



Namatek
True Education

www.namatek.com

Level Meter

سطح سنج

فهرست مطالب

۱. مفاهیم و اصطلاحات اولیه در اندازه گیری سطح
۲. معرفی ۴ سطح سنج گيجی (کاربرد در حالت Gauge)
۳. سطح سنج خازنی

اندازه گیری سطح با Level meters یا به عبارتی استفاده از سطح سنج ها یکی از مهمترین پروسه ها در صنایع و کارخانه می باشد.

در این مقاله سعی می کنیم که شما را با انواع روش های اندازه گیری سطح و مخازن آشنا کرده و اصول اندازه گیری سطح را به شما بیاموزیم.

از مفاهیم و استانداردها شروع کرده و روش های مختلف را بررسی می کنیم.

مفاهیم و اصطلاحات اولیه در اندازه گیری

سطح

در تمامی پروژه ها و کارهایی که انجام می دهیم، همیشه به اطلاعاتی برای ب دست آوردن میزان سیال ذخیره سازی شده نیاز داریم. ربط آن به اندازه گیری سطح چیست؟ خیلی ساده است، شما یک مخزن با سطح مقطع 500 m^2 دارید که ارتفاع آن ۱۵ m است. شما به راحتی با اندازه گیری سطح مخزن می توانید به حجم ذخیره سازی شده، دست یابید. بنابراین خیلی بعید است که در پروژه ای تعدادی مخزن داشته باشید و سطح آن ها اندازه گیری نشود.

در ادامه مقاله به فلوتر ها هم خواهیم پرداخت.

استاندارد ها

پرکاربردترین استانداردها در اندازه گیری سطح عبارتند از:

API 550 Part 1 – Section 2

IPS – IN – E/M/C – 140

(API 2545) Tank gauging

دیمانسیون

توجه کنید که اندازه گیری سطح را همیشه به صورت درصد بیان می کنیم و همیشه به دنبال آن هستیم که ببینیم چند درصد از کل مخزن پر است. دقت کنید که با داشتن درصد پر بودن مخزن، به راحتی می توانیم حجم سیال ذخیره سازی شده را به دست آوریم. زیرا سطح مقطع مخزن ثابت بوده و با داشتن ارتفاع مخزن (چند درصد از سطح کلی مخزن پر است؟) به راحتی میزان سیال موجود داخل مخزن را خواهیم داشت. و تنها در روش Tank gauging، سطح مخزن را بر حسب میلیمتر خواهیم خواند.

معرفی ۴ سطح سنج گيجی (کاربرد در حالت Gauge)

به عنوان مقدمه‌ای برای معرفی روش‌های اندازه‌گیری سطح، با هم به روش‌هایی که خودمان با کمترین امکانات می‌توانیم با آن‌ها سطح را اندازه‌گیری کنیم، می‌پردازیم

مواد اولیه :

یک تکه چوب - یک عدد کفش - یک تانک آب

کمی فکور باشید! و لطفاً یک راهکار ساده برای اندازه‌گیری سطح تانک با وسایل فوق، ارائه بدهید. بله، خیلی ساده و فقط با فرو دادن چوب در تانک و مشاهده میزان خیس شدن چوب، می‌توانید به صورت تقریبی به درصد آب داخل مخزن پی ببرید.

خب حالا برویم به سراغ روش‌های کاربردی و صنعتی برای اندازه‌گیری سطح.

عمق سنج Deep

ساده‌ترین روش اندازه‌گیری سطح، روش Deep است. این تجهیز دقیقاً همانند گيج روغن ماشین است.



در جاهایی که سیال ویسکوزیته بالا یا چسبندگی دارد، می‌توان از این تجهیز استفاده کرد. زیرا به وضوح بر روی دستکِ عمق سنج تغییر رنگ ایجاد می‌شود و میزان تغییر رنگ تا شاخص، مقدار سطح را نشان می‌دهد. از فلوتر به عنوان تجهیزاتی که صنعتی شده عمق سنج ها می باشد استفاده می کنیم.

فلوتر (Floater)

فلوتر همان تجهیزاتی است که در کولرهای آبی کوچکی که در گوشه‌ی خانه‌ها داریم، استفاده می‌شود.

یک فلوتر، بر روی سطح مایع درون مخزن شناور است و کافی است توسط یک استند، این فلوتر را به یک محور (چرخ دنده) و یک پوینتر متصل کنیم.

حرکت بالا و پایین سطح و در نتیجه حرکت فلوتر، منجر به حرکت پوینتر روی یک صفحه مدرج می‌گردد.



دقت کنید که گیج از بالا شماره گذاری شده است و اگر سطح سیال بالا بیاید، پوینتر به سمت پایین حرکت کرده و مقدار بیشتری را نشان می‌دهد و اگر سطح سیال پایینتر برود، فلوتر به سمت بالا می‌رود و پوینتر به بالا رفته و مقدار کمتری را نمایش می‌دهد.

در باک بنزین ماشین نیز از این مکانیزم استفاده می‌شود. بلکه از همین فلوتر در ماشین‌های قدیمی‌تر و تعداد اندکی از ماشین‌های امروزی، به هنگام حرکت ماشین در مسیر سربالایی، عقربه بنزین ماشین پایین می‌آید و مقدار

کمتری را نمایش می‌داد. این مشکل به دلیل مورب شدن سطح باک و در نتیجه تاثیر بر روی محل اصلی فلوتر بود و هست.

در صنعت معمولا [این روش](#) را به صورت سروو لول گیج خواهیم داشت که در ادامه آورده شده است.

سروو لول گیج (Servo level gauge)

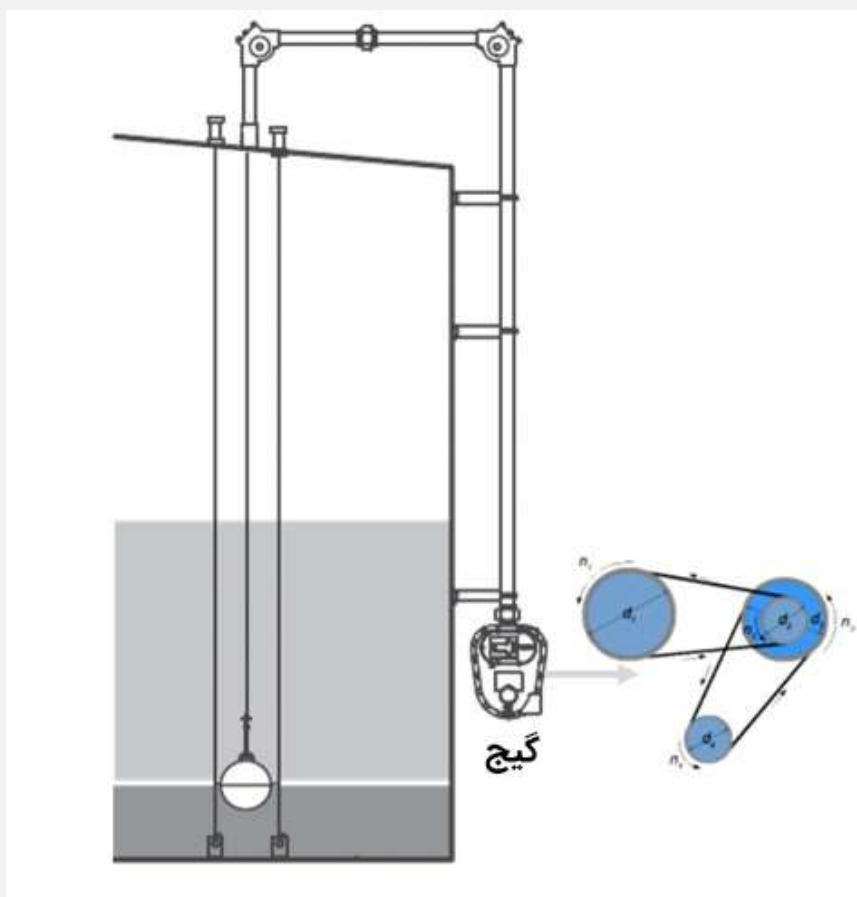
این روش، یکی از روش‌های بسیار قدیمی در اندازه گیری سطح است. به طور مثال در آمریکا و از همان ابتدای کشف نفت در ایالت پنسیلوانیا (Pennsylvania)، برای ذخیره نفت در مخازن از این روش استفاده می‌کردند. این روش برای مخازن بلند تا سقف 15 متر، استفاده می‌گردد. روی مخزن، عموماً یک منهول Man-hole پیاده سازی می‌کنند. سایز منهول بایستی به اندازه‌ای باشد که یک انسان بتواند از آن عبور کرده و به داخل مخزن برود. (24")



زیرا فلوتر بایستی از این منفذ بر روی سطح آب قرار بگیرد و همچنین برای تعمیرات و نگهداری از طریق این منفذ به داخل مخزن رفته و تعمیرات را انجام می‌دهیم.

مکانیزم عملکرد سروو لول گیج

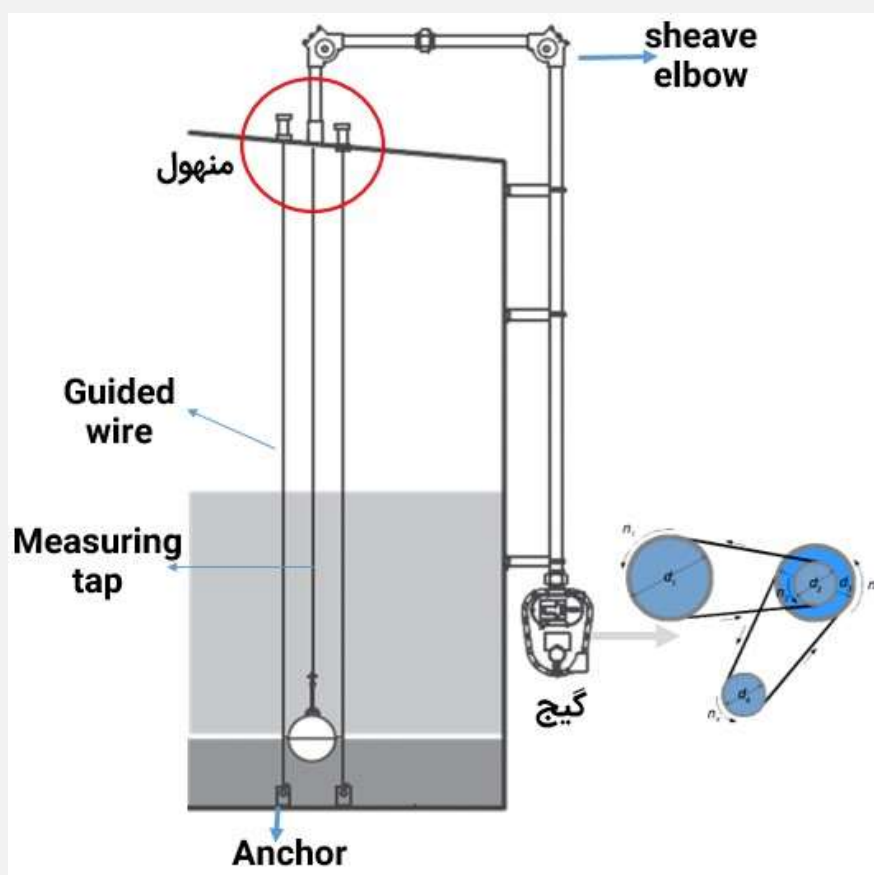
مکانیزم اندازه‌گیری به این روش به صورت زیر است:



- اگر دقت کنید، دو عدد Guided wire وجود دارد که در بالا و پایین مخزن به وسیله Anchor (لنگر) محکم شده‌اند. (در شکل بعدی مشخص شده اند)
- فلوتر نیز به وسیله یک Measuring tape (نوار اندازه‌گیری) به چرخ دنده ها متصل شده و روی این قرقره‌ها (چرخ دنده‌ها) یک عدد پوینتر موجود است. در نتیجه حرکت فلوتر در نهایت به این عقربه اعمال می‌شود و عقربه را می‌چرخاند.
- اگر بیشتر دقت کنید، Measuring tape (نوار اندازه‌گیری) در بالای مخزن از طریق دو عدد sheave elbow (زانویی) به چند قرقره متحرک متصل می‌گردد. این elbow ها به گونه‌ای می‌باشند که اصطکاکی بین tap و آن ها ایجاد نشود و خطایی در اندازه‌گیری ایجاد نگردد.
- پس اگر دقت کنید، فلوتر توسط دو Guided wire از دو سمت مهار شده و در امتداد طول آن ها می‌تواند حرکت کند. Guided wire برای این در نظر گرفته شده است که اگر سطح متلاطم شد، Measuring tape که نازک است آسیب نبیند.
- پیشتر به منهول (Man-hole) اشاره کردیم و اگر دقت کنید، نازل مربوط به فلوتر و Guided wire ها، روی منهول نصب می‌شوند.

- و به عنوان آخرین نکته، به این مسئله اشاره می‌کنیم که در داخل گیج، تعدادی قرقه وجود دارد که شل و سفت شدن tape، منجر به تغییر قرقه‌ها و حرکت پوینتر می‌شود.
- طول Measuring tape بایستی حداقل دو برابر طول مخزن "H" (طول مورد نظر جهت اندازه گیری) باشد.

$$\text{Length of Measuring taps} > 2H$$



سایت گلاس (Level gauge)

سایت گلاس ، پرکاربردترین روش اندازه گیری سطح به صورت گیج است و به خاطر همین کاربرد گسترده به آن Level gauge گفته می شود.

سطح سنج خازنی

سطح سنج خازنی را از بالا بر روی مخزن، جهت اندازه گیری سطح نصب می کنیم.

ابتدا بر روی مخزن یک پروجکشن نازل توسط واحد پایپینگ ایجاد شده و سپس بر روی آن، یک فلنج ۲ تا ۴ اینچ قرار گرفته و بر روی آن سطح سنج را نصب می کنیم.

سیالی که داخل مخزن قرار دارد، یک ضریب دی الکتریک دارد، این ضریب را با K نشان می دهیم و اگر $K < 10$ باشد، سیال نارسا بوده و اگر $K > 10$ باشد، سیال داخل مخزن رسانا خواهد بود.

$$C = K \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

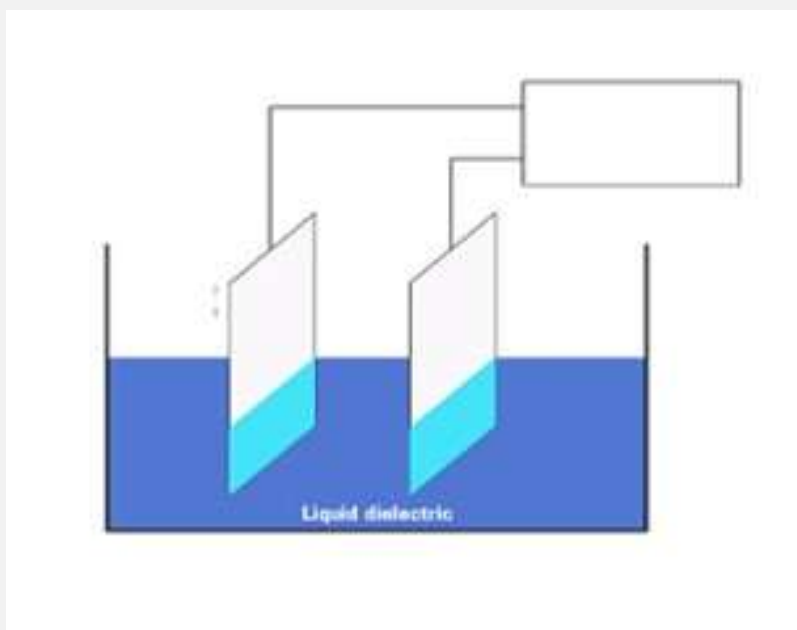
از سطح سنج خازنی برای هر دو نوع سیال می توان استفاده کرد، ولیکن هر کدام دارای الزامات و شرایط خاصی است که بایستی حتما رعایت شود. این

الزامات را در حین توضیح نحوه عملکرد سطح سنج خازنی ، بررسی خواهیم کرد.

شیوه عملکرد سطح سنج خازنی

این سنسور اندازه گیری سطح ممکن است، تک صفحه‌ای (میله‌ای یا probe) یا دو صفحه‌ای باشند. در واقع یا دو صفحه خازن داشته باشیم و یا اینکه یک صفحه خازن داشته باشیم (و دیگری جداره مخزن). (منظورمان این است که در حالت دوم، به جای یکی از صفحات خازن که باید میله باشد، از دیواره مخزن استفاده کنیم).

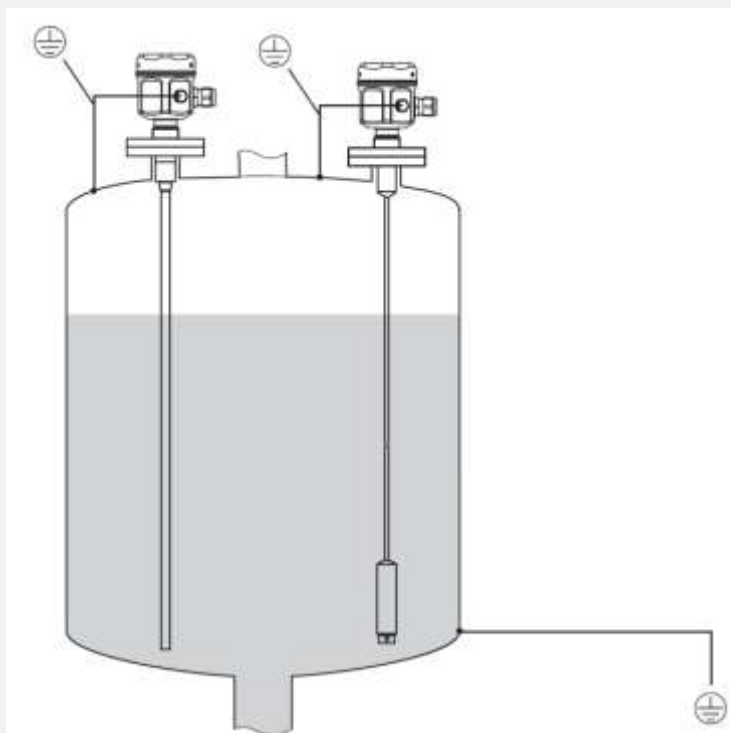
مثلا در شکل زیر، دو صفحه خازن داریم:



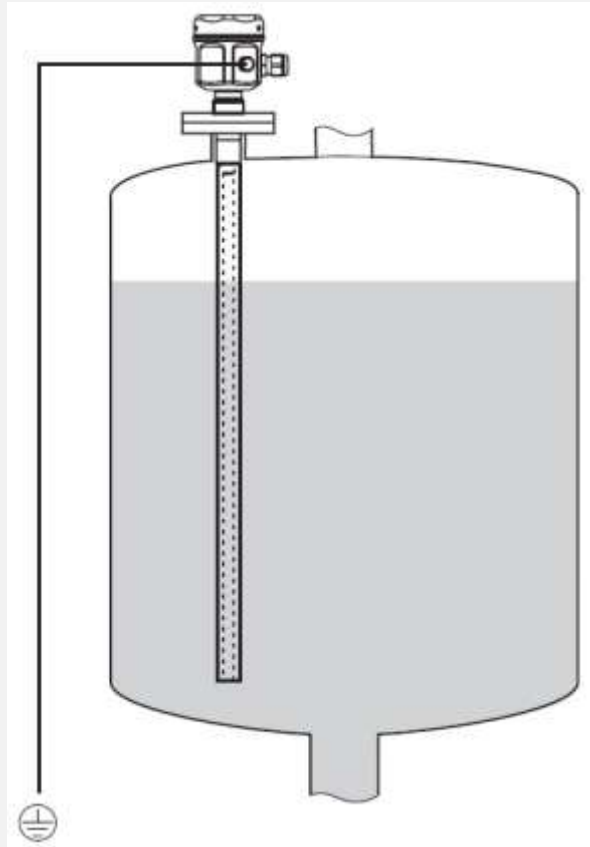
که این مسئله، وابسته به نوع سیال داخل مخزن و ضریب K است.

اگر سیال رسانا باشد، بایستی از سطح سنج خازنی دو صفحه ای استفاده کرد، تا بین دو صفحه یک خازن ایجاد شود. دقیقا مطابق شکل قبلی. یک خازن در قسمتی که سیال قرار دارد، تشکیل شده و یک خازن نیز در قسمت بالای سیال ایجاد می شود. کاملا واضح است که این دو خازن، چون صفحه های هم نام شان بهم متصل است، بایکدیگر موازی بوده و داریم:

$$C_T = C_1 + C_2 \rightarrow C_T \propto h$$



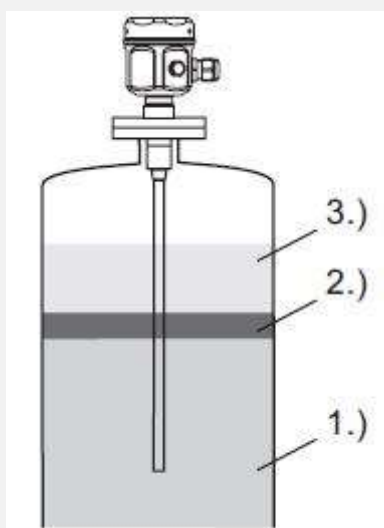
اما اگر سیال عبوری نارسانا باشد، خازن را با جداره مخزن ایجاد کرده و از همان تک صفحه خازن استفاده می شود:



استفاده از سطح سنج capacitive

در سرویس های Interface

همچنین از این روش اندازه گیری می توان در سرویس هایی که دارای سطح جدایی (Interface) نیز است، استفاده کرد.



به طور مثال در شکل بالا سطح یک آب، سطح دوم امولسیون و سطح سوم روغن است. زیرا هر کدام از این سیالات دارای ظرفیت دی الکتریک مختص به خود است و در هم حل نمی‌شوند. در این حالت هریک از این سیالات خازن های متفاوتی را ایجاد می‌کنند.

از سازندگان معتبر سطح سنج خازنی می‌توان به Siemens، Endress+Hauser، FMI51، FMI52 اشاره کرد.

ویژگی های کاربردی سطح سنج خازنی

این روش هیچ محدودیتی از نظر فشار و دمای سیال ندارد. ولیکن اگر سیال عبوری توده‌ای و partial بود، از این روش نباید استفاده بشود. زیرا probe (میله) ها نازک بوده و پس از مدتی دچار آسیب و شکستگی می‌شوند.

برای سیالات ویسکوز (ویسکوزیته بالا) هم کمتر از این روش استفاده می‌شود، زیرا میله ممکن است دچار خوردگی و از بین رفتگی بشود. همچنین حداکثر تا طول های ۲ تا ۳ متر از این روش استفاده می‌شود. در شکل زیر از یک سطح سنج خازنی برای اندازه گیری سطح یک مخزن ۲ متری گازوئیل استفاده شده است:



که همان‌طور که گفته شد، هم ارتفاع کمی داشته و هم سیال تمیزی در داخل آن ذخیره می‌شود.