

روش‌های بازبینی مقدار ذخیره گاز و بررسی عدم قطعیت در مخازن ذخیره‌سازی گاز

محمد بوستانی^۱، علی‌اکبر سبزی^۲

چکیده:

در این مقاله ابتدا به اهمیت و ضرورت و همچنین مفاهیم بنیادی مربوط به مخازن ذخیره گاز پرداخته می‌شود و سپس سه روش عمده در بازبینی مقدار ذخیره گاز و مقایسه آن با مقدار ثبت شده ذخیره گاز (که از جمع جبری مقدار تزریق شده و مقدار برداشت شده به دست می‌آید) بررسی می‌شود. این روش‌ها عبارتند از: ۱- روش حجمی که در آن از داده‌های زمین‌شناسی و خواص گاز در فشار و دمای مخزن استفاده می‌شود. ۲- روش داده‌های فشار که در آن پس از برداشت مقداری از گاز ذخیره شده و مطالعه عملکرد مخزن مقدار گاز اولیه ذخیره شده به دست می‌آید. ۳- نمودارهای هسترسیس، نمودارهایی است که در آن P/Z نسبت به مقدار ثبت شده ذخیره گاز رسم می‌شود و با استفاده از قانون گازها مقدار ذخیره به دست می‌آید. در انتها روش تعیین خطای نسبی در محاسبه ذخیره گاز شرح داده شده است. مهم‌ترین نکته این است که برای اینکه خطا کمتر از ۲۰ درصد باشد باید ۱۵ تا ۲۰ درصد از ذخیره تولید شود.

واژه‌های کلیدی: مخازن ذخیره گاز، بازبینی ذخیره گاز، نمودارهای هسترسیس، خطای نسبی (عدم قطعیت)، مخازن حجمی

مقدمه:

کشور ما از نظر وجود منابع گاز، پس از روسیه رتبه دوم جهان را در اختیار دارد، از اینرو مدیران ارشد صنعت گاز کشور، برای بهره‌گیری بیشتر و بهتر از این انرژی زیرزمینی، علاوه بر توجه به مقوله‌هایی چون صادرات مازاد بر نیاز، ذخیره‌سازی گاز را به عنوان یکی دیگر از اولویت‌های مهم و اساسی در دستور کار خود قرار داده‌اند. این امر از آنجا ناشی می‌شود که صادرات گاز و مصرف داخلی باید تناسبی بیابند که در هیچ‌یک از فصول، یکی، دیگری را با مشکل مواجه نکند. از سوی دیگر ظرفیت تولید در زمستان به طور ناگهانی قابل افزایش نیست و از همین منظر، می‌توان با ایجاد ظرفیت‌های ذخیره‌سازی، بخشی از گاز تولید شده را برای دوره اوج مصرف در زمستان ذخیره کرد. مطالعات و عملیات اکتشافی انجام شده در برخی مناطق ایران،

وجود مخازنی که شرایط تبدیل شدن به مخازن ذخیره گاز را داشته باشند تأیید کرده است. یکی از این مخازن به پورتشا معروف است که در ۳۰ کیلومتری جنوب ورامین، در مدخل ورودی کویر قرار گرفته است و به لحاظ نزدیک بودن به مراکز عمده مصرف و خطوط انتقال گاز، از مزیت ویژه‌ای برخوردار است [۱].

۱- اهمیت بازبینی مقدار ذخیره گاز [۲]

مقدار گاز موجود در یک مخزن گازی در بسیاری موارد با میزان ثبت شده ذخیره گاز برابر نیست. این امر می‌تواند به علت فرار گاز از مخزن (به علت بیشتر شدن گاز از میزان توانایی ذخیره مخزن یا نشست از پوش سنگ) یا فرسودگی تجهیزات درون چاه باشد. هرزروی گاز نه تنها باعث از بین رفتن سرمایه‌ای می‌شود که در فصل اوج مصرف باید مورد استفاده قرار گیرد بلکه ممکن است

۱- دانشگاه صنعت نفت، دانشکده تهران، کارشناسی ارشد مهندسی مخازن نفت
۲- دانشگاه صنعت نفت، دانشکده تهران، کارشناسی ارشد مهندسی مخازن نفت

اثرات زیست محیطی نیز داشته باشد. به عبارت دیگر کاهش مقدار ذخیره مخزن از مقدار ثبت شده باعث کاهش توانایی تأمین گاز مخزن می شود.

می توان ذخیره گاز موجود در مخزن را به دو بخش تقسیم کرد: [۱]

۱- گاز تحتانی (Base gas): برای به وجود آوردن فشار در مخزن جهت تولید به کار می رود. مقداری از این گاز غیر قابل برداشت است.

۲- گاز فوقانی (Topgas): که برای مصرف در مواقع مورد نیاز، تولید می شود.

۲- روش های بازبینی مقدار ذخیره گاز [۳]

۱-۲- روش حجمی (Volumetric Method)

در این روش، حجم سنگ مخزن، مقدار تخلخل، فشار، دمای مخزن و Bg گاز در آن شرایط، مورد نیاز است. این روش تقریباً شبیه به روشی است که برای مشخص کردن گاز موجود در یک مخزن طبیعی استفاده می شود. فرض کنید (I) نشان دهنده گاز ذخیره شده (Inventory) باشد. در این صورت:

$$I = VE \quad (1)$$

در این معادله V حجم گاز در شرایط مخزن و E فاکتور انبساط گاز (برابر با $\frac{1}{B_g}$) است.

$$E = 35.37 \frac{P}{ZT} \left(\frac{ft^3}{scf} \right) \quad (2)$$

حجم گاز را در معادله ۱ از شکل هندسی مخزن و زمین شناسی آن محاسبه می کنند.

$$V = Ah \emptyset (1 - S_w) \quad (3)$$

اگر معادله های ۱، ۲ و ۳ در هم ادغام شوند، معادله به شکل زیر در می آید:

$$I = Ah \emptyset (1 - S_w) \times 35.37 \frac{P}{ZT} \quad (4)$$

از آنجا که P, h, \emptyset از نقطه ای به نقطه دیگر در مخزن متفاوت است، از میانگین این مقادیر استفاده می گردد.

۲-۲- استفاده از داده های فشار مخزن در حین تولید

این روش که معادله ΔQ نیز نامیده می شود، از افت فشاری که به خاطر تولید مقدار ΔQ در مخزن به وجود می آید، استفاده می کند.

معادله به صورت زیر است:

$$I = \frac{\Delta Q}{\left(\left(\frac{P}{Z} \right)_1 - \left(\frac{P}{Z} \right)_2 \right)} \left(\frac{P}{Z} \right)_1 \quad (5)$$

I: مقدار ذخیره گاز قبل از برداشت، ΔQ : گاز برداشت شده، $\left(\frac{P}{Z} \right)_1$: فشار مجازی قبل از برداشت، $\left(\frac{P}{Z} \right)_2$: فشار مجازی بعد از برداشت است.

معادله ۵ برای مخازن حجمی و مخازنی که آبدۀ ضعیف دارند جواب قابل قبولی می دهد.

در صورتی که مخزن دارای آبدۀ قوی بوده که باعث تغییر زیاد در حجم مخزن می شود می توان معادله ۵ را به صورت زیر تغییر داد:

$$I = \frac{\Delta Q}{\left(\left(\frac{P}{Z} \right)_1 - \left(\frac{P}{Z} \right)_2 \right) \frac{V_2}{V_1}} \left(\frac{P}{Z} \right)_1 \quad (6)$$

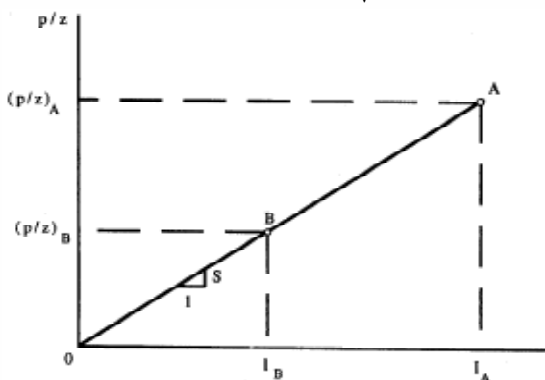
۳-۲- استفاده از نمودارهای هیسترسیس [۴] (Hysteresis)

در این روش رسم مستمر داده های فشار و مقدار ثبت شده که به نمودارهای هیسترسیس معروف هستند ضروری است. محور عرضی در این نمودارها فشار مجازی $\left(\frac{P}{Z} \right)$ و محور طولی مقدار گاز ذخیره شده است. شکل این نمودار بیانگر عملکرد آبدۀ مخزن می باشد، که در زیر اشاره می شود:

۱-۳-۲- مخازن حجمی (حجم ثابت):

نمودار هیسترسیس این مخازن خط راستی است که از مبدأ مختصات می گذرد. در شکل ۱ این نمودار نشان داده شده است.

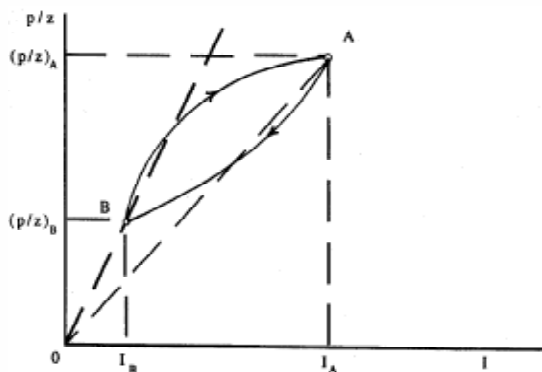
نقطه A، حداکثر مقدار گاز ذخیره شده و نقطه B حداقل مقدار آن است. شیب این نمودار $\frac{RI}{V}$ است.



شکل ۱- نمودار هیسترسیس برای یک مخزن حجمی

۲-۳-۲- مخازن دارای آبدۀ قوی

در این گونه مخازن نمودار هیسترسیس رفتار متفاوتی در هنگام تزریق و برداشت نمایش می دهد. شکل ۲ نشان دهنده عملکرد یک مخزن با آبدۀ قوی است. به علت حرکت آب به طرف مخزن منحنی AB نشان دهنده مخزن با حجم زیاد و منحنی BA نشان دهنده مخزن با حجم کم است.



شکل ۲- نمودار هیسترسیس برای یک مخزن با آبدۀ فعال