First Libyan International Conference on Engineering Sciences & Applications (FLICESA_LA)
13 – 15 March 2023, Tripoli – Libya

دراسة لمقارنة بعض الطرق المستخدمة في تقدير قيمه معامل انحراف الغاز الطبيعي دراسة الحالة الغاز المنتج من حقل الوفاء

إبراهيم سعد قراش
كلية هندسة الموارد الطبيعية /جامعة الزاوية، العجيلات، ليبيا
a.qarash@zu.edu.ly

الملخص: عامل الانحراف (**Z-factor**) للغازات الطبيعية ضروري في العديد من حسابات هندسة مكامن الغاز، لأن بمعرفه يتم حساب معظم خصائص الغازات الطبيعية تعتمد قيمة معامل انحراف الغاز بشكل رئيسي على تركيب وصيفات النظام الغازي، الضغط، ودرجة الحرارة. المصادر الأكثر شيوعاً لتقدير قيمة معامل الانحراف هي القياسات المعملية والارتباطات التجريبية، تم اختيار بعض الارتباطات البيانية والرياضية لمعرفة ما إذا كانت قابلة للتطبيق او لا، حيث ركزت هذه الدراسة على اختيار أربع علاقات رياضية لتقدير قيمة عامل الانحراف (**Z-factor**)، تم ايضاً مقارنة قيم معامل الانحراف المقاسة معملياً مع القيم المقدرة حسابيا من خلال هذه الارتباطات. واظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ان بعض هذه الارتباطات صحيحة بالنسبة للغاز الطبيعي المنتج من حقل الوفاء، والبعض الاخر غير قابل للتطبيق بسبب نسبة الخطأ العالية

الكلمات المفتاحية: : الغاز الطبيعي، معادلات الحالة، معامل انحراف الغاز.

1. المقدمــة.

الغاز الطبيعي هو مزيج معقد من الهيدروكربونات التي تتكون بشكل أساسي من البارا فينات الخفيفة المشبعة مثل (الميثان والإيثان ...الخ) مع كمية قليلة من المركبات غير الهيدروكربونية (الشوائب) ويكون مصاحبا للنفط الخام وحراً في بعض الأحيان، اما الشوائب الغازية التي يحتويها الغاز الطبيعي فهي النيتروجين وثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت والأوكسجين [1]، تم تطوير العديد من معادلات الحالة العامة للغازات وذلك لغرض ربط متغيرات الضغط والحجم ودرجة الحرارة للغازات الحقيقية بالبيانات التجريبية. وبناء عليه تم اقتراح معادلة الحالة للغازات المثالية، للتعبير عن علاقة أكثر دقة بين المتغيرات P وV وT، ولكن في الواقع ان الغاز الحقيقي يختلف في سلوكه الترموديناميكي عن الغاز المثالي وخصوصاً عند الضغوط العالية، لذلك يجب إدخال عامل تصحيح يسمى عامل انحراف الغاز في المعادلة العامة للغازات لحساب حيود الغازات عن المثالية [2]. يعرف عامل انحراف الغاز بأنه النسبة بين الحجم الحقيقي الذي تشغله

كتلة معينة من الغاز عند ضغط ودرجة حرارة محددين الي الحجم الذي تشغله الكتلة نفسه عند الشروط نفسها إذا تصرف الغاز على نحو مثالي. بشكل عام قيمة عامل الانحراف Z يساوي واحدًا في حالة الغاز المثالي، اما بالنسبة للغاز الحقيقي تكون قيمته أكبر أو أقل من الواحد اعتمادًا على الضغط ودرجة الحرارة ومكونات الغاز.

تؤثر نسبة المركبات الغير هيدروكربونية (الشوائب) على دقة حساب قيمة معامل انحراف الغاز إذا كانت نسبتها في المزيج الغازي أكثر من 10% [3]. يمكن تعين قيمة عامل انحراف الغاز بيانيا باستخدام المنحنيات البيانية او رياضياً باستخدام العلاقات الرياضية.

لقد تم بناء مجموعة من المنحنيات البيانية المعبرة عن تغيرات عامل انحراف الغاز لعدد من المركبات الهيدروكربونية كتابع لكل من الضغط المنخفض الزائف ودرجة الحرارة المنخفضة الزائفة، لكن يعتبر المنحني

المبني من قبل (Standing and Katz) من أكثر المنحنيات استخداماً في تعين قيمة Z للغازات الجافة الفقيرة. ولكن في الحقيقة تفتقر قيمته المقروءة من تلك المنحنيات الى الدقة الكافية، لهذه اعتمدت مجموعة من العلاقات الرياضية التجريبية [4].

تركز هذه الدراسة على اختيار العلاقات الأكثر دقة بغرض التنبؤ بقيم معامل انحراف الغاز الطبيعي المنتج من حقل الوفاء التابع لشركة مليته للنفط والغاز، اختيرت العلاقات الرياضية الأكثر دقة استناداً إلى اقل نسبة خطأ العلاقات التي استخدمت في هذه الدراسة هي ارتباطات ((Brill and Beggs و (Papay) و (Hall-Yarborough) و(Dranchuk-Abu-Kassem).

1.1. الدراسات السابقة.

د. إبراهيم علي محمد، د. رياض عقيلة صالح، د. علي نوري مرحيل، 2016[5] .

تم في هذه الدراسة اختبار بعض العلاقات التجريبية المتطورة للغازات الطبيعية الليبية لمعرفة ما إذا كانت قابلة للتطبيق أم لا. حيث تم اختبار ستة علاقات تجريبية لتقدير (عامل انحراف الغاز)، وتم أيضًا مقارنة قيم عامل Z المقدرة من خلال هذه العلاقات التجريبية مع القيم المقاسة معملياً من حوالي 90 عينة من حقلي نفط ليبيين (عشرة آبار من حقل أمل النفطي وخمسة آبار من حقل تيبيست النفطي). واظهرت النتائج المتحصل عليها أن بعض هذه الارتباطات صحيحة بالنسبة للغازات الطبيعية الليبية، وبعضها غير قابل للتطبيق بسبب ارتفاع متوسط الخطأ المطلق.

تتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في دراسة العلاقات الرياضية المستخدمة لتقدير قيمة معامل انحراف الغاز ومقارنة النتائج مع القيم المعملية لمعرفة الطريقة الدقيقة، وتختلفان في مكان وتركيب الغاز المستخدم للدراسة.

إبراهيم قراش، على عبدالله، 2020 [6].

وتتلخص هذه الدراسة حول تأثير مركبات (N2،H2S ،CO2) علي قيمة معامل انحراف الغاز الطبيعي المنتج من حقل الوفاء التابع لشركة مليته للنفط والغاز. واظهرت نتائج الدراسة ان قيم معامل انحراف الغاز تزداد مع زيادة نسبة المكونات الغير هيدروكربونية، تتفق هذه الدراسة مع الدراسة الحالية في دراسة الغاز المنتج من حقل الوفاء بينما تختلفان في ان الدراسة الحالية ركزت على دراسة اهم الطرق الحسابية والبيانية المستخدمة لتقدير قيمة معامل انحراف الغاز ومعرفة نسبة الخطأ بين القيم التجريبية والقيم المعملية وذلك بغرض تحديد العلاقة ذات القيمة الدقيقة وبالتالي نسبة الخطأ الأقل.

2. المنهجية.

تتضمن المنهجية المستخدمة في الدراسة القيام بعدة زيارات ميدانية لحقل الوفاء التابع لشركة مليته للنفط والغاز وذلك بغرض جمع البيانات اللازمة للدراسة والمتمثلة في التركيب الكيميائي للغاز المنتج من البئرين (Well No. 142, 143) بالحقل، وضغط ودرجة حرارة المكمن، حيث تم اجراء الدراسة حسب المراحل التالية.

الدراسة النظرية: في هذه المرحلة تمت مراجعة المنشورات والبحوث المتعلقة بموضوع الدراسة، والتحضير للإجراءات الحسابية والتي تتضمن جمع المعادلات والعلاقات الخاصة بتقدير معامل انحراف الغاز الطبيعي.

الإجراءات الحسابية: وتشمل هذه المرحلة اعداد الجداول الالكترونية وذلك بالاستعانة ببرنامج (Microsoft Excel 2013) وكذلك اعداد الخطوات اللازمة لتقدير قيمة معامل انحراف الغاز.

•تحليل النتائج: وهي المرحلة النهائية من الدراسة والتي تشمل تحليل النتائج وكتابة البحث.

3. التركيب الكيميائي للغاز

في هذه الدراسة تم اختيار البئرين (Well No. 142) و (Well No. 143) بحقل الوفاء التابع لشركة مليته للنفط والغاز، وتم جمع بيانات معامل انحراف الغاز معملياً كما موضح بالجدول رقم (1). الجدول رقم (2) يوضح التركيب الكيميائي للغاز المنتج من البئرين بحقل الوفاء، وذلك بناء على التحليل المعملي عند درجة حرارة وضغط البئرين.

جدول (1): يبين قيم معامل انحراف الغاز المقاسة معملياً عند ضغط وحرارة محددة

Z lap	Well number	
	Well No.142	Well No.143
	$T = 231F^o$ $P = 1313.7\,psia$	$T = 168F^o$ $P = 854\,psia$
Value Z-factor Lap	0.904	0.936

جدول (2): مكونات الغاز المنتج من البئرين

Gas composition	Well No.142	Well No.143
	y_i	y_i
C1	0.693	0.7300
C2	0.111	0.0631
C3	0.074	0.0200
C4	0.012	0.1319
C5	0.024	0.0161
C6	0.001	0.0025
N2	0.013	0.0024
CO2	0.061	0.0250
H2S	0.011	0.0009
Total	1.000	1.0000

4. العلاقات الرياضية المستخدمة

1.4. الضغط الحرج المزيف والحرارة الحرجة الزائفة:

على غرار الوزن الجزيئي الواضح للغاز، يمكن تحديد الخصائص الحرجة للغاز على أساس الخصائص الحرجة للمركبات في الغاز باستخدام قاعدة الخلط. وتسمى الخصائص الحرجة للغاز التي تم تحديدها بهذه الطريقة "الخصائص الحرجة الزائفة"، ويتم التعبير عن ضغط الغاز الحرج المزيف P_{pc} ودرجة الحرارة الحرجة الزائفة T_{Tc} على النحو التالي [7]:

$$P_{pc} = \sum_{i=1}^{n} y_i P_{ci} \quad ، \quad T_{pc} = \sum_{i=1}^{n} y_i T_{ci}$$

حيث:

T_{ci}, P_{ci} : ضغط وحرارة المركب الحريجتين

i : الكسر المولي للمركب في الخليط

n : عدد مكونات الغاز

وتم حساب الضغط المختزل الزائف P_r ودرجة الحرارة المختزلة الزائفة T_r من العلاقة:

$$P_r = \frac{P}{P_r}, T_r = \frac{T}{T_r}$$

5. تأثير المركبات غير الهيدروكربونية على عامل انحراف الغاز.

من المعلوم ان الغازات الطبيعية تحتوي بالإضافة الي المركبات الهيدروكربونية، مركبات غير هيدروكربونية كثنائي أوكسيد الكربون، وغاز كبريت الهيدروجين، لكن عندما تتجاوز قيمة الكسر المولي لأحد هذه الغازات أو مجموعها في المزيج الغازي أو عندما تتجاوز قيمة الكسر المولي لغاز النيتروجين (10%)، فمن المستحسن عدم اللجوء الي استخدام العلاقات الرياضية السابقة في تعين قيمة عامل انحراف الغاز لأنها يمكن أن تؤدي الي أخطاء كبيرة لا يسمح بها في الصناعة الغازية[8].

لقد قدم العالمان (Wichert Aziz) بتعريف كل من الضغط الحرج الزائف المصحح ودرجة الحرارة الزائفة المصححة كما يلي:

$$T'_{pc} = T_{pc} - \varepsilon$$

$$P_{pc} = \frac{P_{pc}.T'_{pc}}{T_{pc} + B(1-B).\varepsilon}$$

حيث:

T_{pc}, P_{pc} : الضغط والحرارة الحرجتين الزائفتين للمزيج الغازي

T'_{pc} و P'_{pc} : الضغط والحرارة الحرجتين الزائفين المصححين

ε : معمل التصحيح، والذي يمكن تعينه من العلاقة

$\varepsilon = 120.(A^{0.9} - A^{1.6}) + 15.(B^{0.5} - B^4)$ حيث:

A: مجموع الكسر المولي لكل من غاز كبريت الهيدروجين وثاني أوكسيد الكربون في المزيج الغازي.

B: الكسر المولي لغاز كبريت الهيدروجين في المزيج الغازي.

6. عامل انحراف الغاز

تم تطوير العديد من معادلات الحالة في محاولة لربط متغيرات (درجة الحرارة والضغط والحجم) للغازات الحقيقية بالبيانات التجريبية. وللتعبير عن علاقة أكثر دقة بين المتغيرات (T وV وp)، يجب ادخال عامل تصحيح يسمي عامل انضغاط الغاز او انحراف الغاز او، Z-factor في المعادلة العامة للغازات ($PV = nRT$) وبالتالي تصبح المعادلة ($PV = nZRT$). حيث عامل انضغاط الغاز Z هو كمية ليس لها وحدات ويتم تعريفه على أنه نسبة الحجم الفعلي لعدد n من مولات الغاز فيP و T إلى الحجم المثالي لنفس العدد من المولات في نفس P و T [9].

$$Z = \frac{V_{actual}}{V_{ideal-aas}}$$

7. الحساب المباشر لقيم معامل انحراف الغاز

قدم (Standing and Katz) سنة 1942 مخطط لتقدير عامل انضغاط الغاز، هذا المخطط موثوق بشكل عام للغاز الطبيعي المحتوي على كمية قليلة من الهيدروكربونات ويعتبر واحدة من أكثر العلاقات المقبولة على نطاق واسع في صناعة النفط والغاز. لايزال مخطط (Standing-Katz) يستخدم على نطاق واسع لتقدير قيمة معامل انضغاط الغاز نتيجة لذلك، كانت هناك حاجة واضحة لعلاقة او وصف رياضي بسيط لهذا المخطط. تم تطوير العديد من الارتباطات التجريبية لحساب عامل الانضغاط على مر السنين، حيث تم في هذه الدراسة اختيار اربع طرق تجريبية لتقدير قيم معامل انحراف الغاز.

1.7 علاقة (Brill And Beggs)[10]

قدم (Brill and Beggs) سنة 1974 علاقة حسابية تعطينا قيماً دقيقة لعامل Z بما يكفي للعديد من العمليات الحسابية الهندسية، حيث يتم التعبير عن علاقة عامل بريل وبيج (Brill and Beggs) على النحو التالي:

$$Z = A + \frac{1-A}{e^B} + C.P_r^D$$

حيث ان:

$$A = 1.39(T_r - 0.92)^{0.5} - 0.36T_r - 0.101$$

$$B = (0.62 - 0.23T_r)P_r + (\frac{0.066}{T_r - 0.86} - 0.137)P_r^2 + \frac{0.32P_r}{10^{(9T_r - 9)}}$$

$$F = 0.3106 - 0.49T_r + 0.1824T_r^2$$

$$D = 10^F$$

حيث يمكن إيجاد قيمة كل من البارامترات (A,B,C,D,F) بواسطة معادلات ثابتة كما هو موضح أعلاه، وتعتمد هذه المعادلات على قيم الضغط المنخفض الزائف ودرجة الحرارة المنخفضة الزائفة.

2.7 علاقة بابـاي (Papay Correlation)

$$X3 = 90.7t - 242.2t^2 + 42.4t^3$$

[11]:قدم العالم (Papay) تعبير رياضي بسيط لتقدير قيمة معامل انحراف الغاز مع الضغط الحرج المنخفض الزائف (P_r) ودرجة الحرارة الحرجة المنخفضة الزائفة (T_r)، كالتالي:

$$Z = \frac{3.53P_r}{10^{0.9813T_r}} + \frac{0.274P_r^2}{10^{0.8157T_r}}$$

حيث:

T_r, P_r : الضغط والحرارة المنخفضتين الزائفتين للمزيج الغازي

3.7 علاقة (Hall–Yarborough's Correlations)[11]

قدم العالمان (Hall and Yarborough) سنة 1973 معادلة والتي تمثل بدقة الرسم البياني لمخطط Katz. تم تحديد معاملات الارتباط من خلال ملاءمتها للبيانات المأخوذة من مخطط Katz and Standing. حيث يمكن كتابة العلاقة على النحو التالي:

$$Z = \left[\frac{0.06125P_r t}{Y}\right]\exp\left[-1.2(1-t^2)\right]$$

حيث:

P_r = الضغط الزائف المنخفض

$X1 = -0.06125P_r t\exp\left[-1.2(t-1)^2\right]$ t = مقلوب درجة الحرارة الزائفة المختزلة ، أي Tpc / T

Y = الكثافة المنخفضة التي يمكن الحصول عليها من المعادلة التالية:

$$f(Y) = X1 + \frac{Y + Y^2 + Y^3 + Y^4}{(1-Y)^3} - (X2)Y^2 + (X3)Y^{X4} = 0$$

$$X3 = 90.7t - 242.2t^2 + 42.4t^3$$

$$X2 = 14.46t - 9.76t^2 + 4.58t^3$$

$$X4 = 2.18 + 2.82t$$

4.7 علاقـــة (Dranchuk and Abu-Kassem)[11]:

قدم (Dranchuk and Abu-Kassem) سنة (1990) تعبيرا تحليلياً لحساب كثافة الغاز المنخفضة والتي يمكن استخدامها لتقدير عامل انحراف الغاز. يتم تعريف كثافة الغاز المنخفضة (ρ_r) كنسبة بين كثافة الغاز عند ضغط ودرجة حرارة محددين إلى ضغط الغاز الحرج أو درجة حرارته.

$$Z = \left\{\begin{array}{l} 1 + (A_1 + \frac{A_2}{T_r} + \frac{A_3}{T^3_r} + \frac{A_4}{T^4_r} + \frac{A_5}{T_r^5})\rho_r + (A_6 + \frac{A_7}{T_r} + \frac{A_8}{T^2_{r\,r}})\rho_r^2 - \\ A_9(\frac{A_7}{T_r} + \frac{A_8}{T^2_r})\rho_r^5 + A_{10}(1 + A_{11}\rho_r^2)\frac{\rho_r^2}{T_r^3}\exp(-A_{11}\rho_r^2) \end{array}\right\}$$

$$0 = \left\{\begin{array}{l} 1 + (A_1 + \frac{A_2}{T_r} + \frac{A_3}{T^3_r} + \frac{A_4}{T^4_r} + \frac{A_5}{T_r^5})\rho_r - 0.27(\frac{P_r}{\rho_r T_r}) + (A_6 + \frac{A_7}{T_r} + \frac{A_8}{T^2_{r\,r}})\rho_r^2 - \\ A_9(\frac{A_7}{T_r} + \frac{A_8}{T^2_r})\rho_r^5 + A_{10}(1 + A_{11}\rho_r^2)\frac{\rho_r^2}{T_r^3}\exp(-A_{11}\rho_r^2) \end{array}\right\}$$

$$Z = 0.27(\frac{P_r}{\rho_r T_r})$$

$$A_1 = 0.3265$$
$$A_2 = -1.07$$
$$A_3 = -0.5339$$
$$A_4 = 0.01569$$
$$A_5 = -0.05165$$
$$A_6 = 0.5475$$
$$A_7 = -0.7361$$
$$A_8 = 0.1844$$
$$A_9 = 0.1056$$
$$A_{10} = 0.6134$$
$$A_{11} = 0.721$$

5. النتائج والمناقشة:

1.5 قاعدة الخلط والخصائص الحرجة: في هذه الدراسة تم استخدام قاعدة الخلط لحساب الخصائص الحرجة (critical properties) للغاز والمتمثلة في درجة الحرارة والضغط الحرجيتين الزائفتين (P_{pc}, T_{Tc}) كما موضح بالجدول رقم (3) والجدول رقم (4)، وذلك بالاستعانة ببرنامج الاكسيل لتصميم الجداول الالكترونية اللازمة لتحليل تلك الخصائص. وتم استخدام علاقة (Wichert- Aziz) لتصحيح قيم درجة الحرارة والضغط الحرجيتين الزائفتين نظرا لاحتواء الغاز على مركبات غير هيدروكربونية واللازمة لتقدير قيم معامل انحراف الغاز، ومن ثم حساب الضغط المختزل الزائف P_r ودرجة الحرارة المختزلة الزائفة T_r .

الجدول (3): قاعدة الخلط والخصائص الحرجة للغاز الطبيعي المنتج من البئر 142

Compound	y_i	M_i	$M_i y_i$	P_{ci} (psia)	$y_i P_{ci}$ (psia)	T_{ci} (R^0)	$y_i T_{ci}$ (R^0)
C1	0.693	16.04	11.12	673	466.46	344	238.39
C2	0.111	30.07	3.34	708	78.62	550	61.05
C3	0.074	44.10	3.26	618	45.73	666	49.28
C4	0.012	58.12	0.70	551	6.61	766	9.19
C5	0.024	72.15	1.73	489	11.74	846	20.30
C6	0.001	86.18	0.09	440	0.44	915	0.92
N2	0.013	28.02	0.36	188	2.44	492	6.40
CO2	0.061	44.01	2.68	1073	65.45	548	33.43
H2S	0.011	34.08	0.37	493	5.42	672	7.39
	1.000	M_a =	23.66	P_{pc}=	683	T_{pc}=	426
		γ_g =	0.82				

الجدول (4): قاعدة الخلط والخصائص الحرجة للغاز الطبيعي المنتج من البئر 143

Compound	y_i	M_i	$M_i y_i$	P_{ci} (psia)	$y_i P_{ci}$ (psia)	T_{ci} (R^0)	$y_i T_{ci}$ (R^0)
C_1	**0.7300**	16.04	11.71	673	491.36	344	251.12
C_2	**0.0631**	30.07	1.90	708	44.69	550	34.71
C_3	**0.0200**	44.10	0.88	618	12.36	666	13.32
C_4	**0.1319**	58.12	7.67	551	72.68	766	101.04
C_5	**0.0161**	72.15	1.16	489	7.87	846	13.62
C_6	**0.0025**	86.18	0.22	440	1.10	915	2.29
N_2	**0.0024**	28.02	0.07	188	0.45	492	1.18
CO_2	**0.0250**	44.01	1.10	1073	26.83	548	13.70
H_2S	**0.0090**	34.08	0.31	493	4.44	672	6.05
	1.000	M_a =	**25.01**	P_{pc}=	**662**	T_{pc}=	**437**
		γ_g =	**0.86**				

تقدير قيمة معمل انحراف الغاز باستخدام منحنيات (Standing and Katz)

تم تقدير قيمة معمل انحراف الغاز بيانياً وذلك وفق الخطوات التالية:

حساب الضغط المختزل الزائف P_r ودرجة الحرارة المختزلة الزائفة T_r من العلاقة:

$$P_{r1} = \frac{P}{P_{pc}} = \frac{1313.7}{683} = 1.92\,psia, T_{r1} = \frac{T}{T_{tc}} = \frac{691}{426} = 1.62R^0$$

$$P_{r2} = \frac{P}{P_{pc}} = \frac{854}{662} = 1.29\,psia, T_{r2} = \frac{T}{T_{tc}} = \frac{628}{437} = 1.44R^0$$

معامل انحراف الغاز لمقارنتها مع القيم المعملية ومعرفة نسبة الخطأ، حيث تم استخدام أربعة طرق كالتالي:

الطريقة الاولى (Brill-Beggs): يتم في هذه الطريقة ادخال حرارة وضغط البئر والنسب

الشكل (1): تقدير قيم معامل انحراف الغاز بيانيا من مخطط (Standing and Katz)

المولية للشوائب الغازية في الجدول الالكتروني المصمم ببرنامج الاكسيل وفق المعادلات الخاصة بهذه الطريقة. قيمة معامل انحراف الغاز للبئرين كانت $Z_1 = 0.873, Z_2 = 0.85$.

الطريقة الثانية (Papay): تم في هذه الطريقة ادخال درجة الحرارة الزائفة المختزلة والضغط الزائف المختزل في الجدول الالكتروني المصمم وفق المعادلة الخاصة بهذه الطريقة، حيث كتنت قيم معامل انحراف الغاز للبئرين $Z_1 = 0.874, Z_2 = 0.855$.

الطريقة الثالثة (Hall-Yarborough's): تم في هذه الطريقة ادخال درجة الحرارة الزائفة المختزلة والضغط الزائف المختزل في الجدول الالكتروني المصمم وفق المعادلات الخاصة بهذه الطريقة، وكانت النتائج $Z_1 = 1.08, Z_2 = 0.857$.

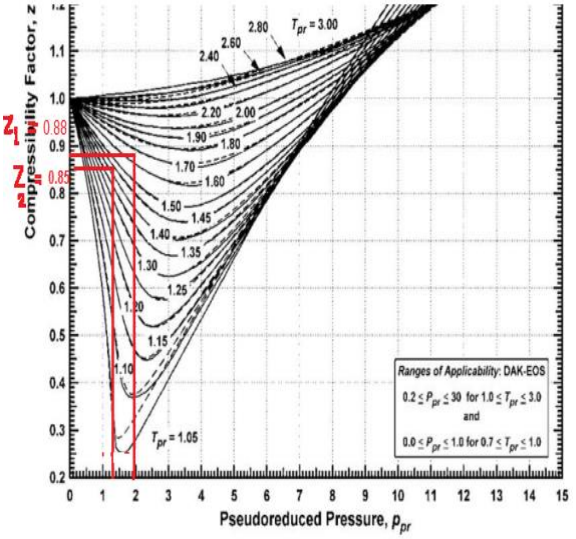
الطريقة الرابعة (Dranchuk and Abu-Kassem): تم في هذه الطريقة ادخال درجة الحرارة الزائفة المختزلة والضغط الزائف المختزل وكذلك قيم البارمترات (

$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11},$) فـي الجـدول الالكترونـي المصـمم وفـق المعـادلات ،)، حيـث أظهـرت النتـائج ان قـيم معامـل الانحـراف للبئـــرين (142 143) هـــي علـــى التـــوالي $Z_1 = 0.8, Z_2 = 0.60$.

إسـقاط قيمـة كـل مـن (P_r, T_r) علـى المحـاور المناسـبة لمنحنيـات (Standing and Katz) لتقـدير قـيم Z، كمـا موضـح بالشـكل رقـم (1)، حيـث كانت القيم $Z_1 = 0.88, Z_2 = 0.85$.

2.5 تقـدير قيمـة معمـل انحـراف الغـاز باسـتخدام العلاقات الرياضية

تـم فـي هـذه الدراسـة اختيـار مجموعـة مـن العلاقـات الرياضية التجريبية، وذلك لغرض تقدير قيمة



7. مقارنـة قـيم معامـل انحـراف الغـاز مـع القـيم المعملية

الجـدول رقـم (5) يوضـح قـيم معامـل انحـراف الغـاز وذلـك بعـد تصـحيح الخصـائص الحرجـة الزائفـة للمـزيج الغـازي بـالبئرين حسـب الطـرق الأربعـة سـابقة الـذكر. يتضـح لنـا مـن الشـكل (2) ان طريقتـي (Papay) و (Brill-Beggs) نتائجهمـا اكثـر دقـة مـن بـاقي الطـرق، وان طريقـة (– Dranchuk

	Well No. 142			
Compressibility factor value	Brill–Beggs	Papay	Yarborough	Dranchuk –Abu Kassem
	0.884	0.888	1.02	0.788
	Well No. 143			
Compressibility factor value	Brill–Beggs	Papay	Yarborough	Dranchuk –Abu Kassem
	0.863	0.858	0.845	0.605

Abu Kassem) تعتبـر قيمهـا غيـر دقيقـة. وعـلاوة علـى ذلـك تعطـي علاقـة (Papay) اقـل نسـبة خطـأ فـي البئـر 142، امـا علاقـة

mistake percentage				
Dranchuk –Abu Kassem	(Yarborough)	(Papay)	Brill–) (Beggs	Well No
%12.83	%12.83	%1.77	%2.21	142
%35.36	%9.72	%8.33	%7.80	143

(Dranchuk –Abu Kassem) تعطينـا اعلـى نسـبة خطـا فـي المـزيج الغـزي مـن البئـرين كمـا موضح بالجدول رقم (6).

الشكل (2): مقارنة قيم معامل انحراف الغاز المعملية مع التجريبية

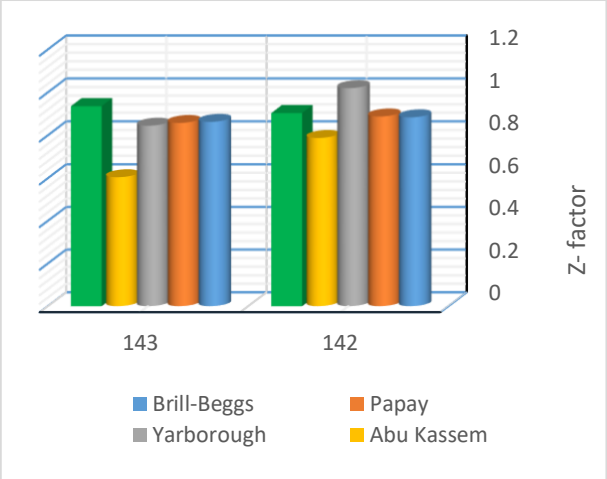
الجدول (5): يوضح قيم معامل انحراف الغاز بعد تصحيح الخصائص الحرجة الزائفة

الجدول (6): يوضح نسبة الخطأ بين القيم المعملية والحسابية لمعمل انحراف الغاز.

8. الاستنتاجات:

من خلال تحليل النتائج توصلت الدراسة الى الاستنتاجات التالية:

1. تتسبب المركبات الغير هيدروكربونية (Non-hydrocarbon) في خليط الغاز في زيادة قيم معامل انحراف الغاز.
2. تعتبر علاقة (Dranchuk –Abu Kassem) غير دقيقة في تقدير قيم معامل الانحراف نظراً لاحتوائها على اعلى نسبة خطا.
3. تعتبر علاقة (Papay) من أكثر الطرق دقة لتقدير قيم معمل الانحراف، وذلك لاحتوائها علي اقل نسبة خطا مقارنة بالطرق الأخرى التي استخدمت في هذه الدراسة.
4. قيم معامل انحراف الغاز للمزيج الغازي من البئرين (142 و143) بيانياً باستخدام مخطط



كانت (Standing and Katz)

$$Z_1 = 0.88, Z_2 = 0.85$$

.

9. المراجع:

[1] AONG website, www.arab-oil-naturalgas.com [available 14/01/2023] http://download1648.mediafire.com/voeqk8yyu1tg/wir08l561t563ra/%D8%A7%D9%84%D8%BA%D8%A7%D8%B2+%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D8%B9%D9%89.pdf

[2] Syrian Private University, Faculty of Petroleum Engineering, [available 01/2/2023] https://spu.edu.sy/downloads/files/1536376088_Fluids%20Mechanic%20Theoretical.pdf

[3] Ahmed, T. (2010). Reservoir Engineering Handbook, 4th edition. Gulf Professional Publishing, p 29.

[4] Syrian Private University, Faculty of Petroleum Engineering, [available 11/02/2023] 2https://spu.edu.sy/downloads/files/1540155910_Test%20the%20separator%20Saad.pdf

[5] Dr. Ebrahim Ali Mohamed et al. (2016), Evaluation of Correlations for Libyan Natural Gas Compressibility Factor. University Bulletin January – ISSUE No.18- Vol. (1).

[6] Abrahim Saad Garash and Ali Abdallah " Effect of CO_2, H_2S and N_2 Components on Z- Factor Values (A Case Study of Wafa Gas Field)" Himalayan Journal of Agriculture; Vol-1, Iss- 2 (Nov-Dec, 2020): 39-44.

[7] Boyun, G., Xinghui, L., & Xuehao, T.(2017) ."Petroleum Production Engineering " 2th,Gulf Professional Publishing, pp 22-30.

[8] Syrian Private University, Faculty of Petroleum Engineering, [available 11/02/2023], p4. https://spu.edu.sy/downloads/files/1540155910_Test%20the%20separator%20Saad.pdf

[9] Jean Saad and Maher Saada.(2008), Fluid Mechanics, Theoretical Part Ba'ath University Publications, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering.p52-53.

[10] Boyun, G., Xinghui, L., & Xuehao, T".(2017) ."Petroleum Production Engineering " 2th,Gulf Professional Publishing, pp 23-28.

[11] Yarborough L., Hall K.R., 1974. How to Solve Equation of State for Z factors Oil & Gas J., Feb 18, 86-88.