الجامعة السورية الخاصة

كلية هندسة البترول

دراسة إمكانية استخدام غاز CO_2 لزيادة عامل المردود في أحد الحقول السورية

دراسة أعدت لنيل الإجازة في هندسة البترول

إعداد

سام الصالح　　أحمد الجندي　　الشهاوي الواعد

بإشراف

الأستاذ الدكتور: عماد نوفل

العام الدراسي

2017/2016

كلمة الشكر

ونحن على أبواب التخرج لننتقل من الميدان النظري إلى الميدان العملي لا بد لنا أن نرفع أسمى أيات الإجلال والاحترام إلى الذين كانوا شعلة وكانوا ذلك الكتاب المفتوح الذي بعث بفحواه في عقولنا

إلى اساتذتنا الكرام في كلية هندسة البترول الذين يعطون ويمنحون دون مقابل ...ولايعوض تعبهم إلا أن يروا نتاج جهودهم مهندسين مساهمين في بناء الوطن بجد وإخلاص

ولايسعنا حيال ذلك إلا أن نتوجه إليهم بأسمى أيات الشكر والعرفان لما قدموه لنا من معلومات تفتح أمامنا الطريق للوصول إلى ما تحتويه أرضنا من ثروات ونرجو من الله العلي القدير أن يوفقنا لنكون عند حسن ظنهم ونقدم ما فيه الخير لوطننا العزيز

ونخص بالشكر:

الأستاذ الدكتور: عماد نوفل

الذي تكرم علينا بالإشراف على عملنا هذا وساهم في أنجا هذا المشروع ولم يبخل علينا بالنصح والإرشاد ،إلى ما يسهل الطريق أمامنا

ونشكر كل من ساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في إنجاز هذا المشروع وفاتنا ذكره.

الفهرس

المقدمة **7**

الفصل الأول: عموميات حول تأثير الطقس والمناخ على إنتاج CO_2 ..... **9**

1-1- أنظمة تأثير الطبقات 10

1-2- طريقة تأثير الطقس 13

1-3- استخدام غاز CO_2 في زيادة العامل المردود 16

الفصل الثاني : الخصائص الكيميائية وطرق إنتاج غاز CO_2 ..... **19**

2-1- الكتلة المولية (الوزن الجزيئي) 20

2-2- الكثافة 20

2-3- اللون 20

2-4- الرائحة 20

2-5- الذوبان 20

2-6- الخواص الحمضية لـ CO_2 21

2-7- مصادر CO_2 22

2-8- أملاح الكربونات 23

2-9- معامل أرهينيوس لانتشار غاز CO_2 (معامل الانحراف) 25

الفصل الثالث : أهمية الدراسات الخاصة بغاز CO_2 في التطبيقات وتأثيره على الطقس **26**

3-1- مبدأ الزراعة 27

3-2- تأثير CO_2 على الطقس 27

3-3- تأثير CO_2 على الصخور 31

3-4- عملية الزراعة بـ CO_2 32

3-5- طرق تخزين CO_2 33

3-6- فعالية الكساح 35

3-7- شروط استخدام طرق تخزين غاز CO_2 في التطبيقات 36

3-8- مشكلة تخزين غاز CO_2 37
3-9- الطرق المستخدمة لتخزين 41
3-10- الدراسات السابقة لتثمار الطرق المختلفة لتخزين غاز CO_2..... 42

الفصل الرابع : دراسة عامة لبعض الجوانب الرياضية والفيزيائية لتطبيق تخزين غاز CO_2 في الآبار النفطية
44.....

4-1- تخزين الهيدروجين 45
4-2- تخزين الميثان 46
4-3- تخزين الأمونيا 53

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات **66**

الملخص باللغة العربية **69**

المراجع العربية **72**

المراجع الأجنبية **73**

فـهرس الأشـكال

الفصل الأول: عرض لتقنيات استثمار الطاقة واستخدام غاز CO_2 لزيادة الإنتاج 9

1-1) معدلات تغير الأنتاجية للقمح مع طرق استثمار المدعم..... 15

الفصل الثاني : الخصائص الكيميائية والفيزيائية لغاز CO_2 19

2-1) المخطط الطوري لغاز CO_2 21

2-2) تأثير درجة الحرارة على أحلالية غاز CO_2 في الماء 23

2-3) القلوجة الماء مع تركيز غاز CO_2 24

الفصل الثالث : آلية أنحلال غاز CO_2 في الطبقات وتأثيره على الضغط 26

3-1) أنحلالية غاز CO_2 في الضغط المختلفة عند الضغط 28

3-2) حجم غاز CO_2 المنحل عند الضغط 29

3-3) تأثير الضغط والحرارة على معامل انتشار الضغط 30

3-4) تغير لزوجة الضغط بتغير الضغط عند درجات حرارة مختلفة 31

3-5) تشكل جبهة أزاحة عند تقن غاز CO_2 32

3-6) آلية تفاعل غاز CO_2 مع الضغط الطبقي في الخزان 35

الفصل الرابع: دراسة عامل بعض الحقول السورية في عملية تطبيق تقنية غاز CO_2 فيها..... 44

4-1) معدل الأنتاج اليومي بالمليون برميل في السنة 48

4-2) القابلية بالنسبة للكثافة لزوجة الضغط 49

4-3) عامل الأزاحة قبل القابلية مع الحجم المسبار المحقون عند تقن الغازين بسبب مختلفة من حجم المسامات 51

4-4) الخرائط الكثافية لتقنية السابقة 53

4-5) خرائط الباقي المتذلل في مشروع تقنية الغاز في السابقة 62

4-6) توقعات الأنتاج اليومي من الضغط في السابقة في النظام الطبي لغاية عام 2025..... 65

فـهرس الجـداول

1- (2-1) مصادر غاز CO_2 22

2- (4-1) مواصفات قطاع النقل الأساسي في دولة 46

3- (4-2) الأنتاجية والضغط وعدد أبار في قطاع النقل الأساسي في دولة 47

4- (4-3) تأثير عامل الوزن الجزيئي على ضغط 48

5- (4-4) تأثير القوى الجزيئية بين الجزيئات المتشابهة في الخواص الفيزيائية للمركبات 50

6- (4-5) تأثير درجة حرارة غاز CO_2 في الماء 51

7- (4-6) معدل الأنتاج وعامل المردود بالعلاقة مع كمية الغاز المحقونة عدة السنوات...63

8- (4-7) تأثير تطبيق نظام الرأسمال المشترك على الطلب العالمي والمدعم لغاية عام 2025.....64

- المقدمـــــة -

تعد الحدائق من أقدم وسائل التنسيق الحضري التي عرفها الإنسان على مر العصور، وتشكل جزءاً مهماً من التراث الحضاري والثقافي لأي مدينة، إذ أنها تعكس مدى تطور المجتمع وحضارته. وتعتبر الحدائق النباتية من أكثر أنواع الحدائق أهمية، حيث تجمع بين الجانب الجمالي والجانب العلمي، فهي تضم مجموعات متنوعة من النباتات المحلية والمستوردة، وتوفر بيئة مناسبة للدراسة والبحث والترفيه في آن واحد.

تعاني الحدائق النباتية في المدن الكبرى من مشكلة تلوث الهواء الناتج عن عوادم السيارات والمصانع، مما يؤثر سلباً على صحة النباتات ومظهرها الجمالي. وتعد أشجار الزينة من أكثر النباتات حساسية لهذا التلوث، حيث تظهر عليها أعراض مختلفة مثل اصفرار الأوراق وتساقطها وضعف النمو. ولذلك فإن دراسة تأثير التلوث على هذه الأشجار تعد خطوة أساسية في أي برنامج للحفاظ على الحدائق النباتية.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير تلوث الهواء على أشجار الزينة في الحديقة النباتية بمدينة الزاوية، من خلال قياس تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في مواقع مختلفة من الحديقة، ومقارنة النتائج بالحدود المسموح بها عالمياً. كما تهدف إلى تحديد المناطق الأكثر تلوثاً، واقتراح بعض الحلول العملية للحد من هذا التلوث.

تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها تقدم بيانات علمية يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة الحديقة النباتية، كما أنها تساهم في زيادة الوعي بأهمية الحفاظ على البيئة النباتية في المدن. وتأمل الباحثة أن تكون هذه الدراسة نواة لدراسات أخرى أكثر شمولاً في المستقبل.

أخيرا، تجدر الإشارة إلى أن المشروع المقترح يتوافق مع الأهداف الإنمائية للألفية، حيث يساهم في تحقيق الهدف السابع المتعلق بضمان الاستدامة البيئية، من خلال تقليل انبعاثات غاز CO_2 والحد من الاحتباس الحراري. كما يتوافق مع الهدف الثامن المتعلق بإقامة شراكة عالمية من أجل التنمية، حيث يتطلب تنفيذ المشروع تعاونا بين عدة جهات محلية ودولية. وأخيرا، يساهم المشروع في تحقيق الهدف الأول المتعلق بالقضاء على الفقر والجوع، من خلال توفير فرص عمل جديدة وتحسين الظروف المعيشية للسكان المحليين.

- الفصل الأول -

عمليات أستثمار الحقول النفطية وأستخدام CO_2 لزيادة الأنتاج

1-1- أنظمة استثمار الطبقات

يعرف نظام استثمار الحقول النفطية بأنه مجموعة القرارات المدروسة التي تحدد وحدات الاستثمار وتحدد عدد آبار الإنتاج والحقن وتوزع هذه الآبار وعدد آبار الاحتياط مع الحفاظ على الطبقة والبيئة المحيطة .

ويعتمد الاستثمار الأمثل بشكل أساسي على الحقل والذي يحتوي على احتياطات النفط والغاز وتصنف أنظمة الاستثمار تبعا للطاقة المستخدمة لإزاحة النفط التي تكون طبيعية او اصطناعية.

وأهم مصادر الطاقة الطبقية : ضغط المياه الحافية والغاز المضغوط الذي يتواجد في القبعة الغازية والغاز المنحل في النفط ومرونة الصخور والسوائل وأخيرا الجاذبية . يصرف الجزء الرئيسي من الطاقة الطبقية على التغلب على الاحتكاك الناتج عن فرق اللزوجة بين السوائل والغازات وعلى الاحتكاك الناتج عن حركة الأطوار الغازية والسائلة بالنسبة لبعضها.

ويمكن تقسيم أنظمة عمل الطبقة إلى خمسة أنظمة اعتمادا على شكل الطاقة ومصدرها :

1- نظام دفع الماء :

تعد المياه الحافية المصدر الأساسي للطاقة في هذا النظام حيث تصل المياه المتغذية من السطح أو من خلال آبار الحقن وفي هذا النظام يكون الضغط الطبقي أكبر من ضغط الإشباع حيث لا يتشكل غاز حر في الطبقة.

وأهم خصائص هذا النظام عدم التغير في قيمة الضغط الطبقي والإنتاجية وثبات قيمة العامل الغازي ولكن أما الآبار تصل بشكل أسرع أثناء حركة تقدم الماء بشكل ألسنة تتشكل على مدى مركز المكمن ويبدأ ظهور الماء مع النفط كما أن التنوع في النفوذية يساعد على سحب الأجزاء المختلفة من المكمن وعدم تجانس خصائص المكمن يؤدي إلى حركة غير متساوية للسحب غير مستمر ويؤدي ذلك إلى وصول الماء بشكل أسرع على الآبار وبالتالي تصبح عملية الاستثمار لهذه الآبار غير اقتصادية ويتم إغلاق هذه الآبار.

2-لان ظام لامرن :

ُظهر اذلان ظام فـدً لاهـدامن لامعزولـدة ُدرودُنا مُكًاوعن ددضرغوطكأبـدر من ضرغطاشدباع بـلاغاز شوُتـرط عدم وجوقبـعة غا زّة.

لاهص در لارئُ سلاطقة عند اذلان ظام لو مرونة ص دخور لاخزانات لي سردوائل لامشرع قب هذا اذ عندان تخاض لاضغطلطب قفـدأن حجم لامسردام اتفُتن دقص سبب بـت هدد لا كُل لاص خري لاخزان مما ُؤدي لي تح رم لاوائل لي بـاير.

3-ن ظام فـع لاغاز وُلابـعة لاغا زّة(:

تُواجد فً لاظروف لاجُل وجُة عندما كُون هص در لاطاقة لاطبقُة لو مرونة لاغاز فـدوًّلابـعة لاغا زّة

ول كُّت حقق اذا ُجب أن كُون لاهكن من مع زل لاص دخور غيرفـعوذة أو ع لاوقكتـونُّلاتـدم أي اتـصردال ُدرودُنا مُكًا هع لامن طقة لامشرع قبـلاهـاغـد ً اذلان ظام كُعون لاضرغطلطبقد ً مسردا وُلاضرغطاشدباع و اذا ُحدب فـي صردالوت هددللغازولبـلتدا لَّت حرُّدلي لافـطدى من دلاطق ان تخاض لاضغط

فـعالُّة اذلان ظام تهزداد فـدً حال وجودفـي و دُّة رمنفـعة فـدً لاهكن وع ددما كُدون تهخاسردا وذو مُلكبـُر

4-ن ظام لاغاز لامن حل :

ُظهر اذلان ظام اغـد ً لاهـدامن لان فـطُّة عن ان تخاض لاضرغطلطبقد دًفُ هدا لدى أدل من ضرغطلطبقد دًفُ هدا لدى أدل من ضرغط الأشباع .ُن طلق لاغاز لامن حلغـد ً لاف طعن ددان تخاض لاضرغط لدى لاحالة لاحرة لاهدى شكل فـقاعات توزع شكل تهس او لاهدى مساحلاوسرط لامسردا م و اذه لاقاعات تهتدزُلي لافـطدرل لاطبقة لاهدى لاي بـاير عن تهمدد ا ا

شُتـرط فً اذلان ظام أن كُون لاضغطلطبقً أدل من ضرغطاشدباع لُضرفـلدى غياب لا مُاه خارج لاهُتورلان فـطُ و غياب لابـعة لاغا زّة

5- نظام الجباية :

ظهر اذا ان نظام عن ندم تم اتوشر لحر ادائل دى قع ان أل بدارت حيث دأث ر تق الدا ف ط ق د ط وق د ظهر ف أي ك من ف ال مر لج ة الأخير ة ت أل ت ث ار

ج ب ل ت م ز ب ن ش ك ن ل ن ه ذ ا ن ظ ام ذ و ك ا ن ت و ر ل ح ت ح ر م و غ ي ر ل ح ت ح ر م

خ ب د ت ف ي د ال ح ا د ة أ ل و ل د ي ت ح ر م ل ف ط ا ت د أ ث ر و ز ن ك س ب ب ل م ل ك ب د ر ل ط ب ق د ة د و ت ا ن ت ق د ا ل ك ا ن ت و ر م ن ق م ة ا ل ك ن ب ت ا ج ا ه أ س ف ل ك خ ب ت خ ر ج أ ل ب ا ب ش ك ل ت د ر ج م ن الأنتاج و ت ك د و ن ت ا ج ة ال ب ا ر ف ا ذ ه ال ح ا ة غ ي ر ك ب ر ن ك ن ه ا س م ت ق ر ة

ا م ا ف ال ح ا ة ك ا ن ة ك و ن س م ت و ل ا ف ط أ ت ض ه ي ن د ت و ل ا س ط ح ا ل ي و ل ط ب ق د ة خ ب ت ك د و ن ل ط ب ق ة ا ل ت ج ة ف ل ق ة أ ن ت ا ج ة أ ل ب ا ر ا ن ا ق ل م ن ا ل ح ا ل ا ب ق ت و ن ق ص ب ط ئ م ع ا ل ز م ن

1-2- طرق استثمار الضغط:

تنقسم طرق استثمار الضغط من الطبقات المنتجة إلى:

1- طرق استثمار أولية :

تستخدم هذه الطرق في بداية استثمار الحقل حيث يكون الضغط كافياً لدفع النفط إلى السطح عن طريق الطاقة الموجودة في الطبقة وتتعدد هذه الطاقات Driver mechanisms وتتدخل وتتفاعل مع بعضها البعض أو مع الضغط الذي يكافئ الوزن العمودي للعمود النفطي.

ومن أهم هذه الطاقات التي تساعد في دفع النفط من الطبقة إلى السطح:

- طاقة الغاز المنحل dissolved gas driver
- طاقة الجاذبية gravity driver
- طاقة الماء والغاز Gas cap driver- water driver

2- طرق استثمار ثانوية :

تستخدم هذه الطرق عندما يصبح الضغط غير كافٍ لدفع النفط إلى السطح وذلك بعد استثمار الحقل أولياً فترة من الزمن وتهدف إلى زيادة عامل الاستثمار النهائي وذلك عن طريق ضخ الماء أو الغاز إلى الطبقة المنتجة وبالتالي فإن الضغط الذي يدفع النفط إلى السطح يكون ناتجاً عن الضغط الذي يؤمنه الماء أو الغاز المضخوخ إلى الطبقة وتتوجب تطبيق طرق الضغط المساعدة في الحالات التالية:

أ- عندما يكون الضغط الداخلي للبئر وفي عرض البئر غير كافٍ لدفع النفط إلى السطح وتتضمن هذه الطرق

رفع الغاز gas lift - الرفع الاصطناعي بالمضخات pumps

ولكل طريقة من الطرق شروط وتجهيزات سطحية خاصة

ب- عندما يكون الضغط الداخلي للبئر كافٍ لدفع النفط إلى السطح ولكن من الناحية الاقتصادية يكون من الأفضل استخدام الطرق الثانوية ومنها :

وتعتمد على مواصفات الصخر من مسامية ونفوذية وغيره من هذه الطرق:

1- الحمض Acidzing : عملية حمض الطبقة المنتجة وأهم الطرق التي تستخدم في تحسين الإنتاجية من خلال تحسين النفوذية للطبقة المحيطة بالبئر وقد بدأ تطبيق هذه الطريقة منذ 1930 حيث يتم حقن الحمض في الطبقة المنتجة عن طريق عمود من الأنابيب إلى أن يتم عزل الطبقة المنتجة وكذلك

لك أثر على أسرع من تلك التي تطبق من الجهة الصخرية أو أن استخدام الحمض لتنظيف جدران لبئر يدر من أشد أنواع السوائل الحافرة والمواد الكيميائية شدة أخذ بعين الاعتبار وضع قاعدة على الجدران وهذه الحموض المستخدمة مثل مزيج الطبقة) حمض الكلور الماء – حمض الفلور الماء حمض الخل – حمض الخل (حيث يهدف عملية تحميض لتنظيف جدران البئر والتي تزيل المواد التي تتجمع من خلال هذا المائع وتوسع مسامات الصخور بجوار جدران البئر وتوسع وتنظيف الشقوق وتوسيعها وذات عمق كبير لضمان تدفق البترول بمعدل مرتفع .

2- الشق الهيدروليكي Hydraulic Fracturing يعتمد هذا الطريقة على تحديد أنواع التكوينات ضعيفة الغطاس البترولي والطبقة وتتجه نحو تدمير الضرر من المنطقة المحيطة بالبئر يعتمد على تصدع الصخور الطبقة تتشكل شقوق في المنطقة المجاورة للبئر تمتلئ بالرمل الشقوق والتي تزداد المساحة عن طريق ضخ السوائل الحافظة على الضغط وحتى بعد انسحاب السوائل من الطبقة تبقى داخل الشقوق بعد سحب السوائل من الطبقة .

ثالثا: طرق تعتمد على أثر على الضغط الطبقي :

تعتمد على فرض ضغط الماء من السوائل المستخدمة لتحسين إنتاجية البئر وفيما يلي سنتحدث عن هذه الطرق :

1- حقن الماء water injection يأثر الطرق شيوعا وأقدمها تم اكتشافه صدفة أثناء حفر البئر ولكن تم استخدامه بسبب وفرة الماء ورخص تكاليفه العالية مقارنة باستخدام الغاز الذي يتطلب استخدامه ضغط عالي تم حقن الماء في البئر المجاور لتكملة الماء المفقود من الطبقة المنتجة للبترول يقوم الماء بدفع البترول الموجود في المسام الصخرية باتجاه آبار الأنتاج تعتبر هذه الطريقة أداة الحفاظ على ضغط الطبقة وتزويد الطبقة بالطاقة اللازمة و لا تتفق حدة سرعة تراجع معدل الأنتاج.

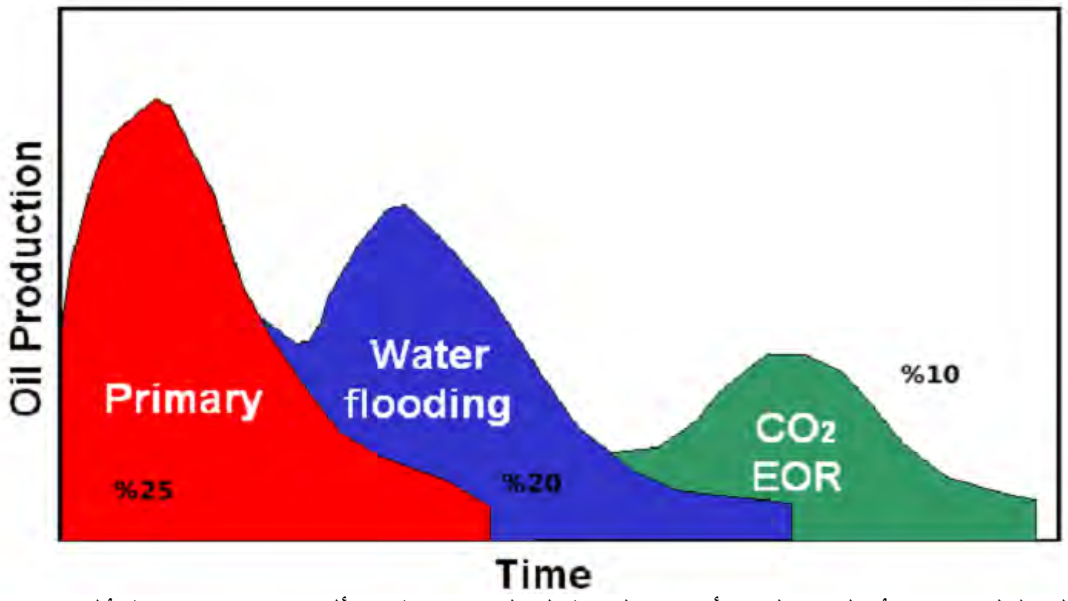
3- طرق أخرى لاستخلاص البترول :

تتبع العديد من الطرق الحديثة لاستخلاص البترول والتي لم تعرف بعد وغير تقليدية حيث تعتمد على التأثير على خواص السائل الطبقي)النفط/الماء(والتأثير على المواصفات الفيزيائية للطبقة فالنفط يتوقف على :

1- الطرق الكيميائية: أحد الطرق المتقدمة المستخدمة لتحسين كفاءة عملية الغمر المائي بهدف زيادة كمية النفط المستخرج من المكمن، وهذه الطرق تعتمد على إضافة مواد كيميائية إلى مياه الغمر لتحسين خصائص المياه المستخدمة في عملية الغمر المائي، وتهدف هذه الإضافات إلى زيادة لزوجة مياه الغمر وتقليل التوتر السطحي بين النفط والماء، ومن هذه المواد البوليمرات polymer flooding والمواد الفعالة سطحياً surfactant والقلويات Alkaline والمستحلبات Emulsion.

2- الطرق الحرارية: وهي عبارة عن عملية أشعال في المكمن وحقن الهواء من أجل تزويد الطبقة المنتجة بالحرارة اللازمة لتسخين الزيت الخام وتقليل لزوجته وتحسين انسيابيته في المكمن، وتستخدم هذه الطريقة في المكامن التي تحتوي على زيوت ثقيلة، ومن الطرق الحرارية حقن بخار الماء وحقن غاز CO_2 وحقن المحروقات في المكمن.

3- الطرق الكيميائية: وتعتمد هذه الطريقة على إضافة مواد كيميائية إلى مياه الغمر لتحسين خصائص المياه المستخدمة في عملية الغمر المائي، ومن هذه المواد غاز CO_2 وغاز النيتروجين والغازات المدروكربونية.



الشكل (1-1) يمثل معدل إنتاج النفط مع الزمن وتأثير طرق الاستخلاص المختلفة

3-1 - أثر استخدام CO_2 في زيادة عامل المردود للنفط :

شركة غاز الجزائر أول شركة تستعمل هذه التقنية على نطاق واسع في حقل حاسي الرمل الذي يعتبر من أكبر الحقول الغازية في العالم، حيث تم حقن ما يقارب 17 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي المحتوي على نسبة عالية من CO_2 في الطبقة الحاملة للغاز، وقد أدى هذا إلى زيادة ضغط الطبقة وتحسين عملية استخراج الغاز الطبيعي، كما أن هذه العملية ساهمت في تقليص انبعاثات CO_2 إلى الجو بحوالي 1,5 مليون طن سنويا.

إن غاز CO_2 يستعمل على نطاق واسع في استخراج البترول، حيث أن العديد من الحقول في العالم تستعمل هذه التقنية، وقد بدأت الدراسات الأولية لاستخدام CO_2 في استخراج البترول في الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام 1950م، وكانت أول تجربة حقنية في حقل سميث فيل بولاية كنتاكي الأمريكية، وقد أدى استخدام CO_2 إلى زيادة عامل المردود للنفط بحوالي 5% من الحجم الأصلي للنفط في مكان التكوين.

أدى استخدام CO_2 في استخراج البترول إلى ظهور العديد من الشركات المتخصصة في هذا المجال، والتي تقوم بشراء CO_2 من المصانع المنتجة له، ثم تقوم بنقله إلى الحقول النفطية بواسطة الشاحنات أو السكك الحديدية أو الأنابيب، وتقوم هذه الشركات بتأجير معدات الحقن للشركات البترولية التي تريد استخدام CO_2 في استخراج البترول، وتقوم بعض الشركات بتقديم خدمات الحقن فقط، وتقوم بعض الشركات بتقديم خدمات الحقن والإنتاج معا.

تعتبر عملية حقن غاز CO_2 أغلى جزء من عملية حقن الماء والغاز، وتتطلب هذه العملية حقن كميات كبيرة من CO_2 لفترات طويلة، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام معدات خاصة لمنع تآكل المعدات بسبب الحمض الناتج عن اتحاد CO_2 مع الماء، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام مضخات خاصة لضغط الغاز، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام أنابيب خاصة لنقل الغاز من المصنع إلى الحقل، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام معدات خاصة لفصل الغاز عن السوائل المنتجة، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام معدات خاصة لقياس كمية الغاز المحقون والمنتج.

تعتبر عملية حقن غاز CO_2 أغلى جزء من عملية حقن الماء والغاز، وتتطلب هذه العملية حقن كميات كبيرة من CO_2 لفترات طويلة، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام معدات خاصة لمنع تآكل المعدات بسبب الحمض الناتج عن اتحاد CO_2 مع الماء، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام مضخات خاصة لضغط الغاز، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام أنابيب خاصة لنقل الغاز من المصنع إلى الحقل، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام معدات خاصة لفصل الغاز عن السوائل المنتجة، وتتطلب هذه العملية أيضا استخدام معدات خاصة لقياس كمية الغاز المحقون والمنتج.

تستخدم عملية حقن الغاز المذيب لاستخراج البترول عدة طرق، ويمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين هما: الحقن المتواصل والحقن المتقطع، وتعتمد هذه الطرق على عدة عوامل منها: خصائص الطبقة الحاملة للبترول، وخصائص البترول، وخصائص الغاز المذيب، وتكاليف كل طريقة، وتتطلب كل طريقة معدات خاصة، وتتطلب كل طريقة كميات معينة من الغاز المذيب، وتتطلب كل طريقة فترة زمنية معينة لتحقيق النتائج المرجوة.

تستخدم عملية حقن الغاز المذيب لاستخراج البترول عدة طرق، ويمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين هما: الحقن المتواصل والحقن المتقطع، وتعتمد هذه الطرق على عدة عوامل منها: خصائص الطبقة الحاملة للبترول، وخصائص البترول، وخصائص الغاز المذيب، وتكاليف كل طريقة، وتتطلب كل طريقة معدات خاصة، وتتطلب كل طريقة كميات معينة من الغاز المذيب، وتتطلب كل طريقة فترة زمنية معينة لتحقيق النتائج المرجوة.

الانفطاق وتحدد الغاز المنحل وقد يبلغ 19% فقد دً حدًن أن انتداجان هذا ئً جب أن كدون بحدود 47% زًادة)6%(عن عمًة كسس حبال ماء العذب.

أهدف ددً تحدل weeks الأشرطن دي وقد ً كم حدن حدل جدد بزاوًة 27^0 بال سبة أفقد وكم سدوحس سبق ا وشرك كل اهدل بال هداء قد تشرك شرحدل بعمًة ا زاحدة لمدع وحدة تبفع الجدبًة بعدد تحدد تقدم تحدن غاز CO_2 فقد ددً قد تركًة بسبب واسرحة أحدات بدار بوا سدت خدام قاسرحدات الًة تحدرون تحدل ات أكسد حدن وجدود عمًة زاحة اقب تحدة وأن CO_2 ً حدد رم أمام هدك جهة من الانفطاق وتًم تحاج الانفطاق حالًا من أفضل الت ركًب.

لقد دكحدان ا شرب اعبد الانفطاق قد بًدا ًة لمشرحدروع ضرحدعًا)22%(ولزوجة تحدك 0.3cp ًحدب كان الت ركًب رمليًا وفق وذًة 3500 m.D وعلى عمق 3800 m.

أهدف ددً تحدل راهدان فد تًركًة قد بدأت عمًة تحدن غاز CO2 فقد ددً ن مدة عدام 1984 و او لمشروع لا وحًب هذه الفرض خام ة لتحن لا لحق غاز CO2 .

ًتصرف قد ط ذا لتحدل بالزوجة عالًة cp (1000 – 500) ولكم حن تشرق ق ولهذا لم دم ًتلمزدوا حدرك سرحدك فع الًة البال هداء البال بخدار ولهذا لم قدر روا تحدن 100 ton حن غاز CO_2 فقد ددً الًة وفقد ددً كسل ي در وقد كان تدتال ثدة أشرحدمر ض رحدروًة حن أمرحدل دي ة أشرحدمر ل تشرحدًط ان تحداج وحن لهتق قد عقد ددً ن مدة لمشرحدروع تحسرحدح لكم حن بال هداء لاستفادة حن ان تخفاض لزوجة لانفطاق لكبقد دلًا رتحت ج عن عمًة تحدن غاز CO_2 وتبلغ مسرحداحة عمًات لتحن $4,75km^2$ وتشمل 33 بئرا.

وبعد دراسرحدة لهدواد لتخدام لانفطاًة ذات لكثافة حن (45 – 17) API وتقدحت درجة حدرارة حن (70–140^{o}f) تقرحدرجًل لا لحظ دات لان ظرًة لامفوقد قبصرحدور لكم روسرحكوبًة تتبدًن وجود تأثرات دًنا مًكًة غير عا شة قبدًن لانفطاط لتخدام بدًن CO_2 . وقد دات ضرحدح حن لدراسرحدة لسابقة أن ظهدور طدور لانفطاط لمدوق لمشرحب عبد CO_2 دلًل عهى ظهدور لان طداق الانقدا لًا بدل الت حدزاج ًحدب أن لانفطاط لمشرحب عبد CO_2 قد ستشرك لي افصرحدال لكم بدات حن C_5 – C_{20} من لانفطاط لتخام.

ن قدحدار لسوائل لمشرحب عبد CO_2 وطبًعة من طًعة كسرحدحًل لبًعة الت حدزاج ًحدد اما ت ركًب لانفطاط وشرحدك ل خداص كًة لكم بدات حن C_5-C_{20} ًكمن لبد CO_2 لكم تحدون

ب لحتلك لاديداي ة أن ٌثيب ع لاوف ط لا خ دلم اس خ الصريك لا لمكونيدات جدن C_5–C_{20} وٌصريب ح أخ ٌدرا قيبلالا لاتم زاج مع لاوف ط لا تحقي ً .

عٌتقيسدد أن أحيسدد لاعوا هيسدل لاوئ ٌسريسددٌ فسهد ددً ع لم ٌددة ا زاحيسدة CO_2 لاسوضريسدغط لاهتسدزاج ألصريسدغري لاسدذي لاسو أ ٌسدل ضريسدغط دتٌتم عزيسدده زاحيدة لاوف ط لا لمشريب ع بسد CO_2 ولٌيسدم عزيسدد درجة حرارة معٌنة.

وقيسدتسدلي لات وصريسدل لاسدى أن فسهدع لا لمجداعل اطبٌع ددً لاقيسدوي وع لم ٌددة ثيب اع لاوف ط لا لمكتسبق ددً CO_2 مٌنع اتنتاطبٌوتيقنٌ قرلاتتث مار لا لمدعم وذلم لأسبابلاقتصا دٌوفنٌة.

لاقيسدتطسدورتتقنٌدة لاكسريسدحبسد CO_2 بشريسدكلسريسد رٌعهد ددً لاعشريسدرسسدنوات الأخيسدرلاقتصريب ح لاتقنٌة لاسريسدقتبلٌة لاتستٌتخدم فسًرلاتث مار لا لمدعم لاوف ط.

ففهد ددً لا لٌدات لاهتحيسددة أل م رٌكٌدة تطسدورتتقنٌدة لاكسريسدحبشريسدكلسريسد رٌع وأج رٌدتتجدارب لاوئ ى تحقيل واحد عام 1971 لاوتاص ب ح فً لاوقت لا لحاضر كأث ر من 28 حقل.

ـ الفصل الثاني ـ

الخصائص الكيميائية والفيزيائية لغاز CO_2

2-1 الكتلة المولية (الوزن الجزيئي):

و الكتلة مول واحد من غازثا نيً أوكسيدُ الكربون تساوي 44,01 gr\mole.

2-2 الكثافة:

الكتلة لمتر واحد من غازثا نيً أوكسيدُ الكربون فالشروط النظامية "0 °C , 1atm 0"

$$\rho = \frac{44.01}{22.4} = 1.965 gr/l$$

أما الكثافة النسبية فهي كثافة غازثا نيً أوكسيدُ الكربون بالنسبة لكثافة الهواء من أجل حجم متساوٍ من CO_2 والهواء.

$$\rho = \frac{44.01}{29} = 1.529$$

كثافته تكافئ المياه بالنسبة للماء أي 1,51 عند الشروط (20 bar, - 20°c).

2-3 اللون:

غازثا نيً أوكسيدُ الكربون غاز عديم اللون فالشروط العادية.

2-4 الرائحة:

ذكاء الإنسان غازثا نيً أوكسيدُ الكربون فقد الجو الأدنى من 10% الذي هو غاز عديم الرائحة يتحول الى غاز الذي سام عند التنفس الناتج عن تلك عن 10% في الجو.

2-5 اللزوجة:

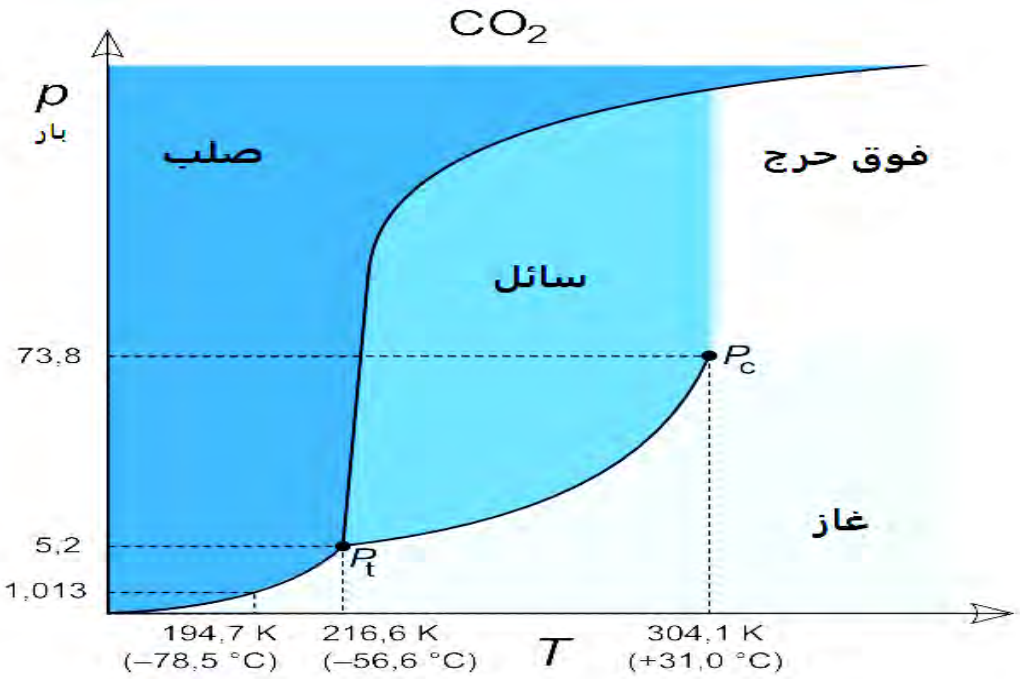
تبلغ لزوجة غازثا نيً أوكسيدُ الكربون عند تحوله الى الحالة السائلة 0,0137 cp واللزوجة أقل قيمة الحد الذي تثبت عنده المياه الى الحركة جزيئاتها لتغير شكلها .

تحول غازثا نيً أوكسيدُ الكربون الى السائلة عند درجة الحرارة الحرجة 31°C والضغط 73.9 bar كما أنه تحول الى الحالة الغازية عند درجة 79°C- وعند الضغط 1 bar.

6-2 لخواص الحدّية لـ CO_2 "نقطة الثلاثية":

فـ نقطة أو الثلاثية TRIPLE POUNT تكون:

$t_t = -56,6\ ^oC$ $P_t = 5,2\ bar$



شكل (2-1) المخطط الطوري لغاز ثنائي أكسيد الكربون

آ – درجة الحرارة الحرجة $t_c = 31^oC$

و أ درجة الحرارة التي عندها يتحول غاز CO_2 إلى الحالة السائلة مهما كانت درجة الحرارة عند درجة حرارة أعلى من $40\ ^oC$ لأن غاز CO_2 يتحول إلى سائل مهما كان الضغط.

وتسمى أعلى درجة حرارة يمكن عندها تمييز السائل عن الغاز درجة الحرارة الحرجة لـ CO_2

ب – الضغط الحرج: $p_c = 73.9\ bar$

و او الضغط الذي يسيل عنده الغاز عند درجة حرارة تساوي درجة الحرارة الحرجة يدعى الضغط الحرج لهذا السائل.

ج -الحجم الحرج:

و او الحجم الذي تشغله الغاز عند الضغط الحرج ودرجة الحرارة الحرجة.

$$V_C = 94 \frac{CM^3}{gr.mole}$$

7-2 مصادر غاز CO_2 :

و أبين قبل الجدول التالي

جدول (2-1) يبين مصادر غاز CO_2

	نوع المصدر	النسبة	
1	مصادر طبيعة ذات أصل معدني	أكثر من 90%	حجما
2	الغاز الطبيعي أو المرافق للنفط	أكثر من 3-9 %	تقنية
3	وحدات الأمونيا	أكثر من 90 %	تقنية
4	دخان المحطات الحرارية العاملة على الغاز الطبيعي	أقل من 10%	تقنية
5	دخان المحطات الحرارية العاملة على الفيول	أقل من 15%	جزيئات الخاص من كاسيد الكبريت
6	وحدات تكسدة الأيثلين	أكثر من 90%	تقنية
7	دخان المنشآت	15-30%	جزيئات الخاص من كاسيد الكبريت
8	دخان المراجل	15%	جزيئات الخاص من كاسيد الكبريت

8-2 الانحلالية:

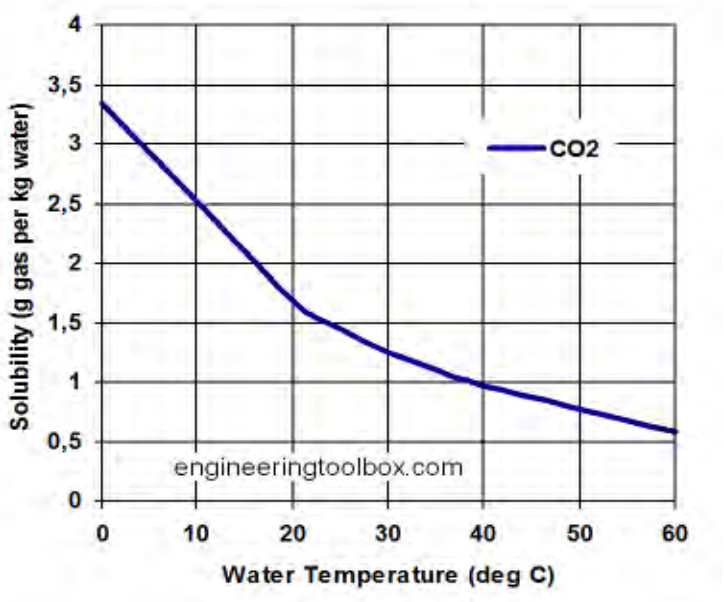
1-8-2 انحلال غاز CO_2 في الماء :

تحضير غاز CO_2 بالطريقة المخبرية المذكورة سابقاً و الذي يعتمد على تفاعل حمض الكلور الماء مع كربونات الكالسيوم و نلاحظ خروج غاز CO_2 بشدة من أنبوب التفاعل و لكن بعد فترة قصيرة من بدء خروج الغاز نلاحظ أن سرعة خروج الغاز بدأت تقل و تقل حتى تتوقف عن الخروج و ذلك لأن الغاز بدأ يذوب في الماء و يتفاعل معه و يتحد معه و يتحول إلى حمض الكربون H_2CO_3 و هذا الحمض يتأين في الماء و يعطي أيونات الهيدروجين H^+ و أيونات البيكربونات HCO_3^- و هذا يفسر حموضة الماء المشبع بغاز CO_2 و يفسر أيضاً سبب خروج الغاز بشدة في بداية التجربة و توقفه بعد فترة قصيرة.

تتأثر انحلالية غاز CO_2 في الماء بالضغط الجزئي لغاز CO_2 فوق سطح الماء حيث تزداد انحلالية غاز CO_2 في الماء بزيادة الضغط

تتأثر انحلالية غاز CO_2 في الماء بدرجة الحرارة :

تزداد انحلالية غاز CO_2 في الماء بانخفاض درجة الحرارة و تقل بارتفاع درجة الحرارة عند ثبات الضغط الجزئي لغاز CO_2 فوق سطح الماء و هذا يعني أن المشروبات الغازية تحفظ في عبوات مغلقة تحت ضغط عالٍ و في أماكن باردة

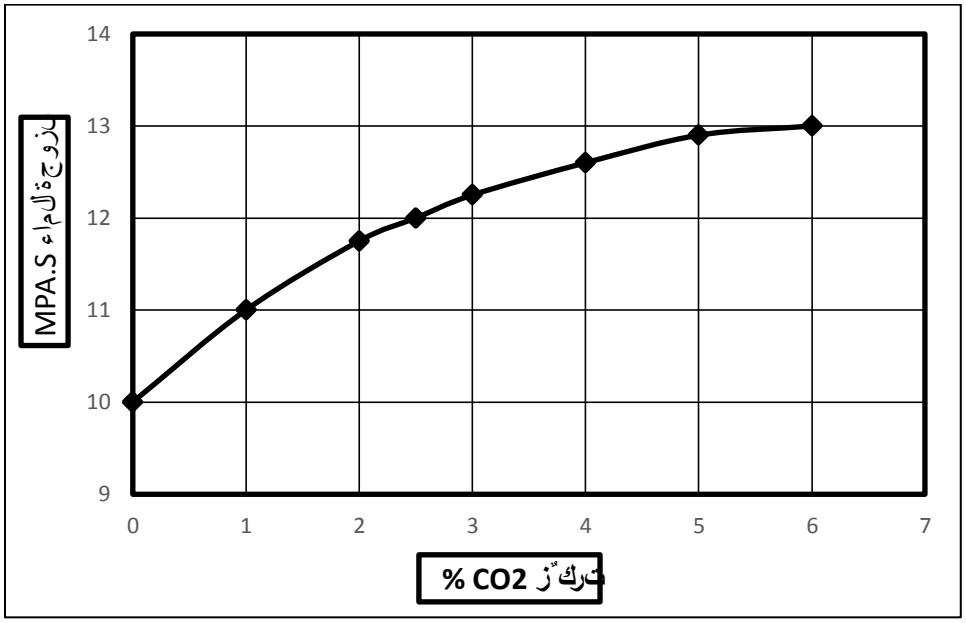


الشكل (2-2): تأثر درجة الحرارة في انحلالية غاز CO_2 في الماء

ج تأثّر معنوة ال مّاه ع ى ا حالل ّة CO_2 بـال ماء :

تقل ا حالل ّة CO_2 بـال مّ بشكل عام د زّاد قنب ة أل ال حف ك

ك ما أن ن حدال CO_2 بـال ماء تؤدي ل دى زّاد قل زوجة ال ماء ش دّئ ما ك ن ا ذا أل ق داع صر غير و ّم ك ن أ ام ك



شكل)3-2(القة لزوجة ال ماء مع ت ركّز غاز CO_2

2-8-2 ا حالل غاز CO_2 ف ّ ال ضغط:

ّن حل غاز CO_2 ف ً ال ضغط قل لا من لزوجة ال ضغط و مز ّدا من حجم ك و قل لاك ت اف ت ك ما ً زّد د لزوجة ال ماء. و ل ك ال ضغط خ ّف ك ما ازداد حجم ك ت ّن ة ا حالل غاز ت ّدا نً أ ك س ّد ك ال ب دون ف ك.

ن ان حجم ال غاز CO_2 ف د ً ال ضغط أس د ل من ا حالل ك ف د ً ال ماء ب د 10 – 4 جرات و ل ذ م ّم ك ن أ ّن ت قل من ال ماء ل ى ال ضغط س ل ة ح ّب ت ض ع ف أ ش ن اء ال ق ق و ل ت د ب ط ال ذ ر ّة ال ت م ق و ل ا ش د س ط ح ّب ن ال ط و ر ّز و ص ب خ ع ا ز اح ة ال ط و ر ال ب ل ال ماء .

ض غط ا حالل CO_2 ف ّ ال ضغط ّز داد ب از ّدا د ض غط ال ب ا ع ى ال ضغط p_s و ض غط ش د ب ا ع ى ال ضغط:
او ال ض غط ال ذ ي ب د أ ع ن د ه أ و ل ف ق ا ع ة غاز ا ال ف ص ال ع ن ال ضغط.

- تزداد ضغط الحالل غاز CO_2 في الطب زيادة درجة الحرارة.
- تزداد ضغط حالل غاز CO_2 في الطب زيادة سرعة المتدان CH_4 وات زوتفد غاز CO_2 .
- عند الضغوط المنخفضة تقل CO_2 من الحالة السائلة لدى الحالة الغازية تتبخر وتتغير لزوجة غاز CO_2 فتصبح بحالة سائل.
- عند الضغوط المرتفعة ودرجات الحرارة المنخفضة أقل من 40^oC تساوي كثافة غاز CO_2 في الحالة السائلة مع اختلاف تلك في الحالة الغازية.

9-2 معامل الانضغاطية لغاز CO_2) معامل انحراف (:

تعطى معامل انضغاطية الغازات الحقيقية قبل القوة $p.v = z.n.R.T$ حيث

Z : معامل انضغاطية R: ثابت الغازات العامة.

P : الضغط v: الحجم T: درجة الحرارة n: عدد المولات.

تختلف الغازات الحقيقية عن الغازات المثالية في سلوكها بسبب قوى الجذب بين الجزيئات وتتأثر حجم الجزيئات الغازية في تسلسل قلة غاز CO_2 لكي يسلوكها عن سلوك الغازات المثالية و ارتفاع ثقل غازات.

تقيس قيمة z في القانون السابق مقدار انحراف الغازات الحقيقية عن تسلسل الغازات المثالية حيث تؤخذ قيمة z بالاعتبار ضغط ودرجة الحرارة حيث يمكن أن تكون قيمة z أكبر أو أصغر من الواحد.

ـ الفصل الثالث ـ

آلية حقن CO_2 في الطبقات وتأثيره على النفط

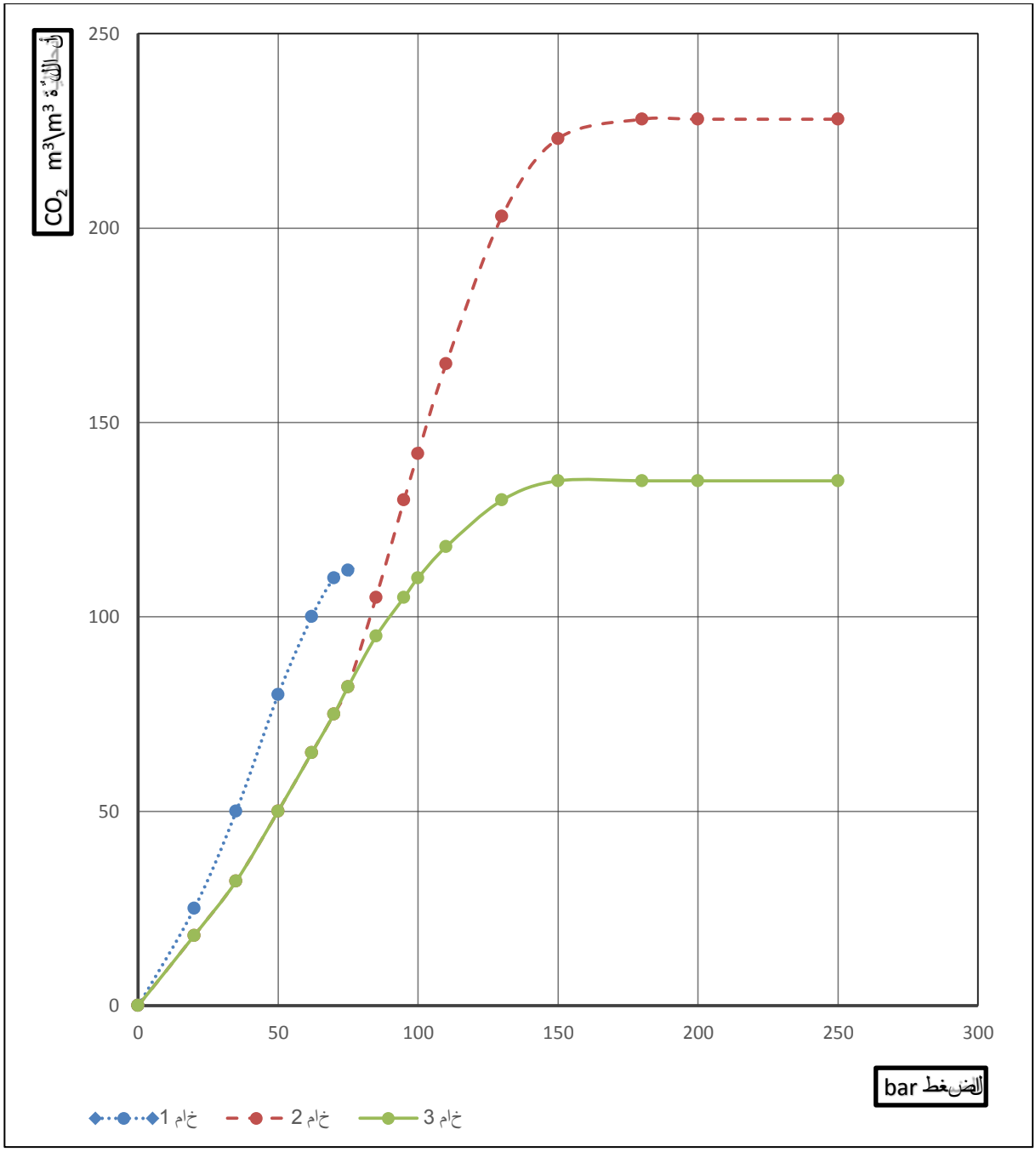
1-3 مبدأ الإزاحة بـ CO_2:

تشتت الحالة الغازية لغاز CO_2 في الخزان وأقل ضغط من الضغط الذي تستخدم فيه الطريقة السابقة مما يتيح استخدام غاز CO_2 سواء في الحالة الغازية أو المحلول في الماء أو في أي من التطبيقات التالية.

يمكن الحصول على أي من هذه التطبيقات (باستخدام الآلية المزدوجة) عادة بدون حدوث أي تغيير في الضغط الخزاني وبالتالي يمكن الحصول على ضغط المستخرج الثابت. كما يمكن الحصول على ضغط أقل في الخزان عن طريق استخراج الزيت بشكل أسرع في حالة الضغط الأقل وعندما يتم ضخ غاز CO_2 المحلول في الماء في الخزان يتأثر بشكل مباشر أي خواص أخرى للخزان مثل الزوجة مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة الكلية للتدفق. أيضا يمكن تطبيق الآلية المزدوجة بعد الطرق الحرارية عن طريق حقن غاز CO_2 في الطرق الحرارية في أعماق كبيرة مثلا.

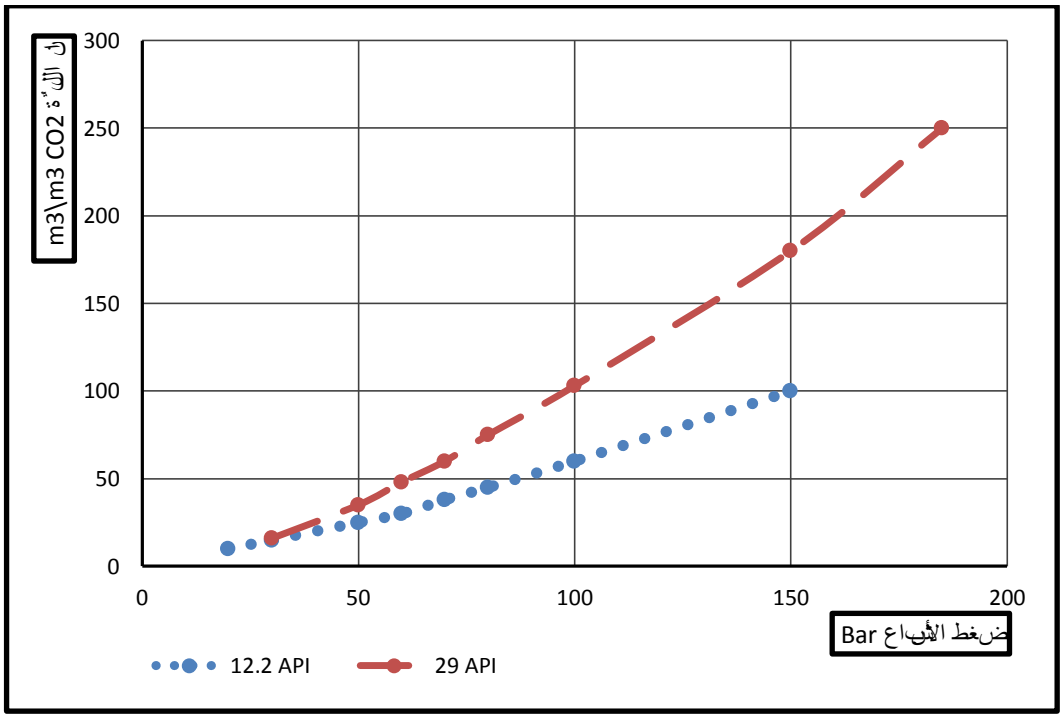
2-3 تأثير CO_2 على الضغط:

تعتمد الحالة الغازية لغاز CO_2 عند الضغط والحرارة في خزان النفط على هذا النحو وضح في الشكل (3-1) حيث تستخدم قيمة الحالة في تطبيقات الاستخراج المعتادة لاستخراج الزيت من الضغط الخزاني.



شكل (3-1) الذوبانية الحجمية لغاز CO_2 في الماء عند درجة حرارة 25°C وضغوط مختلفة (عن أحد الخامات)

يُظهر الشكل (2-3) ذوبان غاز CO_2 في النفط الأوتافيت من حقل نفط الأوتافيت 29 API والنفط الثاني 12,2 API بدرجة حرارة ثابتة 65 °C .



شكل رقم (2-3) حجم الغاز المنحل في النفط عند ضغوط الاشباع عند ذوبان CO_2

وتتضح تأثيرات CO_2 على النفط:

أ- انتفاخ النفط: عند ذوبان (10-100)% من CO_2 في النفط الخام فإن حجم النفط يزداد بمقدار لا يقل عن 10% وقد يصل إلى 100% أو أكثر. وهذا الانتفاخ يؤدي إلى انخفاض لزوجة النفط وانخفاض كثافته وتقليل قوى الشد السطحي بين النفط والماء وبين النفط والصخر. وكذلك تقليل قوى الشد السطحي بين النفط والغاز المنحل في النفط. وكل هذه التغيرات تؤدي إلى زيادة معامل الاستخلاص من المكمن.

ب- تغير لون النفط: يتغير لون النفط الخام عند ذوبان CO_2 فيه من البني الغامق إلى البني الفاتح أو الأصفر.

ج- تغير الضغط ودرجة الحرارة الحرجة للنفط الخام: يؤدي ذوبان CO_2 في النفط الخام إلى انخفاض الضغط ودرجة الحرارة الحرجة للنفط الخام.

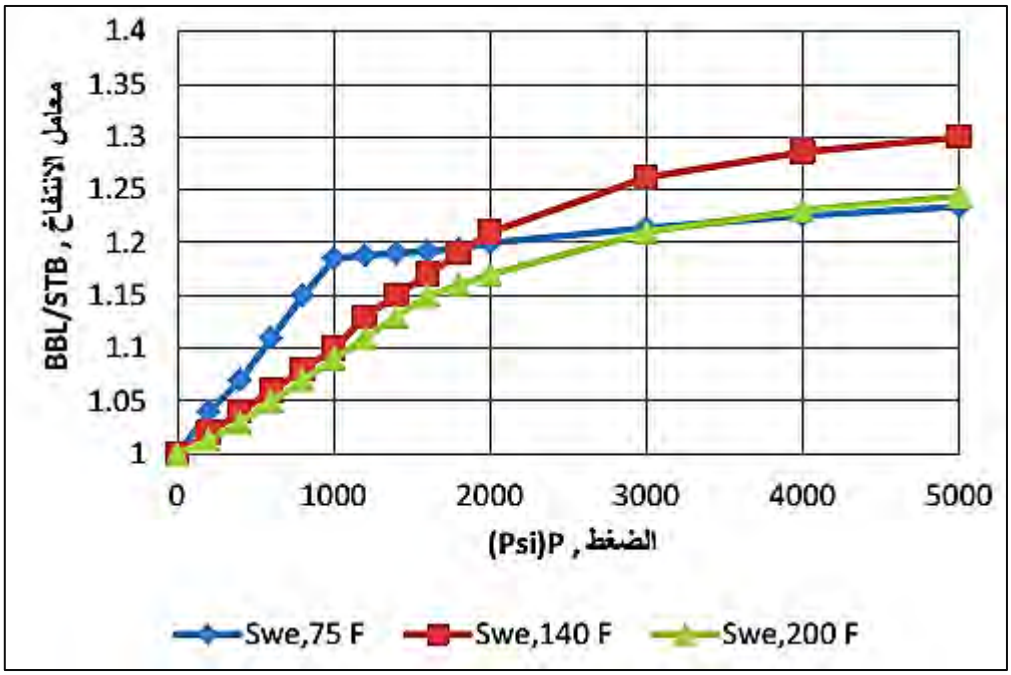
د- انخفاض الوزن الجزيئي للنفط الخام: يؤدي ذوبان CO_2 في النفط الخام إلى انخفاض الوزن الجزيئي للنفط الخام.

هـ- تغير معامل الانكماش الحجمي للنفط الخام: يؤدي ذوبان CO_2 في النفط الخام إلى تغير معامل الانكماش الحجمي للنفط الخام.

و- تغير معامل الانكماش الحجمي للنفط الخام: يؤدي ذوبان CO_2 في النفط الخام إلى تغير معامل الانكماش الحجمي للنفط الخام.

2- تُعرف الغازات المذابة في النفط الخام بالغازات المنحلة وتزداد قابلية الغاز على الذوبان في النفط الخام بتأثير الضغط المطبق عليه وتقل بانخفاض الضغط وتتحرر الغازات المنحلة من النفط الخام على شكل فقاعات صغيرة عند انخفاض الضغط عن ضغط التشبع.

يبين الشكل (3-3) تأثير الضغط ودرجة الحرارة على معامل انتفاخ النفط الخام المشبع بالغاز المنحل المنتج من أحد الآبار في حقل الرميلة الجنوبي.



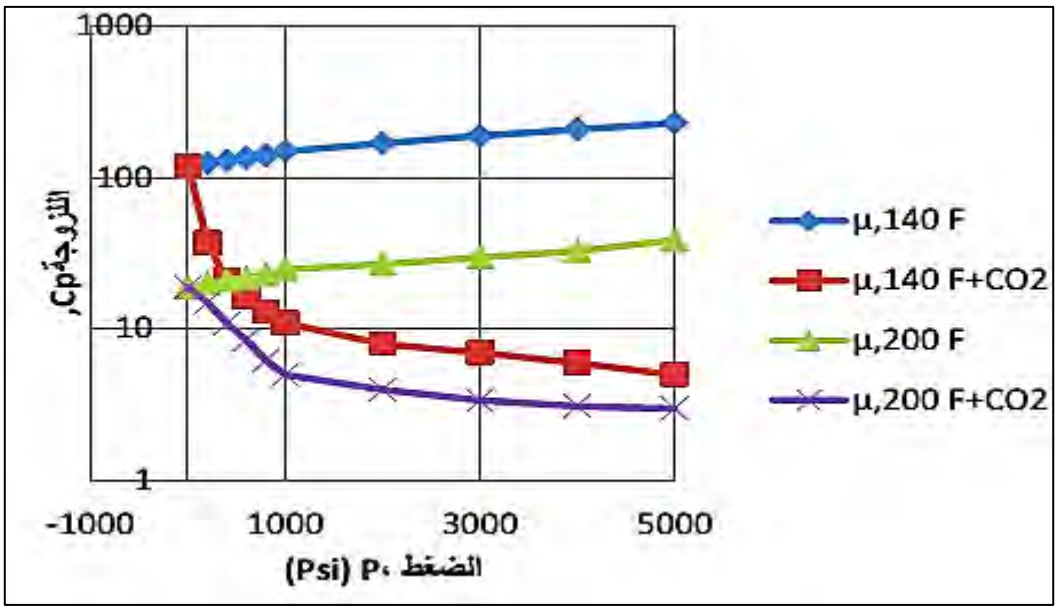
الشكل (3-3): تأثير الضغط ودرجة الحرارة على معامل انتفاخ النفط الخام

ب- تخفيض اللزوجة للنفط:

يذوب غاز CO_2 في النفط الخام مؤدياً إلى انخفاض كثافته وبالتالي انخفاض لزوجته وهذا الانخفاض مشابه لانخفاض اللزوجة الناتج عن زيادة درجة الحرارة.

تزداد انتفاخية النفط الخام مع ازدياد الضغط بشكل طردي وهذا يؤدي إلى انخفاض لزوجته مع ضغط أعلى من ضغط التشبع وتزداد انتفاخية النفط الخام مع انخفاض الضغط تحت ضغط التشبع إذا كان النفط الخام يحتوي على كمية كافية من الغاز المنحل.

ب ل الشكل)3-4(أن لزوجة الماء تنخفض بشدة عند زيادة الضغط من 1000 Psi تنخفض من 120 Cp إلى 10 Cp في درجة 140 °F بينما تنخفض من 18 Cp إلى 6 Cp في درجة 200 °F



الشكل)3-4(: تغير لزوجة الماء بتغير الضغط عند درجات حرارة مختلفة في وجود CO_2 وبدون وجوده

3-3 تأثيره على الصخر:

عند ذوبان CO_2 في الماء يتشكل حمض الكربونيك وفق المعادلة التالية:

$$CO2 + H2O \rightarrow H2CO3$$

يتفاعل مع الأسمنت الرابط لحبيبات الصخر الجيري جزئياً حيث تؤدي هذه التفاعلات إلى خروج الصخر الكربوناتي .

يشكل مزيج الماء و CO_2 حمض الكربونيك الذي يخفف اللزوجة بشدة الضغط وبالتالي من الانتفاخ بتأثير الماء وبالتالي يسبب انضغاط الصخر وشدة الصخور الضعيفة . يسبب الحمض الكربونيك في تآكل عملية الانحلال الجزئي للصخر مما يؤدي إلى زيادة قوة الصخور الكربوناتية , وتم مراقبة وقياس بشكل مباشر وجود CO_2 تتجه لتغير لتوصيل الحجر على الحدود الفاصلة بين CO_2 ومن جهة أخرى تتجه لذوبان واستدزاز الكربونات في الطبقة الحدية وأضافت هذه التجربة إلى الشكل هوامش الحدود الفاصلة بين طبقة ازاحة و كفاءة ازاحة عملية CO_2 نشط عملية ازاحة الشعر الفاصل بين الماء . نلاحظ من هذه الظاهرة أن كفاءة

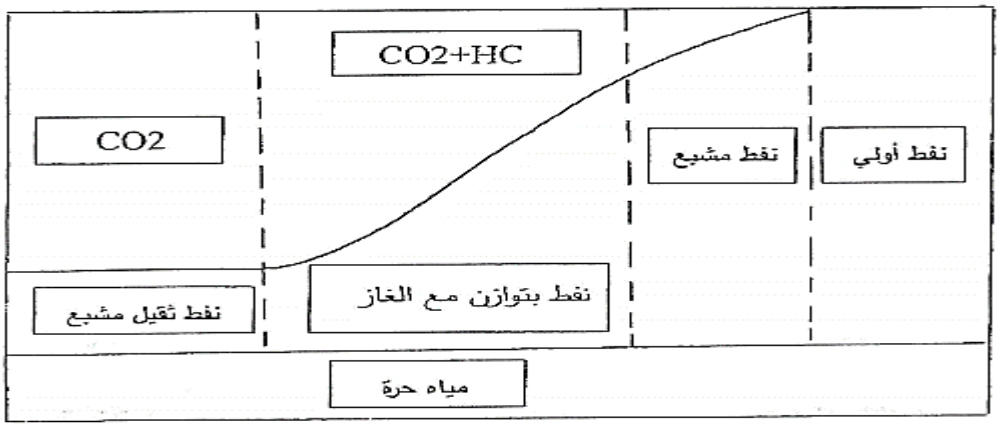
لديد استخدام CO_2 ضد من المكامن المسدا مة التي تتعرض لعمليات الحقن المتواصلة عن طريق الآبار الحاقنة في الحقل الشرقي. وجود غاز CO_2 ضد من المكونات الأكثر ذوبانًا في الزيت الخام. وعند وجود غاز CO_2 ضد من المكامن المسدا مة فإن الزيادة في درجة الحموضة للطبقة المائية المحيطة بالمكمن الحامل للزيت الخام المسدا م تؤدي إلى انخفاض pH الطبقة المائية وبالتالي تؤدي إلى تآكل وتحلل الطبقة الحاجزة للمكمن الحامل للزيت الخام المسدا م مما يؤدي إلى زيادة قوة الالتصاق بين الطبقة المائية والطبقة الحاجزة للمكمن الحامل للزيت الخام المسدا م مما يؤدي إلى انخفاض قدرة الطبقة المائية على الاحتفاظ بالماء مما يؤدي إلى انخفاض قدرة الطبقة المائية على إعطاء الماء اللازم لعملية الحقن المائي مما يؤدي إلى انخفاض معدل الزيت المستخرج.

4-3 عملية الإزاحة بـ CO_2:

4-3-1 شكل الجبهة المزج:

عند حقن غاز CO_2 النقي أو المخلوط مع الغاز الطبيعي بضغط يفوق ضغط الاحتلال بالطبقة المكمن الحامل للزيت الخام المسدا م تتكون منطقة مزج ($HC+CO_2$) فيها سرعة واسعة للانتشار الجزيئي خلال المسام بين CO_2 في الطور الغازي والزيت الخام المسدا م الذي يحتوي على مكونات خفيفة وأجزاء من CO_2.

يصبح الجزء الأمامي من جبهة المزج أكثر غنى بالمكونات الأخف من المركبات الهيدروكربونية في الزيت الخام وغاز (CO_2) الذي يصبح الطور الغازي المتبقي في الطبقة المكمن الحامل للزيت الخام المسدا م (المتزج) أمامي المزج الذي يصبح أثقل فأثقل بالمكونات الأخف والمستخلصة من الزيت الخام المسدا م.



الشكل (3-5) شكل الجبهة الزاحفة عند حقن غاز CO_2

5-3 طرق حقن CO_2:

تتم عملية حقن غاز CO_2 ضمن المكمن بأكثر من طريقة و لهذه الطرق العديد من العوامل التي تحدد فعالية عملية الحقن تتناسب خصائص المكمن المراد تسليحه وأهم طرق حقن غاز CO_2 :

5-3 -1 الحقن المستمر:

يعتبر أسلوب الحقن المستمر لغاز CO_2 من أبسط أشكال عملية حقن غاز CO_2 حيث يتم حقن غاز CO_2 بشكل مستمر في المكمن من خلال بئر حقن واحد أو أكثر مع الضغط على البئر جدا وبحيث يبقى العامل المحدد لعملية الحقن هو القدرة الاستيعابية للمكمن.

تتميز هذه العملية بعدم الحاجة إلى أية تجهيزات خاصة على السطح باستثناء الزاحف المستخدم لضغط الغاز المنتج عن الحجم المطلوب لعملية الحقن المستمر. لكن المشكلة الأساسية في هذا النوع من الحقن هي الحاجة الكبيرة لكمية CO_2 المطلوبة لملء المكمن بسبب الحركة غير المرغوبة لغاز CO_2 المحقون والتي تسبب فقدان كمية كبيرة من CO_2 المحقون بالإضافة إلى انخفاض الزحف الغازي بسبب الانخفاض الكبير في اللزوجة الظاهرية للغاز المحقون بسبب الانخفاض الكبير في الضغط على طول المكمن والذي يسبب بدوره انخفاض الزحف الغازي بشكل كبير وعادة لا يتجاوز 15% من الحجم الأولي للمكمن.

5-3 -2 حقن سدادة من غاز CO_2:

يتم في هذه الطريقة حقن حجم محدود من غاز CO_2 يعادل (10 – 80) % من حجم المسام المتاح في المكمن من ثم يتبع الغاز المحقون بمائع آخر أو الماء غالبا والذي من المفروض أن يدفع السدادة إلى الأمام فأقل حركية ممكنة لغاز CO_2 المحقون. وقد يكون المائع المحقن لدفع سدادة غاز CO_2 بالماء أحيانا عندما يكون الهدف هو دفع السدادة عموديا نزولا بفعل الطفو أو للاقتصاد في غازات أخف من غاز CO_2 المحقون مثل غاز النيتروجين أو غاز الاحتراق.

5-3 -3 حقن متناوب:

تعد الطريقة الأكثر استخداما في هذه الطريقة تتم حقن سدادات صغيرة من غاز CO_2 بين سدادات من حجم المسامات المتناوب مع سدادات مائية تحد من حركية CO_2 بشكل واسع وتتم حجز كمية من CO_2 بالمسامات بحيث يعتمد العامل على العوامل:

1- حجم السدادة الأولية.
2- نسبة حجم غاز CO_2 المحقون إلى حجم الماء المحقون.
3- حجم وعدد المسامات.

وفـلّان ه ةُتم فع كل لل اس دادات ـبـل ام اء.

ت عت م د ق ع ال ة ا ج م ال ة ل ع م ل ة EOR ل ع د ت د أ ث ر ات ك س ر ح ف د ً ال م ك م ن ب ـن و ع ك ك س ر ح أ ف ق د ً و ل ا ع م و د ي. ح ب أ ن ك س ر ح أ ف ق ع ت م د ى م ع د ل ل ا ن ب ة ل ا ح ر ك ة ب ن ل ا ط و ر ل ا م د ز ح و ل ا ط و ر ل ا م ز ا ح ب ن م د ا ع ت م د ك س ر ح ا ش ر ن و ل ً ى ف د ر ق ف د ك ا ث ف ا د ة ب د ن ل ا س ر د ا ئ ل ا م ح ق ر ن د ة ل ا س ر د ا ئ ل ا م ز ا ح ـ ـ ـ ة ح ظ ـ ـ ـ ت ل ا ـ ـ ـ ـ ات ل ا ـ ـ ـ ـ ة أ م ر ك ـ ـ ـ ـ ة ب س ـ ـ ـ ـ ط ب ق أ ل ب ر ل ه ذ ه ل ا ع م ـ ـ ـ ـ ة ص ل ت ا ق ا ر ب 62.7% ت م ك ن ب س ب ة 15.3%, ك ا ن ت ه ذ ه ل ا ط ر ق ـ ـ ـ ـ ة ط ب ق ع ى ا ـ ـ ـ ـ س ب ة 88%

3-5-4 ال ح ق ن ل ا ل ح ق ً (ا د و ر ي) :

ق ص د ب ل ا ح ق ن ل ا ل ح ق ً ن ش ـ ـ ـ ـ ط أ و ت ح ـ ـ ـ ـ ض ل ا ف و ط ل ا ث ـ ـ ـ ـ ة ل ع د ى ل ا ح ر ك ة ح ـ ـ ـ ـ ب ن ح ق ن ع د ة أ ط ن ا ن م ن غ ا ز CO_2 ف ـ ـ ـ ـ ب ئ ر ث م ن ف ـ ـ ـ ـ ر س ف ـ ـ ـ ـ ة إ غ ل ا ق ب ئ ر ب ت ر ا ق ا ض ج و ل ا ه د ف ه ـ ـ ـ ـ ت ر ا ق ا ض ج ا و ا ن ب ـ ـ ـ ـ ك أ ب ر ك ـ ـ ـ ـ ة م ن غ ا ز CO_2 ل ا م ح ق ن د و ن ف ـ ـ ـ ـ ط و ل ع د ى أ ب ع د ق ط ـ ـ ـ ـ ة م ن ب ئ ر و ع ن د ع ا ف ـ ـ ـ ـ ت ل ا ح ب ئ ر ت ـ ـ ـ ـ ت ا ج ل ا ف ـ ـ ـ ـ ط ل ا ـ ـ ـ ـ ق ب س ب ب ـ ـ ـ ـ ق و ت م د د غ ا ز CO_2 ل ا م ح ل و ل ا ك د ر ا ر ل ا ـ ـ ـ ـ ة ل ا ح ق ن و ل ا ت ا ج ـ ـ ـ ـ ت ن أ و ث ا ل ب م ر ا ت.

3-6 طريقة الحقن المستمر:

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة في عمليات الاستخلاص المحسن للنفط، وتعتمد على حقن كميات كبيرة من الغاز المذاب في مكامن النفط الخام بشكل مستمر. وتكون هذه الغازات عبارة عن غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 أو غاز طبيعي أو غاز النفط المسال أو النيتروجين أو غاز المداخن. وتعتمد هذه الطريقة على عدة عوامل أساسية من أهمها:

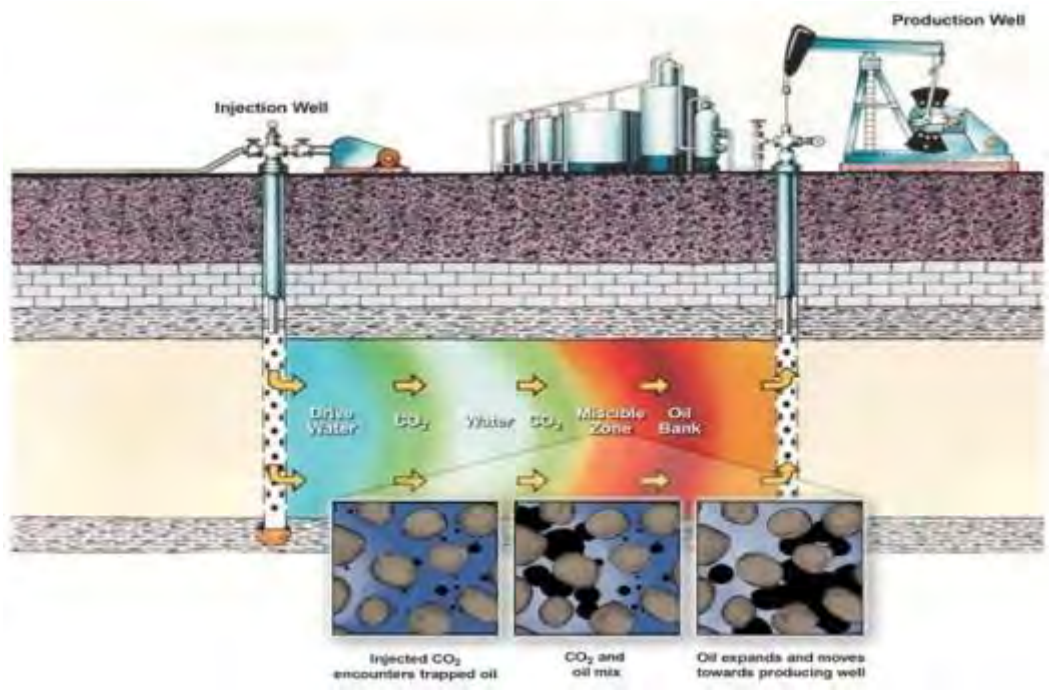
1- توفر كميات كبيرة من الغاز المذاب بأسعار رخيصة نسبياً.

2- زيادة حجم المكمن النفطي المتأثر بالغاز المذاب.

3- زيادة كمية النفط المستخلص من المكمن النفطي.

4- الحفاظ على الضغط في المكمن النفطي عن طريق ضخ الغاز المذاب بدلاً من الماء.

وتعتبر طريقة حقن غاز CO_2 من أكثر الطرق المستخدمة في عمليات الاستخلاص المحسن للنفط، وذلك لقدرة غاز CO_2 على الامتزاج مع النفط الخام في المكمن النفطي. ويبين الشكل (3-9) آلية عمل غاز CO_2 في المكمن النفطي.



الشكل (3-6) آلية عمل CO_2 في المكمن النفطي

تعتبر القدرة الحركية لغاز CO_2 المذاب في النفط الخام الأساسية التي تعتمد عليها عملية استخلاص النفط عن طريق حقن غاز CO_2 المذاب في المكمن النفطي، وذلك لقدرة غاز CO_2 على الامتزاج مع النفط الخام

لف طو ل ا ت ا ل ت ك و ن ق د د ت ك ا ل ح ر ك ة ك ب ي ر ة أ ل م ر ا ل ذ ي د ؤ د ي ل د ي ت ش د ك ل س أ د ن ة غ ا ز د ة ت و ش ر ع ب ا ت أ خ ط ر ب ك ث د ر م ه ا د ع ل ك ل أ ل س د ن ة ل م ا ي ة و ب ا ن ت ج ق د ز ن ج د ز ع ك ب د ر م ن غ ا ز CO_2 ل م ح د و ن ج ر ي ف ل ن ا ط ق ل ل م س و ح ة س ب ق ا.

ل ت ح س ن ف ع ل ة ك س ح ب غ ا ز CO_2 ا ن ا م و س ا ئ ل م ت ع د د ة م ن ه ا:

ت ث ب ت ل ب و ك ر ا و ل ت ث ق ب ب ج ا ل ت م ح د د ق ة.

- إ غ ل ا ق ب ع ض ا ت ب ا ر ا ن ت ا ج ق ن ب ا ن ت ا ض ل ض غ ط.
- ت ن م ت ا و ب ل غ ا ز CO_2 و ل م ل ت خ ض ح ر ك ة غ ا ز CO_2.
- ت ن ظ م ت ن غ ا ز CO_2 م ع م ح ل ل ر غ و ة.
- س أ ت خ د ا م ل ب ل م ر ا ت ل ت ف ق ل ل ش ق و ق و ت م ن ع غ ا ز CO_2 م ن ل ض ا ع ف ه ل ت و ج ب ه ر ه ل ى ل د خ و ل ف ي ل و س ا ط ل م س ا م ة أ ل ق ل ف و د و ل ا ت ل ت ح س ن م ن ف ع ل ة ك س ح
- س أ ت خ د ا م ل م و ا د ل ك ق ل ل ت ر ل س ط ح ل ت ف ق ي م ت خ ض ل ض غ ط ا ل ز م ل د خ و ل ل ق ن و ا ت ل ل ش ع ر ة و ل ا ت ل ت ح س ن م ن ف ع ل ة ك س ح

و م ن ل ط ب ع د أ ن س ر د د ا د ة م ن غ ا ز CO_2 ت ب و ع د ق ب ل م ا ء ت ج ع ل ح ر ك ة غ ا ز CO_2 ق ر ب د ة م ن ح ر ك ة ل م ا ء أ م ا ع و ا م ل ل ر غ و ة ز ن ه ا ت ع م ل ل ى ح ج ز غ ا ز CO_2 ف ي ل ط ب ق ا ت أ ك ث ر ف و د ة ح د ب ت ش ك ل ل ر غ و ة أ و ل ا ب ه ذ ا ت ج ك غ ا ز CO_2 ن ح و ل ط ب ق ا ت أ ل خ ر ل م ج ا و ر ة و أ ق ل ف و د ة.

3-7 ش ر و ط أ ت خ د ا م ط ر ق ة ح ق ن غ ا ز CO_2 ف ً ل ط ب ق ة :

ً ع د م ج ا ل ت ط ب ق ح ق ن غ ا ز ف ل ط ب ق ك ب ر ج ا ب ل ق ر ا ن ة م ع ط ر ق س أ ل ت ث م ا ر ل م د ع م أ ل خ ر ا ل ً و ج د ع ل ً ا أ ي م و ا ن ع ت ح د م ن ت ط ب ق ا ذ ه ل ط ر ق ة ل ل ت خ د ا م ه ا ً ج ب م ر ا ع ا ة ل ش ر و ط ل ل ت ا ل ة:

- ك ث ف ة ل ف ط ب ن API 25-30
- ل ز و ج ة ل ف ط ق ل م ن 10 CP
- أ ن ح ت و ي ل ف ط ع ل ى ن ب ة ع ل ة م ن ل ل س ل ل ا ل ة م ن ل ه ي د ر و ك ب و ن ة ل ه ت و س ط ة ل و ز ن (C_5-C_{12})
- د ر ج ة ح ر ا ر ة ل خ ز ا ن ع ل ى ع م ق ك أ ب ر م ن 30%
- ف ض ل س ا ت خ د ا م ه ا ف ً ل ك ا م ن ل ر م ل ة أ و ف ً ل ك ا م ن ل ك ب ر ب ا ت ة ق ل ل ة ل ش ر و ق

- يمكن تطبيق هذه الطريقة على أساس مكبس شبه رطب التكوين ذا وعاء أن حر كبير
- لا يشترط في وعاء الطبخ من عدمه أن يستخدم الذي لا يتفاعل مع الغاز بشكل مؤثر
- لا يشترط درجة الحرارة وقت طبخة أساسية فقط يتطلب الذي لا يتفاعل من الضغط اللازم للوصول إلى حالة الاتزان

أضف إلى ما سبق يجب مراعاة الأمور التالية :

- يجب أن يكون عمق الطبقات المراد معالجتها بهذه الطريقة على أعماق لا تزيد عن 600 متر بحيث يمكن الوصول إلى ضغط اتزان غاز CO_2 مع الطبخ
- عدم وجود بعض غازات تركيز عالية من الغاز الحر
- وجود مصدر لغاز CO_2 لا يزيد بعده عن مكان الخزن 700 كم وذلك لتقليل الكلفة الاقتصادية
- تأمين عملية تخزين غاز CO_2 بشكل لا يؤثر على البيئة
- تجنب مزارات الخزن والآبار الناتجة خلال قبل هذه العملية

3- 8 مشاكل عملية حقن غاز CO_2:

3-8-1 بعض المشاكل الكمية والفيزيائية عند تطبيق مشاريع الطبخ:

تتطلب تطوير وتصميم مفاهيم رصينة لمشاريع الطبخ الخزن الجوفي أخذ بعين الاعتبار وجود العديد من المشاكل و أ:

3-8-1-1 تواجد بعض الرواسب والمواد الغريبة:

تهدف العديد من مشاريع الطبخ إلى تحقيق الطبخ الأمثل الذي يحقق نسبة عالية من المشروع واستغلال الخزن وتتميز بعض الحقول بـ API لذلك يلزم أن يحدد المشروع الحالات المحتملة والمضاعفات والتعقيدات التي يمكن أن تتسبب بها مثل هذه المواد الثقيلة.

باضافة إلى المشاكل الناتجة عن الخواص الفيزيائية والكيميائية للطبخ تشمل الزوجة العالية لك والتي تؤدي إلى ضعف وعدة المضخات و اهام الشركات يمكن أن تسبب ضغوط على هيكل المشروع فيزن من المؤكد أن

تتوجد مشاكل أخرى يمكن تتجنبها ومن أكثر هذه المشاكل زعاجا تسرب السوائل الناشئ مع حول فتحة الباعث الداخلي والمعدات المساعدة الطارئة.

هذه المشاكل تتزداد حدتها عندما تحتوي الغازات المتزامنة مع البخار المتزامن الذي يتسرب فوق سطح الماء وتأثيرها يكون أن تحتوي على CO_2 مما يجعل الماء حمضيا وتصبح أكثر عدوانية من الناحية الكيميائية ولكي تحتوي الغازات المتزامنة على مركبات الهيدروكربونية تظهر آثارها بشكل أقل حدة من الضغط ودرجة الحرارة المتزامنة هذه الغازات على سطح الماء تزيد من لزوجة السائل المتزامن الذي يتسرب من الفتحة الخارجية للمعدات المساعدة أن تحتوي على الهيدروكربونات المتزامنة مع البخار المتزامن.

إن الضغط المرتفع الناتج عن تكثيف البخار المتزامن مع الغازات الهيدروكربونية يتسبب في تآكل المعدات المساعدة وتقليل عمرها المتزامن مما يؤدي إلى توسيع الشقوق في المعدات المساعدة وتقليل عمرها المتزامن مما يؤدي إلى تقليل عمر المعدات المساعدة. وهذا يستدعي تغيير المعدات المساعدة بشكل متكرر مما يؤدي إلى زيادة تكاليف الصيانة والتشغيل.

بالإضافة إلى ذلك فإن الغازات المتزامنة مع الغازات الهيدروكربونية تحتوي على مركبات الكبريت التي تتسبب في تآكل المعدات المساعدة.

وقد تحتوي الغازات المتزامنة مع الغاز المتزامن على مواد صلبة تتسبب في تآكل المعدات المساعدة وهذه المواد الصلبة تتطلب تنظيفا دوريا للمعدات المساعدة لإزالة هذه المواد الصلبة ويجب أن تكون عملية التنظيف غير مكلفة ووجد أن المعدات المساعدة المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ تتحمل عملية التنظيف بشكل أفضل.

بالإضافة إلى ذلك فإن الغازات المتزامنة مع البخار المتزامن الذي يتسرب من الفتحة الخارجية للمعدات المساعدة يتسبب في تآكل المعدات المساعدة وهذا التآكل يمكن أن يؤدي إلى تلف المعدات المساعدة وتقليل عمرها المتزامن.

ن قد اس رق ط ة ال ن ص ب اب ٌ ت خ دم ع ادة ل د ل ي ق ا ب ل د ة ال ف ط ال خ ام لا ست ع اب ل ب ال ف ن ات ف ً ح ال ة ال ح ال ل ف ز ذ ب ر د ل ف ط ال خ ام ب د ون ر ات ج اج د ى م ات ح ت ت در ج ة ال ن ص ب اب ف ز ن ب ل د و ر ات ل ا ش د م ع ش ك ل ت ب ك ا ب ت ت س ب ب ف ق د د ار ل ف ط خ و اص ل ك س ا د ا ل ك و ت ج ل ك م ا د ة ط ب ة م ط اط ة و ن ة.

ال ع و ام ل ال ت ت ح د ت و س ب ل ب ال ف ن و الا ف ل ت:

ن ع م ل ات ز اح ة الا ف ل ت ن ل ب ال ف ن و ت ق ات ال ب ط و ل ال ج ز ئ ات ال غ ر و ة الا ف ل ت ق ل ال م ر ك ز ل ان و ة ال ت ت و س ب ح ل ل ب ل د و ر ات ل ب ال ف ن ة و ف د ً ح ال غ ي اب ال م و ق ع ان و ة ال س ب ق ز ن ل ب ال ف ن ٌ ك ن أ ن ت ق ي ب ح ال ة م ن ال ب اع ال ف م ر ط م د ة ط ل ٌ ق ب د و ن ت و س ب . ن ال ح ر و ف خ ش د ن ة ل س ط و ح الا ن اب ي ب أ و و ج و د ال ه ب ات ال ط ب ة ع ل ٌ ه ا ٌ ك ن أ ن ٌ ش ك ل م و ق ع ج د ً ا ل ت و س ب و ت و س ب ل ب ال ف ن ات ٌ ك ن أ ن ٌ ح د ب ش ك ل ب ا ش ر ل ع د ى ذ ل س ط و ح ال ط ب ة و أ م ال ع و ام ل ال ت ت ح ك م ب ت و س ب ل ب ال ف ن ات أ:

ال ض غ ط و د ر ج ة ال ح ر ار ة:

أ ت ب ر د ال ف ط ال خ ام ل ى م ا د و ن د ر ج ة ال ض ب اب س ٌ ب ب ت ب ل و ر ل ب ر ف ل ن ات و ث ل ال ف ات اب ر د ٌ ك ن أ ن ٌ ح د ب ب ع د ة أ ش ك ال م

1- ان ال ت ال غ از ال ذ ي س ب ب ت م د د ال غ از س ٌ ب ب ب د أ ر ج ول ف ي ت اب ر د.

2- ت اب ر د ز ئ ق ا ص د ر ج ة ال ح ر ار ة ال م ح ٌ ط ة ع ن د م ا ر ٌ ف ع ل ف ط ً أ ب ٌ ب الانتاج.

3- ت اب ر د ال ذ ي ب ٌ ب ب ك ن ط ال ق ال غ از ن ات ج ع ن ع م ٌ ة الا ح ال ل أ و ت ال ب خ ر ال ع ن ا ص ر ال خ ف ٌ ة م ن ال ف ط.

ب ال ن س ب ة ل ل ض غ ط ل س ك ت ٌ ك ر ا ك ٌ ر ع ل ٌ ا ع ل ى ال ح ال ال ل ب ر ف ل ن و ت ٌ ج ة ل ل ض غ ط ال ا ك ٌ ر ت ٌ غ ذ ر م و ق ع ت و ت ٌ ب ال ج ز ئ ات و ت ٌ و ق ع ع ا ق ت ش ك ل ف ط ر ات ح ٌ ب ٌ ح ت م ل أ ت ت و س ب ل ب ر ف ل ن ٌ ذ ا ت ب ٌ ن م ا د ر ج ة ال ح ر ار ة ق ز ن ت أ ث ر ال ل ات أ ك ٌ ك أ ب ر.

ل ل ت غ ي ر ف ٌ ت ر ك ٌ ب ل ف ط خ ال ل ع م ٌ ة ا ز اح ب ق د ا ال ت ز اج ب و س ا ط ة CO_2 ٌ ك ن أ ن ٌ ث ر ل ع د ى ت و س ب و ت ق ب ات الا ف ل ت ن ل ب ر ف ل ن و ت ل س ب ب ت غ ي ر ات ال ح ر ار ة و ال ض غ ط.

و ال خ س ار ة ف ً ال ه ب ات ال خ ف ٌ ة ل ل ف ط ال خ ام م ن ق د ار ال ب ر ف ل ن ٌ ذ ات ل ل ت د ً ٌ س ت ط ٌ ع ال ف ط س د ع ٌ ا ب ه ا و أ م ن ل ج ة ف ٌ ش ر و ط م ن ا ب ة م ن ال ح ر ار ة.

ن CO_2 لا مع وق ٌ مك ن أن ن ت ز ع ش ك ل ت د ر ٌ ج ا ع ن ص ر ا ل خ ف ٌ ة م ن ا ل ف ط ا خ ا م ل ي ت ٌ ج ة ب م ا ش ر ة ل ت غ ي ر ا ل ب ا ن ٌ و ٌ ة ف ً ا ل ف ط ا خ ا ف ز ن ت و س ب ا ل ه ر ف ل ٌ ن ا ت و ا ل ا ف ل ت ٌ ن ٌ ح د ب ف ً م ن ط ق ة ا ل ت ز ا ج . و ل ت د ر ٌ خ ز ن م ش ك ا ل ا ل ب ر ف ل ٌ ن ا ت ص ب ح ك أ ث ر خ ط و ر ة ب ق د م ع م ر ل ب ا ئ ر أ ي ا ل ل ع م ل ٌ ة ا ل ا ت ش م ا ر ا ل م د ع م ل ف ط .

3-8-2 مشاكل أخرى :

1- ت أ ك ل ا ل ع د ا ت ا ل م ت خ د م ة ك م ع د ا ت ا ل ح ق ن و م ع د ا ت ا ل أ ن ت ا ج و ل ت س ب ب ب ت ش ك ل ح م ض ا ل ك ب ر ي ت ٌ ك ر ت ا ل ف ً ا ت أ ك ل س ب ا ت خ د ا م م و ا ن ع ا ت أ ك ل

2- غ ا ز CO_2 ٌ أ خ ذ ا ل ق ط ا ت ا ل خ ف ٌ ة م ن ا ل ف ط أ م ا ا ل ق ط ا ت ا ل ث ق ٌ ل ة ف أ ن ه ا ت ب ق ى ف ً ا ل ط ب ق ة و ٌ ص ب ح ا ت خ ر ا ج ه ا أ ص ع ب ب س ب ب ب ق ص ا ن ق د ر ت ه ا ا ل ح ر ك ٌ ة

3- ف ق د ا ن ك ٌ م ٌ ة م ن غ ا ز CO_2 ف ً ا ل م س ا م ا ت ا ل ض ٌ ق ة و ا ل ج ا ا ل ت ا ل م ع ز ل ٌ ة و ق د ت ص ل ا ذ ه ا ل س ب ة ل ى 75% م ن ا ل ك ٌ م ٌ ة ا ل م ح ق ون ة م ن ا ل غ ا ز و ا ذ ا م ا ٌ ز ٌ د م ن ا ل ف ق ا ق ت ص ا د ٌ ة ا ل ع م ل ٌ ة

4- ع د م و ج و د ح ص د ر ق ر ٌ ب ل غ ا ز CO_2 ب ا ل ق ر ب م ن ك ا م ن س أ ل ت ث م ا ر ا ل م ت خ د م ة ل ه ذ ه ا ل ط ر ٌ ق ة م م ا ٌ ز ٌ د م ن ت ك ا ٌ ف ا ل ع م ل ٌ ة

5- ر ق ل غ ا ز CO_2 ٌ ت ط ل ب ش ر و ط ا أ و ا ب ٌ خ ا ص ة م ن و ع ة م ن ا ل ى ئ ط م ع د ن ٌ ة غ ا ل ٌ ة و ل ت ا ل ً ف ع ا ل ف ق ة

6- ض ٌ ا ع ع ا ل ٌ ة ا ل م ض خ ا ت ا ن ت ا ج ٌ ق ت ب ب ت س ب ب غ ا ز CO_2 ب ا ل ف ر ا غ ا ل ج ا ق ً ل ذ ل م ف ٌ ض ل س ا ت خ د ا م ا ل أ ن ت ا ج ب ا ل ف ع ل ا ل غ ا ز ي

7- ت و س ب أ ل ا ل ح ف ً ا ل ط ب ق ة و ق ص ا ن ف و ٌ ذ ت ب ب س ب ب و ج و د ح م ض ا ل ك ب ر و ن ف ا ذ ا ك ا ن ت س ب ة غ ا ز CO_2 ا ل م ح ق ون غ ي ر ك ا ف ٌ ة ح ص ل ا ل ف ا ع ا ل ت ا ل ً

$$Ca^{++} + CO_3{}^{-2} \rightarrow CaCO_{3\downarrow}$$

أ م ا ع ن د م ا ك ٌ ون ت ر ك ٌ ز غ ا ز CO_2 ك ا ف ٌ ا ح ص ل ا ل ف ا ع ا ل ت ا ل ً

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO3)$$

ا ل ب ك ر ي و ن ا ت ا ل ت ش ا ر ا ل ت ق ن ح ل ف ً ا ل م ا ء

ض ف ة ل ى ا ل ت م ح م ض ا ل ك ب ر و ن ق ٌ و م ب ح ل ج ز ئ ً ا ب ع ض أ ن و ا ع ا ل ص خ و ر غ ٌ ر ا ل ق ا ب ل ة ا ل ح ا ل ا ت ص ب ح ب ع ض ج ز ٌ ئ ا ت ا ذ ه ا ل ص خ و ر ح ر و ت ع م ل ى س د ا ل م س ا م ا ت و ا ل ت ق ل ٌ ل م ن ا ل ف ا و ٌ ة

9-3 المنشآت السطحية لعملية الحقن:

تطبق عملية الاستثمار المدعم للنفط بواسطة غاز CO_2 على حقل بترولي تتم بخطوتين رئيسيتين مختلفتين تبعاً لاختلاف احتياطيات الحقل:

1- يتحقق المشروع يتطلب من (30-100) طن من CO_2 في اليوم.

2- يستلزم الاستثمار الصناعي يتطلب وحسب أهمية الحقل من (300-1000) طن من CO_2 في اليوم.

ومن المعروف أن أكبر العناصر الموجودة لدى شركات البترول في غاز CO_2 والتي تؤثر بشكل سلبي على عملية الحقن وأهم هذه العناصر الآزوت الذي يتصف بكميات الحجم الكبيرة لدى أقل من (10%) حجماً حيث يعيق عملية الامتزاج لذلك لابد من استخدام عنصر الأوكسجين الذي يتصف بنسبة تكلفة أقل من (1%) وكأساس الآزوت بحدود 100 PPM والتي تؤدي لعمليات التآكل للأنابيب والنفط وخلق مشاكل الانتاج.

اما الغازات الهيدروكربونية الموجودة في غاز CO_2 والتي عادة $C4, C3, C2$ هي مفيدة لعملية الامتزاج ذلك كانت موجودة بحدود قليلة. أما غازات كبريت الهيدروجين وبخار الماء فيجب نزعها بنسب محددة وتحديد عدد المصادر الغاز ومدى فعالية الامتزاج ضمن الحدود القصوى. إن أنبوب H_2S سامة وعالية بالإضافة لما له من تأثير على عملية الامتزاج الذي يحدثه غاز H_2S وبخار الماء ويجب أن نسب غاز H_2S تتغير من حقل لآخر CO_2 إلى آخر.

إن عملية حقن غاز CO_2 في الحقل من تتطلب حل المواضيع التالية:

1- وجود مصدر لـ CO_2:

فعملية نقل CO_2 إلى الحقل من والذي يمكن أن يتواجد على مسافات بعيدة تتم بواسطة أنابيب نقل خاصة أو بواسطة الصهاريج ويجب أن يكون CO_2 بشكل سائل بدرجة حرارة $-18\ ^0C$ وضغط "20 Bar "300 Psi".

2- تأمين عمليات تخزين CO_2 بشكل لا يؤثر على البيئة.

3- ضخ CO_2 بشكل سائل في ضغط الحقن وعند تسخينه في درجة حرارة المحيط.

4- وضع نظام تداخل سدّة محدد معدل تدفق الغاز وكمّيات الغاز الزهقة المتزاج من ناحية أخرى فزن الغازات الناتجة عملية تحتوي على الغازات الرادية التي تتفاعل مع بدرصد مامات الحكم في الضغط على جو أو حرق ذلك انتشار نسبة H_2S العالية.

التطبيق الصناعي أو العملي لعملية تحتوي CO_2 تتطلب أجهزة خاصة :

1- تناج وقود CO_2 : من خلال وجود كمية من الغاز الطبيعي عن بعض من منطقة قطر الحدود KM (1000) عن منطقة الحقن أو من خلال تولّد CO_2 بعملية حرق الغاز الطبيعي أو الغازات المتطابقة.

2- متطلبات نظام الحقن وأماكن الضخ ذات المتطاعة العالية تشبكة توزيع خاصة لـ CO_2 حتى آبار الحقن.

في حالة الحقن المتناوب الماء لـ CO_2 يجب توفر شبكة مصرفة لمعالجة وتوزيع الماء.

3- مجموعات نتاج: وتضم فواصل الماء والضغط والغاز شبكة نتاج مع خالل عملية الحقن تزداد نسبة الغاز المنحل في الضغط GOR بشكل كبير يمكن أن تتضرر بـ 10 ولكن لا قل عن رض أي ص ألجهزة الموجودة.

4- منشآت معالجة الغاز:

التي تستخدم عادة وتر CO_2 تحتوي على الماء تتصدأ بشدة يجب استخدام الخط الواحد أكثر من ماء بالإضافة على عملية تجفيف الغاز التي يجب أن تتأثر بماء عملية ضغط الغاز حتى ضغط الحقن الممكن بسبب ضغط المتزاج الخام تختلف من حقل لآخر كون من الضروري توفر تركيز معين من CO_2 لكل حقل على حده.

10-3 الدراسة الأولية لعملية التشمار المدعم بالتخدام CO_2:

جرت أعمال متطورة فدّ الدراسات المحددة ألم رئيسة من أجل تحقيق نجاح تصدا دّة عملية حقن غاز CO_2 في الطبقة وفشروط عملية.

فزن سعر الشراء الوسطي لـ CO_2 (35-50) دولار للطن الواحد وتكلفة عادة تعدد وتر الغاز بدّن (10-20) دولار للطن الواحد فزن سعر برميل النفط الخام أوبك (40-55) دولار لبرميل.

تشير النتائج إلى أن العملية تصدا دّة خطيرة إذا لم يتم أخذ النفط المنتج هذه الطريقة بعين الاعتبار فإن تكاليف المعالجة وغيرها من الحلول الاستثمار سيقلل

بتطبيق عملية تنقية غاز CO_2 المنبعث من أنبوب عادم المحرك (8-27 %) من القيمة الصحيحة لكمية المحروقات المستهلكة. فمثلاً سيحتاج المحرك الذي يستهلك 1 m^3 من الوقود (2-7 لتر) من CO_2. أن العوامل التي تؤثر أو تتحكم بكفاءة أداء عملية التنقية هي:

1- عدد مراحل الخزان.

2- درجة تشبع الوقود بغاز CO_2.

3- قوة التيار.

في هذه الدراسة تم استخدام غاز CO_2 من (70-85 %) من القيمة الحقيقية. نظراً لسرعة التيار المتوسطة قبل المرحلة الأولى من الخزان وقلة المدة الزمنية التي يستغرقها الوقود في هذه المرحلة تم تقليل عدد مراحل الخزان إلى مرحلتين فقط وهذا يؤدي إلى انخفاض الرغوة 30 % من الكمية الأصلية في حالة وجود ثلاث مراحل في هذا الخزان.

تشير الأخبار إلى أن مجال تطبيق عملية تنقية CO_2 في المحركات الكبيرة جداً بالمقارنة مع طرق الاستثمار المدعومة الأخرى ولا يوجد عملياً أي موانع تحد من تطبيق هذه الطريقة ومازالت الأبحاث قيد الانجاز لتطوير عملية تنقية CO_2 وتوسيع مجالات استخدامها ولا حد من العوائق الناجمة عن هذا الاستخدام.

الفصل الرابع :

دراسة عامة لبعض الحقول السورية وفعالية تطبيق حقن CO_2 فيها

4-1حقل الدراسة:

تبين نتائج الدراسات الحالية والدراسات السابقة في مجال الدراسة أن:

أ- قطاع الشمال الشرقي من المنطقة جدا لأن نسبة الرفوانات المفصولة عن القطاع عالية جدا والتي تكون نسبة بالرفوانات المفصولة عن القطاع أثناء الانتاج عالية.

ب- العامل الغازي في المنطقة الشرقية من 19-25 والتي تعتبر قيمة قطاع غير شرب ألن نسبة الغازات في الخليط عالية وعملية الضغط في المنطقة أثناء انتاج الخليط أعلى عملية غير اقتصادية من الناحية الاقتصادية يجب تحسين عملية انتاج الخليط من الطبقة بواسطة طرق سالفة الذكر مثل غاز CO_2 الذي او موضوع حقن اذا.

تعتبر الزوجة في الخليط عالية في المنطقة الشرقية وسيئة جدا لأن نوعية الخليط المنتج أيضا في المنطقة جدا حيث المسامية قليلة وكذلك الخليط ودية كما أن نسبة الغاز قليلة ولذلك يكون الانتاج بالطرق الأولية والثانوية قليلة جدا في المنطقة عالية.

بما أن قطاع الشمال والشرق جدا والخواص الخزنية هذه المنطقة سيئة وتحسين انتاج الخليط من الطبقة تحقن فيها غاز CO_2 لما فيه من زيادة حجم الخليط وتقليل الزوجة بالتالي فإن حقن غاز CO_2 في الخواص الخزنية السيئة الكمية من والتي حقن الماء قد سبب ما اة البئر لن نسبة الماء الموجودة أصلا عالية باضافة لي سبب فيها عبء الماء المنطقة المجاورة ولذلك مفضل حقن غاز CO_2 حيث الكمية من نغطي حاوي في غاز قليل.

وقد أظهرت النتائج ارب الخبرة أن خزن الغاز الخام التحسين المردود وخصوصا أنك وجب حدود 3.5 مليون م3 لا يمكن انتاجك بالطرق أولية الإنتاج.

4-2 حقل السوّدة :

4-2-1 لمحة موجزة عن حقل السوّدة :

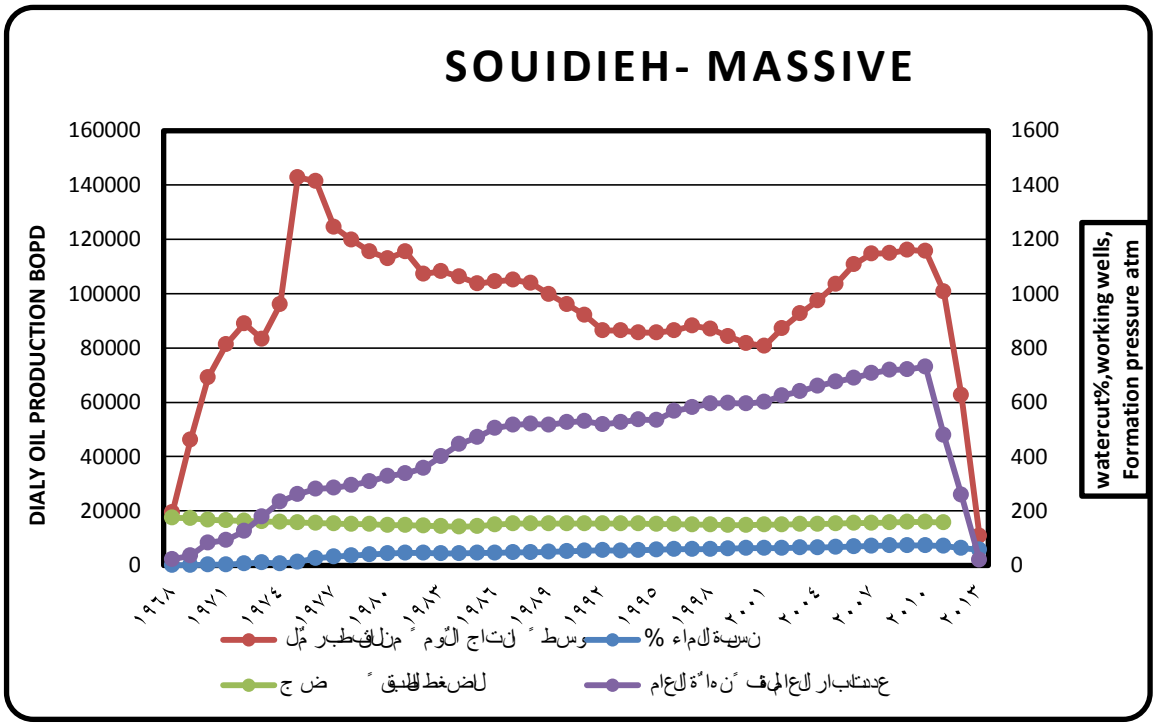
تقع حقل السوّدة في الجزء الشمالي الشرقي من الحوض السوري البري على بعد 71 كم من مدينة القامشلي شرقاً واو عبارة عن محدب تمتد محوره باتجاه شمال غرب - جنوب شرق وتم اكتشافه من قبل الشركة السورية للبترول وبدأ الإنتاج عام 1968 من الشركة العامة للاستكشاف في عام 1972 تم الأنتاج من طبقة الشرّان وتتألف من نظام فعال يقوي الضغط الطبقي ويتم تشكيلة السوّدة من الحجر الرملي والحجر الكلسي ولا تتعدى سماكة الخزان 200 م وتتألف من ثلاث طبقات A,B,C تتغير سماكة الطبقة A بين 11.3-26.7% وفي هذه الطبقة حدود 34.8 Md أما سماكة الطبقة B,C تتغير بين 8.2-12.9 % وفي هذه الطبقة حدود 9.5mD وفي الطبقة C حدود 9.3Md عثب بالرافط الموجود من النوع المتوسط على طبقات وأما مواصفات الفط اذا الفرضية على عدد البار ومعدل الأنتاج والضغط الطبقي وفق المواصفات قبل الجدول والمنحنيات التالية

جدول (4-1) مواصفات حقل السوّدة

المواصفات والوحدة	القيمة في الشروط السطحية	القيمة في الشروط الطبقية
الضغط الطبقي الأولي Kgf/Cm^2	----------	178.1
الضغط الطبقي الحالي Kgf/Cm^2	----------	149.4
ضغط الاشباع Kgf/Cm^2	----------	49
عامل حجم النفط	----------	1.124
كثافة النفط g/Cm^3	0.928	0.85
لزوجة النفط Cp		4
درجة الحرارة C,	15.5	78

جدول)4-2(أنتاجية والضغط الطبقي وعدد أبار في حقل الساس وحدة

السنة	وسطي انتاج الزيت من الطبرمل	نسبة الماء %	الضغط الطبقي	عدد ابار العاملة في نهاية السنة
1968	19549.19	0.1	174.5	22
1969	46171.55	1.1	172.6	35
1970	69157.91	1.7	a	83
1971	81264.12	3.2	165.6	93
1972	89013.39	5.6	164	127
1973	83295.28	9.3	161.7	179
1974	96119.14	7.1	160	234
1975	142804.3	12.6	157.7	262
1976	141435.7	26.3	155.6	282
1977	124401.7	32.1	154	285
1978	119692.2	36.4	152.4	295
1979	115424.4	40	151.1	308
1980	112896	42.7	148.6	329
1981	115527.4	44.9	147.9	338
1982	107299.1	45.2	145.1	358
1983	108114.6	43	143.6	400
1984	106179.8	43.8	142	446
1985	103664.1	46.5	143.3	472
1986	104474.9	46.4	148.7	505
1987	104963.5	46.6	154.2	517
1988	103891.9	48.2	154.4	520
1989	99754.54	49.9	153.7	517
1990	96018.09	51.6	153.7	527
1991	92107.79	53.7	153.2	530
1992	86466.95	54.8	154.4	518
1993	86346.2	53.5	153.1	526
1994	85688.41	55.2	152.8	536
1995	85688.17	57.3	151.4	535
1996	86404.15	58.6	150.7	568
1997	88103.95	59.3	149.4	581
1998	86944.87	59.6	149.4	595
1999	84317.32	61	148.5	598
2000	81651.92	62.6	148.4	596
2001	80741.77	63.4	148.8	602
2002	87267.44	63.3	150.5	625
2003	92632.2	64.4	151	640
2004	97343.02	66	152.5	660
2005	103557.8	67.9	153.7	675
2006	110705.8	69.8	154.9	690
2007	114696.7	71.5	156.2	707
2008	114868.6	73	157.4	718
2009	116032.2	73.2	158.5	720
2010	115616.4	73.6	158.6	731



شكل (4-1) معدل الإنتاج اليومي لمكمن وودة

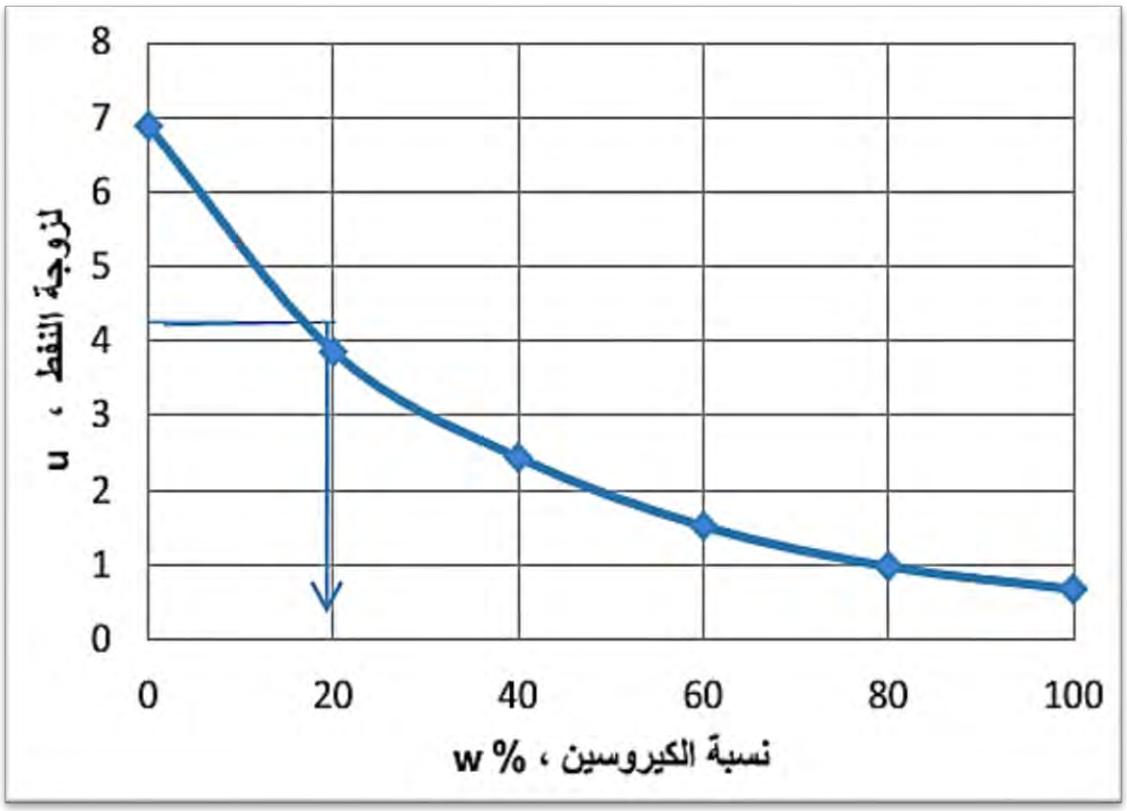
4-2-2- تحضير الرواسب النفطية لتحديد خواصها الفيزيائية:

تم فصل الماء المرافق للنفط عن الرواسب النفطية بطريقة الطرد المركزي وذلك بإضافة مذيب عضوي (التولوين) إلى الرواسب النفطية بنسبة 1:1 ثم وضعت في جهاز الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة بسرعة 3000 دورة في الدقيقة، ثم تم فصل الطبقة العضوية عن الطبقة المائية بواسطة قمع فصل، ثم تم تبخير المذيب العضوي من الطبقة العضوية باستخدام جهاز المبخر الدوار Rotary Evaporator، ثم تم تجفيف الرواسب النفطية الناتجة في فرن التجفيف عند درجة حرارة 78 °C=172.4 F لمدة ساعتين للتخلص من الرطوبة المتبقية في الرواسب النفطية، ثم تم حساب الكثافة واللزوجة للرواسب النفطية المجففة (جدول 4-3).

جدول (4-3) نتائج اللزوجة والكثافة للرواسب النفطية

نسبة الكيروسين %	0	20	40	60	80	100
لزوجة النفط، cp	6.8821	3.857	2.4427	1.5244	0.9848	0.6788
كثافة النفط، g/cm^3	0,9007	0,8778	0,8549	0,8321	0,8092	0,7863

نتج من هذا العمل أن القيمة الصغرى لزوجة الخليط المرجعي للكيروسين بحسب المواصفات العالمية تساوي 4 Cp عند درجة حرارة التطبيق المستخدمة في المخبر, وهذه القيمة تتحقق عند نسبة الكيروسين في الخليط المرجعي 18.8 %gr أي عند النسبة المئوية للكيروسين في الخليط المرجعي (2-4 الشكل).



الشكل (2-4) القيمة الصغرى لزوجة الخليط المرجعي

4-2-3 تحضير العينات الصخرية :

أخذت عينات صخرية من عدة آبار عالية من حقل الساس وقد وأجريت عليها القياسات التحديد خصائصها الفيزيائية فمن خلال شريحة رفيعة من كل عينة أسطوانية الشكل تم الحصول على العينات الأسطوانية

موضح قبل الجدول)4-4(التالي :

جدول)4-4(يبين القياسات المخبرية للصفات الفيزيائية الوسطية لعينات الصخرية

نوع العينات / الصفات المدروسة	العينات الأفقية	العينات العمودية
المسامية ،%	22.72	20.58
النفوذية المطلقة باستخدام الغاز ،mD	23.3	16.20
النفوذية المطلقة باستخدام السائل ،mD	7.807	2.8
كمية المياه المترابطة ، %	23.59	47.13

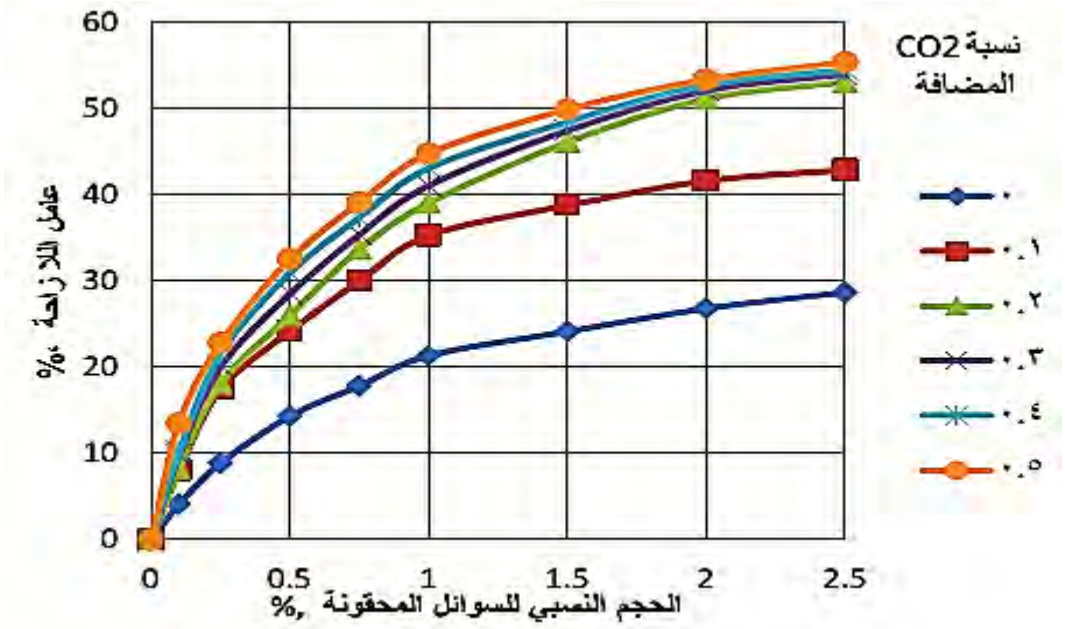
4-2-4 تشبيع العينات بغاز ثاني أكسيد الكربون:

طبقت حديثا طريقة جديدة لقياس النفوذية النسبية باستخدام غاز CO_2 و هي طريقة تعتمد على غمر عينة من الصخر بالماء المقطر لمدة من حجم العينة الصخرية من حقل الساس وقد وضعت العينات في أنبوب زجاجي مغلق من طرفيه ومملوء بالماء المقطر ثم وضعت في مجفف عند درجة حرارة 105 مئوية لمدة 24 ساعة ثم تم تبريدها في مجفف وكان الطول الأولي للعينات 13 Cm ,

كما أن نتائج اختبار الانتفاخ الحجمي في الجدول (4-5) تدل

جدول (4-5) نتائج اختبار الانتفاخ الحجمي للعينات المعالجة بالماء المحقون بغاز CO_2

الحجم النسبي للسوائل المحقون	نسبة CO_2 المحقون إلى حجم الفراغات المسامية%					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0	0	0	0	0	0	0
0.1	4.1	8.1	8.18	9.85	10.23	13.51
0.25	8.88	17.51	18.13	20.1	21.61	22.81
0,5	14.35	24.21	26.06	28.56	30.98	32.56
0.75	17.84	30.05	33.7	35.4	37.4	39.14
1	21.36	35.32	39.08	41.11	43.12	44.83
1.5	24.15	38.8	46.15	47.5	48.5	49.95
2	26.83	41.66	51.19	52.13	52.83	53.41
2.5	28.7	42.9	53.1	53.98	54.51	55.41



الشكل (4-3) عامل ازاحة البترول مع الحجم المسامي للماء المحقون عند حقن CO_2 بنسب مختلفة من حجم الفراغات المسامية

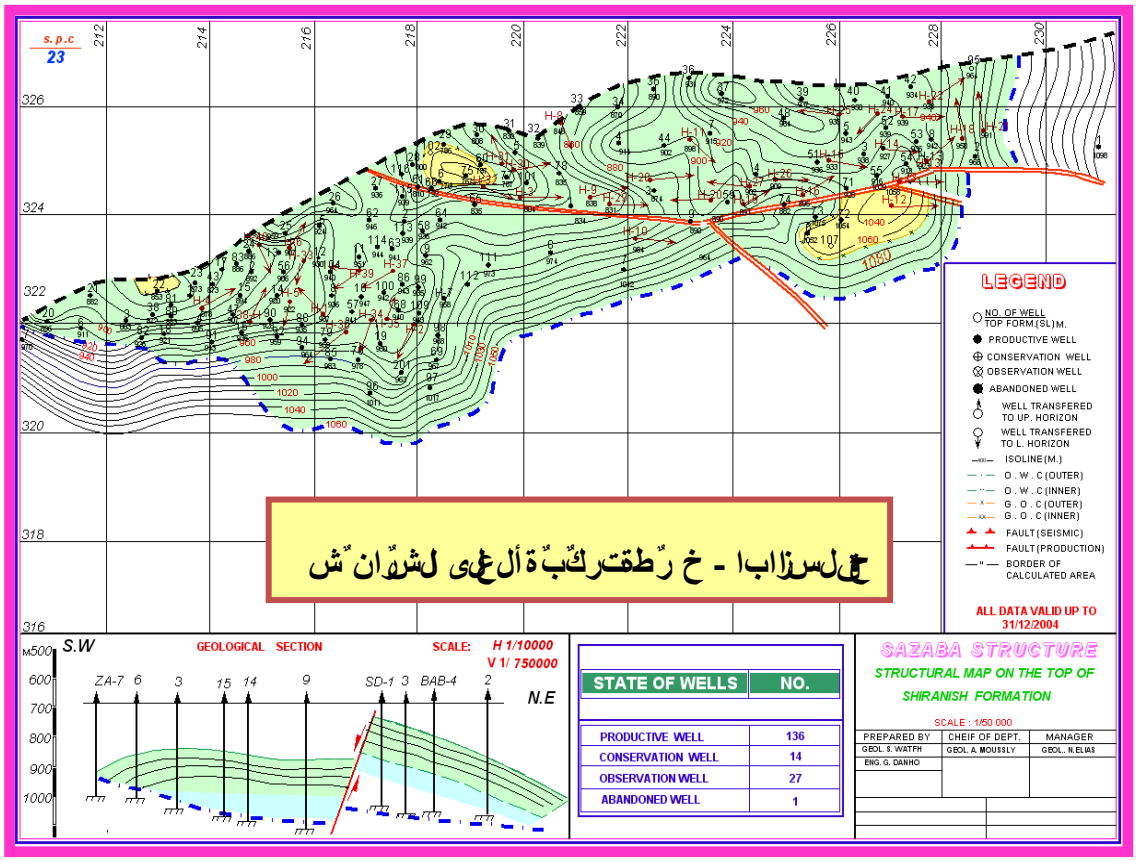
الحظ :

1- ُزداد عامل ازاحة مع زٍادةنسبة CO_2 المحقونة حتى لنسبة 20 % من حجم الفراغات المسامُة)عامل ازاحة 53.1 %)وبعد ذلم نجد أن ال زٍادةتصبح صغٌرة جدلسبب ظا ارة الخروج)اوز الغاز الفقط(.

2- الحظ من خالنٌات ازاحة عند حقن CO_2 والمذابات ٌقف ً الانحن ً عند السبب العالٌة الحقن لانسبً السائل الكلٌة و اذا ٌعود لى قٌام غاز CO_2 بدوره فً زاحة الفقط من الغٌانات عند المرحلة ألولى من الحقن مما ٌؤكد دوره الجٌاب ً الكبٌر ف ً تحسٌن م من حٌث تأثٌره على خواص الفقط وتحسٌن ظروف الفصل عن سطح الصخر من الالتشاك كل مواد مضافة للتقلٌل سطح ً غٌر مرغوبة عند حقن ازاحة.

3- رتبط تأثٌر الجٌاب ً لغاز CO_2 على عالٌة المردود والمستقبلً فً خفض كل من الزوجة والتوتر السطح ً الذي ٌجعل الفقط غٌر متحرك ووٌتحرم داخل الفراغات المسامُة مما ٌقلل أسه ل واسخالص المذابات الخفٌفة كل اذا أدى لى زٍادةتقلٌل عامل ازاحة

4-3 حقل ازبايس:



الشكل (4-4) خارطة تركيبية لحقل ازبايس - أعلى الشيرانش

4-3-1 مراحل تطور الحقل وعدد الآبار المحفورة:

تعتبر عملية تحديد عدد الآبار المطلوبة لتطوير الحقل من أهم المراحل التي تسبق عملية الحفر، حيث يتم تحديد عدد الآبار المطلوبة لتطوير الحقل بالاعتماد على المعلومات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتوفرة عن الحقل، وكذلك على المعلومات الهندسية المتعلقة بالمكمن النفطي، وتعتمد هذه العملية على عدة عوامل أهمها: مساحة الحقل، سماكة المكمن، خصائص المكمن الفيزيائية، خصائص الموائع المكمنية، طريقة الإنتاج المتبعة، وكذلك على الاقتصاديات المتعلقة بالحقل.

4-3-2 وضع التوكيد :

تم وضع خارطة تركيب أل ي يتشكل الشران ا موضح بالشكل (4-4) وتم اعتماد على المعطيات المأخوذة من نتائج فحص تلبار وقارنتها مع نتائج المسوحات الجيوفيزيائية في المنطقة.

والحظ أن سطح شكل الشران ا مثل شمال غرب – جنوب بحدود (3) درجات في السم الغرب من تركيب سعودة و (1.5) درجة في السطح الشرق من الل تركيب وبتبلغ أبعاد تركيب سعودة عند خط التقاء السطح الماء (2.5×7.5) كم و او عبارة عن الحجر الجيري و تركيب) أكتوبك (الل تركيب وتبلغ أبعاده عند خط التقاء السطح الماء (2×9.5) كم و او ام تداد تركيب سعودة باتجاه الغرب وتعتبر من تركيب سعودة زاوية ذات تكتونية معقدة نوعا ما. حيث تركيب سعودة باتجاه شمال – شرق غرب والمار بين آبار سعودة (2) وسعودة (6) والمستمر باتجاه الشرق حتى تركيب الأبرق الذي تأثر تبعا لتركيب الل تركيب حيث بلغ رمتك الوسطة حوال (150) م.

4-3-3 وصف التشوه :

1- الخصار: تألف الخصار بشكل عام من صخور ل ها مواصفات واحدة تقريبا وتحتوي على شوائب من الطين ترتفع عن طر الخصار الذي تشده مما يؤدي ل ى توسع طر الفرف ً اذه ال جا الت.

2- الحجر الطيني : شكل عام الصخر الخصاري وأحيانا على الخصار ة تحتوي على شوائب من الكوكونيت والطين ترتفع بالضغط ة ل ى وجود شقوق واضحة بالعين المجردة والحظ بأنه ل القطع از داد نسبة المواد الخصا رفة الصخر حيث تحول ل ى حجر طيني سمار ل.

1) تكتونية الشران ش:

تعود من حيث العمر ل ى عصور أقدم ى الكريتا س أقدم ى من القبل ثالث ن الجنوب وج وتتراوح سمكة اذه الشكتونية بين (140-210m) وتزداد السمكة من الشرق أي من تركيب سعودة باتجاه الغرب أي باتجاه تركيب زاوية وتعتبر اذه الشكتونية من أهم الشكتونية ال ت الضغط ة الل تعرض عليه اذل تركيب حيث شكل الكرماف الصخر الخازن النفط والغاز ممكن تقسيم اذه الشكتونية حسب مواصفات ها الصخر رة والخزن ة ل ى ثالث بين طوابق:

المنطقة الأولى : الأول المنطقة الحامل للفيضوم تتألف من حجر كلس وتتكون شكل عام الشواطئ المرفقة البلورات من الباريت وبعض المكونات وخاصة في القسم العلوي من القطع باضافة الى عدد من الشرايين المصرشمة وسمامات الصخر شمة بعض طبقات شكل علامات الحمل اذا المنطقة طبقات رقيقة من الحجر الطيني الأبيض لا تحتوي على أدفيضوم.

المنطقة الثانية : تعبر المنطقة القاعدية للفيضوم والماء و او تحتوي على حجر الطيني غضاري تحتوي على عدد من الشرايين و الحظ وجود بعض الجالات الرقيقة الحاوية على تكتفات وسمامات علامات أولية قابلة للتشكل جدا.

المنطقة الثالثة: اون طاقية تتم في أجزاء من الترك وشرقق حاوي على مطبقة في أجزاء اخر تتألف من حجر الطيني مارل وأحيانا بريشي جزئيا داخل في القطع طبقات رقيقة من الحجر الطيني الحواري التي توجد أي تارة فيضوم في المنطقة اذا المنطقة ون عبر حاليا الماء لطبقة ذاكان مشرقق ا.

الدراسة الصخرية للشرائح:

من خلال دراسة الشرائح الرقيقة وزيارة الحظ الحقلية ادا لى التغيرات الصخرية في الاتجاه العمودي والذي تظهر واضحا من دراسة العينات الجافة والاسطوانية والقياسات الكهربائية تمكنت من تمييز الصخور الكلسية في الشرائح ا :

المنطقة الأولى: تبلغ سماكتها الوسطية (90m) عبر ذو بنية متماثلة على طول القطع حيث تتألف من صخور بريشية أو من البلورة ذات مسامية جيدة (19%) وسطيا وخالية تقريبا من الشوائب الغضارية (قل من 5%) تحتل هذه الصخور طبقات الكلسية ذات بنية عامة البلورية جدا كثيفة.

المنطقة الثانية : تبلغ سماكتها الوسطية) 40 m(و او ذو بنية مغايرة ألى حيث تظهر الحجر الطيني)من بة المواد الغضارية 40 m(ذو البنية تقل انا عمة جدا والمسامية الضعيفة لذلك فان المواصفات الخزنية تعتبر سيئة في اذا المنطقة .

المنطقة الثالثة : فتمثل الجزء الأعلى من الشرائح ا في هذه الصخور عن سحنة تختلف عن سحنة المنطقتين السابقتين حيث تظهر على شكل صخور ذات بنية انا عمة جدا وتزداد نسبة المواد الغضارية بين (20_30%) في أطراف الكتل وزيارة كبيرة وتحول الصخر الى حجر الطيني غضاري أما في الوسط فان الصخر صلب حمارلا .

أما فلقد تغيرات الحرارة بين الطوابق الثلاثة على النحو التالي :

الطابق الأول : الحظ فلقد أن الصخور الكلسية تتكون في قاع البحر تدريجيا بسبب تزايد المواد الغضارية تدريجيا باتجاه الغرب الى أن وصلت الى المنطقة بقاع رقم (2) ثم تحولت مرة أخر بسبب ارتفاع القارة أما في أقصى الغرب فالحظ ظهور الحيود المرجانية بقاع رقم (1) أما في أقصى الغرب فالحظ ظهور الحيود المرجانية بقاع رقم (3) .

الطابق الثاني : لا الحظ أي تغيير في الصخور الكلسية الغضارية بل تغلغل الى المواد الغضارية ظهور نسبة عالية من الشوائب في المنطقة بقاع رقم (101) متحولة من ؟؟؟؟ الى صخور الكلسية .

الطابق الثالث تتكون من الطابق الكلسية الغضارية في الشرق وغرب المنطقة المدروسة - أما في الوسط تتحول الى صخور المارلية .

2) تشكلة المساف :

تعود الى الكلة من حقب العمر الجوراسي الى العصر الكريتاسي الأعلى من الثلاثي الجوراسي قسم الى طابقين وهي من الأسفل الى الأعلى و أ :

الطابق الأول تتراوح سماكتها بين (80_100 m) تتألف من حجر كلسي متوسط القساوة أو قاسي. مع الحجر الكلسي طبقات رقيقة من الحجر الكلسي ألبض الأحتوي على شوا ادرفطة .

الطابق الثاني تتبلغ سماكتها الوسطية (30m) وتتألف من حجر كلسي أبيض ودولومتي .

أ- مواصفات الحجر الكلسي : تحتوي أحيانا على تشققات حالية إلسفلتية بعض الأحيان.

ب- مواصفات الدولومتي : ضعيف الكلسية متشقق أحيانا وتحتوي على فيطة مكسد أو سفلتية

الإنطاق الثالث : تكون حامل المائي المطبق وتتألف الإنطاق شركل عام من دومولت غضاري حتوي على شوائب من الفوكونتلب رت مشرقق أحانا والشروق حتى تبالكلاسيت أو الغضار وأحانا مواد سفلية تؤكسدة

3-3-4 الخصائص البتروفيزيائية للطبقة من الدراسة من تحليل العينات الأسطوانية والقياسات الكهربائية :

1) المسامية : porosity

أي النسبة المئوية لحجم الفراغات في الصخر إلى الحجم الكلي للصخر

الصخور الخازنة للنفط عادة ما تكون ذات مسامية وزبابة أعلى من النوع المسامي التي تشرق إليها الهدف من دراسة طبقة الشرانث حيث تحدد قيمة المسامية في عينة الدراسة المعتمدة على العينات الأسطوانية وقياسات الجيوفيزيائية البئرية . حيث كانت وسطي المسامية في عينة الأولى 18.3% ووسطي مسامية الكلية 19.45% وحيث أن قيمة في الفراغات تتراوح بين (0.83-3.9%) ووسطيا (2.3659)

2) النفوذية : permeability

خاصية الصخر التي تسمح بمرور السوائل والغازات تحت فارق ضغط وتقدر بواحدة الدارسي.

قيم النفوذ طبقة الشرانث في طبقة الشرانث وتتغير من (183-14) في دارسي. أما متوسط النفوذ هو (69) مللي دارسي.

3) درجة التشبع : saturation

تشبع او خاصية الصخور المسامية تعرف فراغاته امائع واحد أو عدة موائع. وتعرف شامل التشبع أنك السبة بين الحجم في عل المشغول من قبل المائع والحجم الكلي في الفراغات الوسط مخازن. درجة التشبع من أهم المؤشرات التي تتم على أساسها حساب الاحتياط في وتحدد نوع الفراغات مما يسبب درجة التشبع من العينات الأسطوانية والقياسات الكهربائية وكان التشبع وسطي حوالي (70%)

تكشف الحقل في عام 1975 وبدأ انتاج منه في عام 1983 من طبقة الشرانٌ ا وتعتبر هي من الشرانٌ ا في الحقل الوحيد الحامل للنفط و اوعبارة عن طمة طاولية قوقعية سمكها في أالرا ض الجزائرية و أ المكونة من عدة بابات)زربلة -سوغدة بابا س(تراوح عمق أعلى طبقة الشرانٌ ابٌن) 1400 – 1500 (م .

تبلغ أبعاد الحقل من بحدود 18×3.5كم والمساحة الحاملة للنفط بحدود 78كم2.

المعلومات الخزنٌة لرئسٌ ٌة لحقل سارزبا – بطبقة الشرانٌ ٌش	
المسامٌة %	02
السمك الفعلي ,م	07
التشبع بالنفط %	76
الضغط الطبقي أالول / الحل ض ج	201/240
الحرارة الطبقٌة أالولٌة , درجة مئوٌة	56
ضغط التشبع) ض ج (	62
العامل الغازي ,م3/م3	36
العامل الحجمي للنفط	2123
API	21-20
اللزوجة سنتي بواز	32
النفوذٌة , مل دارسي	72-2
عمق الخزان , م	2422
عمق التماس الغاز مع النفط ,) تحت سطح البحر(	)2262-712(-
عمق التماس النفط مع الماء ,) تحت سطح البحر(	)2222-162(-
نظام الدفع	دفع مائي شبكي رئيسي + دفع قبعة الغاز

حساب التكاليف الثابتة لمحطة توليد الكهرباء بالفحم الحجري

البيان	تاريخ بدء الإنتاج	التكاليف الثابتة الكلية (مليون دينار)	معدل الفائدة %	عمر المشروع	التكاليف الثابتة للوحدة المنتجة (دينار / مليون)	الإنتاج السنوي (مليون دينار)	التكاليف الثابتة للوحدة المنتجة (مليون دينار)
محطة الفحل الحجري الكهربائية	1983	1595.1	12	1400	191.412	62.326	129.1

حساب التكاليف الثابتة لمحطة توليد الكهرباء بالغاز الطبيعي

البيان	تاريخ بدء الإنتاج	التكاليف الثابتة الكلية (مليون دينار)	معدل الفائدة %	عمر المشروع	التكاليف الثابتة للوحدة المنتجة (دينار / $م^3$)	الإنتاج السنوي (مليون $م^3$)	التكاليف الثابتة للوحدة المنتجة (دينار / $م^3$)
محطة الغاز الحر 2008	2009	0.364	90	0.328	0.005	0.323
محطة الغاز المركزي 1975	1983	9.130	7	0.639	0.317	0.322
محطة الغاز الشرقي 1975	**1983**	**0.073**	**65**	**0.047**	**0.364**	**0.044**
Σ		9.57	-	1.014	0.326	0.688

لمؤشرات الإنتاجية لمكمن الشرارة شرق حقل سلازبلا

عدد تباريل الحفر		وسطي الإنتاج اليومي برميل/يوم	نسبة المياه %	الضغط المطبق (بار)		معدل تراجع الضغط المقابل للإنتاج التراكمي من الاحتياطي %	API
العامية	المتوقعة			الأولي	الحالي		
171	21	11900	17	142	128.6	32.6	19-12

لمؤشرات الإنتاجية لحقل سلازبلا في 2012/12/31

المؤشرات	طبقة الشيرازيش
الاحتياطي الجيولوجي الأولي مليون برميل	١٥٩٥.٠٩٦
الاحتياطي القابل للإنتاج مليون برميل	١٩١.٤١١
الإنتاج السنوي من النفط مليون برميل	١.٥١٠
الإنتاج التراكمي من النفط مليون برميل	٦٢.٢٥٤
معدل إنتاج البئر من السائل برميل /يوم	٧٢.٢
نسبة الماء السنوية %	13.9
المردود الحالي	٣.٩٠

تحليل مؤشرات الإنتاج قبل الحقن

تبين من خلال تحليل المؤشرات الأنتاجية ما يلي :

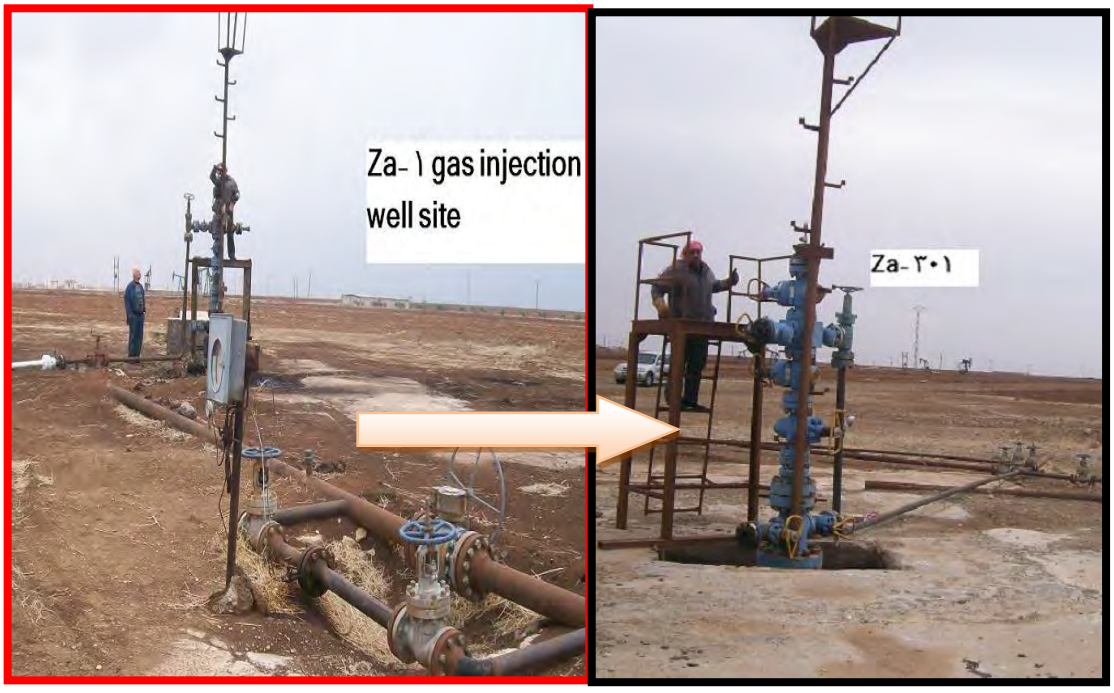
- أنخفض معدل الأنتاج خلال الفترة (2002-2007) بمعدل انخفاض سنوي تراوح بين (5-6 %) واذا عوض بشكل أسي على مدى أبار جديدة وكذلك على أقل الحلول لتحسين النوع
- أنخفض معدل الأنتاج خلال الفترة (2008-2009) القليلة أمام أتلاحلول تحسين انخفاض معدل التأثير في مواصفات خزين

لهذا السبب تم اللجوء الى حقن الغاز

حيث هدف حقن غاز CO_2 لدعم الضغط وتقوية خواص الزوجة وزيادة حركية

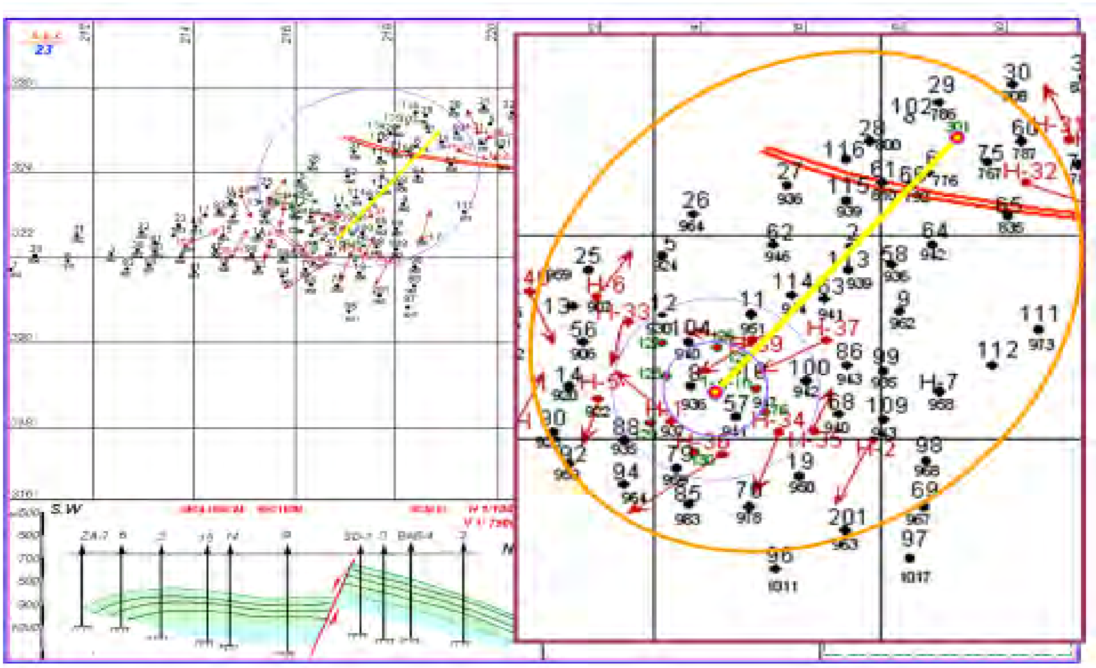
الهيدروكاربونات وخصوصاً من فوائد أنخفاض الضغط في حقل الشرقاط تم

الغاز المنتج من تطبيق مشروع حقن CO_2 73% غاز



مراحل تنفيذ مشروع حقن غاز CO_2 في الحقل :

- تم حفر البئر 301 الى طبقة الكورشنان ولم يتم الحصول على ماء طبقة وتم بعد ذلك الانتقال الى طبقة بلطما حيث تم الحصول منها على غاز CO_2
- تمت تقليب البئر على أنظمة عمل مختلفة وجرت تثقيب المجال مقابل طبقات عالية الاختراق وتحت ضمن المجال وأعادت تقليب البئر مع أجراءات تحليل للغاز CO_2 الناتج
- تم حساب الاحتياطي الجيولوجي من الغاز في هذه الطبقة وكان الاحتياطي الجيولوجي من الغاز الحر 364 مليون م3
- وكان الاحتياطي القابل للانتاج من الغاز الحر 328 م3
- تم حفر بئر حقن 1 لطبقة الشيران ا
- تم حفر 13 بئر مع ضمن الحقل الاولى والثانية حول بئر حقن الغاز بالاضافة الى ابار القمة المحفورة
- تم مد خط غاز من البئر 301 الى بئر الحقن 1
- بدء حقن غاز CO_2 مستفيدا من ضغوط رأس البئر ومع وجود صعوبة في حقن لكن تم الطحن بسبب عدم توفر ضاغط لأمن الضغط اللازم على رأس بئر الحقن
- لم يتم تقب أثر حقن الغاز على الابار المجاورة



الشكل (4-5) خريطة الأبار المنفذة لمشروع حقن الغاز

نتائج الدراسة السنوية لمشروع حقن الغاز:

وبناءً على نتائج الدراسة السابقة فقد تم اختيار أفضل حالة لحقن الغاز في الخزان ومن ثم تطبيقها على النموذج الرئيسي لحقن الغاز في الخزان، ويبين الجدول التالي ملخص النتائج:

جدول (4-6) مقارنة بين حالات حقن الغاز المختلفة

Case	Gas Injection Rate (m3/D)	Cum. Production (MM sm3)	Recovery Factor (OOIP = 13.1 MM sm3) (%)	Incremental Recovery (M sm3)
Base	50,000	2.601	19.855	0
1	Stop Injection	2.273	17.351	-328
2	30,000	2.512	19.176	-89
3	70,000	2.684	20.489	83
4	90,000	2.753	21.015	152
5	100,000	2.784	21.252	183
6	120,000	2.846	21.725	245
7	140,000	2.908	22.198	307
8	150,000	2.937	22.420	336
9	300,000	3.349	25.565	748

أن الخطة المقترحة خلال أعوام (2010-2025) تهدف للوصول للأرقام الواردة في الجدول التالي وفق النظامين التشاركي المطبق عن النظام المدعوم باستخدام غاز CO_2

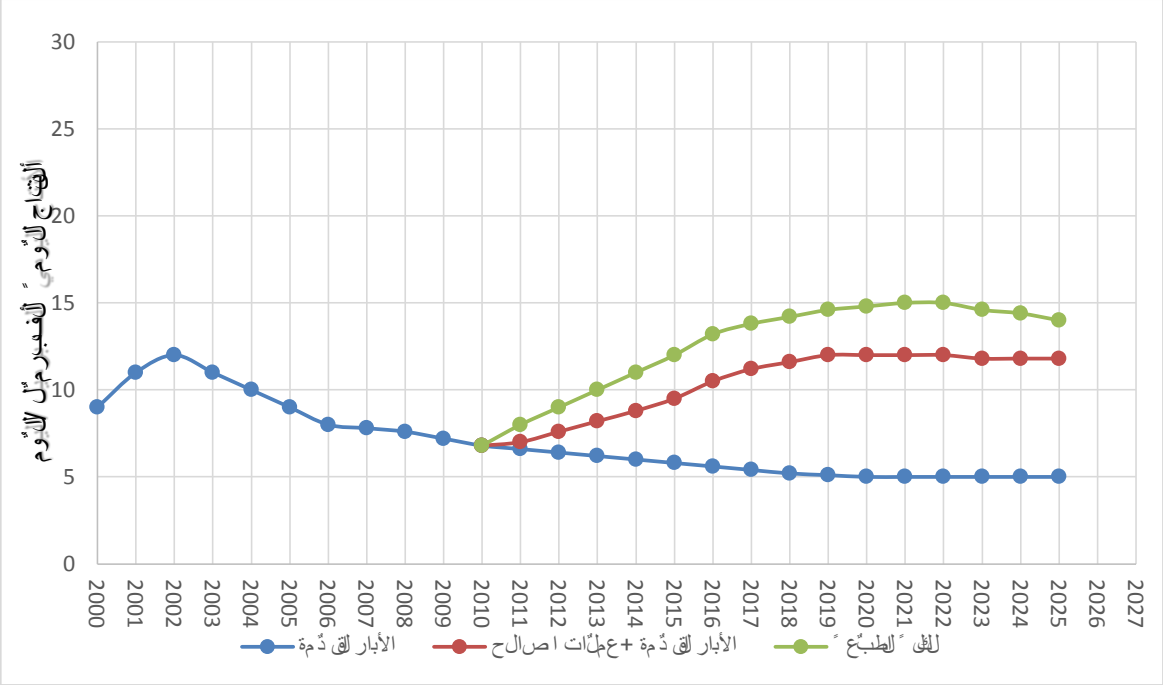
جدول (4-7): نتائج تطبيق النظام التشاركي المطبق عن النظام المدعوم لغاية عام 2025

الشركة السورية للنفط		عدد الآبار المقترح حفرها وفق الخيار المقترح	معدل الإنتاج اليومي في عام 2025 برميل / يوم	الإنتاج التراكمي في عام (2025) مليون برميل	المردود النوعي في عام 2025 %	المردود النهائي %	الإنتاج اليومي قبل الانخفاض (مليون برميل)	
							النفط	الغاز
الشركة السورية للنفط عام 2010	وفق النظام المطبق	- حفر 72 بئر جديدة - صيانة وتحسين الآبار قيد الخدمة	13910	129	8.1	12	192	63
	باستخدام النظام المدعوم (حقن الغاز)	تطبيق حقن غاز CO2 في كامل الحقل	24260	160	10	28	287	127

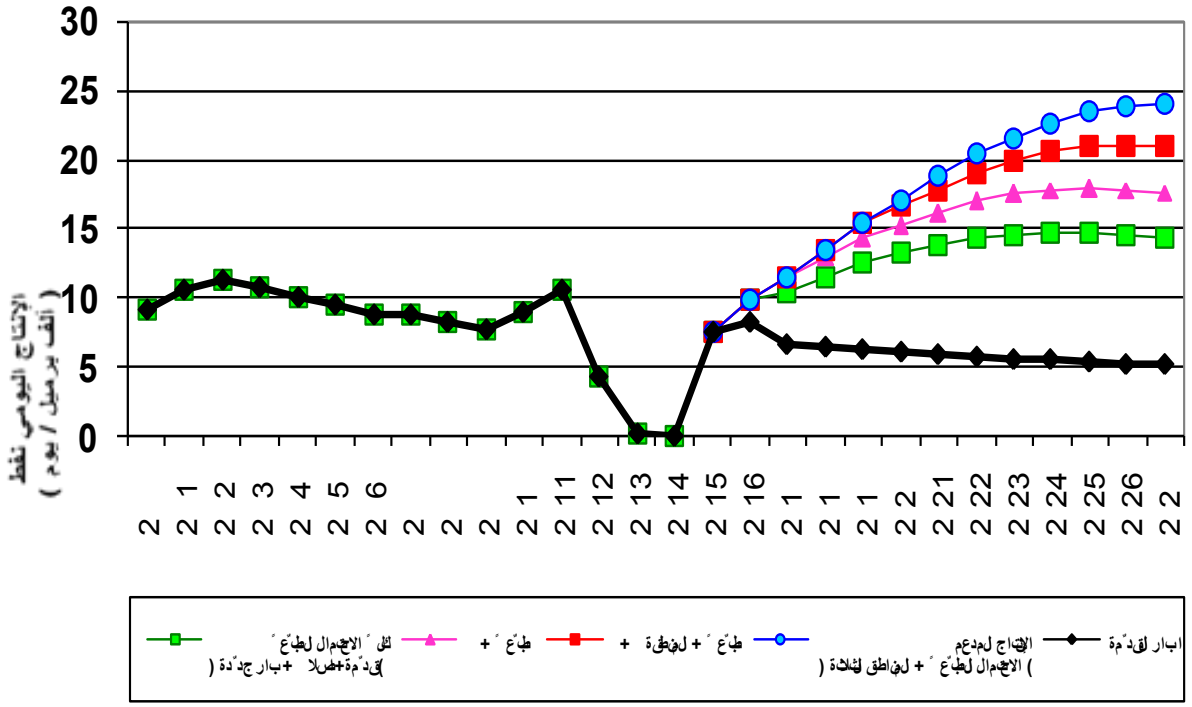
وكان التوقعات الأنتاج وفق النظام المطبق عن والمدعوم حتى عام 2027 :

- إنتاج التراكمي وفق النظام المطبق عن خلال مدة المشروع /2017-2027/ حوالي 54.177 مليون برميل
- إنتاج التراكمي وفق النظام المدعوم خلال مدة المشروع /2017-2027/ حوالي 77.446 مليون برميل

وتظهر المنحنيات (4-7) و (4-6) معدلات الأنتاج بطرق الصلاحية وبوناها :



الشكل (4-6) توقعات الأنتاج اليومي من النفط الخام في حقل مرطبة عند الضغط المطلق 1000 رطل/انش مربع لغاية عام 2025 (ألف برميل/يوم)



الشكل (4-7) توقعات الأنتاج من حقل مرطبة في السيناريوهات المختلفة عند الضغط المطلق 1000 رطل/انش مربع لغاية عام 2025 (ألف برميل/يوم)

- النتائج والمقترحات -

- نوع العينة الصخرية المأخوذة من عينة الحفر لتحديد أماكن تواجد غاز CO_2 في الطبقة.
- يمكن تطبيق الحقن الحقلي بسهولة إذا كان الحقل من الشقوق.
- في الحقل من الشديدة المتوسطة النفاذية يتم زيادة CO_2 وتصبح عينة الزاحفة أكثر في الأطراف بشرط وجود الفواصل في الطبقة الجيدة.
- في الحقل من ذات المسامية المنخفضة يتم عينة الكسح الأفقي مع السيطرة على الحركة إذا كان الحقل من سميكا أو ذو ميول عمودية عالية أو إذا كان غير متجانس.
- يجب أن يكون عمق الحقل من المفضل أكثر من 600 م لتتمكن من الوصول إلى الانضغاطية وحتى نحصل على تأثير عينة لـ CO_2 في الضغط.
- يمكن تطبيق هذه العينة في كل درجات الحرارة التي يمكن تصنيفها في الحقل من ومختلف أنواع الضغط وحتى درجة 12 API حيث توجد ظاهرة الانحلال أيضا.
- يمكن استخدام طريقة CO_2 مع الآبار التي في الخزان بسبب انتفاخ الزيت جدا حيث يكون الضغط على شكل غرق في الحركة.
- يمكن أن تطبق طريقة CO_2 على كل درجات الشباع الأولية الصخرية الضغط بسبب انتفاخ درجة الشباع الأول من 25% حيث يمكن النظر في هذه الحالة إلى الطرق الثلاثية في الإنتاج.
- يجب أن تتجنب وجود العينة الغازية وتتركز على الغاز الحر.
- نوع الصخر المعبئ مصدر CO_2 والحقل يجب أن لا يزيد عن عدة مئات من الكيلومترات (بحدود 700 km).

- يمكن استخدام الغازات المطلوبة الناتجة من اختبار الآبار في حقول المجاورة حيث تحقق الغازات المواصفة على انتاج جيدة مع الضغط.
- يمكن الحصول على CO_2 من ناتج المشروعات الصناعية الموجودة سورية وخاصة مع العمل الأممية وحدات الأمونيا أو فصل غاز CO_2 من الجو. كما يمكن الاستفادة من ناتج الاحتراق في المشروعات الصناعية وخاصة وحدات التكرير.
- يمكن تطبيق عملية حقن في حقول الجسرة بطبقة المليف وحقول سعيد وزارية وبالاسناد وحقل السودية طبقة المليف بالأضافة لبعض الحقول التي تخضع هذا العمل المردود.
- في حقل السويدية الجزء الشرقي من الجرم الرئيسي وفي بعد 71 كم من مدينة القامشلي شرقا واوعبارة عن محدب متطاول يمتد محوره باتجاه شمال غرب - جنوب شرق وتم الكشف عنه بالشركة السورية للبترول بدأ الأنتاج عام 1968 من تشكيلة المسيف ولاحقا في عام 1972 تم الأنتاج من طبقة الشيرانش بتطبيق طريقة حقن غاز CO_2 الحظ زيادة عامل المردود مع زيادة نسبة غاز CO_2 المحقون حتى 20% من حجم المسامات بعدا تصبح الزيادة صغيرة جدا بسبب ظاهرة التعويض لذلك يقترح حقن غاز CO_2 حتى 20% من حجم المسامات تتبع الحقن بالماء
- في حقل السنديان الذي يقع في شمال شرق سورية تم استخراج غاز CO_2 من طبقة المليطما الغازية التي تحوي على 75% من غاز CO_2 وتم حقن الغاز المستخرج في طبقة الشيرانش الناتجة والحفاظ على الغاز على الأبار المجاورة لبئر الحقن حيث ساهم في زيادة إنتاجية هذه الأبار وزداد عامل المردود مع زيادة كمية الغاز المحقون حتى 25% مع كمية محقونة من الغاز تقدر بـ 300000 متر مكعب / اليوم

- ن الأجهزة المتوفرة في مخابر وزارة النفط تسمح بدراسة الانتقالية وتحديد الخلفية العوامل المؤثرة على عملية الحقن والكشف بالغاز وخاصة أجهزة الـ- p.v.t.
- نقترح التعاون بين الجامعة والمراكز العلمية إعداد دراسات مفصلة على الاستثمار المدعم في النفط والغاز.

المصطلحات العلمية

Acidizing	تحمض
Aquifer	طبقة مائية داعمة
Asphalt	الأفلتين
Block	الحقل النفطي
Chemical	كيميائية
Clay	الطين
Compression Coefficient	معامل أنضغاط
Critical	الحرجة
Cumulative Oil	الأنتاج التراكمي النفطي
Data	المعطيات
Density	الكثافة
Depth	العمق
Driver Mechanisms	نظام الدفع
Displacement	الزاحة
Dissolved Gas Driver	دفع الغاز المنحل
Economic	أقتصادي
Emulsion	المستحلبات
EOR (Enhanced Oil Recovery)	أستثمار المعزز النفطي
Formation	التشكيلة
Gas	الغاز

Gas Cap	القبعة الغازية
Gas Lift	الرفع الغازي
Gravity	الجاذبية
Hydraulic Fracturing	التشقيق الهيدروليكي
Injection	الحقن
Injection Well	بئر الحقن
Jebsah	الجبسة
Kerosene	الكيروسين
Lithology	الطبقات وجها
Massive	الماسف
Miscible	متزاج
Oil	النفط
Oil Rate	معدل انتاج النفط
OOIP (Original Oil In Place)	الاحتياطي النفطي العام
Paraffin	البارافين
Permeability	النفوذية
Polymer	البوليمر
Porosity	المسامية
Pressure	الضغط
Primary	أولي
Production	الانتاج
Production Well	بئر انتاج

Pumps	المضخات
P.V.T (Pressure Volume Temperature)	الضغط والحرارة والحجم
Reservoir	الخزان
Salts	أملاح
Saturation	تشبع
Shale	الصخار
Shelo	طبقة الشلو
Shiranish	طبقة الشرانش
Solubility	أملاحية
Surfactant	مخفض التوتر السطحي
Thermal	الحرارة
Total	الجملة
Triple point	النقطة الثلاثية
Viscosity	اللزوجة
Water	الماء
Water Driver	دفع الماء
Well	بئر

المراجع العربية

1- د.م أحمد الشيخ حمود دراسة قدرة بعض غازات CO_2 في تفاعل بعض أنواع الأسمنت البورتلاندي.....جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية –1993/1992

2- د.م أحمد الشيخ حمود أثر استخدام المدعم الفولاذي.....جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية

3- أحمد عبد الرحمن عبد دراسة تأثر تفاعل غاز CO2 على العمر الزاحف لقذائف الهاون.....مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية العدد 28 2015

4- د.م جورج عبد الأحد فرن الطبقة الفولاذية والغازية .....جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية –1992/1991

5- د.م محسن فارس حسن أثر استخدام المدعم الفولاذي .....جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية 2006/2005

6- مجدوف-سليوم- حنان دراسة أمكانية فدع هردوأنتدالجاذفولاذية في بعض أنواع البحيرات المحلية.....جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – 1991

7- د.م نواح الحلبي تطور تقانات الإسمنت.....الشركة السورية للفولاذ 2010

المراجع الأجنبية

1- Enhanced Oil Recovery ……Aurel Corona
2- International Symposium CO2 Enhances Oil Recovery proceedings……Budapest Hungary
3- Carbon Dioxide Enhanced Oil Recovery ……..National Energy Technology Laboratory
4- CO2 EOR and Storage in Oil Reservoirs……..Oil and Gas Scirnce and Technologe – rev.IFP. 2005
5- SIMANDOUX et. Al . 1984 (recuperation assistee des hydrocarbures par injection de CO2 aspects techniques) I.P.F FRANCE
6- www.neori.org EOR initative
7- www.energy.gov EOR
8- www.api.org summary of CO2 EOR injection well technology