بررسی عملیات ساحل سازی رودخانه اروند در محدوده پالایشگاه آبادان با اجرای شمع و سپر بتنی

محمد مرشد بهبهانی[1]

چکیده:

بخش‌های مهمی از مرزهای کشور را رودخانه‌ها و سواحل آبی تشکیل می‌دهند که در این میان رودخانه اروند در بازه‌ای به طول ۹۰ کیلومتر، مرز مشترک ایران و عراق محسوب می‌شود. این رودخانه به دلایل طبیعی و مصنوعی(کشتیرانی) ایجاد فرسایش در بخش‌هایی از سواحل ایران را موجب گردیده است عملیات ساماندهی بازه فرسایش پذیر ساحل اروند در قوس خارجی از ورودی اروند صغیر تا پالایشگاه آبادان با ساخت و نصب شمع های بتنی ۱۲ متری و جایگزاری ۶ متر دیوار بتنی پشت شمع ها و مهار آنها با دو ردیف تاندون (مهار کششی)آلیاژی ۳۴ میلیمتری به دیوار های نگهدارنده به اجرا در آمد .تجربیات این پروژه از جمله استفاده از تاندون بجای سیم بکسل وپاسخگویی به مشکلات فنی پروژه(کار با فولاد آلیاژی، ،نحوه ورود تاندون ها به شمع ،مواد افزودنی به بتن میزان بخار دهی آن ،مدیریت خاکبرداری، خاک پیش رونده...) تجربیات مفیدی ازعملیات ساماندهی و تکنولوژی اجرا و همچنین مشکلات طراحی را بیان می کند .

واژه های کلیدی: ساحل سازی، ساماندهی،شمع، سپربتنی

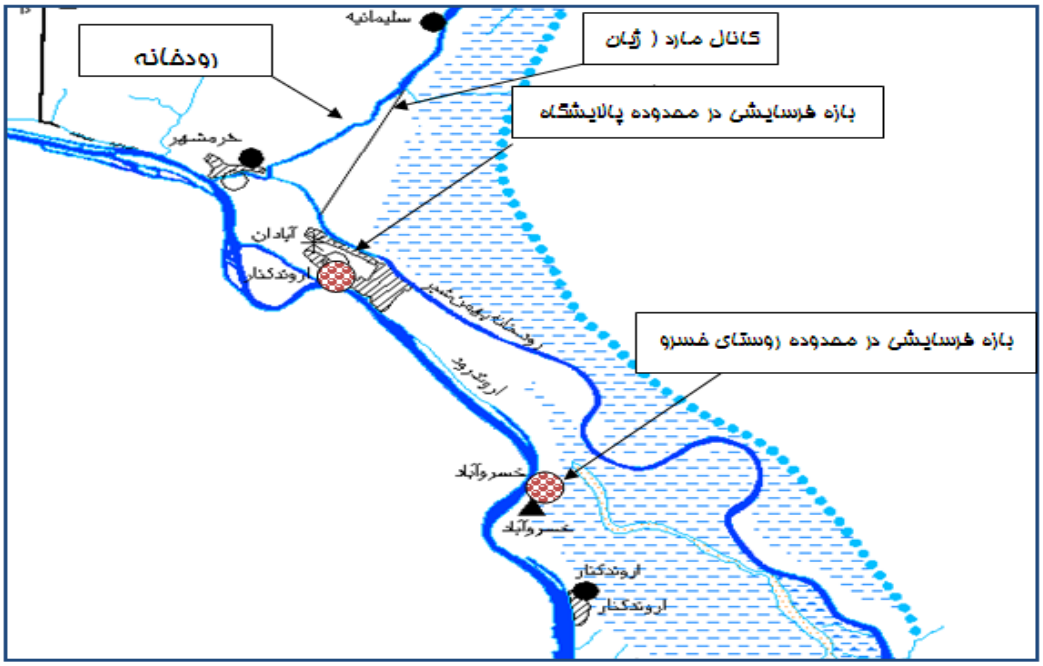
۱- کارشناس ارشد سازه های آبی- سازمان آب و برق خوزستان

مقدمه

رودخانه اروند مهمترین رودخانه قابل کشتیرانی کشور است که به خلیج فارس راه دارد و در بازه‌ای به طول ۹۰ کیلومتر، مرز مشترک ایران و عراق محسوب می‌شود. این رودخانه به دلایل مختلفی از جمله جزر و مد آب و حرکت قایق ها و کشتی ها و.. در بخش‌هایی از سواحل ایران را دچار فرسایش گردیده است. بررسی‌های انجام گرفته نشان داد که پدیده فرسایش و تخریب سواحل در بازه مجاور پالایشگاه آبادان از شدت بیشتری برخوردار است. این رودخانه در ابتدا از به‌هم پیوستن دجله و فرات در خاک عراق و با عنوان شط العرب به وجود آمده و در۹۰ کیلومتری انتهایی، مرز دو کشور ایران و عراق را شکل می‌دهد. مرزی بودن این رودخانه از مهمترین جنبه‌های اهمیت آن است که جنگ تحمیلی عراق علیه ایران نیز به همین بهانه آغاز گردید. از دیگر وجوه اهمیت این رودخانه می‌توان به عرض زیاد و قابلیت کشتی‌رانی، تأثیرپذیری از خلیج فارس و جریان جزر و مدی و شیب اندک و جریان نسبتاً آرام آن اشاره نمود. طول تقریبی این بازه حدود ۱/۷۵ کیلومتر می‌باشد. نوع مصالح تشکیل دهنده ساحل رودخانه در این محدوده ریزدانه بوده و قرارگیری ساحل ایران در قسمت خارجی قوس رودخانه در این بازه سبب فرسایش شدید کناره و شسته شدن خاک کشورمان شده است. لذا به منظورکنترل وجلوگیری ازفرسایش جریان اقدام حفاظتی کوبیدن و نصب شمع‌های بتنی کوبشی همراه میله مهار و پانل‌های بتنی به اجرا در آمده است

محدوده طرح

محدوده طرح در بازه ای از رودخانه اروند است که در بخش خارجی قوس رودخانه قرار داشته و به شدت در حال فرسایش بوده و از محل ورودی اروند صغیر به اروندرود آغاز شده و تا پالایشگاه آبادان امتداد دارد(شکل(۱)).



شکل (۱)- موقعیت کلی طرح در رودخانه اروند

اهداف طرح ساماندهی اروند:

هدف از انجام این طرح:

- ساماندهی رودخانه از نظر کنترل فرسایش و حفاظت کناره‌ها در محدوده موردنظر
- زیباسازی و احداث پارک ساحلی
- توسعه منطقه گردشگری و استفاده از ظرفیت رودخانه های اروند در گسترش آن
- تثبیت مسیر کشتی رانی در مرز بین ایران و عراق

انتخاب روش محافظتی

حفاظت غیر مستقیم (Indirect Protection)

این نوع حفاظت به عملیاتی گفته می شود که بطور مستقیم برروی سواحل انجام نمی شود ، بلکه در جلوی آنها و با هدف کاهش نیروی فرسایشی جریان صورت می پذیرد که این امر با سه روش جابجائی جریان آب از مجاورت سواحل ، کوشش در جهت رسوبگذاری جریان آب در مقابل سواحل و کاهش دبی سیلابی رودخانه تحقق می یابد . از جمله این روشها می توان به موارد زیر اشاره نمود :

حفاظت ساحل رودخانه توسط احداث دماغه ها (Bank head)، حفاظت ساحل رودخانه توسط احداث اپی های دور کننده جریان آب(Repelling groynes)، حفاظت ساحل رودخانه توسط اپی های مورد استفاده جهت رسوبگذاری (Sedimentinggroynes)، احداث کانال میان بر (Cut off)، اصلاح مسیر رودخانه و سایر روشهای دیگر.

- روش حفاظت مستقیم(Direct Protection)

در این نوع حفاظت سواحل رودخانه ها بطور مستقیم توسط مصالح مختلف در مقابل فرسایش ناشی از جریان آب حفاظت می گردد .روش به اجرا در آمده درحفاظت از ساحل اروند نیازاز نوع مستقیم با استفاده از شمع و سپر بتنی است از جمله روشها ی دیگرحفاظت مستقیم می توان به موارد زیر اشاره نمود : - حفاظت سواحل رودخانه بوسیله تورسنگ (Gabion) حفاظت سواحل رودخانه بوسیله سنگ چینی با سنگ لاشه(Riprap)، حفاظت سواحل رودخانه. حفاظت سواحل رودخانه بوسیله محصولات ژئوتکستایل حفاظت سواحل رودخانه توسط کاشت گیاه (Vegetation) . حفاظت سواحل رودخانه توسط ایجاد لایه بتن روی شیب پایدار(لحاف بتنی) و ... .

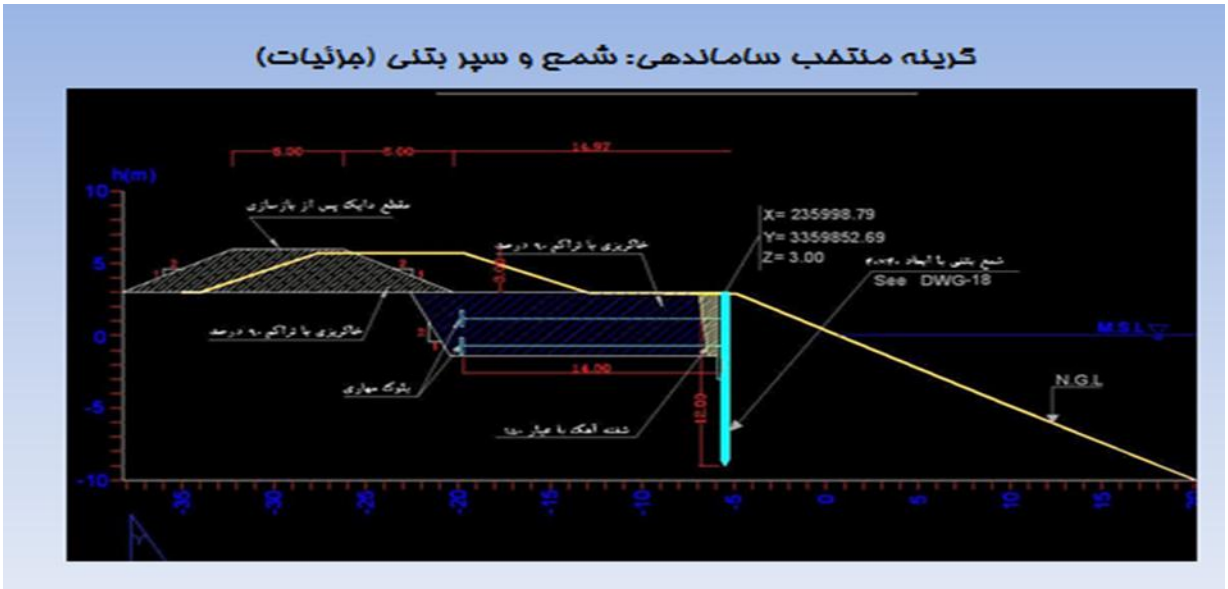
از انواع روش های ساماندهی روش حفاظت مستقیم اجرای شمع ۱۲ متری و ۶ مترسپر بتنی پشت شمع هاو مهار آنها با دو ردیف تاندون ۱۲(مهار کششی)متری به دیوار نگهدارنده بتنی صورت می پذیرد(شکل(۲)). تاندون ها که از طرفین رزوه شده انداز شمع و دیوار نگهدارنده گذشته و روی صفحه ای فلزی پیچ می شوند بصور کلی مراحل انجام عملیات اجرایی به شرح زیر است :

۱-پیاده کردن خط پروژه و مشخص نمودن خاکبرداری و خاکریزی ومحدوده پیشروی در رودخانه

۲- تخریب و برچیدن موانع موجود در مسیر شمع کوبی

۳- تهیه خاک و اجرای خاکریز مطمئن جهت استقرار شمع کوب(در محدوده های پیش روی در رودخانه ۳ تا ۵ متر جلوتر از کد سر شمع ها پیشروی می شود)

۴- کوبیدن شمع های بتنی در فواصل آکس۲ متری(استفاده از شابلو ن یاکنترل با دو دوربین برای دقت در شمع کوبی ضروری است)



شکل (۲)- مقطع عرضی عملیات اجرایی

۵- نصب و جایگذاری سپرهای بتنی تحتانی (ابتد کانال باریکی از پشت شمع ها و به فاصله متناسب با توان عملیاتی ماشین آلات کارگاه مثلا به فاصله ۱۰ شمع (۲۰ متر) کنده و سپرهای پایینی نیم متر قبل از کد استقرار قرار داده می شوند و با پشت بیل در کد مناسب فشرده و قرار می گیرند

۶- خاکبرداری و لجن برداری و اجرای تاندون های تحتانی و نصب بلوک های مهاری مربوطه

۷- خاکریزی بصورت لایه ای تا زیر تاندون های فوقانی و نصب سپر های فوقانی

۸- اجرای تاندون های فوقانی و بصب بلوک های مهاری مربوطه

۹- خاکریزی تا رویه شمع های بتنی

۱۰- تخریب سر شمع ها و اجرای شناژ بتنی

نکات اجرایی و مشکلات فنی مراحل

تجهیز کارگاه: پس از احداث دفاتر اداری وامکانات رفاهی کارگاه با توجه به اینکه ساخت قطعات بتنی در کارگاه صورت می گیرد تجهیز کارگاه از اهمیت بالایی برخوردار است پس از تامین برق ۳ فاز و آب مناسب برای کارگاه زیر سازی ساخت و نصب قالب های فلزی احداث شمع و سپر و دیوار نگهدارنده از اهمیت بالایی برخوردار است از نکات مهم در ساخت حوضچه بخار(محدوده ساخت قطعات بتنی) شکل کلی حوضچه است. چراکه علاوه بر جانمایی صحیح شکل عمومی مستطیل ترجیحا کشیده باید ساخته شود چراکه فقط در این صورت است برای بتن ریزی هم میکسچر با استقرار کنار دیوار براحتی و با کمترین طول شوت بتن قالب ها که در عرض حوضچه هستند را بتن ریزی بتن ریزی می کند(شکل(۴)). همچنین برای خارج کردن قطعات از قالب ها چر ثقیل با بوم کوتاه هم قادر است قطعات را از حوضچه خارج کند.

در صورتیکه قالب های قطعات گیرش کافی با خاک ایجاد نشود در موقع جابجایی قطعات بتنی به صفحه فولادی بطور موضعی کنده و نیاز به ترمیم پیدا می کند.

شکل (۳)- استقرار آرموتور شمع در قالب

شکل (۴)- بتن ریزی سپرهای بتنی

شمع و سپر بتنی

پس از تکمیل قالب ها که برای شمع ها با مقطع ۴۰ در ۴۰ سانتی متر و طول ۱۲ مترو سپرهایی به ابعاد ۱/۹در۳ متر و دیوارهای نگهدارنده به ابعاد ۱ در۱ متر مربع و ضخامت ۲۰ سانتیمتر به شبکه آرماتورشمع و سپرهای بافته شده درون قالب ها قرار می گیرد(شکل(۳)). به دلیل اینکه مهار شمع و سپربوسیله تاندونهایی هستند که در دیوار نگهدارنده پیچ می شوند در سه کد مشخص از شمع لوله های پلی اتیلن به قطری مناسب تاندونها در شبکه میلگرد شمع ها کار گذاشته می شود تا تاندونها متناسب با استقرار شمع در مقابل دیوار نگهدارنده از درون آنها گذر کنند.

بتن

برای اینکه پیرامون شمع و سپرها بطور متقارن و با ضخامت معین بتن ریزی شوددر فواصل نیم تا یک متری روی آرموتورها اسپیسرپلاستیکی یا بتنی (لقمه) استفاده کرد.

بتن مناسب برای قطعات بتنی عملیات ساحل سازی حداقل مقاومت ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع را به ما بدهد از سیمان تیپ ۲ با عیار ۴۰۰ و با نسبت اختلاط زیر بر حسب کیلو گرم تهیه شده است:

ماسه	شن۳/۴	شن۳/۸	آب	سیمان	فوق روان کننده	میکروسیلیس	اسلمپ	وزن متر مکعب
۹۱۰	۵۸۰	۳۳۰	۱۶۰	۴۰۰	۶	۲۸	۱۰	۲۴۱۴

بتن شمعها باید صاف و بدون عیب و کرم‌خوردگی و فضای خالی باشد مقاومت فشاری بتن شمعهای بتنی پیش‌ساخته در پروژه ساماندهی اروند ۳۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

حداقل ضخامت پوشش بتن روی آرماتور بر حسب میلیمتر، در شمع بتن مسلح پیش‌ساخته ۵۰ میلیمتر می باشد بتن‌ریزی هر شمع باید از سر شمع به طرف پاشنه شمع و به طور مداوم انجام گیرد.فوق روان کننده استفاده شده در این پروژه از جنس dezobilddd-10 می باشددر تهیه بتن باید دقت شود از مواد فوق روان کننده به مقدار زیاد استفاده نشود چراکه باعث تجمع آب بتن روی آن شده مقاوت را پایین می آورد اسلمپ مجاز برای بتن ریزی شمع و سپر ها ۱۰ می باشد که محدوده اسلمپ۸تا ۱۲ نیز قابل قبول است می باشد لذامتناسب با اسلمپ بدست آمده مدت ویبره تنظیم می گرددمیکروسیلیس استفاده شده در بتن بسیار سرطان زا بوده در هنگام استفاده کارگران باید از ماسک استفاده کنند.

فولاد

با توجه به اینکه جنس تاندون ها (از فولاد آلیاژی به ضخامت ۳۴ میلیمتر می باشد و در برابرخوردگی مقاوم تر از میلگرد معمولی می باشند ولی ازقابلیت انعطاف کمتری برخوردار هستند تا جاییکه امکان شکستن آنها در خمش های آرموتوربندی وجود دارد لذا شبکه های آرموتور بندی درون شمع و دیوارهای بتنی از میلگرد معمولی استفاده شد وفقط تاندونها از فولاد آلیاژی استفاده گردید.

عمل آوری بتن با بخار

از آنجا که کسب مقاومت اولیه بالایی در مدت زمان کمی برای ما حائز اهمیت است شمع و سپرو دیوارهای نگهدارنده که در حوضچه ها بتن ریزی شده اند ۲ ساعت بعد از اتمام بتن ریزی روی حوضچه ها با برزنت دو لایه مخصوصی حوضچه ها پوشیده می شود و مدت ۱۸ ساعت طبق مراحل زیر بخار دهی میگردد تا ۲.۵ساعت اولیه دمای بخار ا تدریجا فزایش تا به ۸۰ درجه سانتیگراد می رسد و بسته به شرایط محیطی بین ۶تا ۱۲ ساعت در آن دما می ماند از آن پس طی مدت ۲ ساعت مجدا دما کاهش داده می شود. شایان توجه است بالا بردن یا کم کردن دما نباید از۲۰ درجه سانتیگراد در ساعت تجاوز کند(شکل(۵)).

.

شکل (۶)- شمع کوبی شمع های بتنی شکل (۵) - بخاردهی شمع های بتنی

کوبیدن شمع ها

عمل کوبیدن شمع ها توسط شمع کوب شمع‌کوب ۲۵ kدر محور پروژه انجام پذیرفت که نکات مهم در شمع کوبی شمع ها در جای مشخص و شاقول کوبیده شوند که این مهم با ساخت شابلون انجام پذیرفت از آنجا که در این روش سرعت کار اندکی کم می شود در ادامه برای تعیین نقاط سر شمع ها و نظارت بر عمود کوبیدن انها از روش دو دوربینه استفاده شد در این روش از دو ضلع شمع محور تقارن شمع مشخص می شود و در صورت جابجا شدن از راستای عمود عملیات شمع کوبی موتوقف و با تنظیم شمع در جایگاه اصلی عملیات شمع کوبی ادامه پیدا می کند. ضربات چکش شمع‌کوب باید از طریق یک قطعه چوب که الیاف آن در موازات محور شمع باشد، منتقل شود. تا سر شمع ها آسیب جدی نبیند گاها با برخورد نوک شمه به لایه نفوذ نا پذیر با چندین ضربه متوالی شمع در زمین فرو نمی رود و در این حالت باید از ادامه ضربات چکش جلوگیری کرد چراکه باعث آسیب به شمع می شودضربات شمع کوب می تواند در خاک های دستی ریخته شده به منظور پیش روی ویا استقرار شمع کوب ترک ایجاد کند که برای منترل دپوی محدود خاک و ماشین آلات مناسب که بتواند از زیر چرخ های شمع کوب را مستحکم کند بر ایمنی و کیفیت کار خواهد افزود.

نصب و جایگذاری سپرهای بتنی تحتانی

سپرها قطعات بتنی هستند که باید هر قسمت از آن به تنهایی قادر باشد نیروهای وارده به آن قسمت را که شامل رانش خاک و فشار آب است، تحمل نماید و در موارد استثنائی حتی نیروهای قائم را هم باید بتوانند به زمین منتقل کنندجهت نصب سپر پایینی بیاید تا نیم تا یک متر بالاتر از کد کف سپر پایین را خاک برداری کرد از تجربیات مفید این پروژه خاک برداری مرحله به مرحله بود چراکه در ۴۰متر اول پیمانکار بسرعت خاکبرداری لازم را انجام نمود با توجه به جزر و مدی بودن با بالا آمدن آب رودخانه کل فضای برداشت شده لجنی شد با اصلاح مدیریت و روش خاکبرداری به طریقه ای که توضیح داده خواهد شد هم سرعت و راندمان کار بالا رفت هم از هزینه های اضافی که همان پمپاژ آب، شفته و قلوه سنگ در پشت کار بود جلوگیری شد(شکل(۷)).

شکل (۷)- خاکبرداری منجر به لجنی شدن زمین

روش اجرا: ابتد کانال باریکی از پشت شمع ها و به طول متناسب با توان عملیاتی ماشین آلات کارگاه مثلا به فاصله ۱۰ شمع (۲۰ متر) و با حداقل عرض مناسب برای کار گذاری سپرها و به عمقی و نیم تا یک متر بالاتر از کد استقرار سپر تحتانی حفر می شود سپر تحتانی که دارای لبه باریکتری است در راحتر در خاک نفوذ می کند با پشت بیل مکانیکی در کد مناسب قرار داده شده و با پشت بیل فشرده شده تا در کد مربوطه قرار گیرد(شکل(۸)). پس از نصب سپر زیرین عملیات خاکبرداری بقیه مساحت پشت شمع ها

که قبلا کانال کنی نشده بود تا کد اجرای تاندون زیرین برداشته می شود(شکل(۹)). در این مرحله به کد لازم جهت نصب دیوار نگهدارنده در فاصله ۱۴متری شمع ها می رسیم معمولا برای استحکام زیر دیوارهای نگهدارنده از شفته آهک استفاده می شود

شکل (۸)- نصب سپر بتنی

شکل(۹)- خاکبرداری مرحله ای و نصب

نصب تاندون تحتانی

اصولا تاندونها را نمی توان بطور یکپارچه بکار برد و نیاز به بسط قورباغه وجود دارد. زیرا معمولا هم تراز قرارگرفتن محل ورود تاندون به شمع با محل ورود تاندون به دیوار نگهدارنده یکی نیست. تاندونها دو سر رزوه را یکی در شمع و دیگری در دیوار نگهدارنده برروی صفحه ای فلزی پیچ مهره شده و با بسط قورباغه ای بهم متصل می شوند(شکل(۱۰)). سپس بر روی تاندونهای نصب شده خاکریزی می شود تا به کد لازم برای نصب تاندونهای بالایی برسیم که پس از نصب ردیف دوم تاندون و دیوار نگهدارنده عملیات خاکریزی لایه به لایه تا سر رویه شمع های بتنی ادامه دارد. از مشکلاتی که در مرحله نصب تاندون ها پیش می آید مسدود شدن ورودی تاندون ها به شمع ها به وسیله سپر هاست که بناچار با مته راه عبور باز می شود ولی می بایست به شبکه میلگرد آسیبی نرسد و درصورت نیاز ترمیم شوند

شکل(۱۰)- عملیات نصب تاندون

تخریب سر شمع ها و اجرای شناژ بتنی

به منظور یکپارچه کردن شمع ها سر شمع ها و تکمیل نمای کاربا دستگاههای تخریب سبک تخریب و جهت شناژ شبکه آرموتور بسته و قالب بندی و بتن ریزی می شود(شکل(۱۱)).

شکل(۱۱) - اجرای شناژ بتنی بر روی سر شمع ها پس از تخریب

نتیجه گیری:

اصولا برای جلوگیری از رانش و جابجایی شمع ها باید با دیوار نگهدارنده مهار شوند و در این مهار و کنترل شمع وقتی جواب دهد که کابل ارتباطی بین شمع و دیوار نگهدارنده تحت تنش باشد تا بتواند در زلزله یا بارهای اکتیو مقاومت نشان دهند. معمولا در پروژه هایی که با کابل مهار شده اند نمی توان کابل ها به کشش مناسب رساند استفاده از تاندون این مشکل را حل می کند.

در پروژه هایی از حساسیت کمتری از لحاظ عبور بارهای زنده و ماشین آلات برخوردار هستند می توان از یک ردیف تاندون استفاده کرد.

پیشنهاد می شود بجای عبور تاندون از شمع صفحه های فولادی در یک طرف شمع در شبکه آرموتور بندی شمع متصل وجهت قرارگرفتن مهره بلندی بر روی آن تثبیت شود.

تقدیر و تشکر

از سازمان آب و برق خوزستان و دفتر تحقیقات و استانداردهای شبکه های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان به عنوان حمایت کننده مقاله تشکر و قدردانی می گردد.

مراجع

۱- مشخصات فنی و عمومی راه. نشریه شماره ۱۰۱. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

۲- مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی. نشریه شماره ۵۵. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری.

۳- مطالعات مرحله اول و دوم ساماندهی رودخانه اروند در محدوده پالایشگاه آبادان. ۱۳۸۸. شرکت مهندسی مشاور سبزآب اروند.