



بررسی تاثیر پارامترهای سیال مخزن گاز میعانی بر ضریب پوسته

سید تقی هاشمی رکاوندی^۱ کارشناسی ارشد مهندسی نفت - گرایش مخازن

دکتر علیرضا طباطبائی نژاد^۲ استاد دانشگاه صنعتی سهند تبریز

چکیده

در صنعت نفت مایعات (میعانات) گازی در مقایسه با گاز بسیار ارزشمندترند. بنابراین جهت استفاده بهینه و دستیابی به یک مشخصه فنی مطلوب، لازم است مخازن گاز میعانی با دقت بیشتر و به صورت کاربردی مورد بررسی قرار گیرند. در مخازن گاز میعانی در زمان اکتشاف یا زمان‌های اولیه تولید، سیال مخزن به طور معمول در حالت تک‌فاز گاز قرار دارد. اما با تولید از مخزن و افت فشار ناشی از آن، زمانی که چاه در فشار کمتر از فشار نقطه شبنم تولید کند، ترکیبات سنگین و متوسط گازی از آن جدا گردیده و میعان تشکیل می‌شود. با گذشت زمان، تجمع میعانات در اطراف دهانه چاه بیشتر می‌شود به طوری که به تدریج باعث کاهش تولید گاز و میعان از چاه می‌گردد و یک افت فشار اضافی را در این نواحی ایجاد می‌کند. این افت فشار اضافی تحت عنوان ضریب پوسته میعانی در نظر گرفته می‌شود. در مخازن گاز میعانی ضریب پوسته ظاهری کل، متشکل از تاثیر ضریب پوسته واقعی یا مکانیکی، ضریب پوسته میعانی ناشی از اثر جریان دو فازی و ضریب پوسته جریان غیر داری است.

در این مقاله تاثیر پارامترهای مهم مخزن گاز میعانی شامل چگالی گاز، چگالی میعان و نسبت میعان به گاز تولیدی بر ضریب پوسته بررسی می‌شود. بدین منظور از داده‌های میدانی یک مخزن گاز میعانی ایران شامل ۶ حلقه چاه استفاده گردیده و محاسبات و آنالیز نتایج نیز با بکارگیری تابع فشار مجازی و به کمک نرم‌افزار Pansystem صورت گرفته است.

واژه‌های کلیدی: گاز میعانی (میعانات گازی)، ضریب پوسته، چاه آزمایشی، چگالی گاز، چگالی میعان، نسبت میعان به گاز تولیدی

مقدمه

را با پیچیدگی‌های خاصی مواجه می‌سازد عبارت است از:
 ۱- وجود جریان همزمان سه فاز گاز، میعانات تشکیل شده و آب در داخل مخزن
 ۲- تغییر ترکیب اصلی سیال اولیه مخزن به خاطر جدا شدن میعانات از فاز گاز و باقیماندن در داخل مخزن
 وجود چنین پیچیدگی‌هایی باعث می‌گردد تا ارزیابی مواردی همانند: قابلیت تحویل دهی چاه، تفسیر داده‌های چاه آزمایشی، چگونگی تکمیل چاه و بررسی جریان سیال در داخل مخزن با مشکلات و عدم قطعیت‌هایی همراه گردد. [۲]

با توجه به حجم عظیم تولید میعانات گازی در کشور، بررسی کاربردی برای رسیدن به یک مشخصه فنی مطلوب برای این محصول جهت استفاده بهینه از آن ضروری است. یکی از مهمترین پارامترهایی که می‌تواند در بهره‌دهی چاه‌های گازی نقش اساسی داشته باشد، ضریب پوسته است به طوری که بررسی تاثیر پارامترهای مختلف بر ضریب پوسته تا حد زیادی می‌تواند به مدیریت صحیح تولید از این مخازن کمک نماید.

۱- آنالیز داده‌های چاه آزمایشی

ضریب پوسته کلی یک مخزن گاز میعانی شامل: ضریب پوسته مکانیکی، ضریب پوسته میعانی (Sld) و ضریب پوسته غیر داری

مخازن گاز میعانی در مقایسه با مخازن نفتی و مخازن معمولی گاز خشک^۱ به خاطر رفتار ترمودینامیکی خاصی که در هنگام تولید از مخزن و افت فشار ایجاد شده از خود نشان می‌دهند، به برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق‌تری جهت بهره‌برداری و تولید بهینه نیاز دارند. در زمان اکتشاف یا زمان‌های اولیه تولید، سیال مخازن گاز میعانی به طور معمول در حالت تک‌فاز گاز در داخل مخزن قرار دارد. اما به مرور زمان با تولید از مخزن و افت فشار از دیواره چاه تا مرز مخزن، چگالش و جدا شدن مایعات از فاز گاز در دمای ثابت مخزن و در شرایطی که فشار بعضی از نواحی مخزن زیر فشار نقطه شبنم^۲ سیال اولیه مخزن است، اتفاق می‌افتد که این پدیده میعان معکوس^۳ نامیده می‌شود. [۱]

با توجه به پایین تر بودن نفوذپذیری نسبی میعانات تشکیل شده برای حرکت در داخل مخزن در مقایسه با گاز و همچنین گرانشی بیشتر این مایعات نسبت به گاز، بخش عمده‌ای از این میعانات دارای قابلیت حرکت بسیار کمی نسبت به گاز بوده و به صورت غیر قابل برداشت در داخل مخزن باقی می‌مانند. چنین موضوعی می‌تواند ارزش اقتصادی یک مخزن را در تولید هیدروکربن‌های با ارزش به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تاثیر قرار دهد. [۱]

دو عامل اصلی که آنالیز و مطالعه خصوصیات یک مخزن گاز میعانی

اطلاعات بیشتر در مورد خواص سنگ و سیال استفاده شده در چاه‌های این مخزن گاز میعانی نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. این پارامترها بیشتر به خواص سیال استفاده شده در این چاه‌ها مربوط می‌گردد که عبارتند از: نسبت میعانات به گاز تولیدی، چگالی میعان، وزن مخصوص گاز و غیره.

۱-۲ نتایج تفسیر چاه آزمایشی

چاه‌های شماره ۲، ۳، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۰ در نرم افزار چاه آزمایشی مورد آنالیز قرار گرفتند که خلاصه‌ای از نتایج حاصله در جدول ۳ نشان داده شده است.

۲- آنالیز حساسیت سنگی

در این بخش از مقاله، تأثیر پارامترهای نسبت میعان به گاز تولیدی، وزن مخصوص گاز و چگالی میعان که به عنوان داده‌های ورودی سیال مخزن در نرم‌افزار چاه آزمایشی هستند، بر مقدار ضریب پوسته‌های محاسبه شده از آنالیز چاه آزمایشی بررسی می‌شود.

۱-۲ تأثیر پارامتر نسبت میعان به گاز تولیدی (CGR):

پارامتر CGR به صورت نسبت مقدار میعان تولیدی به گاز تولیدی در همان ابتدای تولید که فشار مخزن زیاد است، تعریف می‌شود. واحد آن بر حسب STB/MMSCF بیان می‌گردد. اندازه گیری نسبت گاز به میعان تولیدی در حالت عملی به تفکیک برای هر چاه چندان امکان پذیر نیست. لذا در عمل یک میزان تقریبی نسبت میعان به گاز تولیدی برای هر چاه در

(Snd) است. ضریب پوسته میعانی از تفاوت بین مقادیر ضریب پوسته محاسبه شده آنالیز تک فازی و دوفازی بدست می‌آید. زیرا در آنالیز تک‌فازی فقط فاز گاز به عنوان فاز متحرک در مخزن در نظر گرفته می‌شود و فاز میعان به عنوان فاز متحرک محسوب نمی‌گردد. در حالی که در آنالیز دوفازی، فاز گازی و فاز میعانی به عنوان فازهای متحرک در مخزن در نظر گرفته می‌شوند و هر دو فاز گاز و میعان جریان می‌یابند. از آنالیز انطباق منحنی در هر دو آنالیز تک فازی و دوفازی، ضریب جریان غیر داریسی (D) محاسبه می‌شود و از ضرب هر دبی حجمی (Q) در ضریب جریان غیر داریسی، ضریب پوسته غیر داریسی محاسبه می‌گردد (رابطه ۱): [۳]

$$S_{nd} = D Q_g \quad (1)$$

۱-۱ مشخصات و خواص سیال و سنگ مخزن

مخزن گاز میعانی A یکی از مخازن گاز میعانی جنوب کشور است که با حفر اولین حلقه چاه در سال ۱۳۵۱، وجود گاز در آن به اثبات رسید. تاکنون ۱۴ حلقه چاه در آن حفاری شده که از این تعداد، ۱۳ حلقه چاه تولیدی است. توان تولید این میدان روزانه در حدود ۱۴ میلیون متر مکعب گاز و ۱۳ هزار بشکه میعانات گازی است.

مخزن گاز میعانی A دارای سه لایه تولیدی است. لایه‌های اول و دوم مخزن، همگن هستند اما، لایه سوم دارای ناهمسانی است. فشار نقطه شبنم مخزن نمونه نیز در حدود ۴۸۰۰ پام گزارش شده است.

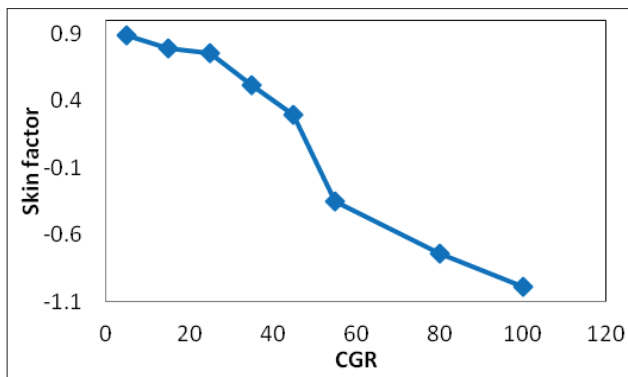
همچنین اجزای تشکیل دهنده سیال مخزن و درصد مولی این اجزا و مشخصات جزء سنگین آن که به عنوان ورودی نرم افزار Pansystem استفاده گردیده، در جدول ۱ نشان داده شده است.

۳ | نتایج تفسیر چاه آزمائی چاه‌های آنالیز شده مخزن مربوط

چاه	شماره ۲	شماره ۳	شماره ۶	شماره ۸	شماره ۹	شماره ۱۰
مدل	تراوانی	تخلخل	شعاعی	تخلخل دوگانه/ شعاعی ترکیبی/	تخلخل دوگانه/ شعاعی ترکیبی/	تخلخل دوگانه/
ضریب پوسته مکانیکی	۰/۲۰۹۸	۰/۷۸۱۲	۰/۱۸۶۶	۰/۷۴۲۹	۱/۲۷۲۵	۰/۷۳۹۳
ضریب پوسته میعانی	۰/۱۸۱	۰/۴۱۹۷	۰/۱۱۲۹	۰/۰۷۴۴	۰/۲۳۷۱	۰/۱۵۵۶
ضریب پوسته غیر داریسی	۰/۱۰۹۵	۰/۰۰۱۱۳	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۱۶	۰/۰۲۳۲	۰/۰۱۳

۱ | اجزای تشکیل دهنده سیال مخزن و درصد مولی هر جزء

وزن مخصوص ترکیب سنگین: ۰/۷۶۳	CO ₂	C ₁ -C ₆	C ₇₊
۱/۶۱	۰/۸۳	۳/۶۶	۸۷/۱۹
۱/۷۱		C _v	۱۵۶/۷۳ = وزن ملوکولی



۱ | تغییر ضریب پوسته واقعی بر حسب CGR

۲ | خواص سنگ و سیال چاه‌های مخزن A

پارامتر	چاه ۲	چاه ۳	چاه ۶	چاه ۸	چاه ۹	چاه ۱۰	واحد
اشباع گاز	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	نسبت
تخلخل	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۹۳	۰/۰۶۳	۰/۰۶۳	نسبت
دما	۲۱۰	۲۳۵/۴	۲۳۹	۲۳۶	۲۳۴	۲۴۰	درجه فارنهایت
وزن گاز	۰/۶۳۹	۰/۶۳۸۴	۰/۶۳۸۴	۰/۶۳۹	۰/۶۳۸۴	۰/۶۳۸۴	نسبت
چگالی میعان	۵۰/۸	۴۹/۹۱	۵۱/۵	۵۰/۸۴	۵۱/۵	۵۱/۵	API°
CGR	۲۶/۷۵	۲۵/۱	۲۵/۱	۲۶/۷۵	۲۵/۱	۲۵/۱	STB/MMSCF
ضخامت سازند	۲۰۷	۱۰۱۷	۴۱۳	۲۳۹	۵۲۵	۶۹۹	فوت



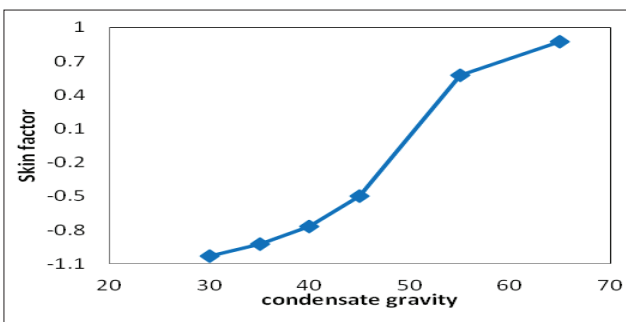
افت فشار اضافی را در این ناحیه ایجاد می کند و باعث افزایش مقدار ضریب پوسته میعانی می شود. همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، افزایش پارامتر CGR باعث افزایش مقدار فشار نقطه شبنم و افزایش میزان انباشتگی در مخزن گاز میعانی می شود که این خود دلیلی است بر افزایش ضریب پوسته میعانی در اطراف چاه.

هجوم گل و تشکیل کیک گل^۶ در اطراف چاه باعث ایجاد یک افت فشار اضافی در مخزن می شود که تحت عنوان ضریب پوسته واقعی یا مکانیکی موجب تشکیل میعانات و انباشته شدن آن در اطراف چاه گردیده، همانند یک سد، مانع از ورود گل به دهانه چاه می شود. این امر باعث کاهش ضریب پوسته واقعی یا مکانیکی می شود و هر چه انباشتگی میعانات بیشتر شود، مقدار این ضریب پوسته کمتر خواهد شد. در این مورد نیز با افزایش مقدار CGR، مقدار ضریب پوسته میعانی بیشتر و مقدار ضریب پوسته واقعی کمتر می شود.

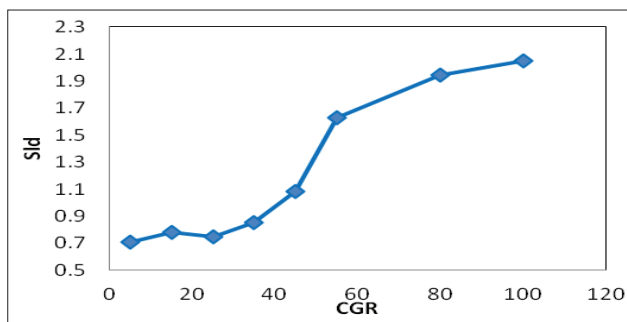
نظر گرفته می شود. این پارامتر تنها در محاسبات مربوط به ناحیه اول که گاز و میعان جریان می یابند، اثر گذار می باشد.

همانگونه که در شکل های ۱ تا ۳ مشاهده می شود، با افزایش مقادیر CGR، ضریب پوسته واقعی یا مکانیکی در اطراف چاه کم می شود و به همان نسبت مقادیر ضریب پوسته میعانی در اطراف چاه بیشتر می گردد. یعنی در مخزن گاز میعانی با افزایش اثر ضریب پوسته میعانی، متقابلاً اثر ضریب پوسته واقعی مخزن کم می شود. با افزایش پارامتر CGR ضریب پوسته کلی نیز در چاه گاز میعانی کمتر می شود.

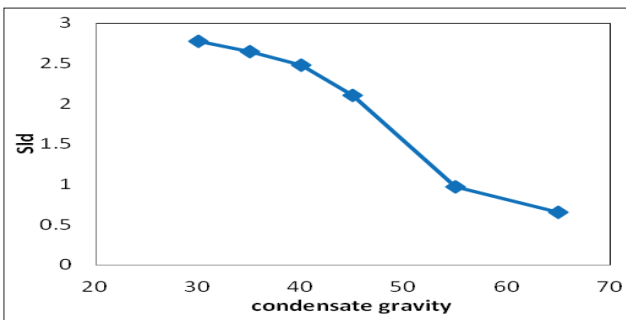
در مخزن گاز میعانی هر چه مقدار فشار نقطه شبنم بیشتر شود، مخزن سریع تر در حالت دوفازی قرار می گیرد و میزان انباشتگی میعان^۵ در اطراف چاه بیشتر می شود. یعنی میعانات بیشتری در اطراف چاه انباشته می شوند که این باعث کاهش بیشتر نفوذپذیری در این ناحیه می شود. در نتیجه، یک



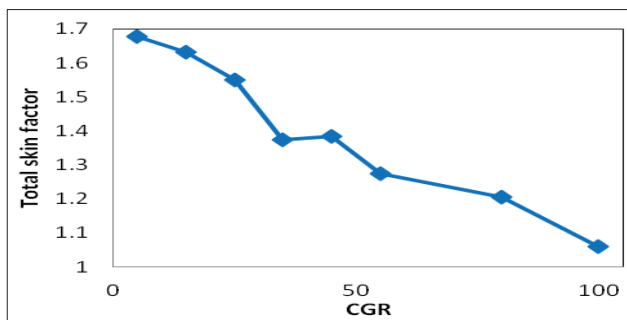
شکل ۵ | تغییر ضریب پوسته واقعی بر حسب چگالی میعان



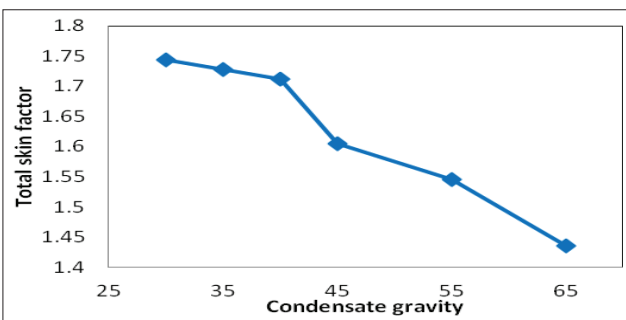
شکل ۶ | تغییر ضریب پوسته میعانی بر حسب CGR



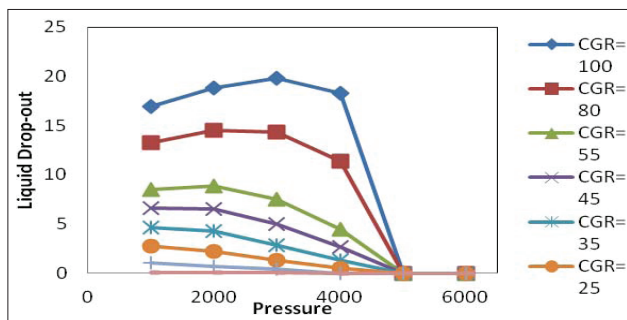
شکل ۷ | تغییر ضریب پوسته میعانی بر حسب چگالی میعان



شکل ۸ | تغییر ضریب پوسته کلی بر حسب CGR



شکل ۹ | تغییر ضریب پوسته کلی بر حسب چگالی میعان



شکل ۱۰ | نمودار تغییر انباشتگی میعان بر حسب CGR

دارای ترکیبات سبک‌تری خواهد بود که این امر باعث تحریک بیشتر میعان در نواحی اطراف چاه می‌شود. در نتیجه، به‌خاطر تحریک بالای میعان، به‌مرور زمان، میعان بیشتری از مخزن تولید خواهد شد. با افزایش تولید میعانات در مخزن گاز میعانی، میزان میعانات کمتری در اطراف چاه انباشته خواهد شد. بنابراین، هرچه میزان انباشتگی میعانات در اطراف دهانه چاه کمتر باشد، افت فشار اضافی ایجاد شده در این نواحی که ناشی از تجمع میعانات می‌باشد، کمتر گردیده، ضریب پوسته میعانی در مخزن گاز میعانی کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۸ میزان انباشتگی میعان در اطراف چاه با افزایش چگالی میعان کمتر می‌گردد که این امر ضریب پوسته میعانی مخزن را کاهش می‌دهد.

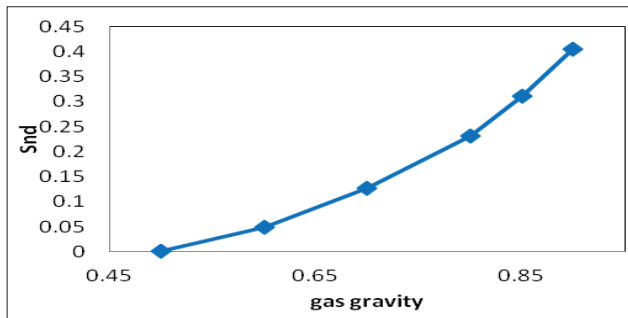
۳-۲ تاثیر پارامتر وزن مخصوص گاز (γg)

وزن مخصوص گاز به‌صورت نسبتی از چگالی گاز به چگالی هوا در

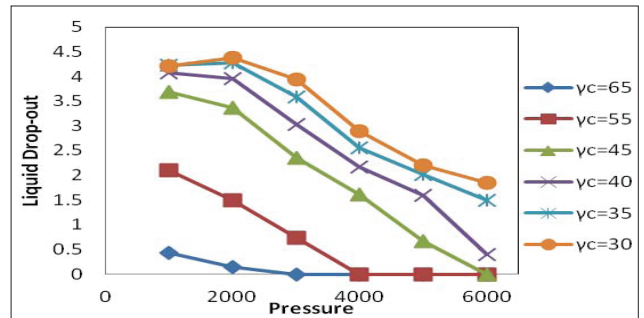
۲-۲ تاثیر پارامتر چگالی میعان (γc)

چگالی میعان عبارت است از میزان سنگینی یا چگالی میعان خروجی از انباره ذخیره مایع^۷ در شرایط استاندارد که دارای واحد درجه API می‌باشد. شکل‌های ۵ تا ۷ نشان می‌دهد که با افزایش مقدار چگالی میعان، مقادیر ضریب پوسته محاسبه شده از نرم افزار Pansystem افزایش و مقدار ضریب پوسته میعانی کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش این پارامتر ضریب پوسته کلی در چاه مورد نظر کاهش می‌یابد.

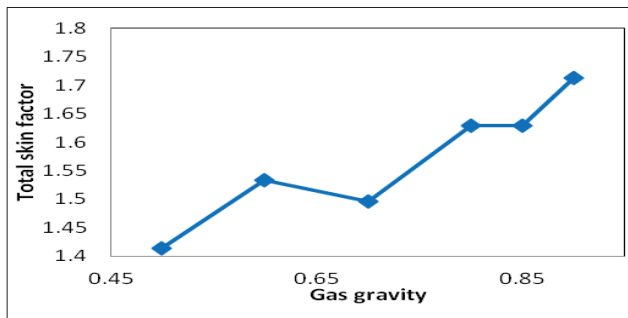
در مخزن گاز میعانی، در حین تولید گاز و میعان با گذشت زمان و تجمع بیش از حد میعانات در اطراف دهانه چاه، تولید میعان و گاز کاهش می‌یابد و مقدار قابل توجهی از اجزای سنگین/متوسط سیال میعانی با درجه اشباع غیرقابل حرکت در مخزن باقی می‌ماند. با توجه به این نکته، هر چه مقدار چگالی میعان افزایش یابد، میعانی که در مخزن و در اطراف دهانه چاه تولید می‌شود،



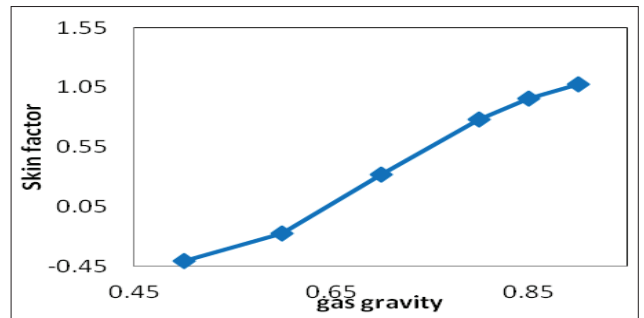
شکل ۱۱ | تغییر ضریب پوسته میعانی بر حسب وزن مخصوص گاز



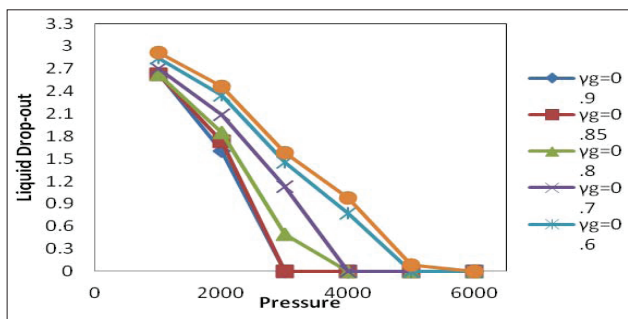
شکل ۸ | نمودار تغییر انباشتگی میعان بر حسب چگالی میعان



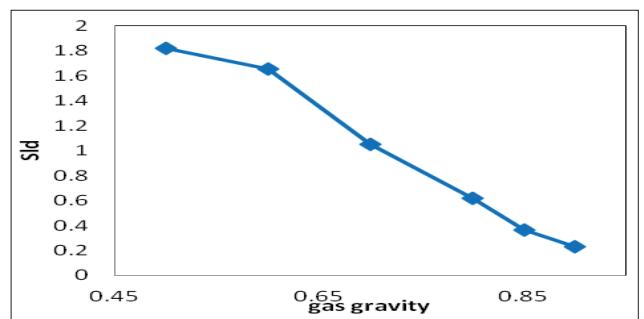
شکل ۱۲ | تغییر ضریب پوسته میعانی بر حسب وزن مخصوص گاز



شکل ۹ | تغییر ضریب پوسته واقعی بر حسب وزن مخصوص گاز



شکل ۱۳ | نمودار تغییر انباشتگی میعان بر حسب وزن مخصوص گاز



شکل ۱۰ | تغییر ضریب پوسته میعانی بر حسب وزن مخصوص گاز



نتیجه گیری

افزایش پارامتر نسبت میعان به گاز تولیدی، باعث افزایش ضریب پوسته میعانی و کاهش ضریب پوسته محاسبه شده از آنالیز چاه آزمایشی می گردد. افزایش پارامترهای چگالی میعان و وزن مخصوص گاز، ضریب پوسته میعانی تشکیل شده در اطراف دهانه چاه را کم می کند ولی، باعث افزایش ضریب پوسته واقعی چاه می شود.

* در مخزن گاز میعانی هرچه اثر ضریب پوسته میعانی بیشتر شود، اثر ضریب پوسته واقعی چاه کمتر می شود. به عبارتی، این دو ضریب پوسته در تقابل هم اثر گذار می باشند.

* با افزایش وزن مخصوص گاز و به دلیل افزایش ترکیبات سنگین/متوسط گاز، تجمع میعانات در اطراف دهانه چاه افزایش می یابد. اما چون با افزایش این پارامتر میعانات بیشتری نیز در مخزن تبخیر می شود لذا، تجمع میعانات در اطراف چاه کاهش می یابد که ضریب پوسته میعانی را نیز کاهش می دهد. به علاوه، وزن مخصوص گاز یکی از پارامترهایی است که تاثیر زیادی بر مقدار ضریب پوسته غیر دارسی می گذارد. به عبارت دیگر، در چگالی های گازی بالا اثر اینرسی یا اثر Forchimer به خوبی مشاهده می شود. البته بررسی تاثیر پارامتر وزن مخصوص گاز بر مقادیر ضرایب پوسته نشان دهنده یک اثر متقابل بین تاثیر میعانات و جریان غیر دارسی در نزدیکی دهانه چاه می باشد. یعنی افزایش مقادیر وزن مخصوص گاز باعث کاهش اثر ضریب پوسته میعانی و متقابلاً باعث افزایش اثر ضریب پوسته غیر دارسی در اطراف دهانه چاه می شود.

* افزایش پارامترهای CGR و چگالی میعان، ضریب پوسته کلی در مخازن گاز میعانی را کم می کند و منجر به افزایش تولید گاز و میعان می شود که به عنوان عاملی مثبت در تولید مخازن گاز میعانی به حساب می آید. افزایش پارامتر وزن مخصوص گاز باعث افزایش ضریب پوسته کلی در مخزن گاز میعانی می شود که تولید گاز و میعان را در این نوع مخازن کاهش می دهد و به عنوان عامل منفی در تولید مخازن گاز میعانی عمل می کند.

* با توجه به آنالیز حساسیت و بررسی پارامترهای سیال مخزن می توان گفت هر پارامتری که در دمای ثابت مقدار فشار نقطه شبنم مخزن گاز میعانی را افزایش دهد، میزان تجمع میعانات در اطراف دهانه چاه را افزایش خواهد داد که افزایش تجمع میعانات در این ناحیه باعث افزایش ضریب پوسته میعانی در اطراف دهانه چاه می شود.

شرایط استاندارد تعریف می شود. در این جا، پارامتر وزن مخصوص میعان به عنوان متغیر در نظر گرفته می شود و مقادیر ضریب پوسته بر اساس تغییر در مقدار این پارامتر با ثابت ماندن CGR محاسبه می گردد.

همان گونه که در شکل های ۹ الی ۱۲ ملاحظه می گردد، با افزایش مقدار وزن مخصوص گاز، مقادیر ضریب پوسته محاسبه شده از نرم افزار Pansys-tem افزایش و ضریب پوسته میعانی در اطراف چاه کاهش می یابد و مقدار ضریب پوسته غیر دارسی با افزایش چگالی گاز افزایش می یابد. همچنین افزایش پارامتر وزن مخصوص گاز باعث افزایش ضریب پوسته کلی در چاه گاز میعانی مورد نظر می شود.

شکل ۱۳ نشان می دهد که با افزایش میزان وزن مخصوص گاز در مخزن گاز میعانی، فشار نقطه شبنم مخزن کم می شود. کاهش فشار نقطه شبنم به این معنی است که مخزن دیرتر به حالت دوفازی می رسد. این امر باعث کاهش میزان انباشتگی میعانات در اطراف چاه می گردد و با کاهش میزان حجم میعانات در اطراف دهانه چاه، ضریب پوسته میعانی مخزن نیز کاهش می یابد. به دلیل وجود جریان متلاطم و سرعت بالای جریان گازی در نزدیکی دهانه چاه، یک افت فشار اضافی مشابه تاثیر ضریب پوسته در اطراف چاه ایجاد می گردد که تحت عنوان ضریب پوسته غیر دارسی نامیده می شود. در این ناحیه به خاطر تاثیر اینرسی یا اثر Forchimer، نفوذپذیری نسبی گاز کاهش می یابد. با توجه به روابط (۲) و (۳)، افت فشار اضافی ایجاد شده در جریان های غیر دارسی، رابطه مستقیمی با مقدار چگالی گاز دارد به طوری که با افزایش مقدار چگالی گاز مقدار ضریب پوسته غیر دارسی نیز افزایش می یابد. شکل ۱۴ نشان می دهد که اثر اینرسی یا اثر Forchimer در چگالی های گازی بالا به خوبی قابل مشاهده است. در چاه های گاز میعانی یک اثر متقابل بین تاثیر میعانات و جریان غیر دارسی در نزدیکی دهانه چاه وجود دارد، اما در این آنالیز اصل بر این است که جریان غیر دارسی به فاز گازی محدود شود و جریان فاز میعان توسط جریان دارسی توصیف شود. [۳]

$$(\Delta\psi)_{\text{non-Darcy}} = FQ_g^2 \quad (2)$$

$$F = 3/161 \times 10^{-12} \left[\frac{\beta T \gamma_g}{\mu_{gw} h^2 r_w} \right] \quad (3)$$

پانویسها

- | | | |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1. Dry Gas | 4. Producing Condensate/Gas Ratio | 7. Stock Tank Liquid |
| 2. Dew Point | 5. Liquid Drop-out | |
| 3. Retrograde Condensate | 6. Mud Cake | |

منابع

[1] Ikoku, Chi U.: "Natural Gas Reservoir Engineering," Krieger Publishing Company, New York, ISBN 0-89464-640-0, 1984

[۲] جلال فهیم پور، "شسیبه سازی جریان سیال در مخازن گاز میعانی به منظور پیش بینی اثر تشکیل میعانات بر شرایط

تولید"، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر،

دی ۱۳۸۵

[3] TarekAhamed," Reservoir Engineering Handbook," Gulf Professional Publishing, 1946.