

## نکاتی در مورد موتورخانه های بخار – بخش دوم

مهندس فرهنگ مطلبی

منبع: **Process steam systems, a practical guide for operators, maintainers, and designers**

در بخش اول مقاله به تفصیل در خصوص برخی از ملاک های اصلی جهت انتخاب دیگ بخار مناسب و کارآمد پرداخته شد. در این بخش، به شرح ملاحظات زیست محیطی در انتخاب دیگ های بخار می پردازیم.

### ملاحظات زیست محیطی

دیگ های بخار با صرف سوخت، گرما و گازهای حاصل از احتراق تولید کرده و از طرفی آب بسیار داغ را تحت شرایطی تخلیه می نمایند. در یک موتورخانه بخار فرآیندهای فوق بایستی کاملاً تحت کنترل انجام شده و بصورت مناسبی طراحی گردند. موارد ذیل جهت تهیه نقشه ساختمان موتورخانه می بایست مورد توجه طراحان قرار گیرد:

**فضای موتورخانه.** فضای موتورخانه دارای ارزش زیادی بوده و ابعاد تجهیزات جهت نصب در این فضا بسیار حائز اهمیت می باشد. امروزه دیگ های بخار عمودی و دیگ های بخار فشرده (Compact) دارای ویژگی تولید قابل ملاحظه بخار در یک فضای کوچک هستند. در تخصیص فضا برای دیگ بخار می بایست فضای کافی برای انجام فرآیندهای بازرسی، نگه داری و تعمیرات در نظر گرفته شود. به طور مثال، در زمان طراحی نقشه جانمایی موتورخانه می بایست فضای بیشتری جهت تعویض تیوب های دیگ های بخار فایرتیوب افقی در نظر گرفته شود. همچنین، فضای مناسبی در بالای دیگ بخار برای عبور لوله ها و دودکش می بایست منظور گردد. از طرفی، به دلیل نیاز دیگ های بخار به تجهیزات کمکی همچون خط آب تغذیه (Feed water) و تخلیه زیرآب دیگ (Blowdown)، در طراحی می بایست تمام موارد لازم جهت تعمیر و نگهداری این تجهیزات نیز در نظر گرفته شود. بصورت تقریبی می توان گفت که فضای خالی اطراف تجهیزات اصلی حداقل به اندازه ۶۰ سانتی متر و در جلوی تابلوهای برق حداقل ۹۰ سانتی متر در نظر گرفته شود.

**مجوزها.** موتورخانه های بخار ممکن است نیازمند اخذ مجوز هایی باشند که به طور مثال می توان به اخذ مجوز افزایش انشعاب گاز مجتمع اشاره نمود. به علاوه، جهت احداث بنای جدید ممکن است نیاز به مجوز های ساختمانی نیز باشد. از

طرفی، بخشی از آب دیگ های بخار می بایست از کف دیگ در دوره های زمانی مشخصی تخلیه گردد. از آنجاییکه آب تخلیه شده دارای دمای بالا و رسوبات و املاح زیادی است، تعداد دفعات تخلیه می بایست در فاز طراحی مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته و مشخص شود این آب در نهایت به کجا منتقل می شود. گاز های داغ خروجی از دودکش نیز باید به گونه ای ایمن به محیط زیست تخلیه شود. لذا، مهندس طراح باید حتماً استاندارد های ملی را برای انتخاب نوع سوخت و به تبع نوع مشعل مورد نیاز را بررسی نماید.

**مدیریت و کنترل گازهای حاصل از احتراق.** در نتیجه سوختن سوخت در مشعل، گازهای تولیدی می بایست از طریق دودکش به فضای خارج از موتورخانه منتقل شوند. طراحی و نصب دودکش از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و در عملکرد مناسب دیگ تاثیر به سزایی دارد. بسیاری از مشکلات مربوط به دیگ بخار ناشی از طراحی نادرست و یا نصب نامناسب دودکش است. انتخاب جنس و سایز دودکش نیز بسیار پراهمیت است. اولین قدم در انتخاب جنس تعیین فشار گازهای عبوری و احتمال تشکیل کندانس (رسیدن دما به نقطه شبنم) این گازها می باشد. چهار دسته بندی تجهیزات گازسوز در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

دسته	فشار خروجی	احتمال تشکیل کندانس	دمای گاز های خروجی (°F)	جنس دودکش	(%) بازدهی سالیانه
I	منفی	خیر	>275	B-vent	<84
II	منفی	محتمل در دودکش	<275	توسط سازنده دیگ انتخاب می شود.	>84
III	مثبت	محتمل	>275	استنلس استیل	<84
IV	مثبت	محتمل در مبدل حرارتی	<275	پلاستیک	>84

جدول ۱- دسته بندی تجهیزات گاز سوز بر اساس NEPA 54

اطلاعات پایه ای مورد نیاز برای طراحی مناسب و صحیح این قطعه به شرح زیر می باشد:

۱. حجم و دمای گاز های حاصل از احتراق
۲. دمای هوای داخل و خارج موتورخانه
۳. طول افقی و عمودی مجرای دودکش
۴. فشار قابل تحمل نقطه اتصال دودکش به دیگ در تمامی حالت های کارکردی دیگ بخار

دودکشی که بطور صحیح نصب شده باشد می بایست نیروی مکش مناسبی چه در زمان راه اندازی و چه در دماهای کارکرد معمول دیگ را فراهم آورد. همچنین، باید از نشت گازهای خطرناکی همچون مونوکسید کربن به داخل موتورخانه بخار

اجتناب کرد. در صورت استفاده از مکندۀ (Fan) در خروجی دودکش، عملکرد مکندۀ می بایست با دمندۀ مشعل هماهنگ شود، در غیر اینصورت ممکن است نوسانات فشار هوا در محیط داخل موتورخانه پدید آید. در این صورت، عملکرد مشعل ها مختل شده و عملاً در بازدهی دیگ بخار اثر گذار خواهد بود. لذا، توصیه می شود عملکرد دیگ های بخار در دماهای محیطی مختلف در شعله های کم، متوسط و زیاد تست شوند.

پیش از ساخت و تحویل دودکش به سوالات زیر می بایست پاسخ داده شود:

۱. در صورت استفاده از دودکش مشترک، آیا مجرای تعبیه شده توانایی تخلیه گازها را در صورت کارکرد همزمان دیگ های بخار دارا می باشد؟
  ۲. آیا دودکش طراحی شده توانایی حفظ فشار مناسب در حالت های مختلف کاری دیگ یا دیگ های بخار را دارا می باشد؟
  ۳. آیا طراحی فوق، دمای هوای خارج از دودکش را متاثر نخواهد کرد؟
  ۴. آیا طراحی و نصب دودکش متناسب با شرایط عملکردی دمندۀ مشعل است؟
  ۵. آیا بعد از دمپرهای خروجی دیگ (Barometric Dampers) از سویچ تشخیص نشت گاز (Spill Switch) جهت اعلام هشدار و خاموش کردن دیگ استفاده شده است؟
  ۶. آیا جنس دودکش با دسته بندی جدول ۱ تطابق دارد؟
- طراحی مناسب سیستم تهویه دیگ شامل یک یا ترکیبی از این تجهیزات است: دمپر خروجی، سویچ تشخیص نشت گاز، مکندۀ خروجی، دمپر دستی یا خودکار و یک سویچ فشار جهت تضمین وجود اندک فشار منفی در مسیر خروجی گازها در تمامی حالات کارکرد دیگ و در تمامی گستره نوسانات دمای بیرون (تصویر ۱ و ۲). در ذیل چند قاعدۀ سر انگشتی جهت تهویه دیگ ارائه گردیده است:

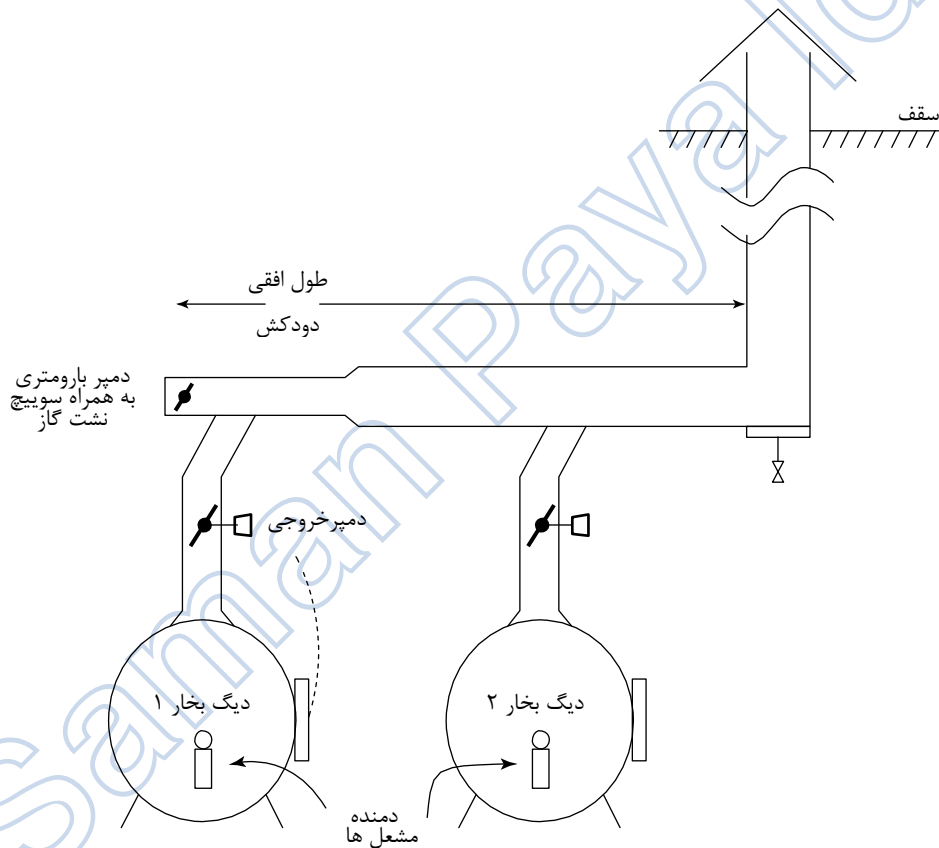
۱. **ارتفاع دودکش:** دودکش باید تا بالای بام رفته و ارتفاع آن به گونه ای باشد که احتمال مکش گازهای خروجی به درون دیگ رفع شده و از طرفی این گازها وارد تجهیزات نصب شده در اطراف همچون هواسازها و نیز پنجره ها نشود.
۲. **سایز دودکش:** سایز دودکش باید به گونه ای انتخاب گردد که افت فشار در آن حداکثر ۵ میلی متر (۰.۲ اینچ) ستون آب شود. با استفاده از دمپر های بارومتري و یا مکندۀ های خروجی می توان افت فشار مناسب را در شرایط کاری مختلف دیگ و نوسانات دمای هوای خارج محیط برقرار نمود.

۳. اتصالات دودکش: اتصال مجرای خروجی دیگ به دودکش می بایست در صورت امکان به کمک زانویی ۴۵ درجه صورت پذیرد.

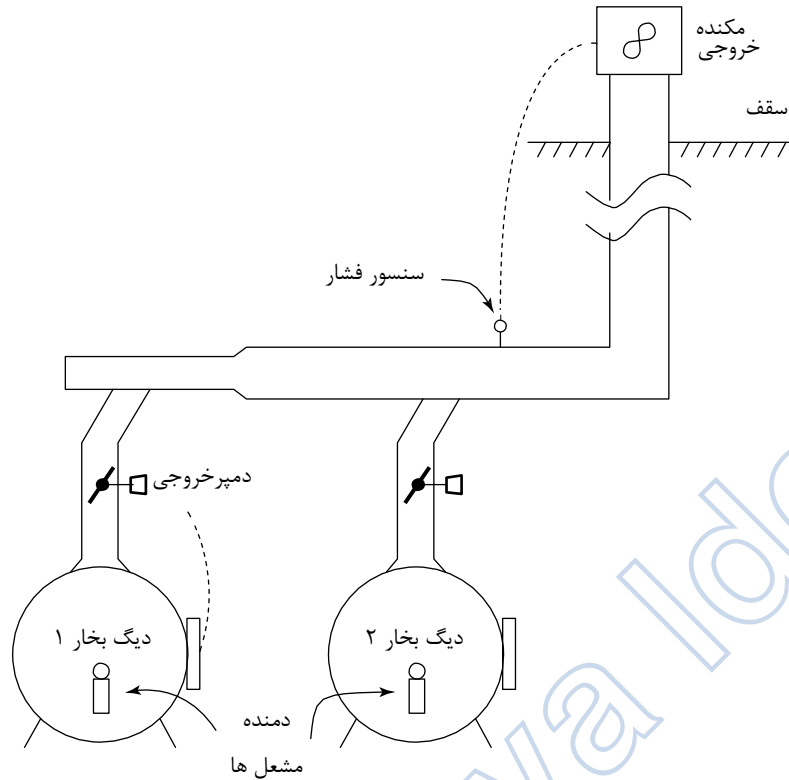
۴. دودکش مشترک: در صورت اتصال بیش از یک دستگاه دیگ به دودکش مشترک، نقاط اتصال نایستی در یک ارتفاع بوده و هر مسیر دودکش دیگ می بایست از سایر مسیرها مجزا گردد. یک روش متداول برای نیل به این هدف استفاده از سیستم های ترتیبی کنترل نیروی مکش است.

۵. مجرای خروجی دیگ: طول مجرای خروجی دود دیگ باید حتی الامکان کوتاه و از نوع کانال گرد بوده و با اندکی ارتفاع به دودکش متصل گردد.

تعیین سائز دودکش به تعداد و ظرفیت دیگ های بخار بستگی دارد که در جدول ۲ قابل مشاهده می باشد.



تصویر ۱ - سیستم جریان هوای اجباری



تصویر ۲ - سیستم جریان هوای تعادلی

حد اقل قطر دودکش ۱۰۰ft طول قطر برای

ظرفیت دیگ (اسب بخار)	تعداد دیگ بخار			
	1	2	3	4
15-20	6"	9"	10"	11"
15-40	8"	11"	13"	14"
50-60	10"	13"	15"	17"
70-100	12"	16"	19"	21"
125-200	16"	21"	24"	28"
250-350	20"	26"	32"	34"
400-600	24"	32"	38"	42"
700-800	24"	38"	44"	48"

جدول ۲- دستورالعمل انتخاب سایز دودکش دیگ بخار

تخلیه زیر آب دیگ. بر اساس ظرفیت دیگ و سطح بهینه املاح موجود در آب که توسط سازندگان دیگ پیشنهاد می شود، برنامه زیر آبزی دیگ و حجم آب تخلیه شده تعیین می گردد. آب تخلیه شده در زمره اتلافات شبکه بخار و می بایست مطابق قوانین زیست محیطی موجود دور ریخته شود. مسیر فاضلاب نباید از جنس PVC یا سایر موادی که توسط آب با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد تحت تاثیر قرار می گیرند باشد. به علاوه، نیاز است دیگ جهت تعمیرات و نگهداری به صورت دوره ای

تخلیه شود. بطور کلی می توان گفت که سایز خطوط تخلیه بایستی بر اساس حداقل ۲ تا ۳ برابر نرخ آب مصرفی موتورخانه اندازه گذاری شود.

**کنترل دمای موتورخانه بخار.** دمای موتورخانه بخار جهت افزایش طول عمر تجهیزات برقی و همچنین آسایش افراد مستقر دارای اهمیت بسیاری است. دمای موتورخانه بالاتر از ۵۰ درجه سانتی گراد باعث می شود طول عمر تجهیزات برقی کاهش یافته و برای ادامه فعالیت انسان غیر ایمن گردد. بدین روی، فضای موتورخانه می بایست به خوبی به کمک هوای بیرون یا دستگاه های هواساز تهیه شود. در صورت استفاده از هواساز جهت تامین هوای خنک مورد نیاز، کارکرد این تجهیزات می بایست با منطق کارکرد دمنده مشعل مطابقت داده شود، در غیر اینصورت نوسانات فشار بر روی نحوه کارکرد مشعل و بازدهی آن اثرگذار خواهد بود.

در انجام محاسبات تاسیساتی موتورخانه، گرمای ناشی از اتلافات تابشی تجهیزات نیز می بایست لحاظ گردد. بدین صورت که سطح جانبی مخازن موجود و اختلاف دمای سطوح فلزی با هوای اطراف تعیین شده و بصورت سر انگشتی با در نظر گرفتن  $3 \text{ BTU/hr}$  به ازای هر  $1$  درجه فارنهایت اختلاف دما در هر فوت مربع گرمای اضافه شده به فضا را محاسبه نمود. سازندگان تجهیزات نیز ممکن است بتوانند شما را در محاسبه اتلافات حرارتی تجهیزات یاری نمایند.

در آخر، در صورتیکه هوای مورد نیاز جهت احتراق قرار است از داخل موتورخانه تامین گردد، دریچه های بادگیر موجود بر روی دیوار بنا و دمنده مشعل می بایست به تناسب سایز زنی شوند. به علاوه، فشار هوای موتورخانه نباید هیچ گاه منفی باشد، در غیر اینصورت گاز های خطرناک حاصل از احتراق به فضای داخل موتورخانه نشت کرده و محیط خطرناکی را ایجاد می کنند.

علاقه مندان می توانند جهت دریافت اطلاعات بیشتر و یا هماهنگی جهت بازدید از مجموعه با شرکت سامان پایا ایده به شماره تلفن ۰۲۱-۲۶۲۱۸۵۲۳-۴ و یا پست الکترونیک [info@spi-ir.com](mailto:info@spi-ir.com) تماس حاصل فرمایند.