیات فنرهای اتصال دهنده

- جهت مهار صفحات مشبک میلگردی در یک باکس گابیونی می بایست از مهاربندهای استیفنر که به صورت مورب وجوه مجاور را به یکدیگر متصل می کنند استفاده شود. در باکس‌های گابیونی میتوان از مهاربندهای

استیفنر در دو ردیف به فواصل یک سوم ارتفاع و در تشک های گابیونی با ارتفاع ۵۰ سانتیمتر و کمتر در یک ردیف و در موقعیت یک‌دوم ارتفاع استفاده نمود .



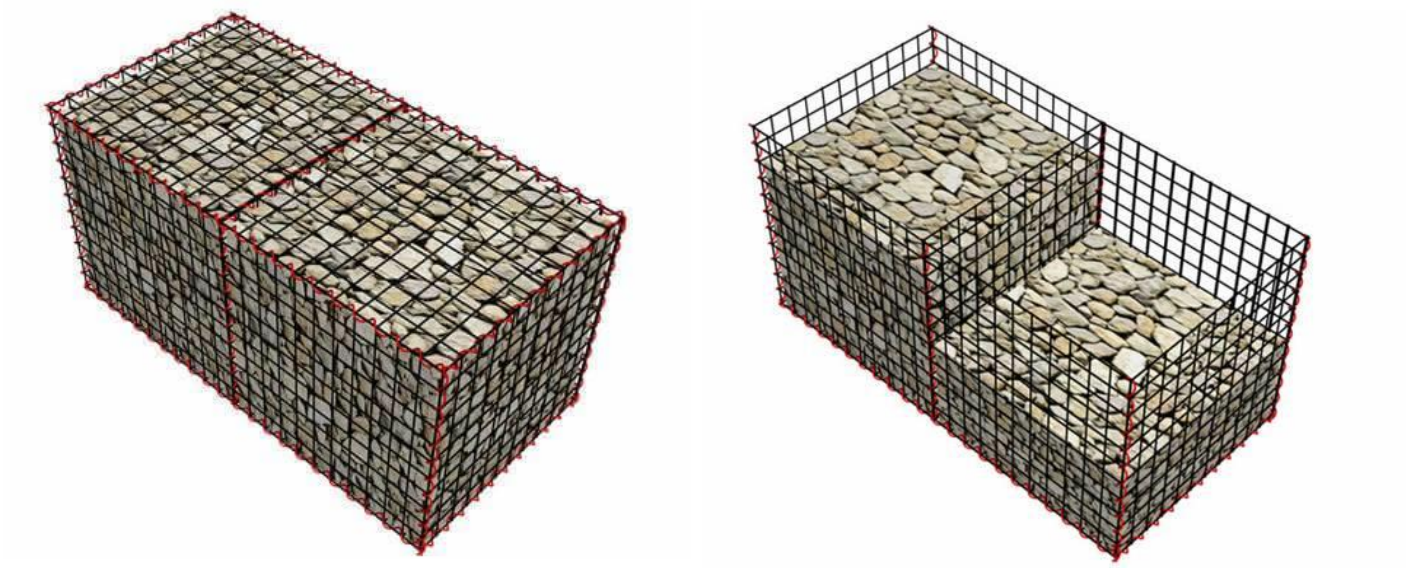
شکل۴۸– جزئیات و موقعیت قرارگیری استیفنرها جهت مهاربندی وجوه باکس گابیونی _ در پلان و نما

-جهت اجرای میل مهارها لازم است قبل از شروع عملیات سنگ چینی، میل مهارهای افقی وجوه مقابل باکس ها را به هم متصل کنند. سپس سنگ چینی تا ارتفاع یک سوم باکس به دقت انجام شود. در این مرحله اولین سری از میل مهارهای طولی و عرضی به دقت و با استحکام لازم اجرا شود. پس از آن عملیات سنگ چینی تا ارتفاع دو سوم باکس تکرار شده و سری دوم میل مهاری‌ها نصب شوند. در آخرین مرحله باکس به طور کامل پر شده و درب آن بسته شود.

-باکس های گابیون به صورت آجرچینی بر روی هم قرار گیرند به نحوی که درز اتصال بین دو باکس در امتداد لایه زیرین قرار نگیرد.

-هنگام اجرای گابیون ها در امتداد یکدیگر، عملیات سنگ چینی مرحله به مرحله از یک سو انجام شود.

-در سازه‌های تشک گابیونی پس از پهن کردن لایه زیرین، اجرای دیافراگم ها انجام شود. در این مرحله، عملیات سنگ ریزی میتواند به صورت دستی و یا ماشینی انجام شود. ولی در انتها چیدن سنگ ها توسط کارگر ماهر صورت پذیرد.



شکل۴۹– سنگ چینی مرحله به مرحله گابیون ها

-دیافراگم های تشک گابیونی میتواند به صورت یکپارچه با لایه زیرین انجام شود.

-بر روی سطوح شیبدار عملیات سنگ چینی از ردیف های پایین آغاز شود.

-در صورت امکان و فراهم بودن ادوات و ماشین‌آلات میتوان باکس‌های گابیونی را به صورت پیش ساخته تهیه کرده و در محل اجرا قرار داد.

-تشک های گابیونی پیش ساخته نیز در مواردی که عملیات اجرایی در زیر سطح آب انجام می‌شود می‌تواند بصورت از پیش پر شده مورد استفاده قرار گیرد.

شکل۵۰–حمل با جرثقیل گابیون های از پیش پر شده

-برای اجرای تشک های گابیونی در قوس ها، قطعات مستطیلی به صورت مثلثی برش داده شده و در مسیر انحنا پیاده شوند. در صورتیکه زاویه دوران کم باشد، با هم‌پوشانی تشک ها عملیات اجرایی قابل انجام است.

-پس از اجرای سازه گابیونی در مواردی که پروژه داخل حوضه آبخیز قرار دارد و احتمال سرقت توری یا سنگ ها وجود داشته باشد، میتوان با پاشیدن ملات سیمان به صورت دستی یا مکانیکی، مشابه عملیات شاتکریت، وجوه در معرض دید گابیون را با ملات سیمان اندود کرد. در این عملیات نیازی به پوشش کامل سیمان وجود ندارد و صرفاً وجوه نمایان مضرس شوند.

-حمل سنگ می‌تواند توسط ماشین‌آلات مختلف انجام شود. ولی بهتر است از ماشین‌آلات با ظرفیت باربری بالاتر استفاده شود.

بخش دوازدهم– پایش، ارزیابی و نگهداری

سازه های گابیونی باتوجه به اهداف اجرایی آنها عموماً به عنوان یک سازه منطبق بر طبیعت و با کمترین ناهمگونی با محیط اجرا می‌شوند. این امر بدان معنی است که به عنوان مثال اگر یک سازه آبخیزداری از نوع چک‌دم رسوبگیر در هر زمان از رسوبات پر شد، در واقع سازه نقش خود را به خوبی ایفا کرده و در چنین مواردی نمیتوان گفت سازه دارای کارکرد ناقص است .

یک سازه رسوبگیر براساس تعریف، رسوبات حوضه‌ی آبخیز را در حجمی معادل مخزن ذخیره بالادست خود کنترل خواهد کرد. سازه‌هایی نظیر کفبندها و یا شیب شکن‌ها نیز که با هدف اصلاح شیب طولی آبراهه و یا ایجاد تغییر در زمان تمرکز حوضه آبریز ساخته می‌شوند، در طول سال‌های پس از اجرا عملاً نقش خود را به شرط پایداری سازه به درستی ایفا خواهند نمود.

آنچه در بحث پایش و نگهداری سازه های گابیونی مطرح است در واقع بازدیدهای دوره‌ای برای کنترل عدم تخریب سازه به دلایل مختلف هیدرولیکی و یا تخریب‌های انسانی است. در این خصوص لازم است هرساله بازدیدهای دوره‌ای از این نوع سازه خصوصاً پس از وقوع رخدادهای سیل قابل توجه در حوضه آبریز انجام شود. در این بازدیدها می‌بایست با تهیه چک لیست وضعیت و عملکرد سازه‌ها ثبت شده و در صورت مشاهده تخریب های احتمالی نسبت به بازسازی و مرمت آنها اقدام شود.