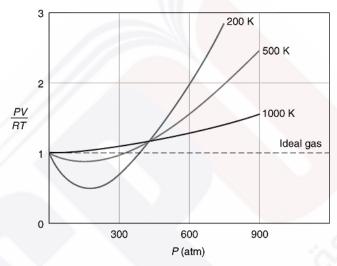
-2.1.6 عامل الانضفاطية (Compressibility factor):

دلت التجارب المخبرية على أن سلوك الغازات الحقيقية ينحرف عن سلوك الغازات المثالية، ويزداد مقدار هذا الانحراف بازدياد الضغط وانخفاض درجة الحرارة التي يمكن أن يتواجد عندها الغاز المدروس – لاحظ الشكل (2.3) – ويمكن التعبير عن هذا الانحراف، عملياً، بالعامل (2) المسمى بعامل انحراف الغازات الحقيقية عن القانون العام للغازات المثالية أو بعامل الانضغاطية أو اللامثالية.



الشكل (2.3)، مدى انحراف سلوكية غاز الأزوت عن القانون العام للغازات المثالية عند درجات حرارة مختلفة.

تعتبر المعادلة العامة للغازات المثالية، عملياً، وسيلة مرضية في تعيين بعض الخصائص الفيزيائية للغازات ذات الضغوط المرتفعة إلى ارتيابات الضغوط المرتفعة إلى ارتيابات وأخطاء كبيرة.

إن معادلات الحالة (EOS) الكثيرة التي تم اقتراحها من أجل تمثيل العلاقة بين كل من الضغط والحجم ودرجة الحرارة هي بالحقيقة معادلات معقدة وتتطلب عملية حلها استخدام تقنيات البرمجة المتنوعة.

يمكن كتابة معادلة الحالة للغازات الحقيقية وذلك من أجل (m) كيلو غرام على النحو التالي:

$$pV_{real} = ZmRT (2.26)$$

ومن المعلوم، أنه يمكن كتابة معادلة الحالة للغاز المثالي كمايلي:

صفات الموائع النفطية

$$pV_{ideal} = mRT \tag{2.27}$$

وبتقسيم العلاقة (2.26) على العلاقة (2.27)، ينتج:

$$Z = \frac{V_{real}}{V_{ideal}}$$
 (2.28)

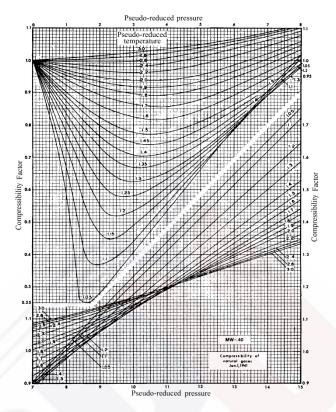
وبناء على ماسبق يمكن تعريف عامل الانضغاطية بأنه النسبة بين الحجم الحقيقي الذي تشغله كتلة معينة من الغاز عند ضغط ودرجة حرارة محددين إلى الحجم الذي تشغله الكتلة نفسها عند الشروط نفسها إذا تصرف الغاز على نحو مثالي.

تعتمد قيمة عامل الانضغاطية بشكل رئيسي على تركيب وصفات النظام الغازي، الضغط، درجة الحرارة، ولا تتعلق بكمية الغاز المدروس.

 $Z = f(p_{pr}, T_{pr})$ الشكل الانضغاطية إما باستخدام المنحنيات البيانية ذات الشكل $Z = f(p_{pr}, T_{pr})$ أو باستخدام بعض العلاقات الرياضية.

$Z=f(p_{pr},T_{pr})$ طريقة تعيين Z باستخدام المنعنيات البيانية ذات الشكل \bullet

لقد تم بناء مجموعة من المنحنيات البيانية المعبرة عن تغيرات عامل الانضغاطية لعدد من المركبات الهيدروكربونية كتابع لكل من الضغط المخفض الزائف ودرجة الحرارة المخفضة الزائفة، لكن يعتبر المنحني المبين من قبل (Standing and Katz) من أكثر المنحنيات استخداماً في تعيين قيمة Z للغازات الجافة (الفقيرة).



الشكل (2.4)، عامل الانضغاطية Z بالعلاقة مع الضغط ودرجة الحرارة المخفضين.

من الواضح أن استخدام الشكل (2.4) يستلزم معرفة كل من درجة حرارة وضغط العمل وبناء عليه يتم إسقاط قيمة كل من (p_{pr},T_{pr}) والمحسوبين بالعلاقة (2.9) على المحاور المناسبة لمنحنيات (p_{pr},T_{pr}) للحصول على قيمة Z.

طريقة تعيين عامل الانضغاطية Z باستخدام العلاقات الرياضية:

في الحقيقة تفتقر قيمة عامل الانضغاطية المقروءة من المنحنيات البيانية إلى الدقة الكافية، ولهذا السبب اعتمدت مجموعة من العلاقات الرياضية التجريبية ذات الشكل $Z = f(p_{pr}, T_{pr})$ ويمكن أن نذكر منها:

ا. علاقة Berthelot:

$$Z = 1 + \frac{9}{128} \cdot \frac{p}{p_{pc}} \cdot \frac{T_{pc}}{T} \left(1 - \frac{6T_{pc}^2}{T^2} \right)$$
 (2.29)

وبمراعاة قيم الضغط المخفض الزائف ودرجة الحرارة المخفضة الزائفة، يمكن كتابة العلاقة السابقة على النحو التالى:

$$Z = 1 + \frac{9}{128} \cdot \frac{p_{pr}}{T_{pr}} \cdot \left(1 - \frac{6}{T_{pr}^2}\right)$$
 (2.30)

اا. علاقة Adamov:

$$Z = \frac{1}{1 + (24 - 0.27 \cdot T) \cdot 10^{-4} p}$$
 (2.31)

حيث إنَّ:

T: درجة حرارة الغاز، ($^{\circ}C$).

p: ضغط الغاز، (bar).

_ تأثير المركبات غير الهيدروكربونية على عامل الانضغاطية:

من المعلوم أن الغازات الطبيعية تحتوي بالإضافة للمركبات الهيدروكربونية، مركبات غير هيدروكربونية كثنائي أوكسيد الكربون، وغاز كبريت الهيدروجين، لكن عندما تتجاوز قيمة الكسر المولي لأحد هذه الغازات أو مجموعهما في المزيج الغازي أو عندما تتجاوز قيمة الكسر المولي لغاز الآزوت (10%)، فمن المستحسن عدم اللجوء إلى استخدام العلاقات الرياضية السابقة في تعيين قيمة عامل الانضغاطية لأنما يمكن أن تؤدي إلى أخطاء كبيرة لايسمح بما في الصناعة الغازية.

لقد قام العالمان (Wichert and Aziz) بتعريف كل من الضغط الحرج الزائف المصحح ودرجة الحرارة الحرجة الزائفة المصححة كمايلي:

$$T_{pc}^{'} = T_{pc} - \varepsilon \tag{2.32}$$

$$p_{pc}' = \frac{p_{pc} \cdot T_{pc}'}{T_{pc} + B(1 - B) \cdot \varepsilon}$$
 (2.33)

حيث إنَّ:

لغازي. الحرارة الحرجة الزائفة للمزيج الغازي. T_{pc}

الضغط الحرج الزائف للمزيج الغازي. p_{pc}

. درجة الحرارة الحرجة الزائفة المصححة. $T_{pc}^{'}$

الضغط الحرج الزائف المصحح. $p_{pc}^{'}$

arepsilon: معامل التصحيح، الذي يمكن تعيينه بطريقتين:

1. باستخدام العلاقة الرياضية التالية:

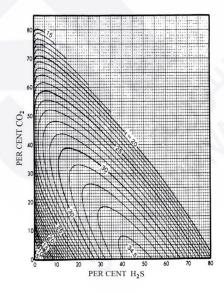
$$\varepsilon = 120 \cdot (A^{0,9} - A^{1,6}) + 15 \cdot (B^{0,5} - B^4)$$
 (2.34)

حيث إنَّ:

A: محموع الكسر المولي لكل من غاز كبريت الهيدروجين وثنائي أوكسيد الكربون في المزيج الغازي.

B: الكسر المولي لغاز كبريت الهيدروجين في المزيج الغازي.

2. باستخدام المنحني المبين أدناه:



ولكن عندما يكون تركيز غاز الآزوت كبيراً في المزيج الغازي من المفضل تعيين عامل الانضغاطية Z باستخدام طريقة Carr-Kobayashi-Burrows:

$$T_{pc} = T_{pc} - 80 \cdot y_{co_2} + 130 \cdot y_{H_2S} - 250 \cdot y_{N_2}$$
 (2.35)

$$p'_{pc} = p_{pc} + 440 \cdot y_{co_2} + 600 \cdot y_{H_2S} - 170 \cdot y_{N_2}$$
 (2.36)

حيث إنَّ:

. درجة الحرارة الحرجة الزائفة للمزيج الغازي. T_{pc}

ي الضغط الحرج الزائف للمزيج الغازي. p_{pc}

درجة الحرارة الحرجة الزائفة المصححة. $T_{pc}^{'}$

الضغط الحرج الزائف المصحح. $p_{pc}^{'}$