

فهرست مطالب

فصل اول: مرور کلی بر فناوری چاه افقی	۱۱
مقدمه	۱۲
۱-۱ محدودیت‌های چاه‌های افقی	۱۶
۱-۲ کاربردهای چاه افقی	۱۹
۱-۳ تکنیک‌های حفاری	۲۴
۱-۴ طول چاه افقی براساس تکنیک‌های حفاری و حدود ناحیه زهکش	۲۹
۱-۵ تکنیک‌های تکمیل چاه	۳۲
۱-۶ روش‌های تکمیل	۳۳
۱-۷ ملاحظات تکمیل	۳۵
۱-۸ شرایط تعمیر	۳۸
۱-۹ خلاصه‌ای بر تکمیل چاه	۳۹
خلاصه	۳۹
فصل دوم: مفاهیم مهندسی مخزن	۴۱
مقدمه	۴۲
۲-۱ ضریب جدار	۴۶
۲-۲ صدمه سطحی به سازند در سازندهایی با تراوایی پایین و بالا	۴۸
۲-۳ صدمه سطحی به سازند در چاه‌های افقی	۵۱
۲-۴ خلاصه بحث ضریب جدار	۵۳
۲-۵ شعاع موثر دیواره چاه، r_w'	۵۴
۲-۶ شاخص قابلیت تولید، J	۶۰
۲-۷ رژیم‌های جریان	۶۱
۲-۸ مفهوم حالت پایدار و حالت شبه پایدار	۶۱
۲-۹ جریان گذار	۶۳
۲-۱۰ معادلات جریان برای رژیم‌های جریان گوناگون	۶۴
۲-۱۱ زمان رسیدن به حالت شبه پایدار	۶۴
۲-۱۲ تاثیر ناهمگنی سطحی	۷۰
۲-۱۳ ناحیه زهکشی چاه افقی	۷۲
فصل سوم: راه‌حل‌های حالت پایدار	۸۱
مقدمه	۸۲
۳-۱ قابلیت تولید چاه‌های افقی در حالت پایدار	۸۴
۳-۲ تاثیر ارتفاع مخزن بر قابلیت تولید چاه	۹۰
۳-۳ تاثیر ناهمگنی مخزن	۹۳
۳-۴ تخمین تراوایی قائم	۹۹
۳-۵ شعاع موثر دیواره چاه افقی	۱۰۰
۳-۶ قابلیت تولید چاه‌های جهت‌دار	۱۰۵

۱۱۲.....	۳-۷ مقایسه قابلیت تولید چاه‌های افقی و چاه‌های جهت‌دار
۱۱۳.....	۳-۸ آسیب به سازند در چاه‌های افقی
۱۲۰.....	۳-۹ سوابق میدانی
۱۲۳.....	فصل چهارم: تأثیر عدم تقارن چاه
۱۲۴.....	مقدمه
۱۲۶.....	۴-۱ تأثیر عدم تقارن چاه و معادلات حالت پایدار
۱۳۱.....	۴-۲ مخازن با کلاهدک گازی
۱۳۴.....	۴-۳ حفاری چاه‌های متعدد
۱۳۵.....	۴-۴ چاه‌های افقی در ارتفاع‌های متفاوت
۱۳۹.....	فصل پنجم: مقایسه چاه‌های افقی و چاه‌های قائم دارای شکستگی
۱۴۰.....	مقدمه
۱۴۱.....	۵-۱ تحریک پذیری چاه قائم
۱۴۵.....	۵-۲ انواع شکستگی‌ها
۱۶۰.....	۵-۳ خلاصه‌ای بر ایجاد شکستگی قائم
۱۶۰.....	۵-۴ چاه‌های افقی در مخازن دارای شکستگی
۱۶۱.....	۵-۵ چاه‌های افقی با شکستگی مصنوعی
۱۶۸.....	۵-۶ سابقه‌های میدانی
۱۷۲.....	۵-۷ بررسی‌های عملی
۱۷۴.....	خلاصه
۱۷۵.....	فصل ششم: چاه آزمایی گذرا
۱۷۶.....	مقدمه
۱۸۰.....	۶-۱ راه حل‌های ریاضی و مفاهیم عملی
۱۸۴.....	۶-۲ رژیم‌های جریان‌ی تعمیم یافته
۱۸۴.....	۶-۳ پاسخ فشار
۱۸۶.....	۶-۴ مشکلات عملیاتی
۱۸۷.....	۶-۵ جزئیات چاه آزمایی رژیم‌های جریان
۲۰۱.....	۶-۶ مشتقات فشار
۲۰۳.....	۶-۷ تأثیرات ذخیره حفره چاه
۲۰۶.....	۶-۸ ملاحظات عملی
۲۱۳.....	خلاصه
۲۱۵.....	فصل هفتم: جریان با حالت شبه پایدار
۲۱۶.....	مقدمه
۲۱۸.....	۷-۱ موازنه مواد و فرمول‌بندی ریاضی
۲۱۹.....	۷-۲ معادله تعمیم یافته حالت شبه پایدار برای چاه‌های قائم
۲۲۰.....	۷-۳ ضرایب شکل برای چاه‌های قائم

۲۳۰	۷-۴ ضرایب شکل چاه‌های افقی
۲۳۴	۷-۵ محاسبات قابلیت تولید حالت شبه پایدار چاه افقی
۲۴۸	۷-۶ عملکرد جریان ورودی در چاه‌های افقی نیمه باز
۲۵۷	۷-۷ پیش‌بینی عملکرد چاه افقی در مخازن دارای رانش گاز محلول
۲۶۳	فصل هشتم: مخروطی شدن نفت و گاز در چاه‌های قائم و افقی
۲۶۴	مقدمه
۲۶۷	۸-۱ تعریف حد بحرانی
۲۶۷	۸-۲ رابطه‌های حد بحرانی چاه قائم
۲۷۷	۸-۳ حد بحرانی با استفاده از تست تولید
۲۷۹	۸-۴ محدودیت‌های تست تولید
۲۸۰	۸-۵ آنالیز منحنی کاهش
۲۸۳	۸-۶ نقطه گذر آب در چاه‌های قائم
۲۸۹	۸-۷ کاربرد عملی محاسبات زمان نقطه گذر
۲۹۱	۸-۸ رفتار چاه قائم پس از نفوذ آب
۲۹۸	۸-۹ ویژگی‌های نمودارهای آینده در برابر ضریب بازیافت
۳۰۰	۸-۱۰ مخروطی شدن گاز و آب در چاه‌های افقی
۳۱۱	۸-۱۱ زمان نقطه گذر چاه افقی در یک مخزن دارای رانش آب زیرین
۳۱۶	۸-۱۲ زمان نقطه گذر برای یک چاه افقی در یک مخزن با کلاهدک گازی
۳۱۹	۸-۱۳ زمان نقطه گذر مخروط برای چاه‌های افقی در مخازن
۳۲۴	۸-۱۴ حد بحرانی برای چاه‌های افقی در مخزن دارای رانش آب کناری
۳۲۸	۸-۱۵ ملاحظات عملی
۳۲۹	۸-۱۶ سابقه‌های میدانی
۳۴۰	۸-۱۷ سوابق میدانی دیگر و خلاصه
۳۴۱	فصل نهم: چاه‌های افقی در مخازن گازی
۳۴۲	مقدمه
۳۴۳	۹-۱ برآورد ذخیره گاز
۳۴۶	۹-۲ برآورد گاز درجا با استفاده از روش p/z
۳۴۹	۹-۳ محدودیت روش p/z
۳۵۰	۹-۴ جریان گاز در توده متخلخل
۳۵۹	۹-۵ کاربرد چاه افقی
۳۶۳	۹-۶ جریان آشفته
۳۷۸	۹-۷ منحنی‌های نمونه تولید
۳۸۲	۹-۸ تاریخچه
۳۸۶	خلاصه

۳۸۹	فصل دهم: افت فشار در چاه‌های افقی
۳۹۰.....	مقدمه
۳۹۲.....	۱۰-۱ تاثیر افت فشارهای بالا.....
۴۰۱.....	۱۰-۲ راهکارهای کاهش افت فشار بالا در دیواره‌ی چاه.....
۴۰۳.....	۱۰-۳ افت فشار در یک چاه افقی.....
۴۰۶.....	۱۰-۴ تعریف حد بحرانی.....
۴۰۷.....	۱۰-۵ تفسیر ضرایب اصطکاک کاملاً گسترش یافته.....
۴۰۸.....	۱۰-۶ جریان آرام گسترشی.....
۴۱۰.....	۱۰-۷ جریان سطحی ورودی.....
۴۱۰.....	۱۰-۸ خلاصه جریان ورودی.....
۴۱۱.....	۱۰-۹ افت فشار در بخش خمیده دیواره‌ی چاه.....
۴۱۱.....	۱۰-۱۰ اندازه‌های آستری و دیواره‌ی چاه‌های حفر شده.....
۴۱۲.....	۱۰-۱۱ افت فشار سیال تک فاز در یک چاه افقی.....
۴۱۲.....	۱۰-۱۲ محاسبه میزان تولید با ترکیب کردن افت فشارهای مخزن و دیواره‌ی چاه - جریان آرام.....
۴۱۶.....	۱۰-۱۳ محاسبات میزان تولید بوسیله ترکیبی از افت فشار مخزن و دیواره‌ی چاه در جریان آشفته.....
۴۲۲.....	۱۰-۱۴ افت فشار جریان گاز در چاه افقی.....
۴۲۷.....	۱۰-۱۵ افت فشار جریان چند فازی در چاه افقی.....
۴۲۸.....	۱۰-۱۶ اثر منحنی ورود سیال بر افت فشار.....
۴۳۱.....	۱۰-۱۷ خلاصه‌ای از نتایج مثال‌ها.....
۴۳۳.....	۱۰-۱۸ ملاحظات عملی.....
۴۳۵	ضمائم
۴۳۶.....	ضمیمه الف: خواص سیال نفت.....
۴۷۳.....	ضمیمه ب: ضریب تراکم پذیری گاز.....
۴۸۱.....	ضمیمه ج: ضرایب تبدیل.....
۴۹۱.....	ضمیمه د: محاسبه ضرایب شبه پوسته‌ای.....
۵۰۶.....	ضمیمه ه: ضرایب بازیافت.....
۵۰۸.....	ضمیمه و: لغات تخصصی.....
۵۱۵.....	ضمیمه ی: نمونه‌هایی از حفاری جهت‌دار در ایران.....
۵۹۳	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

فصل اول

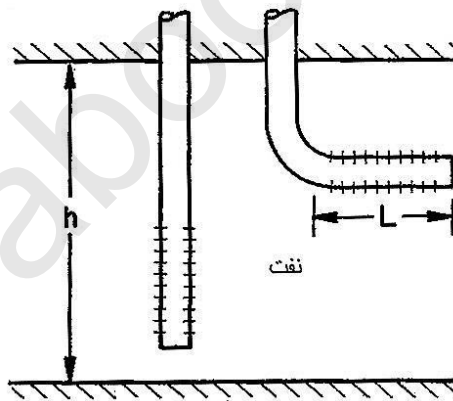
**مرور کلی بر
فناوری چاه افقی**

avabook.com

● مقدمه

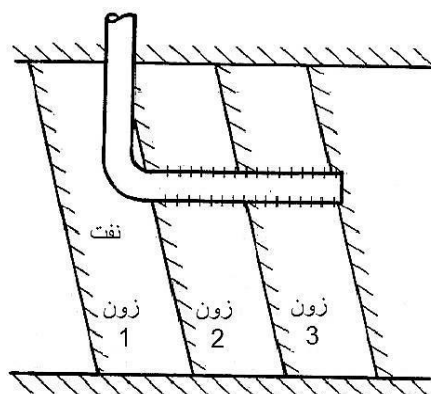
در چند سال گذشته، چاه‌های افقی زیادی در جهان حفاری شده است. هدف اصلی از حفاری یک چاه افقی افزایش سطح تماس حفره افقی بازون بهره‌ده مخزن و در نتیجه افزایش قابلیت تولید چاه است. یک چاه افقی با شعاع بلند همانند یک چاه تزریقی سطح تماس بزرگی ایجاد می‌کند، بنابراین میزان تزریق‌پذیری چاه را افزایش داده که برای ازدیاد برداشت از مخزن نفتی (EOR) خیلی مطلوب می‌باشد.

به طور کلی، یک چاه افقی، موازی با سطح لایه‌بندی مخزن حفر می‌شود. و به طور دقیق‌تر، یک چاه قائم چاهی است که سطح لایه‌بندی مخزن را با زاویه حدود 90° قطع کند. به عبارت دیگر یک چاه قائم، عمود بر سطح لایه‌بندی حفاری می‌شود. (شکل ۱-۱). اگر سطح لایه‌بندی مخزن قائم باشد، آن‌گاه یک چاه قائم موازی با سطح لایه‌بندی حفاری خواهد شد و در مفهوم تئوری یک چاه افقی خواهد بود. همان‌طور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است، حتی در مخازنی با سطح لایه‌بندی قائم، امکان دارد که چاه ابتدا به صورت قائم و سپس از پهلو حفاری شود.



شکل ۱-۱: طرحی کلی از یک چاه قائم و یک چاه افقی که به ترتیب عمود و موازی بر سطح لایه‌بندی حفر شده‌اند.

هدف در این‌جا قطع کردن چندین زون بهره‌ده است. (در برخی نمونه‌ها، از دیدگاه علم حفاری، آسان‌تر است که در یک زون بمانیم تا بر روی مسیر چاه کنترل موثری داشته باشیم.) در ناحیه بین‌قاره‌ای و سواحل خلیج ایالات متحده برخی از مخازن دارای سطوح لایه‌بندی تقریباً قائم می‌باشند. به طور مشابه در کالیفرنیا برخی مخازن دارای شیب تندی می‌باشند. بنابراین در حین تحلیل کارایی چاه افقی، شکل هندسی سطوح لایه‌بندی مخزن باید در نظر گرفته شود.



شکل ۲-۱: یک چاه افقی در مخزنی با سطوح لایه‌بندی قائم

اساس چاه‌های افقی با پروژه یک چاه قائم متفاوت هستند. زیرا قابلیت تولید چاه‌های افقی به طول حفره افقی چاه بستگی دارد. علاوه بر آن میزان طول حفره افقی به تکنیک‌های حفاری بستگی دارند (نگاه کنید به جدول ۱-۱). بنابراین انتخاب تکنیک حفاری مناسب برای دستیابی به طول مطلوب چاه افقی نیاز به همکاری مهندسان حفاری و مخزن دارد.

نکته قابل توجه طرح تکمیل چاه است، که به یکی از صورت‌های زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

- حفره باز
- تعبیه لوله آستری شیاردار در چاه
- تعبیه لوله آستری با توپک خارجی در چاه
- جداره گذاری و مشبک کاری

که این کارها نیازمند تجربه و اطلاعات محل تکمیل چاه دارد. روش تکمیل بر عملکرد چاه افقی تأثیرگذار بوده بگونه‌ای که برخی روش‌های تکمیل فقط با برخی از تکنیک‌های حفاری امکان‌پذیر هستند.

جدول ۱-۱: طول‌های چاه افقی

مدل	قطر چاه (اینچ)	شعاع (فوت)	ثابت شده • (فوت)	مورد انتظار (فوت)
فوق کوتاه *		۱-۲		۱۰۰-۲۰۰
کوتاه *	۴ ^۳ / _۴	۳۰	۴۲۵	۲۵۰-۳۵۰
(دوار)	۶	۳۵	۸۸۹	۳۵۰-۴۵۰
کوتاه **	۴ ^۳ / _۴	۴۰	—	—
(موتورهای گل حفاری)	۳ ^۳ / _۴	۴۰	—	—
متوسط	۴ ^۱ / _۲	۳۰۰	۱۳۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰
	۶	۳۰۰	۲۲۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰
	۸ ^۱ / _۲	۴۰۰-۸۰۰	۳۳۵۰	۱۰۰۰-۳۰۰۰
	۹ ^۷ / _۸	۳۰۰	—	—
بلند	۸ ^۱ / _۲	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۱۰۰۰-۳۰۰۰
	۱۲ ^۱ / _۴	۱۰۰۰-۲۵۰۰	۱۰۰۰	—

* چندین شعاعی که می‌توانند از یک چاه قائم منفرد حفر شود
 ** از یک چاه قائم منفرد چندین چاه زهکش با ارتفاع‌های متفاوت می‌توانند حفر شوند
 • در اوایل سال ۱۹۹۰، چاه‌های افقی شعاع متوسط با طولی بیشتر از ۴۵۰۰ فوت حفر گردیده است.

بنابراین می‌توان به طور قطع نتیجه گرفت که طول حفره افقی، موقعیت استقرار آن در مخزن، خطای مجاز در محل حفاری، و روش تکمیل چاه به تکنیک‌های حفاری بستگی دارند. درک تفاوت تکنیک‌ها، مزیت‌ها و اشکالات حفاری برای مهندسين مخزن، حفاری، تکمیل و زمین شناسان بسیار مهم هستند. همچنین می‌بایست متوجه تفاوت فاکتورهای را که بر بهره‌دهی چاه‌های افقی تاثیر می‌گذارند، باشند. از این رو همکاری متخصصین مختلف برای دستیابی به اهداف چاه افقی ضروری است. به عبارت دیگر دستیابی به موفقیت اقتصادی نیازمند یک نگرش تیمی است.