



کتابچه راهنمای کاربران
اندازه‌گیر سطح رادار

تابستان ۱۳۹۵



امضاء	تاریخ	نام و نام خانوادگی	سمت	مسئولیت‌ها
	۱۳۹۵/۰۵/۱۳	رویا اسماعیلانی	کارشناس مستندسازی	تهیه و بازبینی
	۱۳۹۵/۰۵/۱۳	حجت بنکدار	مدیر فنی	تایید
	۱۳۹۵/۰۵/۱۳	محبوبه ایلدرآبادی	مدیر عامل	تصویب

مهر اعتبار:

توجه:

این سند تحت پوشش کنترل مدارک سیستم مدیریت کیفیت شرکت راه سبز چهلستون می باشد. کپی و یا تکثیر آن به هر طریق و توسط هر فرد درون و برون سازمانی مجاز نبوده و منوط به اخذ مجوز از شرکت راه سبز چهلستون می باشد.

دفتريچه راهنمای ارائه شده تنها بخشی از دفتريچه راهنمای کامل دستگاہ سطح
سنج رادار می باشد. در صورت درخواست دفتريچه راهنمای کامل محصول،
می توانید با شرکت "راه سبز چهلستون" تماس حاصل فرمایید.

فهرست

- ۱- مقدمه ۱
- ۲- سطح سنج‌های رادار راه سبز چهلستون ۱
- ۲-۱- اصول کارکرد سطح سنج‌های رادار ۲
- ۲-۲- مزیت‌های سطح سنج‌های رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون ۳
- ۲-۳- تجهیزات دستگاه ۳
- ۲-۳-۱- آنتن ۴
- ۲-۳-۲- نشان‌دهنده ۵
- ۲-۳-۳- لنز تفلونی ۶
- ۲-۳-۴- لوله دو سر فلنچ ۷
- ۲-۴- تکنولوژی HART ۷
- ۲-۴-۱- مزایای استفاده از پروتکل HART ۸
- ۲-۵- توان ارسال ۱۰
- ۲-۶- مشخصات فنی سطح سنج‌های رادار ۱۱
- ۲-۷- گواهی‌نامه‌ها و مصوبات ۱۳
- ۲-۸- اصول نصب دستگاه ۱۳

۱- مقدمه

اندازه‌گیری دقیق و مداوم ارتفاع سیالات موجود در مخازن ذخیره‌سازی بسیار حائز اهمیت است. روش‌های مختلفی به منظور اندازه‌گیری سطح مخازن ارائه شده‌است که یکی از مهمترین و پرکاربردترین آن‌ها استفاده از روش‌های غیر تماسی مانند امواج رادار می‌باشد. واژه‌ی رادار مخفف Radio Detection And Ranging است که در حال حاضر استفاده از آن در زمینه‌های مختلف مانند سامانه‌های ناوبری کشتی و هواپیما، سامانه‌های هواشناسی، وسایل خانگی و ... بسیار فراگیر شده‌است. این امواج که در واقع امواج تقویت‌شده‌ی الکترومغناطیسی هستند در حدود ۵۰ سال است که جهت اندازه‌گیری سطح سیالات درون مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرند. امواجی که برای این منظور به کار گرفته می‌شوند در محدوده‌ی فرکانسی ۳ تا ۳۰ گیگاهرتز قرار می‌گیرند و خطری را متوجه سلامت انسان نمی‌کنند.

از چالش‌های پیش‌رو در اندازه‌گیری سطح سیالات درون مخازن می‌توان به عمق زیاد، وجود کف یا سطوح ناهمگون، دقت بالا، خوردگی و قابل اشتعال بودن مواد درون مخزن اشاره کرد. از این رو استفاده از امواج رادار برای اندازه‌گیری سطح در چنین شرایطی بسیار مؤثر خواهد بود.

۲- سطح سنج‌های رادار راه سبز چهلستون

سطح سنج‌های رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون را می‌توان در زمره‌ی نخستین تولیدات ملی در زمینه‌ی اندازه‌گیری سطح به شمار آورد. این دستگاه با وجود هزینه‌های کمتر نسبت به نمونه‌های خارجی، کارایی مشابهی را ارائه می‌دهد و بدین ترتیب می‌تواند نقش مهم و تأثیرگذاری در ابعاد مختلف صنعت و به ویژه صنعت نفت و گاز ایفا کند. این سطح سنج‌ها در دو مدل Magic Wave و Magic Pro ارائه می‌شوند که تفاوت آن‌ها در دقت و ارتفاع اندازه‌گیری است. دقت اندازه‌گیری در مدل Magic Wave ± 5 و در مدل Magic Pro، ± 1 میلی‌متر است. فاصله‌ی قابل اندازه‌گیری برای مدل‌های Magic Wave و Magic Pro به ترتیب $0/5$ تا 12 و $0/5$ تا 30 متر است.

در شکل زیر نمایی از قسمت‌های اصلی سطح سنج‌های رادار ساخت این شرکت نشان داده شده است.



شکل (۱) اجزای اصلی سطح سنج‌های رادار شرکت راه سبز چهلستون

۱-۲- اصول کارکرد سطح سنج‌های رادار

سطح سنج‌های رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون با دو ماژول اصلی خود که شامل نمایشگر و رادار می‌شود، یک سیستم سطح‌سنج غیر تماسی با قابلیت اتصال به شبکه‌های صنعتی هستند. در این دستگاه‌ها از امواج رادار و تکنیک FMCW در باند فرکانسی ۹/۶-۱۰/۸ گیگا هرتز و آنتن هورن با اندازه‌ی ۶ اینچ برای فاصله‌یابی استفاده می‌شود. نتایج نهایی بر اساس تحلیل FFT در باند پایه به دست می‌آید. این دستگاه قابلیت نصب بر روی مخازن فرآورده‌های نفتی با سطح آرام و حداکثر فشار ۱۰ بار را خواهد داشت و به صورت ۲ سیمه و از طریق پروتکل HART با سیستم‌های دیگر در ارتباط خواهد بود. خروجی دستگاه در حالت خالی بودن مخزن، ۴ میلی آمپر و در حالت پر بودن مخزن، ۲۰ میلی آمپر است. همانطور که پیش از این ذکر شد، حداکثر عمق قابل اندازه‌گیری توسط دستگاه با استفاده از آنتن هورن مذکور در مدل Magic Wave، ۱۲ متر و در مدل Magic Pro ۳۰ متر است.

در حالت نرمال و با ورودی ۲۴ ولت DC، جریان کشی دستگاه بین ۳ تا ۴ میلی آمپر است. لازم به ذکر

است که حداکثر جریان کشی دستگاه ۴ میلی آمپر خواهد بود.

۲-۲- مزیت‌های سطح سنج‌های رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون

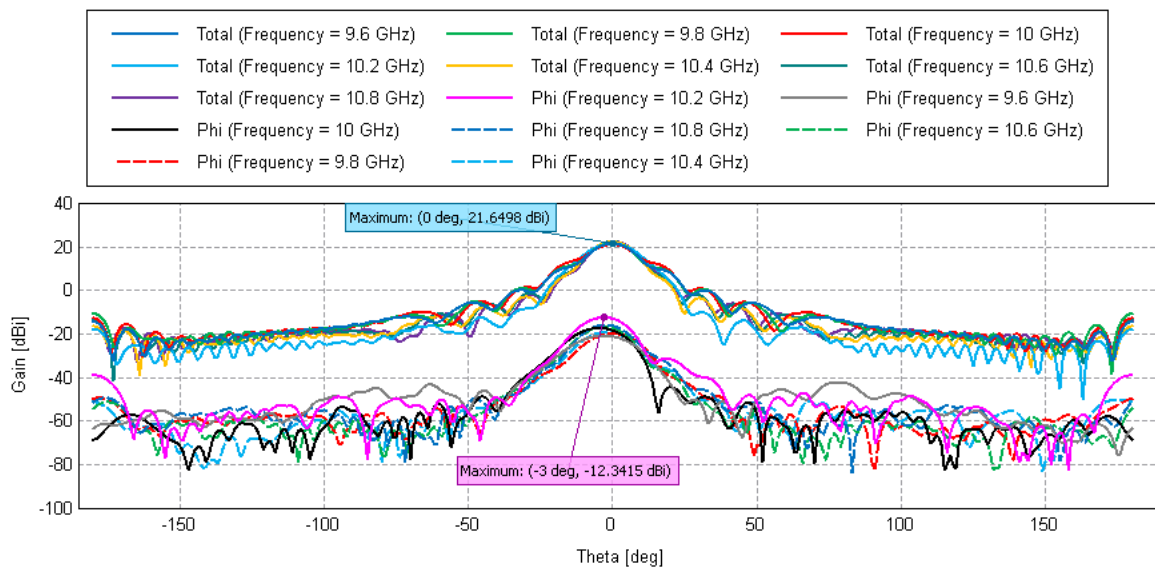
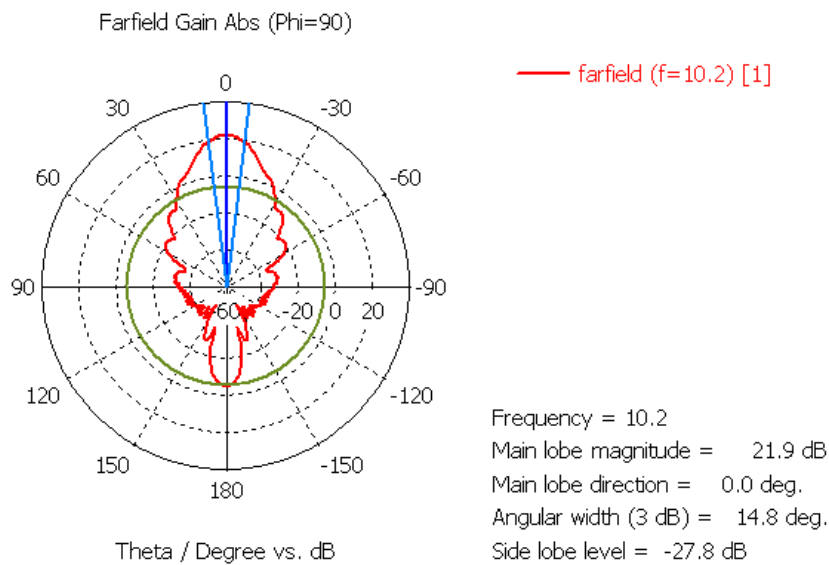
- ۱- دارای دقت اندازه‌گیری ± 5 میلی‌متر در مدل Magic Wave و ± 1 میلی‌متر در مدل Magic Pro
- ۲- دارای استانداردهای CE, Exd IICT6, IP66
- ۳- عدم حساسیت به نوسانات سطح مایع، بخارات زیاد، گرد و غبار و فوم
- ۴- قابل استفاده در مخازن مواد اسیدی، قلیایی، خورنده و چندفازی
- ۵- تحمل شرایط سخت محیطی تا دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ۱۰ بار
- ۶- پشتیبانی از پروتکل‌های ارتباطی HART به صورت دوسیمه، Modbus و خروجی آنالوگ ۴ تا ۲۰ میلی‌آمپر
- ۷- محدوده‌ی گسترده اندازه‌گیری حداکثر تا ۳۰ متر
- ۸- عمر زیاد و هزینه نگهداری بسیار پایین
- ۹- یک سال گارانتی و ۱۰ سال خدمات پس از فروش

۲-۳- تجهیزات دستگاه

از جمله تجهیزات اساسی دستگاه سطح‌سنج رادار عبارتند از: آنتن، نشان‌دهنده، فلنج، لنز تفلونی و لوله دو سر فلنج که در ادامه به توضیح هر یک پرداخته شده‌است.

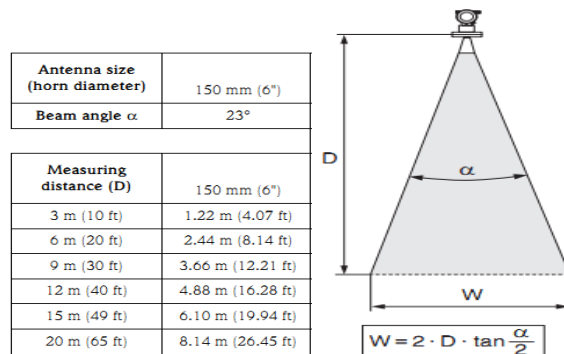
۱-۳-۲- آنتن

در سیستم‌های رادار ساخت شرکت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری راه سبز چهلستون از آنتن‌های هورن استفاده می‌شود. از مزیت‌های آن زاویه کم تابش و امکان ایزولاسیون داخل دستگاه از محیط مخزن توسط لنز PTFE است. خروجی‌های آنتن در فرکانس مرکزی ۱۰/۲ گیگاهرتز و ۹/۶ تا ۱۰/۶ گیگاهرتز به صورت زیر است:



شکل ۲) خروجی‌های آنتن در فرکانس‌های ۹/۶ تا ۱۰/۶ گیگاهرتز

زاویه تشعشع پترن آنتن یکی از مواردی است که در نصب دستگاه باید مورد توجه قرار گیرد. این زاویه برای دستگاه رادار سطح سنج شرکت راه سبز چهلستون (قسمت RF) در بدترین حالت معادل ۲۳ درجه است. جدول فواصل بهینه جهت نصب دستگاه در شکل ۳ قابل مشاهده است.



شکل ۳) جدول فواصل بهینه جهت نصب رادار

۲-۳-۲- نشان دهنده

سطح سنج رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون قابلیت اتصال به تمامی نشان دهنده‌های استاندارد ۴-۲۰ میلی آمپر دو سیمه را داراست. در صورت نیاز، این نشان دهنده نیز می‌تواند توسط شرکت تأمین شود. برخی از این نشان دهنده‌ها عبارتند از: T3010S (شرکت GM International)، CT-2۰۱۲ (شرکت Lotron)، M4YS (شرکت Autonics)، RIA14 (شرکت Endress & Hauser) و نشان دهنده‌ی تولیدی شرکت راه سبز چهلستون تحت عنوان "نشان دهنده و کالیبراتور راه سبز". این نشان دهنده علاوه بر عملیات مانیتورینگ، قابلیت کالیبراسیون هارت در محل دستگاه را نیز داراست که سایر نشان دهنده‌ها از این امکان برخوردار نیستند. به همراه هر یک از این نشان دهنده‌ها، امکان تأمین یک تابلوی محافظ جهت نصب نیز وجود دارد.



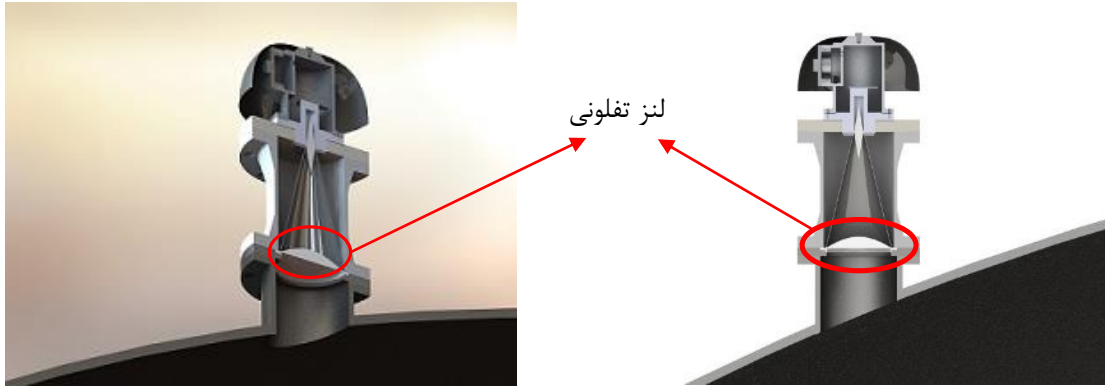
شکل ۴) نشان دهنده و کالیبراتور شرکت راه سبز چهلستون



شکل ۵) نشان دهنده‌ی RIA14 از شرکت Endress & Hauser

۳-۳-۲- لنز تفلونی

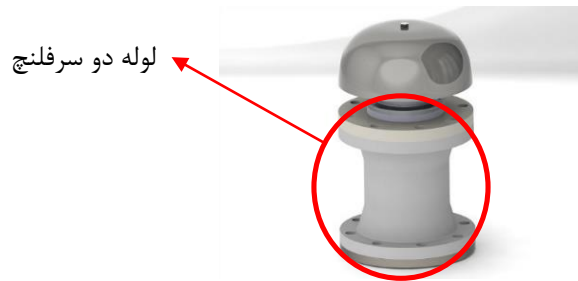
به منظور جداسازی دستگاه از محیط داخلی مخزن، در مخازن اسیدی، مخازن با فشار یا دمای بالا یا مخازن مواد حساس، سطح سنج رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون، قابلیت استفاده همراه با یک لنز از جنس PTFE را داراست. این امر از بروز آسیب‌های احتمالی به سطح سنج تحت شرایط دمایی و فشارهای بالا جلوگیری می‌کند. همچنین استفاده از این لنز در مخازن مواد رسوب‌ده مانند قیر یا روغن‌ها توصیه می‌شود. این لنز در شکل ۶ نشان داده شده‌است.



شکل ۶) لنز تفلونی

۴-۳-۲ - لوله دو سر فلنچ

برای نصب لنز، به یک لوله‌ی افزایش طول با دو فلنچ شش اینچ در دو طرف آن نیاز است. این لوله دو سر فلنچ می‌تواند توسط شرکت راه سبز تأمین شود و یا نقشه‌های ساخت آن در اختیار مشتریان قرار گیرد و مشتریان خود اقدام به تهیه آن نمایند. لازم به ذکر است که این قطعه تنها در صورت استفاده از لنز نیاز است و در شکل ۷ نمایش داده شده‌است.



شکل ۷) لوله دو سر فلنچ

۴-۲-۲ - تکنولوژی HART

پروتکل HART یک فناوری قدرتمند ارتباطی است که از تمام توانایی‌های دستگاه‌های دیجیتالی موجود در فیلد به بهترین شکل استفاده می‌کند. این پروتکل نقش ارتباطی سیگنال‌های آنالوگ ۲۰-۴ میلی‌آمپر متداول قدیمی را حفظ کرده و علاوه بر آن، توانایی سامانه را در ایجاد ارتباطات دیجیتال دو سویه به وسیله‌ی ابزار دقیق هوشمند فراهم نموده است. این پروتکل بهترین راهکار برای برقراری ارتباط در دستگاه‌های هوشمند فیلد است. همچنین توانایی لازم جهت تقویت و سازگاری با هر یک از دستگاه‌های

وابسته به پروتکل‌های جهانی را نیز داراست. اکثریت تجهیزات ابزار دقیق تحت این فناوری (نسبت به سایر فناوری‌های موجود در ارتباطات دیجیتال) در دسترس بوده و می‌توانند به راحتی بکار گرفته شوند. بیشتر کاربردهای فرآیندی می‌توانند به وسیله‌ی هر یک از کارپردازهای ابزار دقیق متعلق به پروتکل HART آدرس‌دهی شوند. بر خلاف سایر فناوری‌های ارتباطات دیجیتال، پروتکل HART یک راهکار ارتباطی خاص را برای سازگاری با ابزار دقیقی که از قبل تهیه و نصب شده و امروزه استفاده می‌شود، در اختیار کاربر قرار می‌دهد. این سازگاری بازگشتی تضمین و اطمینان لازم را جهت سرمایه‌گذاری در کابل کشی‌ها و راهبردهای جاری که در آینده باید محفوظ و مطمئن باقی بمانند تأمین می‌کند.

۱-۴-۲ - مزایای استفاده از پروتکل HART

مزایای استفاده از پروتکل HART عبارتند از:

- بهبود عملیات واحد صنعتی،
 - انعطاف‌پذیری عملیاتی
 - حفظ سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته در زمینه‌ی ابزار دقیق
 - ارتباطات دیجیتال.
- در ادامه در مورد هر یک از این موارد توضیحات مختصری ارائه خواهد شد.

- بهبود عملیات واحد صنعتی:

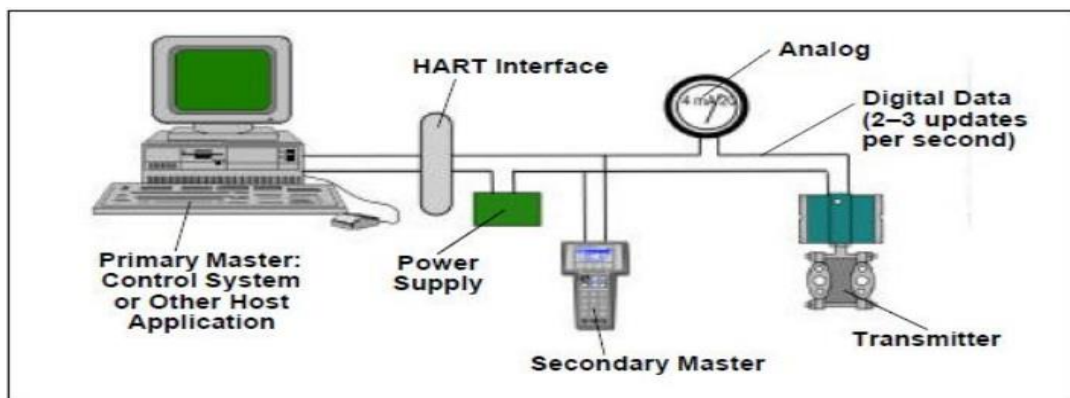
پروتکل HART موجب بهبود عملیات واحدهای صنعتی در ابعاد مختلف به شرح زیر می‌شود:

- ✓ صرفه‌جویی در هزینه‌های نصب:
- ✓ صرفه‌جویی در هزینه‌های راه‌اندازی:
- ✓ بهبود در کیفیت اندازه‌گیری:
- ✓ صرفه‌جویی در هزینه‌های تعمیرات و نگهداری

- انعطاف پذیری عملیاتی

پروتکل HART این امکان را فراهم می کند که دو Master (اولیه و ثانویه) بتوانند با هر دستگاه مرئوس (Slave) ارتباط برقرار کنند که این موضوع به نوبه ی خود موجب افزایش انعطاف پذیری می شود. همچنین تحت این پروتکل می توان همزمان از طریق ارتباط با یک کنترل کننده ی مبتنی بر PC و یا یک پایانه ی دستی با دستگاه فیلد، از یک سامانه میزبانی متصل شده دائمی نیز استفاده کرد. (شکل ۸)

پروتکل HART اطمینان لازم جهت رد و بدل شدن اطلاعات بین دو دستگاه به واسطه ی فرمان های Universal را فراهم می سازد. همچنین این پروتکل توانایی دستگاه های موجود در فیلد را گسترش می دهد که این گسترش فراتر از محدودیت های تجهیزات تک متغیره ی آنالوگ ۴-۲۰ میلی آمپر است.



شکل ۸) ارتباط دستگاه های مختلف از طریق پروتکل HART

- حفظ سرمایه گذاری های صورت گرفته در زمینه ی ابزار دقیق

پروتکل HART علاوه بر افزودن قابلیت های جدید، از سرمایه گذاری های صورت گرفته در زمینه ی ابزار دقیق در صورت وجود تولیدات سازگار با توانایی های دیجیتال بالا، حمایت و حفاظت می کند. در سطح بنیادی، دستگاه های HART به وسیله یک پایانه ی دستی، جهت تعمیر و نگهداری و نصب و راه اندازی با هم ارتباط برقرار می کنند.

- ارتباطات دیجیتال

تجهیزات ابزار دقیقی که از ریزپردازنده‌ها استفاده می‌کنند امتیازات زیادی را به همراه دارند. این امتیازات بدون توجه به نوع روش ارتباطی به کار گرفته شده، در تمام دستگاه‌های هوشمند وجود دارد. در این میان، پروتکل HART توانایی تجهیزاتی ابزار دقیق را از طریق شبکه به شدت بالا می‌برد.

تذکر: راه‌اندازی رادار با استفاده از HART Communicator در پیوست ۲ این دفترچه راهنما به طور

کامل توضیح داده شده‌است.

۵-۲- توان ارسال

پیک توان امواج میکروویو در اغلب فرستنده‌های سطح‌سنج راداری، کمتر از یک میلی‌وات است. این سطح توان برای تانک‌ها و سیلوهای با ارتفاع ۴۰ متر یا بیشتر مناسب است. همچنین در مخازن با قابلیت اشتعال نیز مشکلی از جهت احتمال احتراق یا انفجار بوجود نمی‌آورد. افزایش توان امواج میکروویو باعث می‌شود که اکوهایی با دامنه بزرگتر تولید گردد ولی به همراه آن اکوهای اشتباه نیز افزایش می‌یابند و احتمال احتراق یا اثرگذاری روی مواد خاص بالا می‌رود.

۶-۲- مشخصات فنی سطح سنج‌های رادار

جدول (۱) مشخصات فنی سطح سنج‌های رادار شرکت راه سبز چهلستون

مشخصات فنی سطح سنج رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون				
گواهینامه‌ها				
IP66				
EXd IICT6				
CE Mark				
آنتن				
نوع	ماده سازنده	اندازه	فرکانس مرکزی	زاویه تشعشع
هورن	کربن استیل (با پوشش گالوانیزه)	۶ اینچ (۱۵۲ mm)	۱۰/۲ گیگاهرتز	۲۳ درجه
فلنج				
ماده سازنده		اندازه		
بنا به سفارش مشتری		۶ اینچ (۱۵۲ mm)		
پوسته				
ماده سازنده				
آلومینیوم				
ولتاژ ورودی				
min	typical	max	واحد	
۱۵	۲۰	۳۰	ولت	
جریان مصرفی				
min	typical	max	واحد	
۴	بین ۳ تا ۴	۲۰	میلی آمپر	
فرکانس خروجی				
رنج فرکانسی		واحد		
۹/۶ ~ ۱۰/۸		گیگاهرتز		

مشخصات فنی سطح سنج رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون

سیگنال‌های خروجی

۲۰~۴ میلی آمپر

HART - ۲ سیمه

محدوده فشار مخزن

واحد	فشار
بار	۱۰~۱-

ارتفاع قابل اندازه‌گیری

واحد	Magic Pro	Magic Wave
متر	۰.۵/ ~ ۳۰	۰.۵ ~ ۱۲

محدوده دمایی

واحد	دما
درجه سانتی‌گراد	۲۰۰~ -۲۰-

دقت اندازه‌گیری

واحد	Magic Pro	Magic Wave
میلی متر	± ۱	± ۵

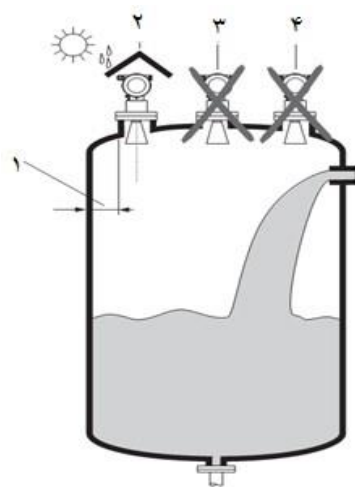
۲-۷- گواهینامه‌ها و مصوبات

ساخت و تولید این دستگاه با توجه به تلاش‌های قبلی شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان (شرکت سخت افزاری نرم افزاری راه سبز چهلستون) و بر اساس تحقیقات کاملی که روی روش‌های اندازه‌گیری فاصله با رادار انجام شده است، صورت گرفته است و نتیجه‌ی آن ساخت و تست نمونه آزمایشگاهی این دستگاه است. دستگاه ساخته شده دارای استانداردهای IP66، Exd و CE خواهد بود.

۲-۸- اصول نصب دستگاه

در نصب سطح سنج‌های رادار ساخت شرکت راه سبز چهلستون چندین نکته‌ی حائز اهمیت وجود دارد که در عملکرد سیستم بسیار تأثیرگذار هستند و توجه به آن‌ها از بروز بسیاری از مشکلات اساسی جلوگیری می‌کند. این نکات مطابق آن‌چه در شکل ۹ نشان داده شده است به شرح زیر است:

- نصب رادار در فاصله‌ی حداقل ۳۰ سانتی‌متری از کناره‌های مخزن (۱)
- قرار دادن رادار در پوشش محافظ به منظور حفاظت در برابر نور مستقیم خورشید و بارندگی (۲)
- عدم نصب رادار در مرکز مخزن (۳)
- عدم نصب رادار در بالای شیر ورودی (۴)

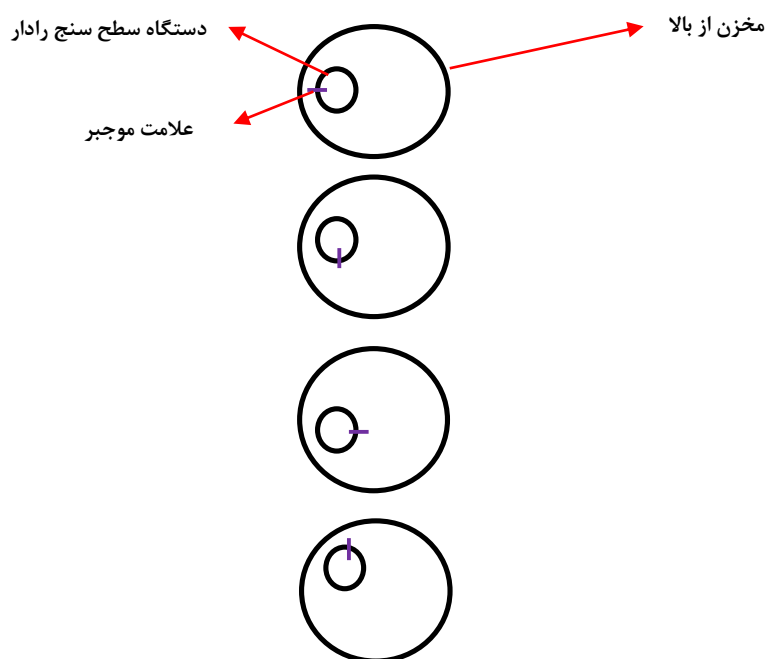


شکل ۹) اصول نصب رادار

- نحوه‌ی قرارگیری رادار بر روی مخازن در جهت مناسب: از آنجائیکه رادار در کنار مخازن نصب می‌شود (شکل ۹)، لازم است جهت قرارگیری آن مورد توجه قرار گیرد. با توجه به علامتی که بر روی موجبر رادار قرار دارد (شکل ۱۰) و با سعی و خطا و بررسی اکوهای حاصل از هربار تست (شکل ۱۱)، می‌توان جهت مناسب را مشخص نمود.



شکل ۱۰ علامت موجبر



شکل ۱۱ جهت‌گیری‌های مختلف برای نصب رادار با توجه به علامت موجبر