

## فصل ۴

# نصب و نگهداری تجهیزات اندازه گیری

مطالب این فصل:

- موقعیت نصب و مکان یابی فلومترها
- نصب سنسورهای الکترومغناطیسی
- نصب سنسورهای آلتراسونیک
- الزامات کلی نصب فلومترها

در این فصل به موقعیت نصب برخی از فلومترهای مهم پر کاربرد از جمله فلومترهای مغناطیسی و فراصوتی می پردازیم و عوامل مهم در هنگام نصب این تجهیزات بیان می شود.

#### ۴-۱- موقعیت نصب و مکان یابی فلومترها

در این بخش به موقعیت نصب و مکان‌یابی فلومترهای مغناطیسی و اولتراسونیک می‌پردازیم.

#### ۴-۱-۱- نصب سنسورهای الکترومغناطیسی

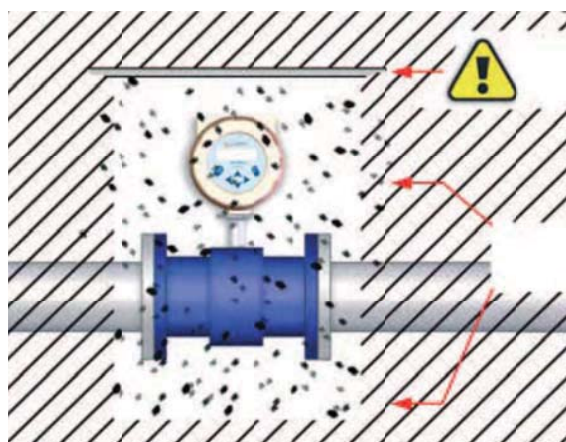
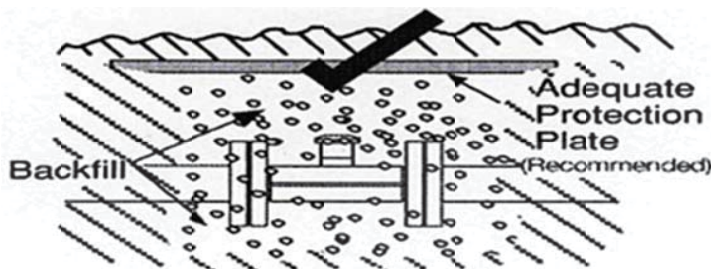
در نصب فلومترهای مغناطیسی نکات زیر مد نظر قرار می‌گیرند. این نکات مکان‌یابی فلومترها را تسهیل می‌نماید و در کارکرد صحیح آن‌ها مؤثر هستند.

#### شاخصهای انتخاب فلومتر الکترومغناطیسی

برخی پارامترهای اصلی در انتخاب نوع فلومترهای مغناطیسی خطی (In-Line) که در طول خط لوله نصب می‌شوند (Full Bore) به شرح زیر بوده و در انتها به موارد کاربرد فلومترهای نوع تزریقی (Insertion) نیز اشاره می‌گردد:

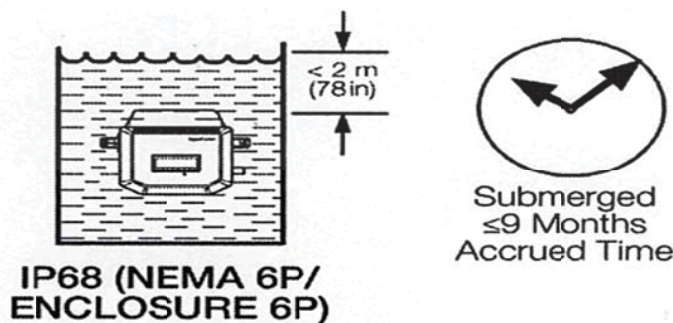
- الویت نصب فلومتر برقی در حالتی که تامین برق شهری بصورت دائم میسور باشد و در حالت قطعی برق آب از داخل فلومتر عبور نکند و احتمال دستکاری در تامین برق فلومتر نیز ممکن نیست.
- فلومتر برقی باطری‌دار زمانی استفاده می‌شود که برق موجود باشد ولی احتمال قطع آن وجود دارد و آب در حالت قطع برق نیز از داخل فلومتر عبور می‌کند.
- فلومتر باطری‌دار در غیاب برق شهری و یا در حالتی که واحد مربوطه راغب به کارکرد مستقل فلومتر باشد یا احتمال دست‌کاری در تامین برق فلومتر وجود داشته باشد، استفاده می‌شود.
- انتخاب فلومتر شامل کلاس، دقت، حداقل سرعت اندازه‌گیری و یا جریان شروع اندازه‌گیری، دامنه اندازه‌گیری (Flow Range)، فواصل نمونه برداری (Sampling Rate)، تکرارپذیری، سابقه کارکرد در شبکه‌های مشابه و امثال آن بطور معمول بر اساس میزان بهای آب، نوسان بین حداقل و حداکثر جریان، اهمیت صحت و ضریب دقت ارقام جهت مدیریت مصرف انجام گرفته و گاهی اوقات بهره‌بردار نکات دیگری در مورد کیفیت فلومترها را نیز لحاظ می‌کند. توضیح آن‌که دقت کلی فلومتر و عمر باطری آن در نوع باطری‌دار به شدت به فواصل نمونه‌برداری حساس است.
- در دست داشتن سابقه کارکرد فلومتر در داخل و خارج از کشور همراه با رضایت کاربران جزء الزامات مرتبط بر خرید فلومترها است. تایید موارد ذکر شده در کاتالوگ‌ها توسط بهره‌برداران در طول کارکردشان، در صورت تازه بودن محصول و یا عدم امکان شناخت کامل کارکرد آن و ارائه گواهینامه یک سازمان بین‌المللی تخصصی (Approbation Certificate) الزامی است.
- جهت حصول اطمینان از کالیبراسیون فلومتر، گواهینامه کالیبراسیون خیس آن (Wet Calibration Certificate) باید قابل دسترس باشد.
- قطر (سایز) فلومتر الزاماً مساوی قطر خط لوله نبوده و انتخاب آن بایستی براساس دبی حداکثر و افت فشار مجاز در مجموعه فلومتر و تبدیل‌های مربوطه انجام پذیرد. به این ترتیب توسط نرم افزارهای هیدرولیکی موجود، افت فشار مجموعه در دبی حداکثر و در سایزهای مختلف ارزیابی شده و سپس بهره‌بردار براساس افت فشار مجاز، قطر فلومتر را تعیین نماید. این موضوع باعث می‌گردد تا نه تنها در قیمت فلومتر صرفه جویی بهینه به عمل آید بلکه حداقل سرعت شروع اندازه‌گیری در خط اصلی کاهش یافته و همچنین در مواقعی که احتمال می‌رود لوله نیمه پر باشد فلومتر همیشه داده یک کانال پر را اندازه‌گیری کند.

- فلومتر با سنسور IP68 جهت مواقعی که سنسور در شرایط خیسی و یا آب گرفتگی قرار دارد (مانند حوضچه ها و...) لیکن نمایشگر در نقطه ای که احتمال خیسی و یا آب گرفتگی وجود ندارد (مانند اتاق نگهداری، پیاده رو و غیره) قرار گرفته باشد.



شکل ۴-۱. نصب سنسور در زیر زمین و قرار دادن یک صفحه بالای سنسور برای توزیع نیروهای سطحی

- فلومتر با سنسور و نمایشگر IP68 جهت مواقعی که کل فلومتر در شرایط خیسی و یا آب گرفتگی قرار دارند (مانند حوضچه ها و غیره).



شکل ۴-۲. نصب سنسور در شرایط آب گرفتگی

- فلومتر یکپارچه جهت مواقعی استفاده می شود که فلومتر کاملاً در دسترس و قابل قرائت بوده و نیازی به نصب نمایشگر با فاصله از آن نیست.

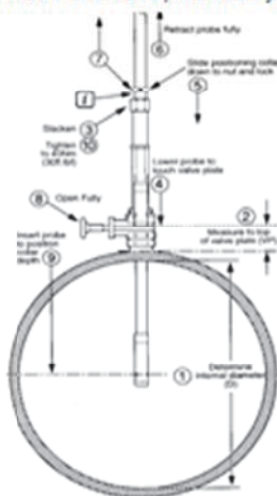
- فلومتر با نمایشگر راه دور (Remote Totalizer) برای مواقعی که سنسور در عمق حوضچه‌ها و یا نقاط دوراز دسترس قرار گرفته و بهره بردار نیاز به مراجعه به فلومتر در نقاط قابل دسترس (جهت برنامه ریزی، برداشت اطلاعات محلی و...) را احساس می‌نماید. در برخی انواع فلومترها فاصله کابل سنسور و نمایشگر می‌تواند تا ۳۰۰ متر امتداد یابد. توضیح آن‌که در فواصل دور بهای کابل با بهای مدول GSM یا RF و یا بلوتوث برابری نموده و می‌تواند حتی از آن بیشتر باشد.
- فلومترهای دارای ثابت جریان (دیتالاگر) در مواردی استفاده می‌شود که ضروری باشد. براساس نیاز بهره بردار، اطلاعات جریان ثبت شود. ظرفیت حافظه براساس نیاز فواصل زمانی ثبت، متغیر خواهد بود. درمدیریت عادی شبکه ظرفیت کافی درحد ۱۰۰۰ کیلو بایت و در موارد تحقیقاتی ظرفیت بیشتر از ۲۰۰۰ کیلو بایت نیز ممکن است مورد نیاز باشد.
- در پاره‌ای موارد ضروری است از فلومترهای مجهز به ثابت جریان و ترانسدیوسر فشار که قادر باشند بر اساس نیاز بهره بردار اطلاعات جریان و فشار را توأم ثبت نمایند، استفاده شود.
- در پاره ای موارد و صرفاً برای ارسال داده اندازه‌گیری شده به مرکز بصورت آفلاین از فلومترهای مجهز به ثابت‌های مورد نیاز و مدول داخلی GSM استفاده می‌شود.
- ضروری است تمامی فلومترهای مستقل دارای خروجی‌های لازم (مانند پالس ۲۰-۴ میلی آمپر و ...) برای ارتباط با اجزاء کناری مانند ثابت خارجی، فشارسنج خارجی و یا سیستم تله‌متری (شامل رادیو مودم و RTU و ...) در صورت نداشتن شرایط این بند از خرید آن‌ها جدا پرهیز گردد.
- پوشش داخلی (Liner) فلومتر باید بر اساس کاربرد فلومتر تعیین گردد. در مورد سیالات باذرات معلق سبک وزن و نرم، پوششهایی مانند Elastomer و در فلومترهایی که امکان عبور اجرام سنگین و برنده از آن موجود باشد از پوششهایی مانند Hard Rubber و امثال آن استفاده می‌شود.
- با علم به وزن کم این فلومترها به منظور کاهش بهای تمام شده و دستمزد نصب (که معمولاً توسط یک یا حداکثر دوفرد صورت می‌گیرد) و به خصوص در مواقعی که محل نصب قبلاً مجهز به فلنج بوده باشد (به عنوان مثال جایگزینی فلومتر با فلومتر از کار افتاده) پیشنهاد می‌گردد. این فلومترها نیز می‌توانند به خروجی‌های مورد نیاز مانند پالس مجهز باشند.



شکل ۴-۳. فلومترویفری یا فاقد فلنج

- فلومترهای نوع تزریقی (Insertion) برای مواردی که دقت بالا جهت اندازه گیری مورد نظر نیست (به عنوان مثال  $\pm 2\%$ ) مناسب است. این فلومتر در صورت انتخاب باید حتماً از نوعی که سنسور آن بر روی محور لوله نصب می شود (Center Line) بوده باشد زیرا سنسورهای نصب شده در فاصله  $1/8$  قطر از جدار لوله به علت نوسان پروفایل سرعت می تواند دارای خطای بیش از حد مجاز باشند. این نقطه ضعف در مورد محور لوله به مراتب کمتر است زیرا پروفایل سرعت در قسمت میانی از ثبات بسیار بیشتری برخوردار است. سرعت حداکثر میانی پس از اعمال ضریب معین به سرعت متوسط تبدیل خواهد شد. نوع مرغوب این فلومتر می تواند سرعت تا ۲ میلیمتر در ثانیه را احساس و اندازه گیری نماید.

Centre line method for pipe diameters  
 $\geq 1$  metre  $\leq 2$  metre (method 2)



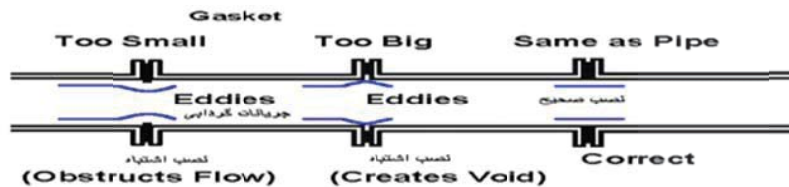
شکل ۴-۴. طریقه نصب فلومتر اینژرشن با سنسور محوری

- در مورد فلومترهای تزریقی، حداقل طول مستقیم لوله قبل از فلومتر که فاقد هرگونه اتصالات، انشعاب، وسایل اندازه گیری یا تزریق موادشیمیایی (کلرو...) باشد معادل ۲۵ برابر قطر لوله (DN۲۵) و طول مستقیم بعد از آن حداقل ۱۰ برابر قطر لوله (DN۱۰) باشد.
- فلومتر تزریقی نسبت به سرعت حداکثر آب حساس بوده (معمولاً ۵ متر در ثانیه) و این سرعت با افزایش طول پروب مستغرق در آب کاهش می یابد.
- فلومترهای تزریقی نسبت به اندازه گیری میزان آب برگشتی از دقت کمتری در مقایسه با فلومترهای خطی (Full Bore) برخوردار هستند.
- نصب فلومترهای تزریقی بیشتر در مواردی که سادگی نصب به قیمت، دقت کمتر مد نظر باشد، پیشنهاد می گردد، زیرا نصب آن ها نیازی به قطعی آب و برش خط لوله ندارد در حالی که فلومترهای خطی (Full Bore) حتماً باید در مسیر آب و با برش محل نصب، نصب شوند.
- در نقاطی که فلومتر آب تصفیه شده آشامیدنی را اندازه گیری می نماید، با توجه به بهای تمام شده آب و همچنین کاهش امکان اندازه گیری آب به حساب نیامده (نشتی ها و...) این فلومتر تزریقی مناسب نبوده و به جای آن پیشنهاد می شود حتی با دشواری های محتمل از فلومترهای خطی استفاده گردد.
- اکثر موارد ذکر شده فوق در مورد فلومترهای تزریقی نیز صادق هستند.

### موقعیت نصب و مکان یابی

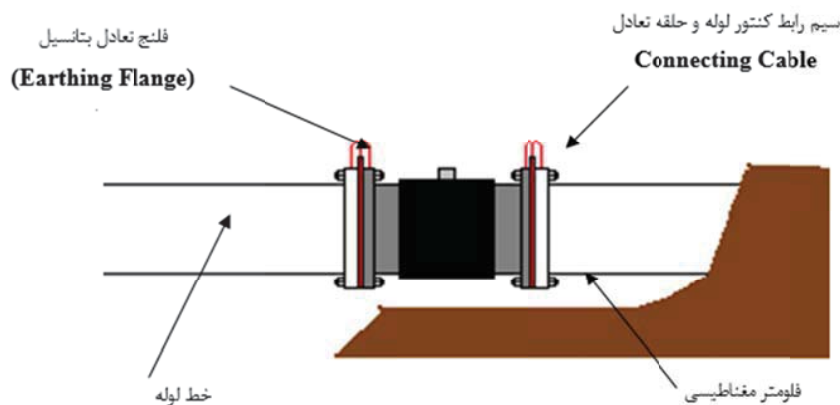
در نصب فلومترهای مغناطیسی نکات زیر مد نظر قرار می گیرند. این نکات مکان یابی فلومترها را تسهیل نموده و در کارکرد صحیح آنها مؤثر هستند.

✓ واشرها باید هم سطح جداره داخلی لوله و فلومتر بوده و عدم رعایت این امر باعث ایجاد گرداب و خطای قرائت خواهد بود.



شکل ۴-۵. طریقه نصب واشر

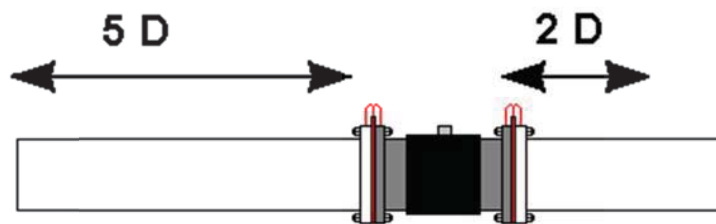
✓ در برخی از انواع فلومترها حلقه متعادل کننده پتانسیل (Earthing Ring) بین فلومتر و واشر فلنج مقابل قرار داده شود.



شکل ۴-۶. نحوه نصب حلقه متعادل کننده پتانسیل

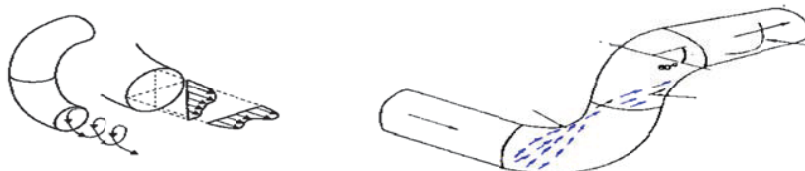
در برخی دیگر انواع فلومترها این اتصال به توسط الکتروود داخلی فلومتر برقرار شده و در این صورت نیازی به حلقه فوق نیست.

✓ محل نصب سنسور عموماً طوری انتخاب گردد که حد اقل معادل ۵ قطر فلومتر قبل و ۲ قطر فلومتر بعد از آن لوله مستقیم بدون هیچ گونه اتصال و یا انشعاب موجود باشد.



شکل ۴-۷. محل نصب سنسورها

این قانون در برخی موارد مانند قرار گرفتن فلومتر پس از شیر پروانه ای، سه راهی (T-junction)، زانوی ۹۰ درجه و کلاً موارد با اغتشاش بالا می تواند بیش از ۵ برابر قطر و در مواردی تا ۱۲ برابر قطر افزایش یابد. نمونه ای از این نوع تاسیسات که گاهی اوقات در تلمبه خانه ها و سایر نقاط اجرا می گردد در زیر نشان داده شده است.



شکل ۴-۸. محل نصب سنسورها در زانوییها

موقعیت نصب در این حالت نیز متفاوت است بطوری که قبلاً اشاره شد فاصله بین فلومتر و محل تزریق مواد شیمیایی یا محلول گندزدا (در نقطه قبل از فلومتر) ۲۵ برابر قطر لوله خواهد بود.

✓ در صورت فولادی بودن لوله دو عدد پیچ می باید در روی لوله اصلی و در دو طرف فلومتر جوش شده و توسط سیم مسی به حلقه تعادل پتانسیل متصل شوند.

✓ شدیداً توصیه می گردد تا بجای فلنج جوشی در دو طرف فلومتر از فلنج لغزان یا (Flange Adapter) استفاده شود و یا حداقل یک طرف دارای این نوع فلنج باشد. رعایت این نکته باعث سهولت نصب و سرویس آتی فلومترها خواهد شد. تصویر بعدی یک نمونه نصب فنی زیرزمینی با استفاده از فلنج لغزان دوطرفه را به جهت صرفه جویی در هزینه اجرا و کاهش زمان قطعی آب نشان می دهد.

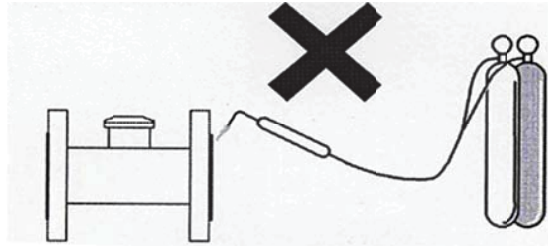


شکل ۴-۹. نصب فنی زیر زمین با استفاده از فلنج لغزان

✓ پس از نصب فلومتر و قبل از عایق بندی آن کابل بین سنسور و ترانس میتر کشیده شده و بدنه سنسور و لوله اصلی از طریق سیم مسی به حلقه تعادل پتانسیل متصل گردد. حلقه تعادل ارتباط بین سیال (آب) و سایر اجزاء هادی را به وجود آورده و به این ترتیب پتانسیل سیال، لوله، و سنسور مساوی خواهد شد. رعایت این نکته ضروریست که اتصال به لوله اصلی می باید قبل و بعد از هر گونه قطعات کمکی (مانند فلنج لغزان، کولار و غیره) باشد. همان طور که قبلاً نیز ذکر گردید، در فلومترهای با الکتروود زمین این حلقه مورد نیاز نیست.

✓ اجرای هر گونه عملیات جوشکاری و حرارتی پس از نصب سنسور باعث آسیب دیدن آن گردیده و کلیه

این عملیات می‌باید قبل از نصب سنسور انجام شود:



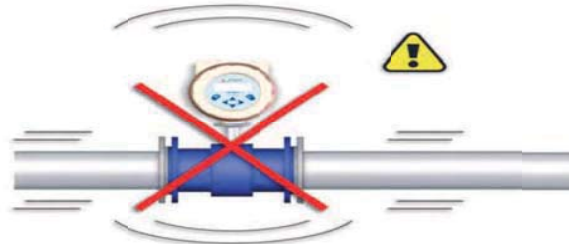
شکل ۴-۱۰. عدم جوشکاری و یا اعمال عملیات حرارتی پس از نصب فلومتر

✓ سنسور باید از نور مستقیم خورشید محفوظ بماند و در صورت نصب در فضای آزاد از سایبان مناسب استفاده شود.



شکل ۴-۱۱. نصب مستقیم زیر نور خورشید

✓ محل نصب سنسور دارای ارتعاش (مانند نزدیکی زیاد به پمپ) نباشد:



شکل ۴-۱۲. مجاز نبودن ارتعاش فلومتر

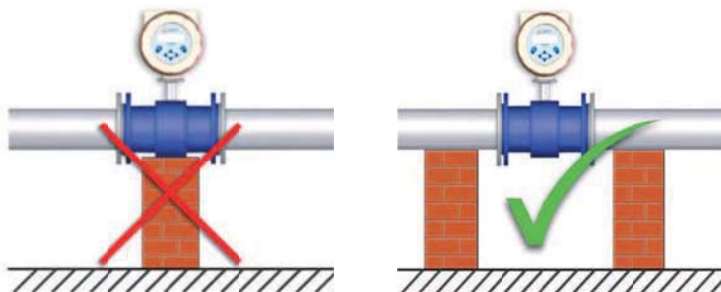
✓ در صورت احتمال نیمه پر بودن لوله از فرم U مانند شمای زیر استفاده شود:



شکل ۴-۱۳. طریقه نصب در موارد نیمه پر بودن لوله

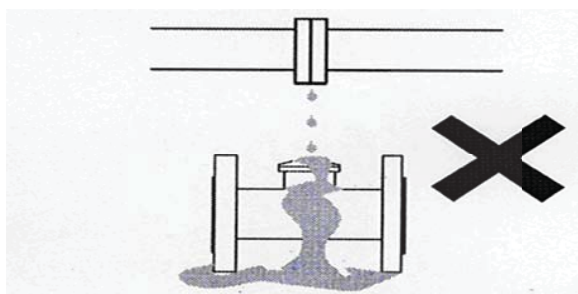


✓ جهت پایداری سنسور در روی لوله های آزاد از پایه بندی مطابق شمای زیر استفاده شود:



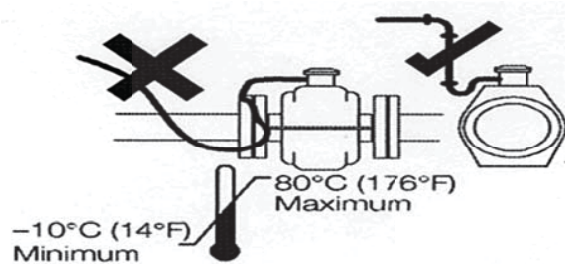
شکل ۴-۱۴. پایه بندی جهت پایداری سنسور

✓ از قرار دادن سنسور در نقاطی که دائماً در معرض خیس شدن هستند، خودداری شود:



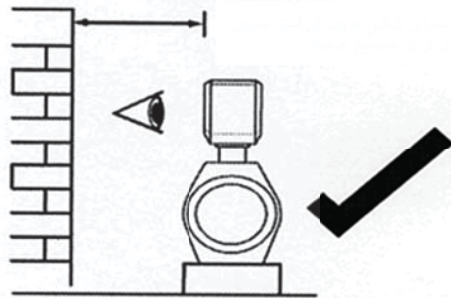
شکل ۴-۱۵. خودداری از قرار دادن سنسور در نقاط خیس

✓ مسیر کابل از سنسور به ترانسسمیتر مطابق شکل زیر صورت پذیرد:



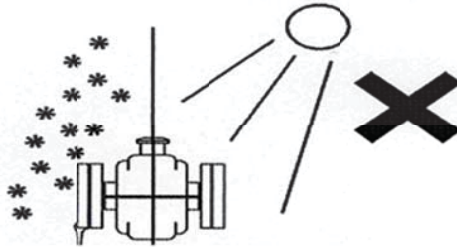
شکل ۴-۱۶. مسیر کابل از سنسور به ترانسسمیتر

✓ در نظر گرفتن فضای مناسب جهت قرائت فلومترها:



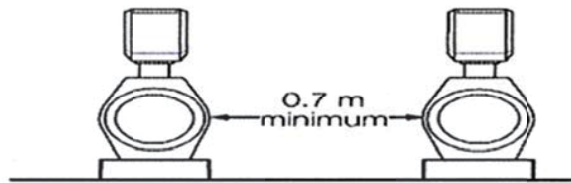
شکل ۴-۱۷. در نظر گرفتن فضای کافی جهت قرائت کنتور

✓ رعایت یکنواختی حرارت در محل نصب:



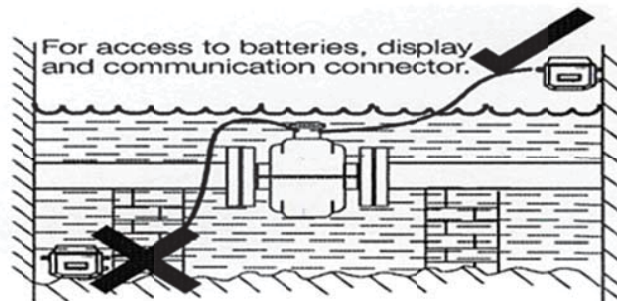
شکل ۴-۱۸. رعایت یکنواختی حرارت در محل نصب

✓ رعایت فواصل سنسورها از یکدیگر در خطوط موازی:



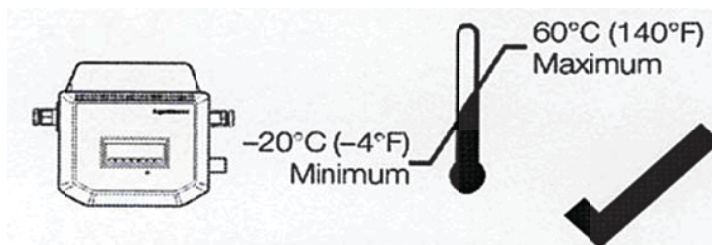
شکل ۴-۱۹. رعایت فواصل سنسورها در خطوط موازی

✓ در دسترس بودن نمایشگر جهت قرائت، نصب باتری، و ارتباط با وسایل جانبی:



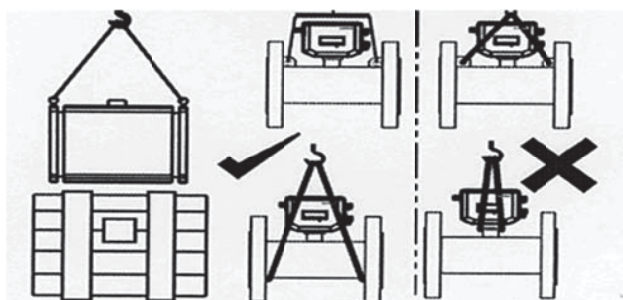
شکل ۴-۲۰. نصب نمایشگر در مکان مناسب

✓ رعایت دستورالعملهای مربوط به درجات حرارت مجاز:



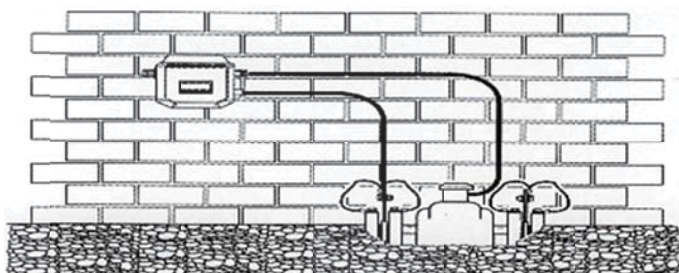
شکل ۴-۲۱. رعایت دامنه درجه حرارت دستگاهها

✓ محافظت فلومتر با در نظر گرفتن نحوه بارگیری و جابجایی آن:



شکل ۴-۲۲. محافظت از سنسورها با در نظر گرفتن نحوه بارگیری و جابجایی آن

✓ حصول اطمینان از زمین کردن دستگاهها شامل سنسورها و نمایشگرها:



شکل ۴-۲۳. زمین کردن دستگاهها جهت جلوگیری شوک الکتریکی به دستگاه

✓ به توضیحات فوق می توان نکات زیر را جهت تعیین مکان مناسب برای نصب فلومتر اضافه نمود:

- پایداری و تعادل فشار در نقطه نصب فلومتر.
- همراه بودن ثبات فشار در نقاط کلیدی بطوریکه مدیریت شبکه قادر به تشخیص علل افزایش یا کاهش دبی غیرمتعارف باشد.
- محفوظ بودن محل نصب اجزاء فلومتر شامل سنسور، ترانسمیتر، ثباتها و ...

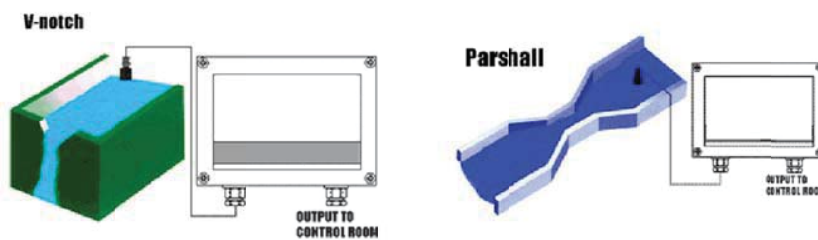
- نصب سنسور در پایین ترین نقطه پروفیل خط لوله که به صورت طبیعی همیشه پر از آب است.
- استفاده از شیر سوزنی برای کم و زیاد کردن جریان آب در نزدیکی فلومتر و جلوگیری از ضربه قوچ.
- نصب فنی سنسور در زیر معابر و تقاطع ها و سایر مکان هایی که امکان ایجاد حوضچه برای فلومتر وجود ندارد.
- حصول اطمینان از گیرایی شبکه موبایل و لینک های رادیویی.
- انتخاب محل فلومترها به صورت شبکه ای بطوریکه مجموع حجم آب گذر کرده از انشعابات پایین دست با فلومتر ورودی (مادر) قابل بررسی بوده و بتوان موارد هدر رفت آب را با دقت بالا تعیین نمود.

#### ۴-۱-۲- نصب سنسورهای فراصوتی (آلتراسونیک)

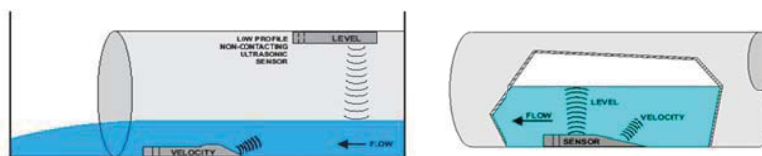
اندازه گیری مقدار جریان عبوری آب در واحد زمان از جمله پارامترهای هیدرولیکی بوده که اهمیت زیادی در بدست آوردن بازدهی سیستم دارد. فلومتر فراصوتی آلتراسونیک بدلیل حساسیت در سنجش سیال در برابر هرگونه آشفتنگی (جریان آرام و آشفته) در اندازه گیری دچار اختلال می شوند. براین اساس جریان سنج (فلومتر) باید در موقعیتی نصب گردد که سیال کاملاً عاری از هر نوع اختلال جریان باشد. در این قسمت بر روشهای صحیح نصب و رعایت ملاحظات خاص دستورالعمل استفاده از این نوع فلومترها مروری می شود.

#### جریان سنج (فلومتر) لوله و کانال

جریان سنج فراصوتی (فلومتر آلتراسونیک) بطور کلی به دودسته تقسیم می شوند: دسته اول مستقیم با دبی سیال ارتباط دارند و بر اساس سرعت سیال دبی را محاسبه می کنند و دسته دوم با ارتفاع سیال ارتباط داشته و با توجه به نوع کانال پارامتر متغیر ارتفاع را در رابطه و فرمول کانال مخصوص خود قرار داده و دبی را محاسبه می نمایند.



شکل ۴-۲۴. اندازه گیری جریان در کانال های رو باز



شکل ۴-۲۵. اندازه گیری جریان در کانال های پر