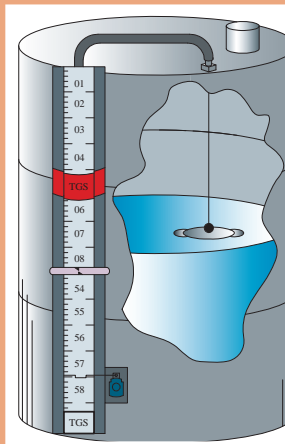


پودمان ۵

اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح



اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایع و جامد یکی از مهم‌ترین اندازه‌گیری‌ها در صنایع شیمیایی می‌باشد. اندازه‌گیری دقیق و مداوم ارتفاع سطح مواد موجود در سیلوهای گندم، مخازن صادراتی نفتی، کشتی‌ها و ... بسیار اهمیت دارد. بدین منظور سطح سنج‌ها با دقت‌های مختلف طراحی شده‌اند.

واحد یادگیری ۵

اندازه‌گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح

مقدمه

اندازه‌گیری ارتفاع سطح مواد و کنترل آن یکی از مهم‌ترین اندازه‌گیری‌ها در صنایع شیمیایی نظیر نفت، پتروشیمی و ... می‌باشد. مواد می‌توانند به صورت جامد، مایع و یا چند مایع با چگالی‌های مختلف باشند. با اندازه‌گیری ارتفاع سطح مواد در مخازن و برخی از دستگاه‌های فرایندی، علاوه بر اطلاع از وجود مواد در ارتفاع خاص، کنترل جداسازی فازهای مواد، واکنش‌های شیمیایی، تأمین ایمنی فرایند و جلوگیری از سرریز شدن یا تخلیه مواد صورت می‌پذیرد. انتخاب سطح‌سنج‌ها بر اساس عواملی نظیر نوع ماده، شرایط دما و فشار و محدوده تغییرات ارتفاع، صورت می‌گیرد.

استاندارد عملکرد

به کارگیری محاسبات و اندازه‌گیری ارتفاع سطح سیال و کنترل آن مطابق دستورالعمل

شایستگی‌های غیر فنی مورد انتظار این فصل عبارت‌اند از:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی - انجام وظایف و کارهای محوله - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام کارها و وظایف محوله
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کار بست ریاضی: انجام مثال‌ها و تمرین‌ها با کمک فرمول و محاسبات ریاضی

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود

- ۱ به کارگیری مفاهیم و محاسبات در اندازه‌گیری ارتفاع سطح مواد را به کار گیرند.
- ۲ ارتفاع سطح مواد را اندازه‌گیری نمایند.
- ۳ ارتفاع سطح یک مخزن را کنترل نمایند.

اندازه گیری ارتفاع سطح مواد

بحث گروهی



آیا تاکنون عمق آب یک مخزن یا استخر را اندازه گرفته‌اید؟ با چه روش‌هایی این کار را انجام می‌دهید؟

معمولاً در بیشتر صنایع، از تجهیزات ابزار دقیق برای اندازه‌گیری چهار متغیر دما، فشار، دبی جریان و ارتفاع سطح مواد موجود در مخازن استفاده می‌شود. به طور کلی سامانه کنترل و ابزار دقیق به عنوان مغز متفکر یک صنعت، متضمن ایمنی و کنترل بهینه فرایند است. اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایع و جامد یکی از مهم‌ترین اندازه‌گیری‌ها در صنایع مختلف می‌باشد. اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایع یکی از مواردی است که هم در زندگی روزمره و هم در صنعت اهمیت زیادی دارد. اگر مخازن، شیشه‌ای باشند، سطح سیال موجود در آنها قابل دید بوده و ارتفاع آن به راحتی اندازه‌گیری می‌شود. ولی در صنعت، اکثر تجهیزات و مخازن، مات و فلزی هستند که به منظور اندازه‌گیری ارتفاع سطح سیال درون آن از وسیله‌ای به نام سطح‌سنج^۱ استفاده می‌گردد.

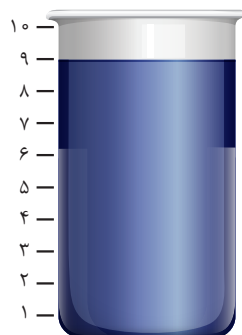


شکل ۱- نمایی از یک سطح‌سنج برای سنجش ارتفاع سطح آب

یکی از نمونه‌های بارز اهمیت سطح‌سنج در صنعت، کاربرد آن در ظروف دوفازی جداساز نفت و گاز است. در این جداسازها، وجود سامانه کنترل ارتفاع سطح نفت ضروری است، زیرا در غیر این صورت ممکن است دو اختلال به وجود آید: ۱- افزایش سطح نفت و خروج نفت به همراه گاز از بالای ظرف جداساز. ۲- کاهش سطح نفت و خروج گاز به همراه نفت از پایین ظرف، که این دو اختلال، جداسازی نامناسب نفت و گاز و تولید محصول بی کیفیت را به همراه دارد.

۱- Level Measurement

مفهوم سطح مایع



منظور از سطح سیال، ارتفاع یا عمق سیال از کف مخزن تا راستای سطح آزاد آن می‌باشد. سطح آزاد، سطحی است که سیال در آنجا با هوای بیرون در تماس است. برای بیان سطح سیال درون مخزن معمولاً از یک درجه‌بندی که متناسب با اندازه و شکل مخزن است، استفاده می‌گردد (شکل ۲). سطح‌سنج در هر لحظه، درصدی از مخزن را که توسط سیال اشغال شده است، نشان می‌دهد. در مواقعی، به جای نشان دادن ارتفاع سطح سیال از حجم سیال استفاده می‌شود.

شکل ۲- درجه‌بندی ارتفاع سطح سیال

نمونه‌هایی از سطح‌سنج و کنترل سطح مایعات را در زندگی روزمره نام ببرید.

پرسش



آیا می‌دانید عمیق‌ترین اقیانوس چه نام دارد؟ فکر می‌کنید عمق اقیانوس‌ها را چگونه اندازه‌گیری می‌کنند؟

تحقیق کنید



سطح‌سنج

به چه دلایلی از سطح‌سنج استفاده می‌گردد؟

بحث گروهی



استفاده از سطح‌سنج برای تعیین مقدار دقیق و مداوم حجم یا وزن مواد موجود در مخازن ذخیره، یکی از مهم‌ترین روش‌ها است. در شکل ۳ نمایشگر سطح به موازات تانک نصب‌شده و به صورت مدرج سطح سیال را نشان می‌دهد. مخازن نگهداری مواد هر چند از روش‌های کنترلی دیگری نیز در صنایع استفاده می‌گردد، ولی این روش قابل اعتمادتر بوده و از دقت بالایی برخوردار است. اندازه‌گیری مقدار دقیق و مداوم ارتفاع سطح مواد موجود در مخازن ذخیره، مخازن صادراتی واقع در پایانه‌های صادرات مواد نفتی، کشتی‌ها و همچنین مخازن موجود در پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها و واحدهای پتروشیمی، با توجه به ارزش بالای این گونه مواد، بسیار اهمیت دارد. در این شرایط، درون مخزن هیچ‌گونه واکنش شیمیایی انجام نمی‌گیرد و سیال به صورت دوره‌ای یا پیوسته به مخزن وارد و یا از آن خارج می‌گردد و همچنین همان‌طور که ذکر شد این روش اندازه‌گیری از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.



شکل ۳- اندازه گیری سطح سیال با استفاده از سطح سنج در تانک ذخیره

به نظر شما در چه صنایعی اندازه گیری ارتفاع سطح مواد انجام می گیرد؟

پرسش



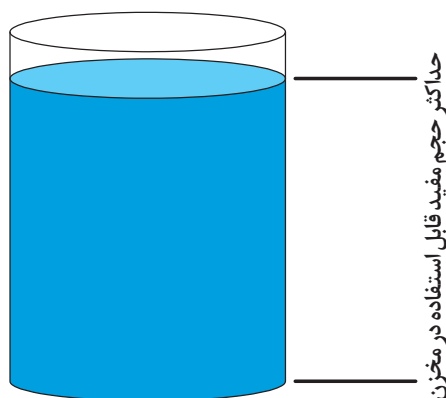
دلایل استفاده از سطح سنج ها را می توان به صورت زیر بیان کرد:

۱- انتقال مواد

در انتقال سیالاتی مانند نفت خام، که از طریق خط لوله به مخزن نفتکش ها انتقال می یابد، توسط سطح سنج مقدار ماده موجود در مخزن مشخص می شود. با توجه به مقدار زیاد ماده جابه جا شده، این روش اندازه گیری، خطای ناچیزی دارد.

۲- استفاده از بیشترین حجم مفید مخازن

با تعیین ارتفاع سطح مایع داخل مخزن (تانک) توسط سطح سنج و مشخص بودن سطح مقطع مخزن ذخیره، حجم سیال داخل مخزن محاسبه می گردد. بر اساس نوع سیال ذخیره شده در مخازن از حداکثر حجم مفید آنها برای ذخیره سازی سیال استفاده می گردد. همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده با قرار دادن سطح سنج در مخزن، این حجم مفید نشان داده می شود. لذا برای ذخیره سازی سیال حداکثر حجم بهینه مشخص شده و بدین ترتیب دیگر نیازی به خرید تجهیز و مخازن اضافه نمی باشد.



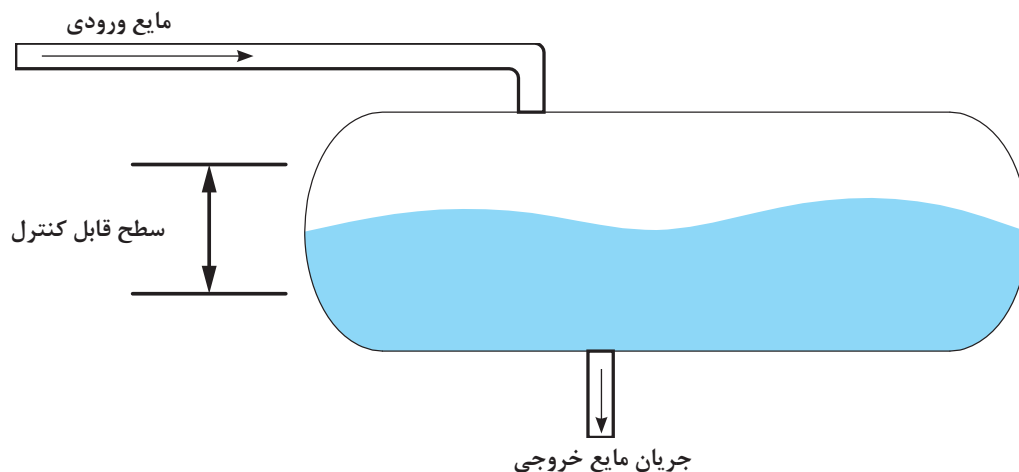
شکل ۴- استفاده از بیشترین حجم مفید مخزن با کمک سطح سنج

۳- ایمنی

زمانی که مخازن بیشتر از ظرفیت خود پر شوند، امکان سرریز شدن آنها وجود دارد و در صورتی که این مواد، بازی، اسیدی، آتش گیر و همراه با حرارت باشند، خطرات جبران ناپذیری به همراه خواهند داشت. همین طور اگر سطح مواد درون مخزن، از حد لازم پایین تر بیاید، کاهش سطح مایع ممکن است تخلیه کامل مخزن را به همراه داشته باشد و به هنگام نیاز، موجودی آن قدر کم باشد که تولید را متوقف نماید. همچنین کاهش سطح ممکن است به تجهیزات اطراف خود (نظیر وسیله انتقال دهنده مواد) صدمه برساند. بنابراین استفاده از سطح سنج، اطمینان از نگهداری مواد در سطح مناسب را به همراه دارد. جهت پی بردن به اهمیت تضمین ایمنی توسط سطح سنج ها، به حادثه سال ۱۹۷۹ میلادی در نیروگاه اتمی واقع در ایالت پنسیلوانیای آمریکا اشاره می گردد. در یکی از رآکتورهای آن نیروگاه، سطح سنج مقدار آب داخل رآکتور را نزدیک به بالاترین سطح در رآکتور و آماده برای سرریز شدن نشان داد. به دلیل مسائل ایمنی و مخاطرات آب موجود در داخل رآکتور، ساکنین نزدیک نیروگاه مجبور به ترک منازل و خروج از منطقه مسکونی شدند. در پایان مشخص شد که فعال شدن سطح سنج نصب شده در بالای مخزن، به دلیل پر شدن مخزن نبوده، بلکه بر عکس، مقدار کم آب درون مخزن، موجب پرش و برخورد ذرات جوشان آب به حسگر اندازه گیری ارتفاع سطح مایع و فعال شدن اشتباه آن شده است. این مثال اهمیت به کارگیری و انتخاب مناسب سطح سنج را نشان می دهد.

۴- ثابت نگاه داشتن مقدار سیال داخل مخزن^۱

در فرایندهایی که نگه داری ثابت مقدار ماده موجود در مخزن مد نظر است، میزان ورودی و خروجی مواد به مخزن از طریق سطح سنج قابل کنترل می باشد. به طور مثال می توان به ظروف نگه داری مواد که در میان واحدهای فرایندی هستند، اشاره کرد. در صنعت می توان به کار برد ظروفی که تلاطم سیال^۲ را کنترل می کنند تا فازهای سیال فرصت جدا شدن را پیدا نمایند، اشاره نمود. این مخازن می بایستی در مدت زمان مشخصی سیال را در خود نگه دارند (شکل ۵).



شکل ۵- ثابت نگاه داشتن سیال داخل مخزن از طریق کنترل ارتفاع آن

۱- Consistent Supply

۲- Surge Drum

عوامل تأثیرگذار در انتخاب نوع سطح سنج

اولین نکته در انتخاب سطح سنج، آن است که آیا امکان تماس آن با سیال داخل مخزن وجود دارد یا خیر. در این شرایط بسته به نوع ماده از نظر حالت گاز، مایع و جامد بودن، باید قرار گرفتن سطح سنج در داخل سیال بررسی شود. به عنوان مثال در شرایطی که وجود ذرات جامد یا گل ولای همراه با سیال است، در صورتی که سطح سنج در داخل مخزن نصب شود، لازم است آسیب‌های وارده به آن دلیل تماس و آلودگی با مواد، بررسی گردد. همچنین در مخزنی که سطح سنج در آن قرار گرفته است، در صورت نیاز به تعمیرات مخزن، وجود سطح سنج نباید مانع از تعمیرات گردد. میزان تلاطم سطح سیالی که در بالاترین ارتفاع سطح مخزن قرار می‌گیرد نیز، قبل از تعیین و انتخاب نوع سطح سنج باید مورد بررسی قرار گیرد. همچنین میزان کمینه و بیشینه فشار، دمای واقعی مخزن، محدوده اندازه‌گیری و دقت سطح موردنظر نیز در انتخاب سطح سنج تأثیرگذار است.

برای انتخاب نوع سطح سنج، عوامل زیر باید در نظر گرفته شوند:

- محدوده تغییرات ارتفاع سطح مایع
- خصوصیات فیزیکی سیال مانند چگالی
- تمیز یا کثیف بودن سیال
- میزان بخارات یا ذرات جامد موجود در سیال
- خوردگی سیال
- تمایل سیال به رسوب‌دهی بر روی دیواره ظرف یا وسیله اندازه‌گیری
- دما و فشار فرایند
- ترکیب شیمیایی سیال
- قوانین زیست‌محیطی
- وجود رطوبت

به عنوان مثال تعداد دستگاه‌هایی که برای اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایعات تمیز و با ویسکوزیته پایین می‌توان انتخاب نمود، بیشتر از دستگاه‌هایی است که می‌توان برای محلول‌های دوغابی با ویسکوزیته بالا انتخاب کرد. علاوه بر شرایطی که ذکر شد ساختار مخزن و نوع واکنش‌هایی که در آن انجام می‌گردد نیز در انتخاب نوع سطح سنج مؤثر است.

مخازن از نظر ساختاری به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌گردند:

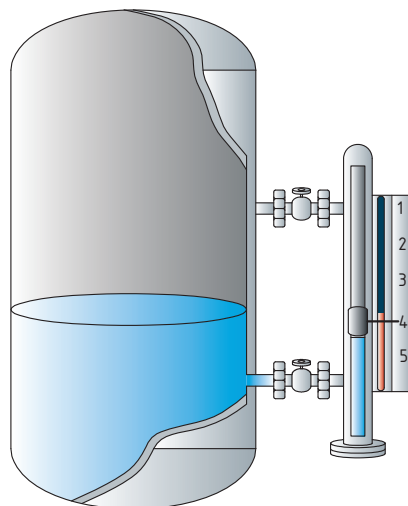
- مخازن با تجهیزات داخلی

مانند مخلوط‌کن‌ها، برج‌های جذب، دفع، تقطیر و راکتورهای شیمیایی که در آنها واکنش شیمیایی رخ داده و نوع سطح سنج با در نظر گرفتن این شرایط انتخاب می‌گردد.

- مخازن بدون تجهیزات داخلی

مانند تانک‌های ذخیره و ظروف جداسازی که در این نوع تانک‌ها، معمولاً سیال در حال سکون بوده و فقط تحت تأثیر دما و فشار است (شکل ۶).

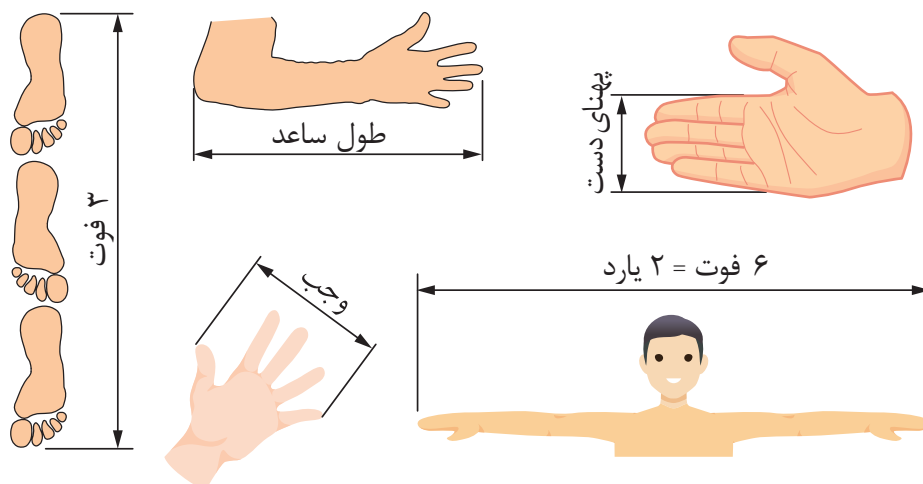
در این ظروف زمان اقامت سیال، بیش از چند دقیقه به طول نمی‌انجامد و هر جا که شرایط مخزن بر عملکرد حسگر سطح‌سنج تأثیرگذار باشد، این شرایط نیز باید در نظر گرفته شود.



شکل ۶- اندازه‌گیری ارتفاع سطح سیال داخل مخزن بدون تجهیزات داخلی

یکاهای ارتفاع سطح مواد و تبدیل آنها به یکدیگر

از دیرباز بشر برای اندازه‌گیری طول، عرض و ارتفاع از ابزارهای قابل دسترس خود استفاده می‌نموده، که طبعاً این ابزار می‌توانست اعضای بدن مثل دست و پا باشد. با گذشت زمان و توسعه جامعه بشری و تغییر نیازهای داد و ستد، این نوع ابزارها کفایت نمی‌کردند. از طرفی اندازه دست و پای افراد با یکدیگر متفاوت بود. به همین دلیل برای اندازه‌گیری کمیتی مانند ارتفاع مشکلات فراوانی ایجاد می‌شد. لذا وجود یک استاندارد معین برای اندازه‌گیری ضروری به نظر می‌رسید (شکل ۷).



شکل ۷- نمونه‌هایی از شاخص‌های اندازه‌گیری طول

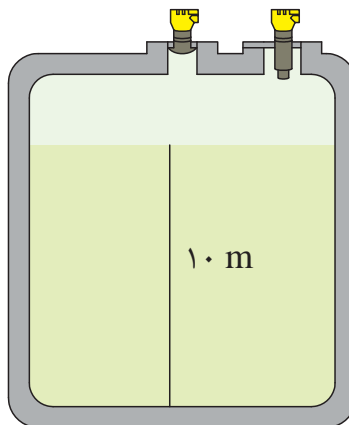
در جدول ۱ تبدیل یکاهای مختلف ارتفاع سطح مواد نشان داده شده است.

جدول ۱- تبدیل یکاهای مختلف ارتفاع سطح مواد

۱ متر	۱۰۰۰ میلی متر
۱ متر	۱۰۰ سانتی متر
۱ فوت	۰/۳۳۳ یارد
۱ فوت	۱۲ اینچ
۱ فوت	۰/۳۰۵ متر
۱ اینچ	۲/۵۴ سانتی متر

مثال

ارتفاع سیال حاوی برش‌های سنگین نفتی در مخزن ذخیره‌ای مشابه شکل صفحه زیر، به ۱۰ متر می‌رسد. این مقدار معادل چند سانتی متر، چند فوت و چند اینچ می‌باشد؟



$h_1 =$ ارتفاع سیال

$$h \text{ (cm)} = 10 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1000 \text{ cm}$$

$$h \text{ (ft)} = 10 \text{ m} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}} = 32.8 \text{ ft}$$

$$h \text{ (in)} = 10 \text{ m} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} = 393 \text{ in}$$



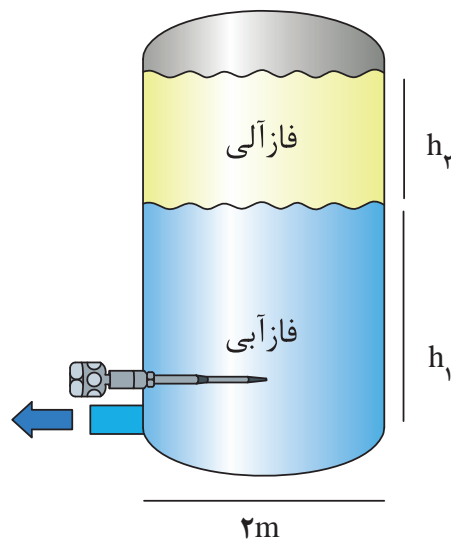
- ۱ عمق آب دریای خزر در قسمت شمالی آن به طور میانگین به ۵ متر می‌رسد، این عمق در سامانه انگلیسی معادل چند فوت است؟
- ۲ حجم آب داخل استخری ۷۵۰۰ مترمکعب است. طول این استخر ۵۰ و عرض آن ۲۵ متر است. عمق آب داخل استخر را بر حسب یکاهای متر و اینچ محاسبه نمایید؟



- ۳ در یک ظرف جداساز سیالات دو فازی (شکل روبه‌رو)، حجم فاز آبی موجود در مخزن ۱۳ و فاز آلی ۵ مترمکعب است. قطر مخزن ۲ متر می‌باشد. ارتفاع سیال‌های آلی و آبی در این مخزن چند متر و چند سانتی‌متر می‌باشد؟

ارتفاع سطح فاز آبی = h_1

ارتفاع سطح فاز آلی = h_2



روش های اندازه گیری ارتفاع سطح مواد

سطح سنج های مورد استفاده در صنعت، به سه روش، اندازه گیری ارتفاع سطح مواد را انجام می دهند:

- سطح سنج هایی که جهت نمایش فیزیکی ارتفاع سطح سیال به کار می روند که به آنها نمایشگرهای سطح^۱ گفته می شوند. با کمک این نمایشگرها، سطح واقعی سیال از طریق مشاهده یا به کمک مشخصات فیزیکی سیال اندازه گیری می شود و تغییرات دما و چگالی سیال بر اندازه گیری سطح تأثیر گذار نمی باشد.
- سطح سنج هایی که سطح سیال درون مخزن را به طور پیوسته اندازه گیری می کنند و بر سطح مواد دائماً نظارت شده و هر گونه تغییری ثبت می گردد. این سطح سنج ها را ترانسمیتر سطح^۲ می گویند. وظیفه ترانسمیتر ثبت و انتقال ارتفاع سطح مواد به اتاق کنترل برای مخازن در بسته است.
- سطح سنج های نقطه ای که ارتفاع سطح سیال را در یک نقطه از پیش تعیین شده بررسی می کنند و به این ترتیب از سرریزی و یا پایین آمدن مواد جلوگیری می شود.

مخزنی توسط پمپ در حال پر شدن است. سطح سنج به کار رفته از نوع نقطه ای است یا پیوسته؟

پرسش



نکته

در مدارک مهندسی و ابزار دقیق چنانچه حرف L در ابتدا ذکر گردد نشانگر سطح است برای معرفی نمایشگر محلی سطح از LG برای سطح نقطه ای از LS و برای ترانسمیتر سطح از LT استفاده می گردد.



دستگاه های اندازه گیری ارتفاع سطح مواد

در سه روش اندازه گیری ارتفاع سطح مواد که پیش تر توضیح داده شد، ساختار دستگاه های سطح سنجی بر حسب نوع کاربرد آنها، ساده تا پیچیده می باشد. در نوع ساده آنها ساختار و عملکرد دستگاه به صورت دستی - مکانیکی است، هیچ خروجی الکترونیکی برای آن تعبیه نشده و کاربر برای مشخص شدن ارتفاع سطح مواد از تجهیزات دیداری استفاده می نماید. این تجهیزات خودکار (اتوماتیک) نبوده و قیمت پایینی دارند.

روش ها و دستگاه های اندازه گیری ارتفاع سطح

اندازه گیری سطح به صورت نقطه‌ای					اندازه گیری سطح به صورت پیوسته					نمایش فیزیکی سطح			
سطح سنج نوری	سطح سنج پره متحرک	سطح سنج ارتفاعی	سطح سنج خازنی	سطح سنج شناوری	سطح سنج راداری	سطح سنج راديو اکتیو	سطح سنج فراصوت	سطح سنج اختلاف فشاری	سطح سنج تغییر مکانی	سطح سنج شناوری	نمایشگر با شناور مغناطیسی	نمایشگر انعکاسی	نمایشگر شیشه‌ای

شکل ۸ - دسته بندی روش ها و دستگاه های اندازه گیری ارتفاع سطح سیال

ساختار و عملکرد گروه دیگری از این دستگاه‌ها به شکل الکترومکانیکی است و شامل بخش مکانیکی با تعدادی اجزای متحرک برای تولید یک خروجی الکترونیکی برای کنترل سطح می‌باشد و به همین دلیل به صورت خودکار از راه دور قابل کنترل هستند. بخش متحرک سطح‌سنج‌ها نیاز به نگهداری و تعمیرات مناسب دارد. بخش مکانیکی سطح‌سنج در صورتی که در تماس با روغن و یا مواد خورنده باشد بایستی برای اجتناب از رسوب‌گذاری مواد روی آن، در فاصله زمانی کوتاه‌تری تمیز شوند.

در ادامه انواع دستگاه‌های مورد استفاده در سه روش نمایشگرهای سطح، سطح‌سنج‌های پیوسته و نقطه‌ای توضیح داده شده و عملکرد، مزایا و معایب تعدادی از آنها بررسی می‌شود. دسته‌بندی روش‌ها و دستگاه‌های اندازه‌گیری مطابق شکل ۸ می‌باشد.

نمایشگرهای فیزیکی سطح

این نمایشگرها به شیشه‌های مدرج قابل دید (نشانگر شیشه‌ای) و شناورهایی که به صورت مکانیکی یا الکتریکی به یک نشانگر یا وسیله هشداردهنده وصل شده تقسیم‌بندی می‌گردند. در این روش، محفظه سطح‌سنج به صورت موازی با مخزن نصب می‌گردد و از پایین با مایع درون مخزن مرتبط است و محفظه نیز تحت تأثیر فشاری برابر با فشار وارده بر سطح مایع درون مخزن است. شماتیک این نمایشگرها در شکل شماره ۶ آورده شده است. در ادامه توضیحات هر کدام به طور جداگانه آمده است.

نمایشگرهای شیشه‌ای سطح^۱

ساختار این دستگاه و عملکرد آن به شکل دستی - مکانیکی است. نمایشگر سطح، لوله شیشه‌ای یا پلاستیکی شفاف است که به صورت ظروف مرتبطه با مخزن نصب می‌شود و از این رو مایع درونش با مایع درون مخزن هم‌ارتفاع است. با توجه به شفافیت شیشه، ارتفاع سطح مایع درون مخزن از پشت شیشه قابل مشاهده می‌باشد. نمایشگرها ممکن است مدرج باشند یا در کنار خود، نوار مدرجی داشته باشند (شکل ۹).



شکل ۹- نمونه‌ای از نمایشگر شیشه‌ای



شکل ۱۰- نمایشگر انعکاسی

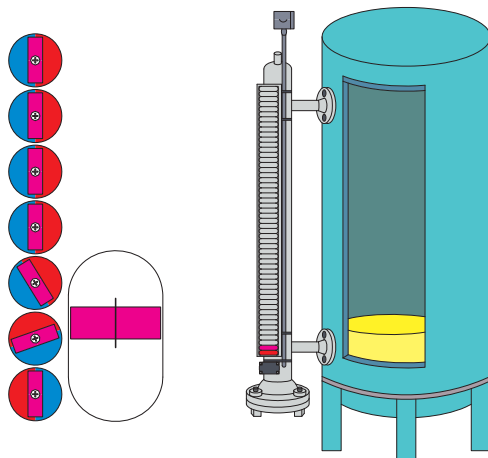
نمایشگرهای انعکاسی^۱

محفظه این نمایشگرها از شیشه‌هایی با قسمت‌های رنگی ساخته شده است. نور در بخشی که سیال وجود ندارد، شکسته شده و این قسمت روشن دیده می‌شود. در بخشی که مایع حضور دارد نور جذب می‌شود و آن قسمت به صورت تیره است. این نمایشگرها نسبت به نمایشگرهای شیشه‌ای استحکام بیشتری دارند و محفظه آنها دارای شیشه مقاوم‌تری است (شکل ۱۰).

در نمایشگرهای شیشه‌ای و انعکاسی، سیال وارد محفظه شده و امکان شکستن محفظه و سرریز شدن آن وجود دارد، لذا از این نوع نمایشگرها در دما و فشار محدودی استفاده می‌شود. نوع اول تا فشار حدود پانزده psi و نوع دوم به دلیل محفظه مقاوم‌تر، تا فشار حدود سی و پنج psi نیز کاربرد دارد.

نمایشگرهای با شناورهای مغناطیسی^۲

در این نوع نمایشگرها از خاصیت شناوربودن اجسام در سطح مایع استفاده می‌شود. نحوه کار به این صورت است که یک آهن‌ربا توسط شناوری در محفظه سطح‌سنج بالا و پایین می‌رود. یک ستون از آهن‌رباها در طول مسیر حرکت وجود دارد که روی هم چیده شده‌اند و یک طرف هر آهن‌ربا سفید و طرف دیگر، رنگی می‌باشد. هرگاه آهن‌ربای متصل به شناور از مقابل آنها عبور کند بر اثر جذب و دفع قطب‌های مغناطیسی، هر کدام از این آهن‌رباها چرخیده و ارتفاع سطح مایع را نمایش می‌دهند (شکل ۱۱). سطح‌سنج مغناطیسی در مخازن آب، اسید، سوخت، دیگ‌های آب گرم و بخار و صنایع نفت، گاز و پتروشیمی کاربرد دارد.



شکل ۱۱- نمایشگر با شناور مغناطیسی

۱- Reflex Level Gauge

۲- Magnetic Float Level Gauge

انواع سطح سنج با عملکرد پیوسته

در بررسی پیوسته سطح سنج، ارتفاع سطح ماده درون مخزن دائماً اندازه گیری می شود. انواع دستگاه های مورد استفاده با عملکرد پیوسته مطابق شکل ۸ شامل سطح سنج شناوری^۱، تغییر مکانی، اختلاف فشاری، فراصوت (اولتراسونیک)^۲، راداری، رادیواکتیو و سرووموتوری^۳ می باشد که در ادامه چند نوع از آنها توضیح داده شده است:

سطح سنج شناوری

خاصیت شناوری در اندازه گیری ارتفاع سطح سیال به طور پیوسته قابل استفاده است. در اندازه گیری پیوسته می توان به کمک سازوکارهایی موقعیت شناور را در هر نقطه از داخل مخزن اندازه گیری و به اتاق کنترل ارسال کرد. در سطح سنج های شناوری می توان از وزنه و کابل یا زنجیر استفاده نمود. در این نوع از سطح سنج ها یک وزنه به وسیله کابل به شناوری که درون مخزن دارد متصل می شود.



شکل ۱۲. سطح سنج شناوری

این وزنه تعادل، هم زمان با بالا و پایین رفتن شناور در اثر تغییر ارتفاع سیال درون مخزن، جابه جا شده و ارتفاع سطح سیال را بر روی درجه بندی که در بیرون از مخزن نصب شده است نمایش می دهد (شکل ۱۲). این سطح سنج ها دقیق می باشند ولی از معایب مکانیکی آنها می توان به اصطکاک میان کابل و چرخ دنده اشاره کرد.

نمایش فیلم: در خصوص سطح سنج شناوری



در خصوص نصب و کاربرد سطح سنج شناوری چه الزاماتی بایستی رعایت گردد؟

تحقیق کنید



سطح سنج اختلاف فشاری^۴

همان طور که می دانیم فشار را می توان براساس نحوه عملکرد مانومترها و با محاسبه فشار ستونی از مایع اندازه گیری کرد. در سطح سنج هایی که براساس محاسبه فشار کار می کنند می توان طبق رابطه زیر با اندازه گیری فشار و معلوم بودن مقدار چگالی سیال (d)، ارتفاع ستون مایع (h) درون مخزن را به دست آورد:

$$P_{abs} = P_1 + dgh \quad (1)$$

در این رابطه، P_1 فشار گاز و بخار بالای مخزن و P_{abs} فشار مطلق است که در مخازن بدون سقف با فشار جو در منطقه برابر می باشد. جهت محاسبه ارتفاع سیال درون یک مخزن با این روش، نیاز است که فشار ستون

۱- Float Level Switch

۲- Ultrasonic Level Meter

۳- Servo Level Transmitter

۴- Differential Pressure Level Transmitters

مایع و فشار بالای مخزن اندازه گیری شوند. به این منظور انتقال دهنده های (ترانسمیترهای) اختلاف فشاری ساخته شده اند که با محاسبه اختلاف فشار مخزن، موجی متناسب با ارتفاع سیال درون آن ارسال می کنند. فشاری که در این حالت اندازه گیری می شود فشار استاتیک^۱ مایعی می باشد که در حالت سکون درون مخزن قرار دارد. لذا به این روش اندازه گیری هیدرواستاتیک^۲ سطح نیز گفته می شود. اندازه گیری سطح با این روش پیچیدگی خاصی ندارد و استفاده از این نوع سطح سنج به دلیل سادگی و قیمت پایین بسیار فراگیر شده است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- سطح سنج اختلاف فشاری

نمایش فیلم: در خصوص سطح سنج اختلاف فشاری



سطح سنج فراصوت

در سطح سنج فراصوت از اصل انعکاس امواج استفاده می شود، به این صورت که ترانسمیتر امواج فراصوت را تولید و به سطح سیال ارسال می کند. این امواج پس از برخورد با سطح سیال برگشت داده می شوند و یک گیرنده، امواج برگشتی از سطح سیال را دریافت می کند. ترانسمیتر با محاسبه زمان رفت و برگشت امواج، ارتفاع سطح سیال را اندازه گیری می کند (شکل ۱۴). سنسورهای مافوق صوت معمولاً در بالای مخزن نصب می شوند و بدون تماس با سیال ارتفاع را اندازه گیری می کنند و با توجه به این ویژگی برای سیالات خورنده مناسب می باشد. این سطح سنج ها مناسب محیط هایی که کف و بخار دارند، نمی باشد زیرا امواج توسط کف و بخار بالای مخزن جذب شده و اندازه گیری سطح انجام نمی گیرد.



شکل ۱۴- سطح سنج فراصوت (اولتراسونیک)

۱- Static Pressure

۲- Hydrostatic



چرا به این سطح سنج فراصوت می گویند؟



نمایش فیلم: سطح سنج فراصوت

سطح سنج راداری

امواج راداری می تواند برای تشخیص مسافت استفاده شود. فرکانس کاری این امواج در محدوده ۳ تا ۳۰ گیگاهرتز می باشد. این محدوده فرکانسی کاملاً ایمن می باشد. سطح سنج های راداری با ارسال امواج به سطح سیال، فضای خالی مخزن را اندازه گیری می کنند و با کسر مقدار اندازه گیری شده از ارتفاع واقعی مخزن که به عنوان مقدار اولیه به ترانسمیتر داده شده است، ارتفاع مایع درون مخزن را محاسبه می کنند (شکل ۱۵).



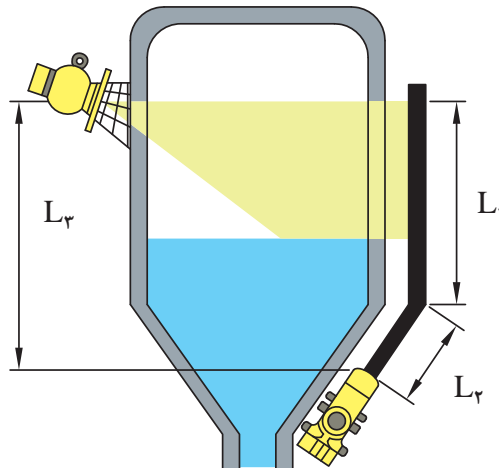
شکل ۱۵- سطح سنج راداری



امواج راداری در اواخر دهه ۱۹۳۰ میلادی در صنایع نظامی جهت تخمین مسافت های هوایی ارایه شد. از آن زمان به بعد رادار علاوه بر کاربردهای نظامی در حوزه هایی از جمله سامانه ناوبری کشتی و هواپیما، هواشناسی، وسایل خانگی و ... به کار گرفته شد. در حدود ۵۰ سال است که با ساخت حسگرهای راداری، از این امواج جهت اندازه گیری ارتفاع سطح سیال درون مخزن استفاده می شود.

سطح سنج رادیواکتیو

نوع دیگری از حسگرهای اندازه گیری سطح، از ارسال و دریافت امواج رادیواکتیو استفاده می کنند. این حسگرها مطابق شکل ۱۶ بیرون از مخزن نصب شده و یک منبع رادیواکتیو، امواج را به درون مخزن می فرستند، امواج ارسالی توسط گیرنده رادیواکتیو که در سمت دیگر مخزن نصب شده است، دریافت و به موج الکتریکی متناسب با سامانه کنترل تبدیل می شوند. این سطح سنج به دلیل آن که در بیرون مخزن نصب می شود تحت تأثیر خوردگی سیال و بخارات آن قرار نمی گیرد و به خوبی در مخازن تحت فشار تا ضخامت بالایی دارند پاسخگو می باشد مناسب است. این سطح سنج ها گرانیگت است. طول عمر بالا و هزینه نگهداری پایین دارد.



شکل ۱۶- سطح سنج رادیاکتیو

امواج رادیاکتیو برای انسان در محدوده خطرناک قرار دارند، لذا منبع ارسال امواج رادیاکتیو باید به گونه‌ای طراحی شود که امواج هیچ‌گونه خطری برای افراد شاغل در واحد صنعتی نداشته باشد. این منبع، مجموعه‌ای از امواج رادیاکتیو را به صورت موازی با مخزن ارسال و از انتشار امواج در جهت‌های دیگر جلوگیری می‌کند. نیرو و انرژی امواج ارسالی وابسته به ضخامت مخزن، فاصله بین منبع رادیاکتیو و گیرنده امواج و چگالی سیال درون مخزن می‌باشد.

نکات ایمنی



انواع سطح سنج نقطه‌ای

هدف از سنجش نقطه‌ای، تعیین رسیدن یا نرسیدن سطح ماده در مخزن به یک مقدار مشخص می‌باشد، که به این کار، سویچ کردن^۱ می‌گویند. انواع دستگاه‌های مورد استفاده با عملکرد نقطه‌ای مطابق شکل ۸ شامل سطح سنج شناوری، خازنی و رسانایی، ارتعاشی، پره متحرک و نوری می‌باشند که در ادامه، تعدادی از آنها توضیح داده شده است:

سطح سنج شناوری: همان گونه که در اندازه‌گیری نقطه‌ای سطح از خاصیت شناوری سیالات استفاده می‌گردد در اندازه‌گیری پیوسته نیز از این مکانیزم استفاده می‌شود. توجه به قانون ارشمیدس، بر هر جسم شناور در سطح سیال یک نیروی رو به بالا وارد می‌شود، که با به کارگیری این نیرو در حسگرهای شناوری می‌توان ارتفاع سطح سیال را اندازه‌گیری کرد (شکل ۱۷).

۱-Switch



این نیرو روبه بالا منجر به جابه‌جایی شناور در سطح سیال شده که با تعیین محل شناور می‌توان سطح سیال را اندازه‌گیری کرد. شناور به یک اهرم متصل است و با حرکت آن در سطح سیال جابه‌جا می‌گردد.

شکل ۱۷- سطح‌سنج شناوری

راجع به مزایا و معایب سطح‌سنج شناوری بحث کنید.

بحث کلاسی



سطح‌سنج با پره متحرک^۱: این حسگرها از پره‌هایی تشکیل شده‌اند که به کمک یک موتور الکتریکی و با دور کم به چرخش در می‌آیند. وقتی که سطح مواد داخل مخزن بالا می‌آید و با این پره‌ها برخورد کرده، مانع چرخش پره‌ها می‌شود، در این زمان کلید عمل کرده و ارتفاع سطح مواد را نشان می‌دهد. این حسگرها بیشتر در اندازه‌گیری ارتفاع سطح پودرها و جامدات به کار می‌روند و بسیار ساده، ارزان و قابل اطمینان هستند. تغییرات دما و چگالی بر نحوه عملکرد این حسگرها تأثیرگذار نیست. چنانچه این حسگرها برای اندازه‌گیری سطح مایعات به کار گرفته شوند باید به این مسئله توجه داشت که چسبندگی سیال، از میزان طراحی شده برای حسگر بیشتر نباشد (شکل ۱۸). این حسگرها نسبت به شوک و لرزه در سیستم حساس است و نباید در محلی که لرزش زیادی وجود دارد نصب شود.



شکل ۱۸- سطح‌سنج با پره متحرک



یکی از روش های اندازه گیری وزن و یا حجم مواد موجود در سیلوهای گندم یا سیمن، اندازه گیری ارتفاع مواد موجود در آن می باشد که پس از آن می توان به محاسبه حجم و وزن مواد موجود در مخزن پرداخت. بررسی کنید سطح سنج داخل سیلو بایستی از نظر نوع و مکان نصب چه ویژگی هایی داشته باشد؟

سطح سنج های نوری: سطح سنج های نوری از یک فرستنده و گیرنده نوری ساخته شده اند و براساس بازتابش نور از سطح اجسام و یا عبور نور از درون سیال عمل می کنند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- سطح سنج های نوری



برای نمایش و انتقال اطلاعات مربوط به میزان عمق آب درون چاه های عمیق و یا مخازن آب، از چه دستگاه هایی استفاده می شود؟



نمایش فیلم: اندازه گیری ارتفاع سطح سیال در مخازن



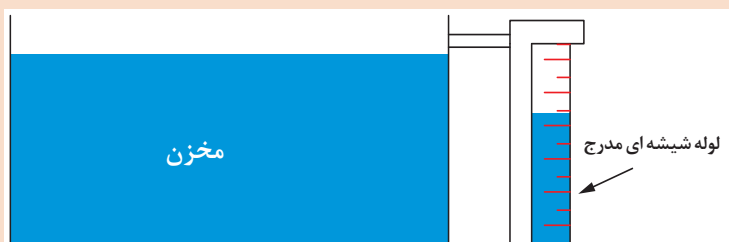
اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایع در کارگاه

وسایل مورد نیاز:

یک مخزن ۴ لیتری
لوله پلاستیکی یا شیشه‌ای

روش کار:

مطابق شکل ۲۰، مخزن ۴ لیتری یا بزرگ‌تر فلزی را از کناره آن سوراخ کنید. یک لوله فلزی خروجی در قسمت پایین مخزن بر بدنه آن نصب نمایید. به قسمت فلزی خروجی یک لوله پلاستیکی یا شیشه‌ای وصل کنید. این لوله می‌تواند مدرج باشد و یا برای مدرج کردن آن از یک خط‌کش کاغذی استفاده نمایید که به کنار لوله چسبانده شود. قسمت بالایی مخزن نیز سوراخ و انتهای لوله مدرج توسط لوله فلزی به قسمت سوراخ‌شده متصل شود.



شکل ۲۰- طرح ساده‌ای از فعالیت عملی اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایع در کارگاه

به ترتیب زیر فعالیت کارگاهی را ادامه دهید.

- ۱ حجم مشخصی از آب (V_0) را داخل مخزن بریزید.
 - ۲ ارتفاع آب درون مخزن را، از روی لوله شیشه‌ای مدرج بخوانید.
 - ۳ سطح مقطع مخزن را محاسبه کنید.
 - ۴ با داشتن سطح مقطع مخزن و ارتفاع آب خوانده شده، حجم آب موجود در مخزن محاسبه شود (V).
 - ۵ این حجم با حجم آب ریخته شده در مخزن مقایسه و تفاوت آنها یادداشت گردد.
 - ۶ آزمایش را دو بار دیگر تکرار کنید.
- چه نتیجه‌ای از این فعالیت می‌گیرید؟

کنترل سطح

مهندسان ایرانی نخستین مخترعان سامانه های کنترل جریان

احمد بن موسی، دانشمند قرن نهم هجری است، که بدون شک در گشایش دروازه های علم و صنعت به روی دنیای اسلام ایفاگر نقشی مهم و کارساز بوده است. در کتاب ابتکارات خارق العاده مکانیکی این دانشمند، طراحی و ساخت حدود ۱۰۰ دستگاه مکانیکی تشریح شده است که برخی از آنان جز شاهکارهای مهندسی کنترل و مکانیک در زمان خود بوده اند.

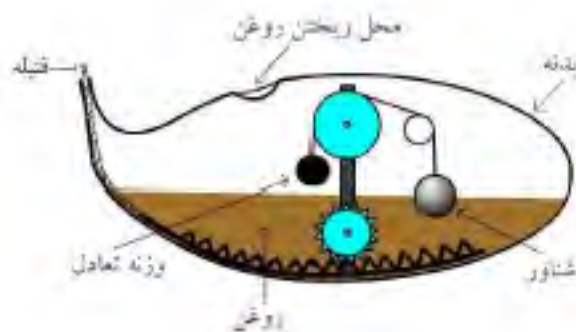
می توان به چراغ های روغنی که ارتفاع روغن در مخزن آن ها ثابت نگه داشته می شود و یا چراغ روغنی که فتیله آن به طور خودکار تنظیم می شود، اشاره کرد. چراغ روغنی بنوموسی با فتیله خود تنظیم شونده می توانست برای مدت طولانی روشن بماند.



شکل ۲۱- نمونه های ساخته شده از چراغ روغنی بنوموسی

با توجه به شکل زیر، عملکرد چراغ روغنی بنوموسی با فتیله خود تنظیم شونده را توضیح دهید.

پرسش



شکل ۲۲- چراغ روغنی با فتیله خود تنظیم شونده



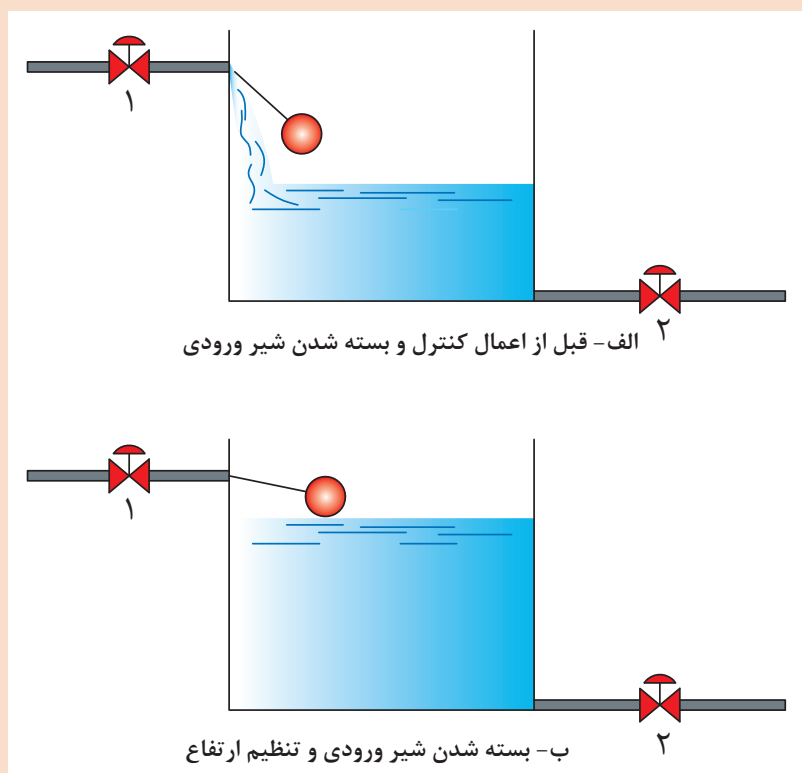
کنترل ارتفاع سطح مایع در کارگاه

وسایل مورد نیاز:

یک مخزن مجهز به شناور

روش کار:

مخزن ساخته شده در فعالیت ۱ را به یک شناور مجهز کنید تا دستگاهی همانند شکل زیر آماده شود. شناور مخزن را بر روی ارتفاعی مشخص تنظیم نمایید. سپس شیر آب ورودی به مخزن را باز کنید تا جریان آب به داخل آن برقرار گردد. خواهید دید که پس از رسیدن سطح آب به ارتفاع تنظیم شده توسط شناور، به طور خودکار شیر آب ورودی قطع می گردد و سطح آب درون مخزن ثابت می شود. حال شیر خروجی مخزن را باز کنید، تا جریان خروجی آب ایجاد شود (پس از یک دقیقه شیر خروجی را ببندید). خواهید دید که شناور مخزن، دستور باز شدن مجدد شیر ورودی را تا رسیدن آب به ارتفاع تنظیم شده اولیه، می دهد. به این ترتیب، ارتفاع سطح آب مخزن در مقدار تنظیم شده اولیه، کنترل می گردد. این کار را با تغییر دادن میزان آب خروجی از مخزن تکرار کنید و هر بار، مدت زمانی را که شیر آب ورودی باز می ماند یادداشت کنید.



شکل ۲۱- طرح ساده‌ای از فعالیت عملی کنترل ارتفاع سطح مایع در کارگاه

ارزشیابی شایستگی اندازه گیری، ثبت و کنترل ارتفاع سطح

شرح کار:

چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بدانند و کار داده شده را با دقت انجام دهد.
هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند.
پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

استاندارد عملکرد:

به کارگیری محاسبات و اندازه گیری ارتفاع سطح سیال و کنترل آن مطابق دستورالعمل

شاخص ها:

- رعایت مسائل ایمنی حین کار
- انجام کار طبق دستورالعمل

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط مکان: کارگاه
شرایط دستگاه: سرویس شده
زمان: یک جلسه آموزشی
ابزار و تجهیزات: تجهیزات کارگاهی مورد نیاز و وسایل ایمنی شخصی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به کارگیری مفاهیم و محاسبات در اندازه گیری ارتفاع سطح مواد	۱	
۲	اندازه گیری ارتفاع سطح سیال	۲	
۴	انجام کنترل ارتفاع سطح یک مخزن	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی ۲- نگرش: صرفه جویی در مواد مصرفی ۳- توجهات زیست محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار با کمترین ضایعات ۴- شایستگی های غیر فنی: الف) اخلاق حرفه ای ب) مدیریت منابع ج) محاسبه و کاربست ریاضی ۵- مستندسازی: گزارش نویسی	۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

- ۱- کنشلو، طیه و همکاران، ۱۳۹۳، سند استاندارد ارزشیابی صنایع شیمیایی، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۲- کنشلو، طیه و همکاران، ۱۳۹۴، سند راهنمای برنامه‌درسی رشته صنایع شیمیایی ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۳- کنشلو، طیه و همکاران، ۱۳۹۴، سند راهنمای برنامه‌درسی درس کنترل فرایندهای شیمیایی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۴- پورعطا، رحمت‌ا...، سید دراجی، میرسعید (۱۳۸۷)، جزوه گرافیک و نقشه خوانی، دانشگاه زنجان
- ۵- توللی، حسین و دیگران. (۱۳۹۵). سیلندرهای گاز تحت فشار: اصول ایمنی در آزمایشگاه و در صنعت (چاپ اول). قم، انتشارات منگان.
- ۶- حکیمی سبینی، معصومه (۱۳۹۳)، کلید مهندسی نقشه کشی و نقشه خوانی **P & ID**، انتشارات سپها دانش
- خانه مهندسی شیمی ایران. بررسی ابزار دقیق مهندسی فرایند. **WWW.ICHEH.COM**
- ۷- رازی فر، مهدی (۱۳۹۲)، آشنایی با نقشه خوانی و ترسیم نقشه های فرایندی **BFD، PFD، P & ID، UFD، ESD**، انتشارات اندیشه سرا، چاپ دوم
- ۸- رحمتی، مصطفی، رحمانی، حسین (۱۳۹۳)، "کنترل دما (فرایند) به صورت تشریحی و مفهومی"، انتشارات قدیس
- ۹- شرکت ره‌آوران فنون پتروشیمی (۱۳۹۰)، جزوه آموزشی نقشه خوانی، گروه پژوهشی صنعتی ایرانیان
- ۱۰- عابدینی، محمد (۱۳۸۷)، "اندازه گیری و کالیبراسیون دما"، انتشارات صفار اشراقی
- ۱۱- قنبری، عبدالله (۱۳۸۴)، "اصول اندازه‌گیری دما و کالیبراسیون دماسنج‌ها"، انتشارات مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران
- ۱۲- محسنی هماگرانی، مرتضی؛ رزم آراء، مهرداد؛ سپهری نیا، محمد. (۱۳۹۱). مرجع کامل طراحی تجهیزات ابزار دقیق و کنترل نفت-گاز-پتروشیمی. تهران: نشر اتحاد

-
- ۱۳- جزوه آموزشی "ابزار دقیق". شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب .
- ۱۴- جزوه آموزشی "سیستم های کنترل و ابزار دقیق". دانشگاه صنعتی شریف.
- ۱۵- توفیقی ، سیدپندار، صدراپی، ساسان (۱۳۹۵)، عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
- ۱۶- توفیقی ، سیدپندار، ۱۳۹۵، عملیات دستگاهی در صنایع شیمیایی، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
- ۱۷- صدراپی ، ساسان ، ۱۳۹۵، فرایندهای شیمیایی، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
- ۱۸- کنشلو، طیبیه و همکاران، ۱۳۹۲، سند استاندارد شایستگی حرفه صنایع شیمیایی، ناشر سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه ای و کار دانش

- 1-Alan S.Morris., & Reza Langari.(2011). Measurement and Instrumentation: Theory and Application : Academic Press
- 2-Beckerath, Alexander von & others. (2008).WIKI-Handbook: Pressure and
- 3-Eugen Gaßmann.,& Anna Gries. (2009) Electronic Pressure Measurement Basics, applications and instrument selection. Germany (Munich): Süddeutscher Verlag on pact GmbH
- 4-Alan S. Morris(2001). Measurement and Instrumentation Principles.3nd ed. UK: Butterworth-Heinemann
- Bahner, Martin. 2001. A Practical Overview of Level Measurement Technologies. WWW. gilsonengineer---5ing.net/reference/Levelpap.pdf
- 6-Marshall Cavendish Benchmark, "Temperature", , 2007, Navin Sullivan, ISBN-13:978-0-7614-2322-5
- 7-Temperature Measurement U.S. Edition. United States of America: Cameron Reebals
-



بسمه تعالی

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

کتاب کنترل فرآیندهای شیمیایی - کد ۲۱۱۵۲۰

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۲	حسن بشیریان	همدان	۱۴	مسعود آری	گیلان
۳	گوهر دیلمی‌راد	فارس	۱۵	محمد رضا انجم شعاع	کرمان
۴	الهه وهابی نژاد	خراسان رضوی	۱۶	شکراله شمسی	مرکزی
۵	سمیه باقری وانانی	چهارمحال و بختیاری	۱۷	اسدالله امیدی بیرگانی	خوزستان
۶	نعیمه سیف الدینی	کرمان	۱۸	محمد رضا شاهسون	شهرستان‌های تهران
۷	فرشید مجاهدی	هرمزگان	۱۹	مهناز مجاهد	یزد
۸	زینب باقری تبار	قم	۲۰	احمد مرسلی	زنجان
۹	ژاکلین راه حق	کردستان	۲۱	محمد ایرنگانی	سیستان و بلوچستان
۱۰	زهرا سادات	اصفهان	۲۲	فرشته آزادی	یزد
۱۱	سلیمه یزدانمهر	خراسان شمالی	۲۳	حسین نیروزاده	ایلام
۱۲	نادر مولوی	آذربایجان شرقی	۲۴	نادر عباسی نوا	آذربایجان غربی
۱۳	محمد صالح صدیقی	قزوین			

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آمان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب‌گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

