



# افزایش تولید چاه محور

مسکلات تولید، علت یابی و ارائه راه حل ها

مولفان:

سید مهدی ندری پری

سید مهدیا مطهری، حامد همتی، علیرضا مومنی، محمد پروازدوانی،

محسن صفری بیدختی، مجتبی کریمی، حامد فروزی نیا، محمدرضا زارع رئیس آبادی



انتشارات ستایش

|                     |                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| عنوان و نام پدیدآور | : افزایش تولید چاه محور: مشکلات، راهکارها و ارزیابی و ارائه راه حل ها/ مولفان مهدی ندری پری... و دیگران؛ شرکت ملی نفت ایران مدیریت توسعه منابع انسانی.          |
| مشخصات نشر          | : تهران: ستایش، ۱۳۹۵.                                                                                                                                           |
| مشخصات ظاهری        | : ۳۷۲ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار (رنگی).                                                                                                                      |
| شابک                | : 978-600-7445-65-5                                                                                                                                             |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا                                                                                                                                                          |
| یادداشت             | : مولفان مهدی ندری پری، سید مهدیا مطهری، حامد همت پور، رضا رحمانی، محمد پروازدوانی، محسن صفری بیبدختی، مجتبی کریمی، حامد فیروزی نیا، محمد رضا زارعی، رئیس دانش. |
| یادداشت             | : کتابنامه.                                                                                                                                                     |
| موضوع               | : نفت -- میدان ها -- روش های تولید. Oil fields -- Production methods                                                                                            |
| موضوع               | : چاه های نفت -- فراآوری مصنوعی، Oil wells -- Artificial lift                                                                                                   |
| موضوع               | : چاه های نفت -- حفاری، Oil well drilling                                                                                                                       |
| موضوع               | : ازدیاد برداشت نفت، Enhanced oil recovery                                                                                                                      |
| موضوع               | : نفت -- بازیافت ثانوی، Secondary recovery of oil                                                                                                               |
| موضوع               | : نفت -- مهندسی مخازن زیرزمینی، Oil reservoir engineering                                                                                                       |
| موضوع               | : چاه های نفت -- گازرانی، Oil wells-- Gas lift                                                                                                                  |
| شناسه افزوده        | : ندری پری، مهدی، ۱۳۶۲ -                                                                                                                                        |
| شناسه افزوده        | : شرکت ملی نفت ایران. مدیریت توسعه منابع انسانی                                                                                                                 |
| رده بندی کنگره      | : ۱۳۹۵ / ۱۶۴۴ / TN۸۷۰                                                                                                                                           |
| رده بندی دیویی      | : ۶۲۲/۳۳۸۲                                                                                                                                                      |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۴۴۸۸۷۹۵                                                                                                                                                       |



# مجموعه هاپ میانه رشیانفا

لله اعلم ما اعلم و بابت تله دیما ت لاله

بن لقا

مکتب

مکتب

مکتب

Setayeshi  
Publication  
Institute



انتشارات ستایش

تهران - صندوق پستی: ۹۹۵-۱۳۱۴۵ تلفن: ۶۹۴۸۹۹۵-۰۹۱۲-۰۹۹۵-۶۶۹۴ (۰۲۱)

## افزایش تولید چاه محور

مولفان: مهدی ندری پری، سید مهدیا مطهری، حامد همت پور، علیرضا مومنی،

محمد پرواز دوانی، محسن صفری بیدختی، مجتبی کریمی.

حامد فیروزی نیا، محمدرضا زارع رئیس آبادی،

ناشر: انتشارات ستایش

نوبت چاپ: اول/۱۳۹۵

شمارگان: ۱۱۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۴۵-۶۵-۵

قیمت: ۱۸۰.۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

## فهرست مطالب

پیشگفتار ..... ۱۶

که فصل اول: نگرش سیستمی در توسعه و تولید ..... ۱۹

۱-۱-۱ ارزش در بالادستی صنعت نفت ..... ۱۹

۱-۱-۲ نگرش نظامند به فرآیند توسعه و تولید میادین ..... ۲۲

۱-۳-۱ روش های افزایش تولید چاه محور ..... ۲۴

۱-۴-۱ فرآیند بهسازی روش های افزایش تولید چاه محور ..... ۲۵

۱-۴-۱-۱ روش های تصمیم گیری چند معیاره ..... ۲۸

۱-۵-۱ پارامترهای غربالگری به روش گیری روش افزایش تولید چاه محور ..... ۲۹

۱-۵-۱-۱ معیارهای غربالگری مربوط به اولویت بندی راه حل های رفع مشکل تولید آب ..... ۲۹

۱-۵-۱-۲ معیارهای غربالگری مربوط به اولویت بندی راه حل های رفع مشکل تولید گاز اضافی ..... ۳۱

۱-۵-۱-۳ معیارهای غربالگری مربوط به اولویت بندی راه حل های رفع مشکل فرازآوری ..... ۳۲

۱-۵-۱-۴ معیارهای غربالگری مربوط به اولویت بندی راه حل های رفع مشکل تولید شن ..... ۳۵

۱-۵-۱-۵ معیارهای غربالگری مربوط به اولویت بندی راه حل های رفع مشکل رسوب آسفالتین ..... ۳۶

۱-۵-۱-۶ معیارهای غربالگری مربوط به اولویت بندی راه حل های رفع مشکل رسوبات معدنی ..... ۳۸

۱-۶-۱ شرح کلی نرم افزار مدیریت چاه پارس ..... ۳۹

۱-۷-۱ تلفیق و یکپارچه سازی روش های افزایش تولید چاه محور با فرآیندهای کاری شرکت های

نفی ..... ۴۱

منابع و مراجع فصل اول ..... ۴۳

که فصل دوم: تولید آب ناخواسته ..... ۴۵

۱-۲ عوامل تولید آب ناخواسته ..... ۴۶

۱-۱-۲ مشکلات مربوط به تکمیل چاه ..... ۴۷

۱-۱-۲-۱ کاناله شدن پشت لوله جداری ..... ۴۷

۱-۱-۲-۲ تکمیل در نزدیکی ناحیه آبی ..... ۴۷

۱-۱-۲-۳ ایجاد شکستگی خارج از محدوده مخزن ..... ۴۸

۱-۱-۲-۴ مشکلات مکانیکی ..... ۴۸

۱-۲-۲ مشکلات مربوط به مخزن ..... ۴۸

|         |                                                 |
|---------|-------------------------------------------------|
| ۴۹..... | ۱-۲-۱-۲ کاناله‌شدن درون مخزن                    |
| ۴۹..... | ۲-۲-۱-۲ مخروطی شدن                              |
| ۵۱..... | ۳-۲-۱-۲ تخلیه مخزن                              |
| ۵۱..... | ۲-۲ روش‌های تشخیص مشکل تولید آب                 |
| ۵۷..... | ۳-۲ روش‌های مقابله با مشکل تولید آب             |
| ۵۸..... | ۱-۳-۲ کنترل افت فشار                            |
| ۵۹..... | ۲-۳-۲ عایق مکانیکی                              |
| ۵۹..... | ۱-۲-۳-۲ توپک‌های برگشت‌پذیر                     |
| ۵۹..... | ۲-۲-۳-۲ پلاگ ارتباطی                            |
| ۶۰..... | ۳-۲-۳-۲ گیره سیمان                              |
| ۶۱..... | ۳-۱-۴-۲ توپک دوبا                               |
| ۶۱..... | ۵-۲-۳-۲ اولیه جداری                             |
| ۶۲..... | ۲-۳-۲ استری بسته شده                            |
| ۶۳..... | ۳-۳-۲ پلاگ‌های سه و تزریق سیمان                 |
| ۶۳..... | ۱-۳-۳-۲ پلاگ‌ها، سمانی، رهن چاهی                |
| ۶۴..... | ۲-۳-۳-۲ تزریق پر فشار سیمان                     |
| ۶۵..... | ۴-۳-۲ تولید همزمان آب و نفت و گاز از درون چاهی  |
| ۶۸..... | ۱-۴-۳-۲ تفکیک‌گر درون چاهی                      |
| ۶۸..... | ۱-۱-۴-۳-۲ سیستم هیدروسایکلون                    |
| ۷۰..... | ۲-۱-۴-۳-۲ سیستم پمپ دو کاره در پمپ‌های پله‌ای   |
| ۷۱..... | ۵-۳-۲ گزینه‌های شیمیایی                         |
| ۷۱..... | ۱-۵-۳-۲ ژل‌های غیرآلی                           |
| ۷۳..... | ۲-۵-۳-۲ پلاستیک‌ها                              |
| ۷۵..... | ۳-۵-۳-۲ سیستم‌های مونومر                        |
| ۷۵..... | ۱-۳-۵-۳-۲ اکریل آمید                            |
| ۷۵..... | ۲-۳-۵-۳-۲ سیستم مونومر درجا با اتصالات عرضی آلی |
| ۷۶..... | ۴-۵-۳-۲ ژل پلیمرها                              |
| ۷۷..... | ۱-۴-۵-۳-۲ انواع پلیمر                           |
| ۷۹..... | ۲-۴-۵-۳-۲ اصلاح‌کننده تراوایی نسبی              |
| ۸۰..... | ۵-۵-۳-۲ رسوبات برای پلاگ کردن انتخابی ناحیه آبی |
| ۸۱..... | منابع و مراجع فصل دوم                           |
| ۸۵..... | ک فصل سوم: تولید گاز ناخواسته                   |
| ۸۶..... | ۱-۳ دلایل تولید گاز ناخواسته                    |

- ۱-۱-۳ دلایل و عوامل مرتبط با چاه..... ۸۸
- ۱-۱-۱-۳ نشتی لوله جداری، لوله مغزی و توپک ..... ۸۸
- ۱-۱-۱-۳ جریان گاز پشت لوله جداری از طریق کاناله شدن سیمان..... ۸۹
- ۱-۱-۳ مشبک کاری یا اسیدکاری نزدیک به سطح تماس گاز و نفت..... ۹۰
- ۲-۱-۳ دلایل و عوامل مرتبط با مخزن..... ۹۱
- ۱-۲-۱-۳ لایه با تراوایی بالا- باوجود یا عدم وجود جریان متقاطع..... ۹۱
- ۲-۲-۱-۳ شکافها و ترکهای بین چاههای تولیدی و تزریقی..... ۹۳
- ۳-۲-۱-۳ شکستگیهای طبیعی یا القایی بین کلاhek یا زون گازی و بازه تولیدی..... ۹۴
- ۴-۲-۱-۳ مخروطی شدن یا برآمدگی کلاhek یا زون گازی..... ۹۴
- ۵-۲-۱-۳ کاهش فشار مخزن به زیر نقطه حباب و رسیدن اشباع گاز به نقطه بحرانی..... ۹۵
- ۶-۲-۱-۳ انگشتی شدن جریان گاز و ته نشینی ثقلی در لایه تولیدی..... ۹۶
- ۲-۲-۳ راهکارها- مقابل با تولید گاز اضافی..... ۹۶
- ۱-۲-۳ تعریف..... ۹۷
- ۲-۲-۳ مسدود کردن، کانرک، یا شیمیایی..... ۹۷
- ۳-۲-۳ تفکیک ناحیهی تولید گاز و نفت به صورت تکمیل چند گانه..... ۹۸
- ۴-۲-۳ تکنیکهای مدرن در تبدیل لایه..... ۹۹
- ۵-۲-۳ ترک چاه و حفر چاه..... ۹۹
- ۳-۲-۳ راهکارهای تشخیص تولید گاز اضافی..... ۱۰۰
- ۱-۳-۳ بررسی رفتار کیفی نمودارهای دما برای تشخیص گاز..... ۱۰۰
- ۲-۳-۳ ابزار تشخیص پسماند گاز..... ۱۰۲
- ۳-۳-۳ نمودارهای جذب پالس نوترون..... ۱۰۴
- منابع و مراجع فصل سوم..... ۱۰۵

## فصل چهارم: فرازآوری..... ۱۰۹

- ۱-۴ علل مشکل فرازآوری..... ۱۰۹
- ۱-۱-۴ افزایش فشار ته چاهی..... ۱۱۰
- ۲-۱-۴ کاهش فشار ته چاهی..... ۱۱۰
- ۲-۴ روشهای شناسایی مشکل فرازآوری..... ۱۱۱
- ۱-۲-۴ شناسایی مشکل فرازآوری مربوط به افزایش فشار ته چاهی..... ۱۱۱
- ۱-۱-۲-۴ سنگین بودن سیال تولیدی..... ۱۱۱
- ۲-۲-۴ شناسایی مشکل فرازآوری مربوط به کاهش فشار ته چاهی..... ۱۱۲
- ۱-۲-۲-۴ ضریب پوسته..... ۱۱۲
- ۲-۲-۲-۴ کاهش فشار مخزن..... ۱۱۲
- ۳-۲-۲-۴ پایین بودن شاخص بهره دهی مخزن..... ۱۱۳

- ۳-۴ راه‌های مقابله با مشکل فرازآوری ..... ۱۱۳
- ۱-۳-۴ راه‌حل‌های غلبه بر افت فشار در داخل چاه ..... ۱۱۴
- ۱-۳-۴-۱ فرازآوری با گاز ..... ۱۱۵
- ۱-۳-۴-۱-۱ مزایای استفاده از فرازآوری با گاز ..... ۱۱۶
- ۱-۳-۴-۱-۲ معایب استفاده از فرازآوری با گاز ..... ۱۱۶
- ۱-۳-۴-۱-۳ کیفیت گاز تزریقی در فرازآوری با گاز ..... ۱۱۷
- ۱-۳-۴-۱-۴ تأثیر فشار گاز تزریقی بر بهره‌وری فرازآوری با گاز ..... ۱۱۸
- ۱-۳-۴-۱-۵ فاکتورهای اصلی تأثیرگذار جهت انتخاب فشار تزریق در فرازآوری با گاز ..... ۱۱۹
- ۱-۳-۴-۱-۵-۱ نقطه حباب و نسبت گاز به مایع سیال تولیدی ..... ۱۱۹
- ۱-۳-۴-۱-۵-۲ برش آب ..... ۱۲۰
- ۱-۳-۴-۱-۵-۳ کلاس ادوات ..... ۱۲۰
- ۱-۳-۴-۱-۵-۴ فشار سرچاهی ..... ۱۲۰
- ۱-۳-۴-۱-۵-۵ مشخصات گاز تزریقی ..... ۱۲۰
- ۱-۳-۴-۱-۶ طراحی اجزاء چاه ..... ۱۲۱
- ۱-۳-۴-۱-۷ سرعت وسایل فرازآوری با گاز ..... ۱۲۱
- ۲-۳-۴ پمپ‌های درون‌چاهی ..... ۱۲۲
- ۲-۳-۴-۱ محدودیت‌ها ..... ۱۲۲
- ۲-۳-۴-۱-۱ استفاده از انواع پمپ‌های درون‌چاهی ..... ۱۲۲
- ۲-۳-۴-۱-۲ عوامل مؤثر بر طراحی انواع پمپ‌های درون‌چاهی ..... ۱۲۳
- ۲-۳-۴-۱-۳ انواع پمپ‌های درون‌چاهی ..... ۱۲۳
- ۲-۳-۴-۱-۳-۱ پمپ‌های میله‌ای - مکشی ..... ۱۲۳
- ۲-۳-۴-۱-۳-۲ کاربرد پمپ‌های میله‌ای - مکشی ..... ۱۲۵
- ۲-۳-۴-۱-۳-۳ مزایای استفاده از پمپ‌های میله‌ای - مکشی ..... ۱۲۶
- ۲-۳-۴-۱-۳-۴ تجهیزات پمپ میله‌ای - مکشی ..... ۱۲۷
- ۲-۳-۴-۱-۳-۵ پمپ‌های شناور الکتریکی ..... ۱۲۸
- ۲-۳-۴-۱-۳-۶ اجزاء و قطعات پمپ شناور الکتریکی ..... ۱۲۹
- ۲-۳-۴-۱-۳-۷ مزایای استفاده از پمپ‌های شناور الکتریکی ..... ۱۳۰
- ۲-۳-۴-۱-۳-۸ معایب استفاده از پمپ‌های شناور الکتریکی ..... ۱۳۰
- ۲-۳-۴-۱-۳-۹ پمپ‌های هیدرولیکی ..... ۱۳۱
- ۲-۳-۴-۱-۳-۱۰ مزایای استفاده از پمپ‌های هیدرولیکی ..... ۱۳۲
- ۲-۳-۴-۱-۳-۱۱ معایب استفاده از پمپ‌های هیدرولیکی ..... ۱۳۲
- ۲-۳-۴-۱-۳-۱۲ پمپ‌های خلا پیشرونده ..... ۱۳۲
- ۲-۳-۴-۱-۳-۱۳ مزایای استفاده از پمپ‌های خلا پیشرونده ..... ۱۳۳

- ۱۳۳.....۲-۴-۳-۲-۱-۳-۴ معایب استفاده از پمپ‌های خلأ پیشرونده
- ۱۳۶.....۲-۳-۴ راه‌حل‌های غلبه بر کاهش فشار ته‌چاهی
- ۱۳۶.....۱-۲-۳-۴ آسیب‌دیدگی سازند
- ۱۳۸.....۱-۱-۲-۳-۴ روش اسیدکاری برای غلبه بر آسیب‌دیدگی سازند
- ۱۳۸.....۱-۱-۲-۳-۴ محدودیت‌های روش اسیدکاری
- ۱۳۹.....۲-۱-۲-۳-۴ عملیات لایه شکافی
- ۱۳۹.....۱-۲-۱-۲-۳-۴ سیال شکاف هیدرولیکی و افزایشدها
- ۱۴۰.....۱-۱-۲-۱-۲-۳-۴ خواص سیال شکاف هیدرولیکی
- ۱۴۰.....۲-۱-۲-۱-۲-۳-۴ سیالات پایه نفتی
- ۱۴۱.....۳-۱-۲-۱-۲-۳-۴ سیالات پایه آبی
- ۱۴۲.....۴-۱-۲-۱-۲-۳-۴ افزایشدها
- ۱۴۲.....۵-۱-۲-۱-۲-۳-۴ سیالات پایه اسیدی
- ۱۴۲.....۶-۱-۲-۱-۲-۳-۴ تفاوت بین شکافدهی با سیالات پایه اسیدی و آبی
- ۱۴۳.....۲-۲-۱-۲-۳-۴ محدودیت‌های روش لایه شکافی
- ۱۴۳.....۳-۲-۲-۳-۴ عملیات لایه شکافی با استفاده از ابزار فراصوت
- ۱۴۴.....۲-۲-۳-۴ کاهش فشار متسلسل مخزن
- ۱۴۵.....منابع و مراجع فصل چهارم

#### فصل پنجم: رسوبات معدنی.....۱۴۷

- ۱-۵ بررسی دلایل تشکیل انواع رسوبات معدنی.....۱۴۹
- ۱-۱-۵ تشکیل رسوب کربنات.....۱۵۱
- ۱-۱-۱-۵ اثر دما و فشار بر حلالیت کربنات کلسیم.....۱۵۲
- ۲-۱-۵ تشکیل رسوبات سولفات.....۱۵۳
- ۳-۱-۵ تشکیل رسوب سولفات کلسیم - گچ ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) یا انیدیت ( $\text{CaSO}_4$ ).....۱۵۴
- ۴-۱-۵ تشکیل رسوب سولفات باریت.....۱۵۴
- ۵-۱-۵ تشکیل رسوب کلرید سدیم.....۱۵۵
- ۶-۱-۵ تشکیل رسوبات مربوط به یون‌های آهن.....۱۵۶
- ۲-۵ مکانیزم‌های تشکیل رسوب.....۱۵۷
- ۱-۲-۵ فوق اشباع نسبی.....۱۵۷
- ۲-۲-۵ هسته‌زایی.....۱۵۹
- ۳-۲-۵ زمان تماس کافی.....۱۶۰
- ۳-۵ راهکارهای حذف رسوبات معدنی.....۱۶۱
- ۴-۵ راهکارهای پیشگیری از تشکیل رسوبات معدنی.....۱۶۳
- ۱-۴-۵ بازدارنده‌ی تشکیل رسوبات معدنی.....۱۶۴



- ۱۶۵..... ۵-۴-۱-۱ مکانیزم‌های بازدارنده‌ی تشکیل رسوبات معدنی
- ۱۶۶..... ۵-۴-۲ بازدارنده‌های سبز
- ۱۶۷..... منابع و مراجع فصل پنجم

## ۱۶۹..... فصل ششم: رسوب آسفالتین

- ۱۷۰..... ۶-۱-۱ آشنایی با شیمی آسفالتین
- ۱۷۲..... ۶-۱-۱-۱ جرم مولکولی آسفالتین
- ۱۷۳..... ۶-۱-۲ شکل و اندازه ذرات آسفالتین
- ۱۷۳..... ۶-۱-۳ تحلیلی بر رسوبات پارافینیک و آسفالتینی در نفت خام
- ۱۷۴..... ۶-۲-۱ عوامل مؤثر بر میزان رسوب آسفالتین
- ۱۷۵..... ۶-۱-۱-۱ طفت و نوع مواد تشکیل دهنده نفت خام
- ۱۷۶..... ۶-۲-۱-۲ تأثیر دما بر رسوب آسفالتین
- ۱۷۷..... ۶-۲-۲-۱ تأثیر فشار بر رسوب آسفالتین
- ۱۷۷..... ۶-۲-۴ اثر نوع سبزان بر تزریقی
- ۱۷۸..... ۶-۲-۵ اثر نوع و میزان رسوب دهنده
- ۱۷۹..... ۶-۲-۶ اثر مواد شیمیایی نابازدار
- ۱۷۹..... ۶-۲-۷ اثر تنش‌های برشی
- ۱۷۹..... ۶-۲-۸ مشخصه‌های جریان
- ۱۸۰..... ۶-۲-۹ اثر انگیزش چاه-اسیدکاری
- ۱۸۱..... ۶-۳-۱ پایداری آسفالتین
- ۱۸۲..... ۶-۴-۱ شروع رسوب و انباشتگی آسفالتین‌ها
- ۱۸۴..... ۶-۴-۱-۱ مرحله اول: تست میکروسکوپی
- ۱۸۴..... ۶-۴-۲ مرحله دوم: پخش مجدد آسفالتین‌های رسوب داده
- ۱۸۴..... ۶-۴-۳ مرحله سوم: اندازه‌گیری شروع انباشته شدن آسفالتین‌ها
- ۱۸۵..... ۶-۵-۱ مکانیزم‌های رسوب آسفالتین
- ۱۸۷..... ۶-۶-۱ بازگشت‌پذیری آسفالتین
- ۱۸۷..... ۶-۶-۱-۱ مفهوم بازگشت‌پذیری آسفالتین
- ۱۸۸..... ۶-۶-۲ دیدگاه‌های فیزیکی و شیمیایی در برگشت‌پذیری آسفالتین
- ۱۸۹..... ۶-۷-۱ مشکلات ناشی از رسوب آسفالتین
- ۱۹۰..... ۶-۷-۱-۱ کاهش تراوایی سنگ مخزن
- ۱۹۱..... ۶-۷-۲ تغییر خاصیت ترشوندگی سنگ مخزن
- ۱۹۲..... ۶-۸-۱ روش‌های کنترل رسوب آسفالتین
- ۱۹۲..... ۶-۸-۱-۱ تغییر در برنامه تولید
- ۱۹۴..... ۶-۸-۲ مدل‌های پیش‌بینی کننده و آنالیز رسوب آسفالتین

|     |                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۶ | ۳-۸-۶ آزمایش سازگاری                                                             |
| ۱۹۶ | ۴-۸-۶ گرا دیان ترکیب                                                             |
| ۱۹۶ | ۵-۸-۶ روش های شیمیایی                                                            |
| ۱۹۷ | ۱-۵-۸-۶ استفاده از حلال                                                          |
| ۱۹۸ | ۱-۵-۸-۶ تغییر در تکمیل چاه - تعبیه لوله ای جهت تزریق حلال                        |
| ۲۰۰ | ۲-۵-۸-۶ استفاده از دیسپرانت                                                      |
| ۲۰۰ | ۳-۵-۸-۶ استفاده از بهبود دهنده های کریستال های پارافین                           |
| ۲۰۱ | ۶-۸-۶ روش های مکانیکی                                                            |
| ۲۰۳ | ۷-۸-۶ روش های حرارتی                                                             |
| ۲۰۳ | ۱-۷-۸-۶ نفت داغ                                                                  |
| ۲۰۴ | ۲-۷-۸-۶ استفاده از حرارت دهنده های ته چاهی                                       |
| ۲۰۴ | ۱-۷-۸-۶ استفاده از مواد شیمیایی آزادکننده ی گرما                                 |
| ۲۰۵ | ۴-۷-۸-۶ استفاده از بخار آب یا آب داغ                                             |
| ۲۰۵ | ۸-۸-۶ روش های بیولوژیکی                                                          |
| ۲۰۶ | ۹-۸-۶ چگونگی تشخیص رسوب سفالت                                                    |
| ۲۰۶ | ۱۰-۸-۶ نگاه کلی به روش های مؤثر در پیرنگی، کم کردن شدت رسوبات و رفع رسوبات موجود |
| ۲۰۷ | منابع و مراجع فصل ششم                                                            |
| ۲۱۱ | فصل هفتم: تولید شن                                                               |
| ۲۱۲ | ۱-۷-۱ تأثیرات نامطلوب تولید شن                                                   |
| ۲۱۳ | ۱-۷-۱ تجمع شن در تجهیزات سطح الارضی                                              |
| ۲۱۳ | ۲-۷-۱ تجمع شن در ته چاه                                                          |
| ۲۱۴ | ۳-۷-۱ فرسایش تجهیزات سطح الارضی و درون چاهی                                      |
| ۲۱۴ | ۴-۷-۱ نشست سازند                                                                 |
| ۲۱۴ | ۲-۷-۲ علت های تولید شن                                                           |
| ۲۱۵ | ۱-۲-۷ شکست برشی                                                                  |
| ۲۱۶ | ۲-۲-۷ شکست کششی                                                                  |
| ۲۱۶ | ۳-۲-۷ تأثیر آب بر تولید شن                                                       |
| ۲۱۷ | ۴-۲-۷ اثر مواد و واکنش های شیمیایی                                               |
| ۲۱۸ | ۳-۷-۲ طبقه بندی تولید شن از لحاظ مقدار شن تولیدی                                 |
| ۲۱۸ | ۱-۳-۷ تولید شن گذرا                                                              |
| ۲۱۸ | ۲-۳-۷ تولید شن به صورت پیوسته                                                    |
| ۲۱۸ | ۳-۳-۷ تولید انبوه شن                                                             |
| ۲۱۸ | ۴-۷-۲ پایش شن                                                                    |

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۲۱۹ | ۷-۴-۱ پایش صوتی                                   |
| ۲۲۰ | ۷-۴-۲ پایش مقاومت الکتریکی                        |
| ۲۲۱ | ۷-۴-۳ مزیت‌ها و محدودیت‌های سامانه‌ی پایش شن      |
| ۲۲۱ | ۷-۵-۵ روش‌های پیش‌بینی تولید شن                   |
| ۲۲۱ | ۷-۵-۱ روش‌های پتروفیزیکی                          |
| ۲۲۲ | ۷-۵-۲ روش‌های عددی                                |
| ۲۲۴ | ۷-۶-۶ روش‌های مدیریت و کنترل تولید شن             |
| ۲۲۵ | ۷-۶-۱ تغییر استراتژی تولید                        |
| ۲۲۶ | ۷-۶-۱-۱ روش مشبک‌کاری جهت‌دار                     |
| ۲۲۶ | ۷-۶-۱-۲ محدود کردن شدت جریان تولیدی               |
| ۲۲۷ | ۷-۶-۱-۳ مدیریت سطح‌الارضی تولید شن                |
| ۲۲۸ | ۷-۶-۲ روش‌های جداسازی از تولید شن                 |
| ۲۲۸ | ۷-۶-۱-۱ روش‌های مکانیکی                           |
| ۲۲۸ | ۷-۶-۲-۱ استفاده از آستری شیاردار                  |
| ۲۲۹ | ۷-۶-۲-۲ استفاده از توری سیم‌پیچی شده              |
| ۲۳۰ | ۷-۶-۲-۳ استفاده از گرهل پک                        |
| ۲۳۰ | ۷-۶-۲-۴ استفاده از توبال‌های از پیش‌بک شده        |
| ۲۳۱ | ۷-۶-۲-۵ روش فرک پک                                |
| ۲۳۴ | ۷-۶-۲-۶ توری قابل انبساط                          |
| ۲۳۵ | ۷-۶-۲-۲ روش‌های شیمیایی                           |
| ۲۳۷ | ۷-۷ پارامترهای مؤثر در انتخاب بهترین روش کنترل شن |
| ۲۳۹ | ۷-۸ مقایسه روش‌های مختلف کنترل شن                 |
| ۲۴۰ | ۷-۹ تولید شن در چاپس                              |
| ۲۴۲ | منابع و مراجع فصل هفتم                            |

## فصل هشتم: کاربردهای متنوع فناوری چاه هوشمند در افزایش تولید به‌محور

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۲۴۵ | ۸-۱ معرفی فناوری هوشمند                                             |
| ۲۴۶ | ۸-۱-۱ اصطلاحات مختلف در مورد چاه‌های نفت و گاز با رویکرد هوشمندسازی |
| ۲۴۶ | ۸-۱-۱-۱ چاه‌های هوشمند با ضریب هوشی پایین                           |
| ۲۴۶ | ۸-۱-۱-۲ چاه‌های هوشمند با ضریب هوشی بالا                            |
| ۲۴۷ | ۸-۱-۱-۳ چاه‌های کنترل شونده هیدرولیکی                               |
| ۲۴۷ | ۸-۱-۱-۴ گیج دائمی                                                   |
| ۲۴۷ | ۸-۱-۱-۵ چاه بدون ضریب هوشی                                          |
| ۲۴۷ | ۸-۱-۲ تاریخچه فناوری هوشمند                                         |

- ۳-۱-۸ مزایای به کارگیری فناوری هوشمند ..... ۲۴۷
- ۴-۱-۸ تجهیزات فناوری هوشمند ..... ۲۴۸
- ۱-۴-۱-۸ شیرهای کنترلی ..... ۲۴۹
- ۲-۴-۱-۸ توپک عایق عبوردهنده کابل ..... ۲۴۹
- ۳-۴-۱-۸ کابل‌های ارتباطی، انتقال‌دهنده نیروی برق و کنترلی ..... ۲۴۹
- ۴-۴-۱-۸ سیستم‌های کنترلی و جمع‌آوری داده در سطح ..... ۲۵۰
- ۵-۴-۱-۸ حسگرهای ته‌چاهی ..... ۲۵۰
- ۵-۱-۸ سطوح مختلف هوشمندسازی ..... ۲۵۰
- ۲-۸ چالشی مقابله تکنولوژی چاه هوشمند با مشکلات مختلف تولیدی ..... ۲۵۳
- ۱-۱-۸ فناوری هوشمند در مقابله با مشکل تولید رسوب معدنی ..... ۲۵۳
- ۱-۲-۸ به کارگیری شیرهای کنترلی در درمان مشکل رسوب معدنی ..... ۲۵۴
- ۲-۸ فناوری هوشمند در مقابله با مشکل تولید آب ..... ۲۵۵
- ۳-۲-۸ فناوری هوشمند در مقابله با مشکل تولید گاز ..... ۲۵۷
- ۴-۲-۸ فناوری هوشمند در مقابله با مشکل فرازآوری ..... ۲۵۸
- ۵-۲-۸ فناوری هوشمند در مقابله با مشکل رسوب آسفالتین ..... ۲۶۱
- ۶-۲-۸ فناوری هوشمند در مقابله با مشکل تولید شن ..... ۲۶۲
- منابع و مراجع فصل هشتم ..... ۲۶۳
- پیوست: گزیده‌ای از تصاویر رنگی کتاب ..... ۲۶۵

## پیشگفتار

سرآغاز سخن با نام و یاد پروردگاری که در تمامی دنیا نشانه عظمت و قدرت اوست و تمام کائنات مدهوش الطاف اویند.

یکی از بخش‌های کشورهای دارای منابع هیدروکربنی، مدیریت بهینه بر فرآیند تولید است. از مهم‌ترین ویژگی‌های این مدیریت، انعطاف‌پذیری در برابر شرایط متغیر سیاسی و اقتصادی بازار نفت است. این ویژگی از سوالات مطرح در حوزه مدیریت تولید این است که اگر بنا به شرایط، لازم باشد تا تولید در کوتاه مدت افزایش یابد، آیا روشی نظاممند و علمی برای تحقق این مهم وجود دارد. مؤلفان این کتاب در راستای پاسخ به این پرسش و مبتنی بر نگرش سیستمی به فرآیند تولید استفاده از روش‌های چهار محور برای افزایش تولید در کوتاه مدت را موثر دانستند. در راستای استفاده از این روش‌ها، با بررسی منابع مختلف مشخص شد که یک منبع منسجم که به کلیه مشکلات رسیدی، علل وقوع و راه‌حل آنها با رویکرد اولویت‌بندی پرداخته باشد، وجود ندارد. بنابراین مؤلفان این اثر بر آن شدند تا به این مهم دست یابند.

این کتاب، حاصل تلاش و چند سال پژوهش، مطالعه و بحث درباره به کارگیری روش‌های افزایش تولید چهار محور در پژوهشگاه صنعت نفت است. مؤلفان برای آشنا کردن مدیران، مهندسان، اساتید و دانشجویان علاقمند تدوین کرده‌اند.

این کتاب در هشت فصل تألیف و گردآوری شده، که بخش انتهایی فصل اول و فصل‌های دوم تا هفتم در قالب پروژه‌ای تحت عنوان "تدوین روش غربالگری چاه‌های نفتی برای بکارگیری روش‌های افزایش تولید چهار محور، قرارداد شماره ۹۱۰۱۴-۸۱" با حمایت مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی نفت ایران تهیه شده است.

فصل اول با موضوع نگرش سیستمی در توسعه و تولید می‌باشد که تألیف و گردآوری آن توسط مهندس سید مهدیا مطهری صورت پذیرفت. در این فصل کلیاتی در مورد چگونگی افزایش تولید در سه دوره کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بیان شده است. تمرکز اصلی این

فصل بر روی روش افزایش تولید چاه محور است که دوره زمانی آن کوتاه مدت است. مدل تهیه بسته چاه‌ها برای به کارگیری روش‌های افزایش تولید چاه محور ارائه شده است که به عنوان ایده آقای مطهری محسوب می‌شود. همچنین روش تصمیم‌گیری چند معیاره به جهت اولویت‌بندی راه‌حل‌های رفع مشکل تولید چاه و نیز اولویت‌بندی چاه‌هایی که دارای راه‌حل یکسان در رفع مشکل خود هستند، معرفی شده است. پارامترهای تاثیرگذار در اولویت‌بندی راه‌حل‌ها و چاه‌ها نیز در این فصل ارائه شده است. در بخش انتهایی این فصل، نرم‌افزار مدیریت چاه پارس که اولویت‌بندی راه‌حل‌ها و چاه‌ها با آن امکان‌پذیر است و توسط گروه توسعه نرم‌افزار پژوهشگاه صنعت نفت و بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط مولفان کتاب توسعه داده شده معرفی می‌شود.

فصل دوم با موضوع تولید آب ناخواسته توسط مهندس حامد همت‌پور گردآوری شده است. در این فصل به عوامل تولید آب ناخواسته، روش‌های تشخیص و مقابله با این مشکل پرداخته شده است.

فصل سوم با موضوع تولید گاز ناخواسته توسط مهندس علیرضا مومنی گردآوری شده است. در این فصل به عوامل تولید گاز ناخواسته، روش‌های تشخیص و مقابله با این مشکل پرداخته شده است.

فصل چهارم با موضوع فرازآوری توسط مهندس پیرازدوانی و مهندس محسن صفری گردآوری شده است. در این فصل نحوه شناسایی مشکل فرازآوری، راهکارهای مقابله با این مشکل اعم از استفاده از انواع پمپ‌ها، آسیب‌سازندگی و بهره‌گیری از آن برای رفع مشکل فرازآوری ارائه شده است.

فصل پنجم با موضوع رسوب معدنی توسط مهندس مجتبی کریمی گردآوری شده است. در این فصل انواع رسوب معدنی، دلایل و مکانیزم‌های اصلی رسوبات معدنی، راهکارهای مقابله با این مشکل ارائه شده است.

فصل ششم با موضوع رسوب آسفالتین توسط مهندس حامد فیروزی‌نیا گردآوری شده است. آقای فیروزی‌نیا در آماده‌سازی این فصل از راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقای دکتر علی موسوی دهقانی بهره برده است. در این فصل آشنایی با رسوب آسفالتین، عوامل مؤثر بر میزان رسوب آسفالتین، مکانیزم‌های رسوب آسفالتین، مشکلات ناشی از رسوب آسفالتین، روش‌های کنترل رسوب آسفالتین و چگونگی تشخیص رسوب آسفالتین ارائه شده است.

فصل هفتم با موضوع تولید شن توسط مهندس محمدرضا زارع تألیف و گردآوری شده است. در این فصل به تأثیرات نامطلوب تولید شن، علل تولید شن، نحوه پایش تولید شن، روش‌های پیش‌بینی تولید شن و روش‌های مهار شن پرداخته شده است.

فصل هشتم با موضوع کاربردهای متنوع فناوری چاه هوشمند در افزایش تولید چاه محور توسط مهندس مهدی ندری‌بری گردآوری شده است. در این فصل تکنولوژی چاه هوشمند از لحاظ تاریخچه، مزایای به کارگیری، تجهیزات و سطوح مختلف هوشمندسازی معرفی شده است. در بخش دوم این فصل نحوه مقابله این تکنولوژی با مشکلات تولید آب ناخواسته، تولید گاز ناخواسته، فرازآوری، رسوب معدنی و رسوب آسفالتین و تولید شن به صورت کلی توضیح داده شده است. در بخش پیوست گزیده‌ای از تصاویر این کتاب برای درک و مشخص بودن مفاهیم بهتر مطالب به صورت رنگی آمده است.

شایسته است از استادی برتر و مدرس پژوهش و توسعه صنایع بالادستی پژوهشگاه صنعت نفت، مهندس سید صالح ندی دکترا موسوی دهقانی و گروه ایشان تشکر کنیم. همچنین قدردانی ویژه خود را از مهندس مهدی ندری‌بری به جهت سرپرستی و نظارت بر روند تدوین و تألیف کتاب ابراز داریم.

همچنین تأکید می‌شود که هیچ‌گونه ادعایی بابتی بر کامل بودن این کتاب وجود ندارد، از متخصصان و کارشناسان تقاضا می‌نمایم نقطه نظر، اصلاح و تکمیلی خود را به نشانی: nadrim@ripi.ir و Setayeshpress@yahoo.com ارسال نموده تا در ویرایش و چاپ‌های بعدی در نظر گرفته شود و غنای بیشتری به این اثر افزوده شود.

در پایان مراتب سپاسگزاری خود را از مدیریت توسعه منابع انسانی و کمیته انتشارات شرکت ملی نفت ایران که امکان نشر این اثر را فراهم نموده‌اند اعلام داشته و از خداوند منان برای تمامی متولیان دانش توفیق روزافزون طلب می‌نمایم.

کارشناسان پژوهش‌های  
چاه‌محور پژوهشگاه صنعت نفت