

## نقشه خوانی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :  
BFD و PFD را برای فرآیندهای مختلف بخواند یا رسم نماید.

در فصل اول کتاب فرآیندهای شیمیایی با PFD<sup>۱</sup> و علامت‌هایی که در آن به کار می‌رود آشنا شدید. همان‌طور که می‌دانید P&ID<sup>۲</sup> نقشه‌ای است که براساس PFD ترسیم می‌شود؛ به عبارت بهتر P&ID همان PFD است که جزئیات لوله‌کشی و نحوه‌ی کنترل فرآیند و ابزار دقیق به کار رفته، به آن اضافه شده است. در این فصل می‌خواهیم نمونه‌های بیشتری از PFD را مطالعه کنیم. **فعالیت ۱:** در صورت امکان، دانش‌آموزان به همراه معلم خود از یک کارخانه‌ی شیمیایی در منطقه‌ی استقرار هنرستان بازدید کنند و با استفاده از اطلاعات به دست آمده BFD<sup>۳</sup> و PFD فرآیند را رسم نمایند. سپس نقشه‌ی خود را با نقشه‌های موجود در کارخانه مقایسه کنند. در نهایت نقشه‌ی P&ID کارخانه را به کمک مهندسان شاغل در کارخانه و معلم خود به شکل سطحی مرور نمایند.

**فعالیت ۲:** عکس‌های روی جلد و پایان این فصل کارخانه‌ی تولید نرمال پنتان را که در کنار پالایشگاه کرمانشاه نصب و راه‌اندازی شده نشان می‌دهد. کلیه‌ی مراحل شامل قسمت‌های آزمایشگاهی، طراحی، ساخت، نصب و راه‌اندازی این کارخانه که در سال ۱۳۸۴ به بهره‌برداری رسید توسط پژوهشگران و مهندسين پژوهشگاه صنعت نفت اجرا شده است. نقشه‌ی PFD پیوست این کتاب بخش‌هایی از کارخانه را نشان می‌دهد. خوراک کارخانه نفتای سبک می‌باشد که از پالایشگاه کرمانشاه تأمین می‌شود و شامل هیدروکربنهای ۵ تا ۷ کربنی می‌باشد. ابتدا در برج اول برش پنتان (شامل نرمال پنتان و ایزومرهای شاخه‌ای آن) از هیدروکربنهای سنگین‌تر جدا می‌شود. سپس در برج دوم نرمال پنتان به صورت خالص از بقیه ایزومرهایش جدا می‌گردد. هنرجویان در گروه‌های سه نفره موارد زیر را انجام دهند :

الف) هر گروه جدولی تهیه کنند که در ستون اول شماره‌ی دستگاه و در ستون دوم نام دستگاه به انگلیسی نوشته شود. جدول روبرو می‌تواند به عنوان الگو مورد استفاده قرار گیرد.

نام دستگاه به انگلیسی	شماره‌ی دستگاه
Pentane Product Tank	Tk - 103
Splitter Bottom cooler	E - 110

۱- Process Flow Diagram

۲- Piping & Instrumentation Diagram

۳- Block Flow Diagram

تذکر: چون نقشه‌های PBD، PFD و P&ID براساس استانداردهای مختلف نظیر DIN، ASTM و... رسم می‌شوند ممکن است علامت‌های نقشه‌های پیوست با آنچه که در فصل اول کتاب فرآیندهای شیمیایی آورده شده است در بعضی نکات با یکدیگر تفاوت داشته باشند. البته این نقشه‌ها معمولاً توضیحات کافی را بر روی خود دارند و با کمی دقت می‌توان به درک آن‌ها دست یافت.

ب) مسیر حرکت مواد را دنبال کرده آن‌ها را یادداشت نمایند. سپس به توضیحات معلم در خصوص نحوه‌ی کار هر دستگاه و علت انتخاب آن گوش نمایند و در نهایت شرح فرآیند را بنویسند.

پ) ابتدا معلم چند نمونه از حلقه‌های کنترل را شرح دهد، سپس هر گروه دور حلقه‌های کنترل را با رنگ قرمز دایره کشیده و در هر مورد مشخص کند که چه کمیتی و چگونه کنترل می‌شود.

### اندازه‌گیری نقطه‌ی ابری شدن<sup>۱</sup> و نقطه‌ی ریزش<sup>۲</sup> محصولات نفتی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش محصولات نفتی را تعریف کند و اهمیت آن‌ها را شرح دهد.
- ۲- نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش یک نمونه گازوئیل را تعیین کند.

#### ۲-۱- مقدمه

این آزمایش بر روی محصولاتی نظیر گازوئیل<sup>۳</sup>، نفت کوره<sup>۴</sup> و انواع روغن‌های موتور<sup>۵</sup> انجام می‌شود. باید توجه داشت که هدف از انجام این آزمایش تعیین نقطه‌ی انجماد نمونه‌ی موردنظر نیست، بلکه تعیین کوچک‌ترین دمایی است که از آن دما بالاتر، می‌توان با اطمینان از محصول نفتی استفاده نمود، بدون آن‌که آن محصول ببندد و روانی و سیالیت خود را از دست بدهد.

نقطه‌ی ریزش یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های گازوئیل است. وجود پارافین‌های سنگین در گازوئیل سبب می‌شود که این سوخت در سرما سیالیت خود را از دست بدهد یا به عبارتی «ببندد». علت آن است که پارافین‌های سنگین زودتر از دیگر هیدروکربن‌ها منجمد می‌شوند. این آزمایش در حقیقت شاخصی از مقدار پارافین‌های سنگین در گازوئیل<sup>۶</sup> و در نهایت شاخصی از کیفیت عملیات پالایش و صحت عملکرد دستگاه‌های پالایش می‌باشد.

نقطه‌ی ریزش مشخصه‌ای است که برای مصرف‌کننده نیز بسیار اهمیت دارد. در سرمای زمستان، اگر نقطه‌ی ریزش گازوئیل به حد کافی پایین نباشد، گازوئیل سیالیت و روانی خود را از دست می‌دهد و در نتیجه در سیستم سوخت‌رسانی موتورهای دیزل گرفتگی ایجاد شده، عملاً موتور از کار می‌افتد.

با این مقدمه، نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش را به شکل ساده‌ی زیر تعریف می‌کنیم:

**نقطه‌ی ابری شدن:** به هنگام سرد کردن یک نمونه از محصولات نفتی، دمایی که در آن دما ابر یا هاله‌ای از کریستال‌های ترکیبات پارافینی ظاهر می‌شود، نقطه‌ی ابری شدن نام دارد.

**نقطه‌ی ریزش:** به هنگام سرد کردن یک نمونه از محصولات نفتی، پایین‌ترین دمایی که در آن دما، نمونه سیالیت و روانی خود را هنوز حفظ کرده است، نقطه‌ی ریزش نام دارد.

توجه دارید که از جنبه‌ی مصرف یک فرآورده‌ی نفتی، نظیر گازوئیل، نقطه‌ی ریزش اهمیت بیش‌تری نسبت به نقطه‌ی ابری شدن دارد، اما در یک آزمایش هر دو مشخصه اندازه‌گیری می‌شوند.

#### ۲-۲- وسایل موردنیاز

شکل ۲-۱ تجهیزات موردنیاز برای اندازه‌گیری نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش را نشان می‌دهد که شامل قسمت‌های

۱- Cloud Point

۲- Pour Point

۳- Gas oil

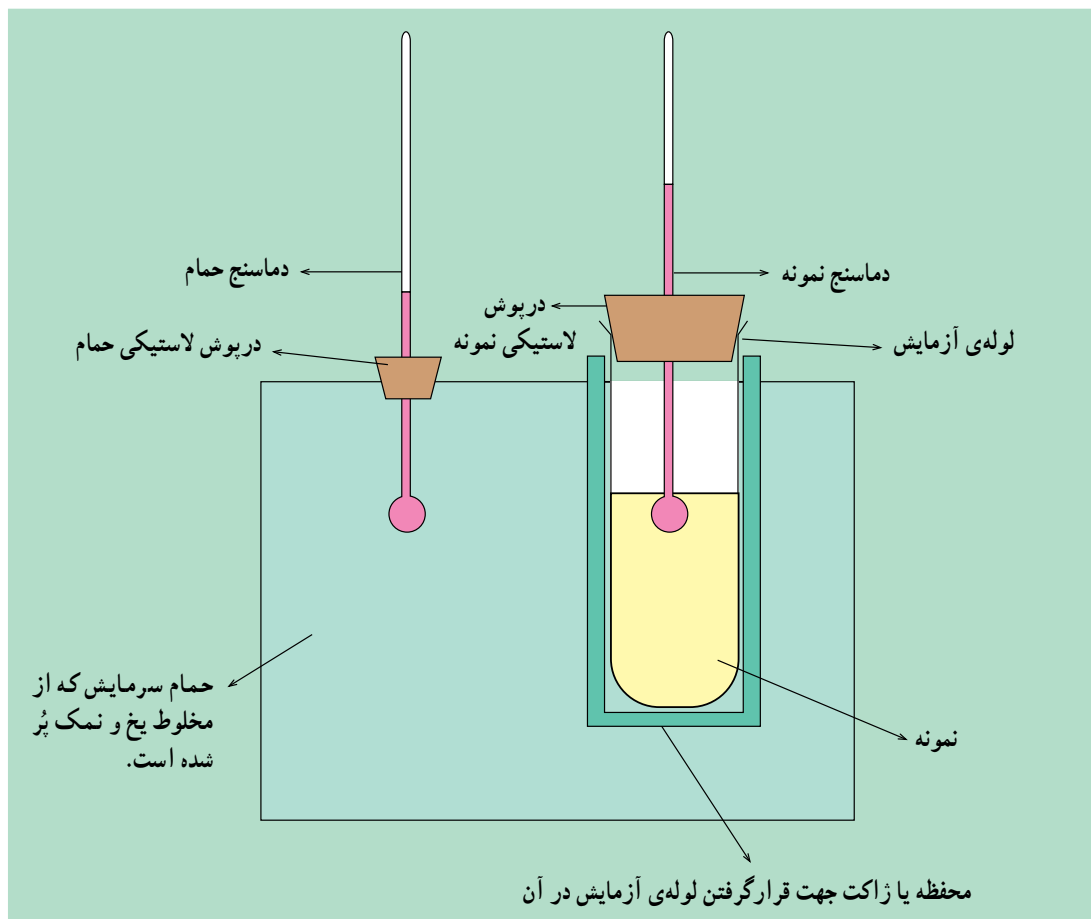
۴- Fuel oil

۵- Lub oil

۶- به مقدار هیدروکربن‌های سنگین در گازوئیل، Wax Content می‌گویند.

زیر است :

- لوله‌ی آزمایش از جنس شیشه به ارتفاع حدود ۱۱/۵ تا ۱۲/۵ سانتی‌متر و قطر داخلی حدود ۳ تا ۳/۴ سانتی‌متر، مجهز به درپوش لاستیکی یا چوب‌پنبه. در وسط درپوش سوراخی جهت عبور دماسنج ایجاد شده است.
- دو عدد دماسنج جیوه‌ای که محدوده‌ی دمایی C ۳۸- تا C ۵۰ (حدود F ۳۶- تا F ۱۲۰) را نشان دهند. یکی از دماسنج‌ها در داخل حمام و دیگری در داخل نمونه قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۲- وسایل اندازه‌گیری نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش

- حمام سرمایش که نوع و ابعاد آن دلخواه است. این حمام می‌تواند مجهز به یک سیستم سرمایش مکانیکی (سیکل سرمایش یخچال) باشد یا یک ظرف ساده‌ی آزمایشگاهی باشد که با مخلوط یخ و نمک پُر شده است. در هر صورت حمام باید دو ویژگی اصلی داشته باشد :

- ۱- بتواند دمای نمونه را تا حد کافی پایین بیاورد.
- ۲- لوله‌ی آزمایش به‌طور کامل و به شکل عمودی در داخل حمام قرار گیرد و به آسانی از آن خارج شود. ضمناً هنگامی که لوله‌ی آزمایش در حمام قرار می‌گیرد، دماسنج باید خارج حمام باشد تا بتوان به آسانی کاهش دما را مشاهده کرد. در صورت ساخت یک حمام ساده در کارگاه، پیشنهاد می‌شود یک محفظه یا ژاکت فلزی که قطر آن کمی بیش از قطر لوله‌ی آزمایش است در داخل حمام پیش‌بینی شود. به گونه‌ای که لوله‌ی آزمایش به آسانی در داخل آن قرار گرفته یا برداشته شود. بسته به نوع نمونه‌ی مورد آزمایش و دمای موردنظر می‌توان از مخلوط‌های ذکر شده در جدول ۱-۲ استفاده کرد.

### جدول ۱-۲- چند نوع مخلوط جهت استفاده در حمام‌های سرمایش

نوع مخلوط	مناسب ایجاد سرما تا دمای
مخلوط آب و یخ	۱۰ C (۵۰ F)
مخلوط یخ خرد شده و کریستال‌های نمک سدیم کلرید	۱۲ C - (۱۰ F)
مخلوط یخ خرد شده و کریستال‌های نمک کلسیم کلرید	۲۶ C - (۱۵ F)
مخلوط یخ خشک و استن یا نفتا	۵۷ C - (۷۰ F)

### ۲-۳- روش کار

نمونه‌ی مورد نظر (گازوییل) را در داخل لوله‌ی آزمایش بریزید به گونه‌ای که حدود  $\frac{1}{3}$  تا  $\frac{1}{4}$  از لوله را پُر کند. یکی از دماسنج‌ها را از داخل سوراخ درپوش عبور داده، درپوش را روی لوله‌ی آزمایش قرار دهید. مخزن دماسنج باید در زیر سطح مایع (۳ میلی‌متر پایین‌تر از سطح مایع) قرار گیرد. سپس این مجموعه را در داخل حمام سرمایش قرار دهید (شکل ۱-۲). دقت داشته باشید که دماسنج و لوله‌ی آزمایش به شکل عمودی در حمام قرار گیرند.

با کاهش هر ۳ C (یا ۵ F)، لوله‌ی آزمایش را از حمام بیرون آورده و آن را بررسی کنید. دمایی که در آن، ابر یا هاله، در داخل نمونه (گازوییل) ظاهر شد، نقطه‌ی ابری شدن است، آن دما را یادداشت کنید و دماسنج را به انتهای لوله‌ی آزمایش رسانده لوله را به داخل حمام برگردانده و عمل سرد کردن را ادامه دهید. از این به بعد، هر بار که لوله‌ی آزمایش را از حمام خارج می‌کنید، آن را کمی کج کرده و بررسی کنید که آیا نمونه (گازوییل) هنوز روان است و می‌ریزد یا خیر. دمایی که در آن، با کج کردن لوله‌ی آزمایش، نمونه روان نشود (که در این صورت می‌گوییم نمونه بسته است) نقطه‌ی ریزش است. آن را یادداشت کنید.

علت آن که با کاهش هر ۳ C (۵ F) لوله‌ی آزمایش را از حمام خارج کرده و مورد بررسی قرار می‌دهیم آن است که نمونه باید فرصت کافی داشته باشد تا در داخل حمام حرارت از دست داده و کریستال‌ها تشکیل شوند.

عددی که به عنوان نقطه‌ی ریزش یادداشت شد، به همان شکل گزارش نمی‌شود و باید تصحیح گردد. بدین ترتیب که به منظور افزایش اعتماد و اطمینان به نتایج آزمایش و به دلیل آن که هر ۳ C (۵ F) کاهش دما یک بار نمونه مورد بررسی قرار می‌گیرد، ۳ C (۵ F) به نتایج آزمایش اضافه کرده و آن را به عنوان نتیجه‌ی نهایی گزارش کنید.

مثال: در یک آزمایش که به منظور تعیین نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش یک نمونه گازوییل انجام گرفت، مشاهدات زیر

گزارش شد:

دما (F)	نتیجه‌ی بررسی نمونه
۶۸	شروع آزمایش (دمای محیط)  (اجازه می‌دهیم نمونه در حمام دمایش کاهش یابد)
۳۰	هیچ ابری یا هاله‌ای در نمونه ظاهر نشد (اولین بررسی)
۲۵	اولین کریستال‌ها به شکل ابر یا هاله در نمونه ظاهر شد، اگر لوله‌ی آزمایش را کمی کج کنیم، نمونه روان می‌شود.
۲۰	مقدار ابر یا هاله در نمونه افزایش یافته اما هنوز اگر لوله‌ی آزمایش را کمی کج کنیم نمونه روان می‌شود.
۱۵	ابر یا هاله تقریباً سراسر لوله‌ی آزمایش را فرا گرفته و اگر آن را کمی کج کنیم نمونه روان نمی‌شود.

براساس مشاهدات فوق، در نهایت نتایج زیر گزارش شد :

$$F = 25 = \text{نقطه‌ی ابری شدن}$$

$$F = 20 = 15 + 5 = \text{نقطه‌ی ریزش}$$

سؤال: در یک کارخانه که در منطقه‌ای سردسیر قرار دارد و دمای هوا در شب‌های زمستان به حدود  $1^{\circ}C$  - می‌رسد، جهت انتقال سوخت (گازوییل) از مخازن به کوره‌ها توسط پمپ چه مشکلاتی پدید می‌آید؟ چه راه‌حلی برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟ نقطه‌ی ریزش گازوییل مورد استفاده  $7^{\circ}C$  - است.

جواب: به دلیل پایین‌تر بودن دمای محیط از نقطه‌ی ریزش گازوییل، این سوخت در داخل مخازن و لوله‌های انتقال می‌بندد و عملاً سیالیت خود را از دست می‌دهد؛ در نتیجه پمپ نمی‌تواند آن را انتقال دهد.

جهت رفع این مشکل، باید لوله‌های انتقال و مخازن نگهداری گازوییل به نحوی حرارت داده شوند. معمولاً یک لوله با قطر کم را از کنار لوله‌ی انتقال سوخت عبور داده و هر دو را با عایق می‌پوشانند. آن‌گاه در زمستان، با عبور دادن بخار آب از داخل این لوله، لوله‌ی انتقال گازوییل را گرم کرده از بسته شدن گازوییل در لوله‌ها جلوگیری می‌کنند. به این عمل Steam Tracing گویند.

مثال‌های عددی: جدول ۲-۲ نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش چند نمونه از محصولات نفتی را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- نقطه‌ی ابری شدن و نقطه‌ی ریزش گازوییل، نفت کوره و یک نوع روغن موتور

نام ماده	نقطه‌ی ابری شدن (F)	نقطه‌ی ریزش (F)
گازوییل	تابستان $4^{\circ}$ زمستان $35^{\circ}$	تابستان $30^{\circ}$ زمستان $25^{\circ}$
نفت کوره	-	تابستان $50^{\circ}$ زمستان $30^{\circ}$
- روغن موتور (SAE-30)	-	(حداکثر) $0^{\circ}$