

sbargh.ir



به نام خدا

شرکت آروین الکتریک پارس

سیمند کابل

بررسی میزان انطباق کابل‌های لاستیکی

با

الزامات دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری

کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب

همواره یکی از دغدغه های کارشناسان صنعت آب ایجاد آسیب های جدی در تاسیسات آب و فاضلاب بر اثر بکارگیری کابل های فاقد کیفیت لازم در طرح های توسعه ای و عملیات بهره برداری و هدر رفت منابع مالی ناشی از جایگزینی تجهیزات آسیب دیده از یک سو و از سوی دیگر لزوم حفظ سلامت مصرف کنندگان در برابر آسیب های جسمی ناشی از نشر فلزات سنگین در چاه های آب شرب بوده است ، بگونه ای که در راستای برطرف نمودن این دغدغه ها تولید کابلهایی با کارایی مناسب و بهداشتی واجد ویژگیهای خاص از جمله کاهش اتلاف انرژی ناشی از انتقال جریان ، مقاومت در برابر عوامل زیان آور محیطی و ... مد نظر قرار گرفت .

با توجه به لزوم ارائه نیازمندیها و الزامات در قالبی یکسان و مشخص دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب تدوین و انتشار یافت ، این دستورالعمل که حاوی الزامات مورد نیاز در خصوص کابل های مصرفی این صنعت می باشد بعنوان شرط لازم در انتخاب کابل مد نظر قرار گرفته است .

با **توجه** به اینکه انطباق کابل های مود استفاده در صنعت انتقال آب شرب با دستورالعمل فوق منجر به بهبود عملکرد و کاهش هزینه های استحصال آب می گردد لذا در این بررسی میزان انطباق کابل های لاستیکی تولید داخل موجود در بازار - صرف نظر از برند کابل - مورد بررسی قرار گرفته است .

مراجع الزامی زیر ، حاوی الزاماتی است که در بررسی حاضر ، انجام آزمونها و معیارهای بررسی به آن ها ارجاع گردیده است .

1-2-1- آخرین نسخه دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب مصوب سال 1394 معاونت نظارت و بهره برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

و بر اساس مراجع استناد شده در این دستورالعمل :

1-2-2- استاندارد ملی ایران شماره 3084

1-2-3- استاندارد ملی ایران شماره 2-607

1-2-4- استاندارد ملی ایران شماره 1-3569

1-2-5- استاندارد ملی ایران شماره 5525 وملحقات مربوطه

تذکر : در این گزارش دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب مصوب سال 1394 معاونت نظارت و بهره برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور با عنوان دستورالعمل قید گردیده است .

2-1- هادی

با توجه به اینکه کابل های لاستیکی از زمره محصولات است که می بایستی بر اساس استاندارد اجباری تولید گردد ، لذا در طراحی و تولید هادی الزامات استاندارد ملی ایران به شماره 3084 برای هادی های گروه 5 باید در نظر قرار گیرد . بر این اساس تولید کنندگان این محصولات نیز همانند سایر تولید کنندگان با حفظ سقف حداکثر مقاومت قابل قبول اقدام به تولید می نمایند .

نکته قابل توجه در این میان این است که ، با هدف کاهش اتلاف انرژی ناشی از انتقال جریان ، مقاومت الکتریکی هادی محصولات در دستورالعمل بطور متوسط حدود 3 درصد کمتر از حداکثر مندرج در استاندارد ملی 3084 لحاظ گردیده است .

با توجه به اینکه جهت انطباق مقاومت با الزامات دستورالعمل ، هادی می بایستی با مقطع واقعی معادل مقطع نامی تولید گردد ، بملگی کابل های لاستیکی موجود در بازار با این الزام منطبق نمی باشند و مقاومت هادی در آنها بطور میانگین 3 درصد بیشتر از میزان حداکثر مقاومت الزام شده در دستورالعمل می باشد . این واقعیت - سطح مقطع کم هادی و مقاومت بالا - در آزمون افزایش دمای کابل از طریق تزریق جریان نیز اثبات گردیده است ، به نومی که متوسط دمای کابل لاستیکی بر اثر عبور جریان 3 درصد بیش از سایر محصولات منطبق با دستورالعمل بوده است . - پیوست 3 دستورالعمل -

2-2- نوار عایقی ویژه

در کابل های لاستیکی نیز همچون سایر محصولات مشابه بر روی هادی نوار عایقی ویژه غیر جاذب رطوبت بعنوان جداکننده هادی و مانع فرورفتگی هادی در عایق قرار گرفته است .

نکته های اهمیت در این بخش ضخامت نوار مورد استفاده می باشد ، بصورتیکه در عمده کابل های لاستیکی رایج در بازار مصرف ضخامت نوار مصرفی 23 میکرون می باشد و با توجه به اینکه هر 25 میکرون ضخامت این نوار حدود 7 کیلو ولت ولتاژ DC را تحمل می نماید لذا مصرف نوار با ضخامت فوق علاوه بر مغایرت با الزام مندرج در بند 2-2 دستورالعمل مبنی بر اینکه حداقل ضخامت نوار باید 36 میکرون باشد ، در عمل منجر به کاهش متوسط 10 درصدی مقاومت عایقی کل کابل در مقایسه با محصولات منطبق با الزامات دستورالعمل می گردد .

با توجه به اینکه در دستورالعمل استفاده از عایق با آمیزه پلیمری خاص در نظر می باشد لذا بر اساس ویژگی های بیان شده جهت این آمیزه بررسی های زیر صورت پذیرفته است .

3-2-1- ویژگیهای الکتریکی و مکانیکی عایق

- استقامت کششی و ازدیاد طول در پارگی :

مطابق با الزامات مندرج در دستورالعمل مقادیر الزام شده و نتایج بررسی کابلهای لاستیکی و کابل SWR بعنوان یکی از کابلهای منطبق با دستورالعمل بشرح زیر می باشد :

مقادیر متوسط بدست آمده عملی		مقادیر استاندارد	واحد	آزمون
swr	لاستیک EPR			
16/1	13	13	N/mm ²	استقامت کششی
340	293	200	%	ازدیاد طول در پارگی

همانگونه که مشاهده می گردد علیرغم اینکه کابل های لاستیکی در این پارامترها با الزامات دستورالعمل انطباق دارند لیکن کیفیت پارامترهای فوق در آمیزه هایی همچون SWR بسیار بالاتر از لاستیک لماظ گردیده است .

این مزیت نقش تعیین کننده ای در استقامت مکانیکی موصول در برابر تنشهای کشسانی داشته و مانع از پارگی کابل به هنگام نصب بر اثر کشیدگی و یا تاثیر وزن الکترو پمپ می گردد .

- استحکام در برابر سایش و ضربه اجرام برنده :

یکی از ویژگیهای مهم در افزایش طول عمر کابل استقامت مکانیکی سطحی و مقاومت کافی در برابر سایش سطوح ممل نصب - بویژه دهانه چاه - و برخورد اجسام تیز و برنده به هنگام استفاده و نصب کابل می باشد . این ویژگی که از آن با عنوان سفتی نام برده می شود با انجام یک آزمون نفوذی استاتیک با نام آزمون سفتی سوزنی که با واحد shore A سنجیده می شود . بر این اساس میزان سفتی بدست آمده آمیزه لاستیک مصرفی در کابلهای مربوطه بر اساس روش shore A بشرح زیر می باشد :

روش آزمون	شرایط آزمون	دمای آزمون	حدود استاندارد	آمیزه لاستیک
سفتی سوزنی (Shore A)	دمای محیطی	20±2°C	مداقل 75±5	65

با توجه به نتیجه مربوط به آزمون سفتی طول عمر کم کابل‌های لاستیکی بدلیل اثرات مخرب بر فرورد با اجراء تیز و سطوح سفت موجود در محل نصب در مقایسه با محصولات منطبق با دستورالعمل (همانند کابل SWR) دور از ذهن نخواهد بود .

• پایداری حرارتی :

از جمله عوامل کاهش طول عمر مفید کابل تأثیرات مخرب دمای بالای محیط بر سافتار آمیزه های پلیمری می باشد . این امر در آمیزه های پلیمری ویژه (همچون SWR) به نمو پیشگیری بهبود یافته است به صورتیکه کابل های سافته شده با استفاده از این آمیزه ها قادر به تحمل دمای بالای محیط کار بوده و از این نظر نیز نسبت به کابل های لاستیکی برتری دارند . نتایج بررسی های صورت گرفته آزمایشگاهی در فصول پایداری حرارتی هر دو نوع آمیزه بشرح زیر می باشد ، همانطور که ملاحظه می گردد نتایج آمیزه های لاستیک در این پارامتر با الزامات استاندارد منطبق نمی باشد :

روش آزمون	شرایط آزمون	حداقل قابل قبول استاندارد	آمیزه ویژه	آمیزه لاستیک
پایداری حرارتی (minute)	200±0/ 5°C	70 دقیقه	۸۰	۵۰

• تلفات جرم :

مساله قابل توجه موثر در مقاومت کابل نسبت به شرایط محیطی ، کیفیت پایدارکننده ها در فرمولاسیون آمیزه های پلیمری بکار رفته می باشد بصورتیکه استفاده از پایدارکننده های نامناسب منجر به اتلاف آنها تحت تأثیر شرایط محیطی – همچون تابش نور فورشید و دما – گردیده و به تبع آن کارکرد کابل دچار افتلال می گردد . بر اساس الزامات دستورالعمل این امر با انجام آزمونی تحت عنوان اندازه گیری میزان تلفات جرم می بایستی سنجیده شود ، همانگونه که ملاحظه می گردد میزان تلفات جرم در آمیزه های لاستیکی بیش از مقادیر مجاز استاندارد می باشد .

روش آزمون	شرایط آزمون	حداکثر قابل قبول استاندارد	آمیزه ویژه	آمیزه لاستیک
تلفات جرم (mg / cm ²)	۱۰۰°C & ۱۶۸ h	مداکثر 2	0/65	2/55

• جذب آب

با توجه به اینکه جذب آب توسط آمیزه پلیمری در دراز مدت منجر به کاهش مقاومت عایقی و ویژگیهای فیزیکی آمیزه و در نتیجه کاهش طول عمر کابل می گردد لذا این پارامتر از اهمیت بسیاری برخوردار است . جهت سنجش این پارامتر مطابق الزامات دستورالعمل می بایستی از دو روش الکتریکی و گرانی سنجی بهره گرفت . علیرغم اینکه لاستیک پاسبگویی الزامات روش الکتریکی می باشد لیکن نتایج حاصل از روش گرانی سنجی نشان دهنده میزان جذب آب بیشتر توسط لاستیک نسبت به آمیزه های ویژه (همچون SWR) می باشد . در آزمایشات انجام شده در مورد این پارامتر ، عدد جذب آب در روکش کابلهای لاستیکی تقریباً بین 2 تا 2/5 برابر کابلهای با روکش SWR می باشد . همانگونه که پیشتر بیان شد این امر در طولانی مدت (دوره بهره برداری) منجر به تغییر سافتار پلیمر و کاهش مقاومت عایقی آن می گردد .

روش آزمون	شرایط آزمون	حدود استاندارد	آمیزه ویژه	آمیزه لاستیک
جذب آب - روش الکتریکی	70±2°C	OK	OK	OK
جذب آب - روش گرانی سنجی	40±2°C	5 mg / cm ²	2/5 تا 3	4/9 تا 5/2

البته جدا از الزامات مندرج در دستورالعمل نتایج بررسی میدانی بر روی هر دونه کابل لاستیک و کابل های منطبق با دستورالعمل (همچون SWR) موید شیب بالای افزایش جذب آب توسط آمیزه لاستیک در شرایط بهره برداری می باشد .

عنوان بررسی	شرایط آزمون	اولین عدد جذب آب	آخرین عدد جذب آب	شیب افزایش
جذب آب کابل لاستیکی	آب مقطر	0/00597	0/01869	0/013
جذب آب کابل لاستیکی	آب نمک	0/00193	0/00343	0/0015
جذب آب کابل لاستیکی	آب کلر دار	0/00692	0/01957	0/013

عنوان بررسی	شرایط آزمون	اولین عدد جذب آب	آخرین عدد جذب آب	شیب افزایش
جذب آب کابل منطبق با دستورالعمل	آب مقطر	0/00091	0/00267	0/0018
جذب آب کابل منطبق با دستورالعمل	آب نمک	0/00029	0/00067	0/0004
جذب آب کابل منطبق با دستورالعمل	آب کلر دار	0/00113	0/00319	0/002

- **مقامت در برابر فشار هیدرواستاتیکی آب :**

استقامت مکانیکی (روکش در برابر فشار هیدرواستاتیکی آب - فشار ناشی از ستون آب در ارتفاع چاه - نیز یکی از عوامل موثر در افزایش طول عمر کابل می باشد . با وجودیکه کابل های لاستیکی الزامات مندرج در دستورالعمل - در بخش الزامات آزمون های تضمین کیفیت کابل در دراز مدت - مبنی بر عدم تراوش آب از کابل پس از 168 ساعت و اعمال 20 بار فشار را پاسگو می باشند اما کابل هایی که با استفاده از آمیزه های ویژه ای که در دستورالعمل بدان اشاره گردیده تولید شده اند (همانند کابل SWR) در مدت زمان 168 ساعت فشار 40 بار را بدون نشستی تحمل می نمایند .

این مزیت در طولانی مدت و شرایط متغیر فشار در چاه های آب شرب باعث افزایش طول عمر کابل و کاهش هزینه های مربوط به تعویض کابل های معیوب می گردد .

- **وزن مخصوص :**

هرچند وزن مخصوص آمیزه های پلیمری در دستورالعمل بعنوان یک الزام قید نگردیده است لیکن بایستی توجه داشت که بدلیل تاثیر مستقیم این پارامتر بر وزن تمام شده کابل ، از اهمیت ویژه ای برخوردار است . با توجه به اینکه وزن مخصوص در کابل های منطبق با دستورالعمل (همانند کابل های SWR) حدود 8% کمتر از آمیزه های لاستیک می باشد . این امر منجر به کاهش وزن محسوس این محصولات نسبت به کابل های لاستیکی گردیده است که به نوبه خود تاثیر بسیاری در امر جابجایی و نصب کابل خواهد داشت . نتایج بررسی آزمایشگاهی در این فصول بشرح زیر می باشد :

روش آزمون	واحد سنجش	حدود استاندارد	آمیزه های ویژه	آمیزه لاستیک
وزن مخصوص	gr / cm ³	-	۱/۳۲ - ۱/۳۳	۱/۳۳ - ۱/۴۵

- **عدم اتلاف بیش از حد انرژی در کابل :**

همانگونه که در بخش 1-2 این بررسی عنوان گردید اتلاف انرژی ناشی از انتقال جریان در کابلهای لاستیکی نسبت به کابلهای منطبق با دستورالعمل (همانند کابل های SWR) بمیزان متوسط 3 درصد بیشتر می باشد ، که این امر در طولانی مدت - دوره بهره برداری - منجر به افزایش شدید هزینه ها می گردد .

مطابق با الزامات دستورالعمل ، یکی از روشهای پایش کیفیت کابل سنجش میزان مقاومت عایقی کابل می باشد بر این اساس نتایج حاصل از بررسی میدانی (در یک بازه زمانی 270 روزه) این پارامتر نشان دهنده ضعف کابل های لاستیکی نسبت به کابل های منطبق با دستورالعمل (همانند کابل های SWR) می باشد .

نتایجی که در پی ارائه فواید شد حاصل از بررسی رفتار کابل های لاستیکی و کابل SWR بعنوان یکی از انواع کابل های منطبق با دستورالعمل در شرایط مختلف ممیعی می باشد . قابل ذکر است مطابق با دستورالعمل دمای مناسب جهت سنجش مقاومت عایقی 15 درجه سانتیگراد می باشد و بر این اساس نتایج بیان شده با استفاده از ضریب تصمیع قالب مناسبه در دمای مرجع فواید بود .

عنوان بررسی	شرایط آزمون	مقدار بر اساس مگا اهم – کیلومتر
مقاومت عایقی فاز به فاز کابل لاستیکی	آب 40 درجه	18250
مقاومت عایقی فاز به بدنه کابل لاستیکی	آب 40 درجه	10650
مقاومت عایقی فاز به فاز کابل لاستیکی	آب 70 درجه	3340
مقاومت عایقی فاز به بدنه کابل لاستیکی	آب 70 درجه	1300
مقاومت عایقی فاز به فاز کابل لاستیکی	آب نمک 40 درجه	22280
مقاومت عایقی فاز به بدنه کابل لاستیکی	آب نمک 40 درجه	13790

عنوان بررسی	شرایط آزمون	مقدار بر اساس مگا اهم – کیلومتر
مقاومت عایقی فاز به فاز کابل منطبق با دستورالعمل	آب 40 درجه	35480
مقاومت عایقی فاز به بدنه کابل منطبق با دستورالعمل	آب 40 درجه	22900
مقاومت عایقی فاز به فاز کابل منطبق با دستورالعمل	آب 70 درجه	3941
مقاومت عایقی فاز به بدنه کابل منطبق با دستورالعمل	آب 70 درجه	2420
مقاومت عایقی فاز به فاز کابل منطبق با دستورالعمل	آب نمک 40 درجه	36060
مقاومت عایقی فاز به بدنه کابل منطبق با دستورالعمل	آب نمک 40 درجه	24940

- آزاد سازی فلزات سنگین در آب :

از مهمترین ویژگیهای بارز الزامات دستورالعمل عدم وجود برقی از فلزات سنگین آلاینده و مضر همچون سرب، کادمیوم،... و همچنین مقادیر کم فلزات سنگین آزاد شده از این محصولات در محیط های آبی می باشد که این مهم می بایستی بر اساس نتایج بررسی آزمایشگاه های معتبر اعتبار سنجی گردد . متأسفانه یکی از نقایص عمده کابل های لاستیکی وجود مقادیر بالای آلاینده های فلزات سنگین در سافتار آمیزه های پلیمری آنها می باشد که این محصولات را برای مصرف در صنعت انتقال آب شرب کاملاً نامناسب می نماید .

نوع آلاینده	شرایط آزمون	حداکثر حدود استاندارد	آمیزه لاستیک
سرب	مدت آماه و مجم 1 لیتر آب	$< 5 \mu\text{gr} / \text{L}$	382/258
کادمیوم	مدت آماه و مجم 1 لیتر آب	$< 0.1 \mu\text{gr} / \text{L}$	0/909
کرم	مدت آماه و مجم 1 لیتر آب	$< 1 \mu\text{gr} / \text{L}$	< 1
نیکل	مدت آماه و مجم 1 لیتر آب	$< 5 \mu\text{gr} / \text{L}$	< 5
کبالت	مدت آماه و مجم 1 لیتر آب	$< 0.1 \mu\text{gr} / \text{L}$	$< 0/1$

همانگونه که مشاهده می گردد مقدار سرب و کادمیم آزاد شده در محیط پس از دوره یکماهه آزمایش بسیار بیشتر از مدود مورد قبول دستورالعمل می باشد در صورتیکه مقدار این عنصر در آمیزه های ویژه همچون SWR بسیار کمتر می باشد . - نتایج بررسی میزان آزاد سازی فلزات سنگین به پیوست می باشد -

با توجه به موارد بیان شده در بررسی کلی کابل‌های لاستیکی در موارد زیر نسبت به الزامات دستورالعمل دارای عدم انطباق می‌باشند :

- بدلیل وجود سطح مقطع پایین هادی در این محصولات، مقاومت الکتریکی بمیزان متوسط 3 درصد نسبت به الزامات دستورالعمل بیشتر بوده و این امر منجر به افزایش تلفات انرژی هنگام انتقال جریان می‌گردد .
- استفاده از نوار غیر جاذب رطوبت با ضفامت کمتر از الزامات دستورالعمل منجر به کاهش مقاومت عایقی تا حدود 10 درصد در کابل های لاستیکی نسبت به کابل های منطبق با دستورالعمل می‌گردد .
- بهبود ویژگیهای مکانیکی و الکتریکی در آمیزه های پلیمری ویژه (همچون SWR) منجر به برتری قابل توجهی پارامترهایی همچون استمکام کششی ، ازدیاد طول ، عدم جذب آب و افزایش استقامت مکانیکی در برابر سایش و فشار هیدرواستاتیکی - حداقل 40 bar - نسبت به کابل های لاستیکی گردیده از این رو در طولانی مدت باعث افزایش قابل توجه طول عمر کابل و کاهش هزینه های ناشی از تعویض و جایگزینی کابل می‌گردد .
- با توجه به حدود 10% بالاتر بودن وزن مخصوص آمیزه لاستیک ، وزن کلی محصولات در قیاس با کابل های همچون SWR افزایش می‌یابد .
- با توجه به بالا بودن میزان فلزات سنگین و آلاینده های مضر در آمیزه های لاستیک ، این کابلها نسبت به کابل های منطبق با دستورالعمل (همچون SWR) در محیط های آبی مقادیر بسیار زیادی از آلاینده ها را آزاد می نمایند .
- میزان استقامت کششی روکش در کابل های لاستیکی بسیار پایین تر از کابل های منطبق با دستورالعمل می‌باشد .

