



# زمین شناسی تحت الارضی

## پایه‌ای

مؤلفین:

دکتر حسن امیری بختیار

مبارک دانشگاه صنعت نفت

دکتر حجت‌اله صفری

عضو هیئت علمی دانشگاه گیلان

|                      |                                                                  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|
| سرمایه               | مفتری، حجت‌الله                                                  |
| عنوان و نام پدیدآور  | زمین‌شناسی تحت‌الارضی پایه‌ای : حجت‌الله مفتری، حسن امیری بختیار |
| موضوعات کسر          | تهران: گنت آو، ۱۳۹۳                                              |
| موضوعات تخصصی        | ۲۸۷ ص.، مصور، جدول، نمودار                                       |
| سالک                 | ۱۹۰۵ = ۲۳۶ - ۶۰ = ۹۷۸                                            |
| وضعیت فهرست نویسی    | فیب                                                              |
| یادداشت              | کتابخانه                                                         |
| موضوع                | زمت - اکتشاف‌های زیرزمینی                                        |
| موضوع                | زمین‌شناسی - نقشه‌ها                                             |
| موضوع                | اکتشاف‌های زیرزمینی لرزه‌ای                                      |
| کتابه افزوده         | امیری بختیار، حسن، ۱۳۳۸                                          |
| رده بندی کنگره       | ۱۳۹۲ ۷ ص ۷ ن TN۲۷۷                                               |
| رده بندی دیویی       | ۶۲۲/۱۸۲۸                                                         |
| شماره کتبی‌نویسی ملی | ۱۶۷۵۳۱۸                                                          |

## زمین‌شناسی تحت‌الارضی پایه‌ای



انتشار این کتاب آوا

|                        |                                            |
|------------------------|--------------------------------------------|
| مؤلفان:                | دکتر حجت‌الله مفتری، دکتر حسن امیری بختیار |
| ناشر:                  | کتاب آوا                                   |
| طراح جلد و صفحه‌آرایی: | مهدی حسینی شفیق                            |
| چاپ و صحافی:           | آوا                                        |
| نوبت چاپ:              | اول ۱۳۹۳                                   |
| شمارگان:               | ۱۵۵۰ جلد                                   |
| قیمت:                  | ۲۲۰۰۰۰۰ ریال                               |
| شابک:                  | ۹۷۸-۶۰۰-۳۴۶-۰۱۹-۵                          |

نشانی مرکز پخش: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، بن‌بست حقیقت، پلاک ۴، واحد ۴

www.avabook.com Email: avabook\_kazemi@yahoo.com

شماره‌های تماس: ۶۶۹۷۴۱۳۵ - ۶۶۴۰۷۹۹۳ - ۶۶۹۷۴۶۴۵ - ۶۶۹۷۴۶۴۵ - ۶۶۴۶۱۱۵۸ - ۶۶۴۶۱۱۵۸

نشانی فروشگاه: اسلامشهر، خیابان میاد شیرازی، روبروی دانشگاه آزاد، جنب دادگستری

شماره تماس: ۵۶۳۵۴۶۵۱

کشور ایران از نظر منابع و مخازن زیرزمینی جایگاه ممتازی را در دنیا دارا می‌باشد. وجود این منابع شرایطی را فراهم نموده تا بسیاری علاقه‌مند به دانستن مسائل مربوط به این منابع از جمله نحوه اکتشاف، پی‌جویی و استخراج باشند. در این راستا اکثر دانشگاه‌ها اعم از دولتی، آزاد و سایر موسسات آموزش عالی، اقدام به تأسیس و راه‌اندازی رشته‌های مرتبط با مسائل تحت‌الارضی از جمله: زمین‌شناسی، معدن، اکتشاف نفت و ... را نموده‌اند و به همین دلیل کتاب‌های متنوعی در ارتباط با پی‌جویی، اکتشاف و استخراج منابع تحت‌الارضی تألیف، گردآوری و یا ترجمه شده‌اند.

در این رابطه مؤلفین حاضر به سال ۱۳۸۸ شمسی تصمیم به تألیف کتابی با عنوان "زمین‌شناسی تحت‌الارضی پایه‌ای" نمودند و از آن‌جایی که چاپ اول کتاب مزبور به فاصله کوتاهی پس از انتشار نایاب گردید از این رو تصمیم به چاپ مجدد آن گرفته شد. یکی از مزیت‌های این کتاب اینکه بحث‌های متنوع پایه‌ای علوم زمین مرتبط با زمین‌شناسی تحت‌الارضی در آن گنجانیده شده است ضمن آن که با مهارت خاصی از حجم شدن زیاد کتاب خودداری گردیده است با این هدف که خوانندگان رغبت بیشتری به مطالعه آن داشته باشند. این کتاب پایه‌ای در خصوص برداشت‌ها، تعبیر و تفسیرها مرتبط با گرایش خاصی از زمین‌شناسی تحت‌الارضی نظیر پی‌جویی‌ها، اکتشافات و استخراج مواد هیدروکربوری (نفتی/گازی) به رشته تحریر درآمده است.

مؤلفین امیدوارند که متخصصان و علمای فن قبول زحمت نموده و اشکالات احتمالی این کتاب را همچون چاپ اول، متذکر شوند. در پایان بر خود لازم میدانیم که از زحمات کلیه کسانی که در تألیف این کتاب همکاری و همیاری داشته‌اند بخصوص سرکار خانم مهندس راضیه فولادوند که در چاپ اول همکاری ارزشمندی داشته‌اند، و همچنین از دست‌اندرکاران انتشارات آوا به لحاظ زحمات چاپ دوم تشکر گردد.

## فهرست مطالب

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| بخش اول: نقشه‌ها و مقاطع                                        | ۱۷ |
| فصل اول: تهیه نقشه‌های سطح‌الارضی و مقاطع                       | ۱۹ |
| مقدمه                                                           | ۱۹ |
| ۱-۱- تهیه نقشه‌های سطح‌الارضی                                   | ۱۹ |
| ۱-۱-۱- اطلاعات لازم جهت تهیه نقشه                               | ۱۹ |
| ۱-۱-۲- تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای                  | ۲۱ |
| ۱-۱-۳- مراحل تهیه یک نقشه زمین‌شناسی                            | ۲۷ |
| ۲-۱- تهیه مقاطع ساختمانی                                        | ۳۳ |
| فصل دوم: موازنه کردن مقاطع                                      | ۴۱ |
| مقدمه                                                           | ۴۱ |
| ۱-۲- تعاریف مورد نیاز                                           | ۴۲ |
| ۱-۲-۱- کمربندهای چین خورده - رانده                              | ۴۲ |
| ۱-۲-۲- افق تفکیک (سطح جدایش) ورقه‌های رانده                     | ۴۳ |
| ۱-۲-۳- شیب و تراز منطقه‌ای                                      | ۴۳ |
| ۱-۲-۴- لبه پیشرو و لبه دنباله رو                                | ۴۳ |
| ۱-۲-۵- خطوط مبنای گیر افتاده و رها شده                          | ۴۴ |
| ۱-۲-۶- انواع مقاطع عرضی                                         | ۴۵ |
| ۱-۲-۷- هندسه گسل‌های رانده                                      | ۴۶ |
| ۱-۲-۸- انواع چین‌های مرتبط با گسل                               | ۴۶ |
| ۲-۲- قواعد ساختمانی در کمربندهای چین خورده - رانده              | ۴۸ |
| ۳-۲- ارزیابی و کنترل یک مقطع موازنه شده                         | ۵۰ |
| ۴-۲- بازگرداندن یک مقطع                                         | ۵۲ |
| ۲-۴-۱- به حالت اولیه بازگرداندن بر اساس موازنه طول طبقه         | ۵۳ |
| ۲-۴-۲- به حالت اولیه بازگرداندن بر اساس موازنه مساحت طبقه       | ۵۸ |
| ۵-۲- کاربرد مقاطع عرضی متوازن در کمربند چین خورده - رانده راگرس | ۶۰ |
| ۶-۲- نرم‌افزارهای رایانه‌ای برای ساختن مقاطع عرضی متوازن        | ۶۴ |
| فصل سوم: نقشه‌های زیرسطحی (UGC)                                 | ۶۷ |
| مقدمه                                                           | ۶۷ |
| ۱-۳- ترسیم نقشه‌های زیر سطحی                                    | ۶۷ |

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ۷۳  | ۲-۳- تعیین ارتفاع سطح مبنا.....                     |
| ۷۴  | ۳-۳- انواع مختلف نقشه‌های زیرسطحی.....              |
| ۷۴  | ۱-۳-۳- نقشه‌های کانتوری ساختمانی.....               |
| ۷۹  | ۲-۳-۳- نقشه هم ضخامت (ایزوپاک).....                 |
| ۸۴  | ۳-۳-۳- نقشه‌های رخساره‌ای.....                      |
| ۸۵  | ۱-۳-۳-۳- نقشه‌های هم سنگی (ایزولیت).....            |
| ۸۶  | ۲-۳-۳-۳- نقشه‌های نسبتی.....                        |
| ۸۶  | ۳-۳-۳-۳- نقشه‌های لیتولوژی درصدی.....               |
| ۸۷  | ۴-۳-۳-۳- نقشه‌های رخساره‌ای مثلی.....               |
| ۸۹  | ۴-۳-۳- نقشه‌های دیرینه زمین‌شناسی.....              |
| ۹۲  | ۵-۳-۳- نقشه‌های ویژگی‌های درونی.....                |
| ۹۲  | ۱-۵-۳-۳- نقشه‌های هم تخلخل.....                     |
| ۹۳  | ۲-۵-۳-۳- نقشه‌های هم هرز روی (گل حفاری).....        |
| ۹۳  | ۳-۵-۳-۳- نقشه‌های هم حجم.....                       |
| ۹۳  | ۶-۳-۳- نقشه‌های ژئوفیزیکی.....                      |
| ۹۴  | ۷-۳-۳- نقشه‌های ژئوشیمیایی.....                     |
| ۹۵  | منابع.....                                          |
| ۹۹  | بخش دوم: روش‌های ژئوفیزیکی.....                     |
| ۱۰۱ | فصل اول: روش لرزه‌نگاری.....                        |
| ۱۰۱ | مقدمه.....                                          |
| ۱۰۲ | ۱-۱- انتشار امواج لرزه‌ای.....                      |
| ۱۰۳ | ۱-۱-۱- امواج درونی یا حجمی.....                     |
| ۱۰۵ | ۲-۱-۱- امواج سطحی (L).....                          |
| ۱۰۶ | ۲-۱- انواع روش‌های لرزه‌ای.....                     |
| ۱۰۹ | ۱-۲-۱- روش لرزه‌نگاری انکساری.....                  |
| ۱۱۲ | ۲-۲-۱- روش لرزه‌نگاری انعکاسی.....                  |
| ۱۱۴ | ۳-۱- عملیات تولید و برداشت امواج در لرزه‌نگاری..... |
| ۱۱۴ | ۱-۳-۱- ایجاد امواج لرزه‌ای.....                     |
| ۱۱۶ | ۲-۳-۱- گیرنده‌ها.....                               |
| ۱۱۹ | ۳-۳-۱- آرایش ژئوفون‌ها.....                         |
| ۱۲۰ | ۴-۳-۱- تقویت کننده‌ها و صافی‌ها.....                |

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| ۱۲۱ | ۱-۳-۵- نحوه ثبت اطلاعات                                               |
| ۱۲۲ | ۱-۳-۶- عملیات برداشت لرزه‌ای                                          |
| ۱۲۴ | ۱-۴-۴- آماده‌سازی و فرآوری اطلاعات                                    |
| ۱۲۴ | ۱-۴-۱- آماده‌سازی اطلاعات مقطع                                        |
| ۱۲۸ | ۱-۴-۲- تصحیحات استاتیکی و دینامیکی                                    |
| ۱۳۰ | ۱-۴-۳- برانباشت                                                       |
| ۱۳۰ | ۱-۴-۴- فرآوری اطلاعات لرزه‌ای                                         |
| ۱۳۲ | ۱-۴-۵- رویه کوچ دادن اطلاعات لرزه‌ای                                  |
| ۱۳۴ | ۱-۵- تعبیر و تفسیر مقاطع لرزه‌ای با نگرشی ویژه به مسائل نفتی          |
| ۱۳۵ | ۱-۵-۱- گسله‌ها در مقاطع لرزه‌ای                                       |
| ۱۳۸ | ۱-۵-۲- چین‌ها در مقاطع لرزه‌ای                                        |
| ۱۴۱ | ۱-۵-۳- ساختارهای گنبدی در مقاطع لرزه‌ای                               |
| ۱۴۴ | ۱-۵-۴- ریفت‌ها                                                        |
| ۱۴۵ | ۱-۵-۵- تشخیص کربنات‌ها در مقاطع لرزه‌ای                               |
| ۱۴۶ | ۱-۵-۶- تشخیص ریف‌ها در مقاطع لرزه‌ای                                  |
| ۱۴۷ | ۱-۵-۷- تشخیص ناپیوستگی‌ها، گوه‌ای شدن و تغییر رخساره در مقاطع لرزه‌ای |
| ۱۴۸ | ۱-۵-۸- تشخیص الگوهای بازتابی در مقاطع لرزه‌ای                         |
| ۱۵۲ | ۱-۵-۹- اطلاعات محتوای سیال سازند در مقاطع لرزه‌نگاری                  |
| ۱۵۳ | <b>فصل دوم: گرانی‌سنجی</b>                                            |
| ۱۵۳ | مقدمه                                                                 |
| ۱۵۴ | ۱-۲- نیروی گرانشی زمین و اجسام                                        |
| ۱۵۵ | ۲-۲- دستگاه‌های گرانی‌سنجی و اصول کار آنها                            |
| ۱۵۶ | ۲-۲-۱- سقوط آزاد یک جرم                                               |
| ۱۵۷ | ۲-۲-۲- اندازه‌گیری توسط نوسان پاندول                                  |
| ۱۵۸ | ۲-۲-۳- دستگاه‌های گرانی‌سنجی فنری                                     |
| ۱۵۸ | ۲-۳-۱- دستگاه‌های گرانی‌سنج پایداری                                   |
| ۱۵۹ | ۲-۳-۲- دستگاه‌های گرانی‌سنج ناپایداری                                 |
| ۱۶۰ | ۲-۳- عملیات برداشت اطلاعات در گرانی‌سنجی                              |
| ۱۶۳ | ۲-۴- تصحیح اطلاعات قرائت شده در گرانی‌سنجی                            |
| ۱۶۴ | ۲-۴-۱- تصحیح عرض جغرافیایی                                            |
| ۱۶۵ | ۲-۴-۲- تصحیح اثر توپوگرافی اطراف ایستگاه                              |

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۱۶۶ | ۲-۴-۳- تصحیح اثر جزر و مد (کشند)                            |
| ۱۶۷ | ۲-۴-۴- اثر جابجایی دستگاه و شبانه روز                       |
| ۱۶۸ | ۲-۴-۵- تصحیح هوای آزاد (ارتفاع)                             |
| ۱۶۸ | ۲-۴-۶- تصحیح بوگه                                           |
| ۱۶۹ | ۲-۴-۷- تصحیح ایزوستازی                                      |
| ۱۷۱ | ۲-۵-۵- تفسیر اطلاعات گرانی سنجی                             |
| ۱۷۲ | ۲-۵-۱- کشف انواع مختلف کانسارها                             |
| ۱۷۴ | ۲-۵-۲- تعیین موقعیت پیستگ                                   |
| ۱۷۵ | ۲-۵-۳- نقش روش‌های گرانی سنجی در پی‌جویی‌ها و اکتشافات نفتی |
| ۱۷۷ | ۲-۵-۳-۱- آشکارسازی ساختارهای زیرزمینی                       |
| ۱۷۹ | ۲-۵-۳-۲- تعیین شکل و عمق حوضه                               |
| ۱۸۱ | فصل سوم: مغناطیس‌سنجی                                       |
| ۱۸۱ | مقدمه                                                       |
| ۱۸۲ | ۳-۱- میدان مغناطیسی زمین                                    |
| ۱۸۳ | ۳-۱-۱- منشأ میدان مغناطیسی زمین                             |
| ۱۸۵ | ۳-۱-۲- مشخصات میدان مغناطیسی زمین                           |
| ۱۸۷ | ۳-۱-۳- تغییرات میدان مغناطیسی زمین                          |
| ۱۸۸ | ۳-۲- مغناطیس‌شوندگی در میدان مغناطیسی زمین                  |
| ۱۸۸ | ۳-۲-۱- مفاهیم اساسی و تعاریف                                |
| ۱۹۰ | ۳-۲-۲- نحوه عملکرد در پدیده القاء مغناطیسی                  |
| ۱۹۲ | ۳-۲-۳- مانده مغناطیسی سنگ‌ها                                |
| ۱۹۳ | ۳-۳- انواع دستگاه‌ها و نحوه اندازه‌گیری در مغناطیس‌سنجی     |
| ۱۹۳ | ۳-۳-۱- دستگاه‌های اندازه‌گیری                               |
| ۱۹۴ | ۳-۳-۱-۱- واریومترهای مغناطیسی                               |
| ۱۹۴ | ۳-۳-۱-۲- مغناطیس‌سنج فلاکس گیت                              |
| ۱۹۶ | ۳-۳-۱-۳- مغناطیس‌سنج (انحراف چرخشی) پروتونی                 |
| ۱۹۸ | ۳-۳-۲- عملیات اکتشافی                                       |
| ۱۹۸ | ۳-۳-۲-۱- مغناطیس‌سنجی هوایی                                 |
| ۲۰۰ | ۳-۳-۲-۲- مغناطیس‌سنجی دریایی                                |
| ۲۰۱ | ۳-۳-۲-۳- مغناطیس‌سنجی زمینی                                 |
| ۲۰۱ | ۳-۳-۳- تصحیح داده‌ها                                        |

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| ۲۰۴ | ۴-۳- تفسیر اطلاعات حاصل از مغناطیس سنجی                       |
| ۲۰۴ | ۳-۴-۱- تعیین عمق پی سنگ                                       |
| ۲۰۵ | ۳-۴-۲- تشخیص گسله‌ها                                          |
| ۲۰۶ | ۳-۴-۳- تعیین محدوده حوضه‌های رسوبی                            |
| ۲۰۷ | ۳-۴-۴- محاسبه عمق ناهنجاری‌ها با استفاده از روش نیمه شیب پیتر |
| ۲۱۰ | منابع                                                         |
| ۲۱۳ | بخش سوم: حفاری طبقات زیرزمینی                                 |
| ۲۱۴ | مقدمه                                                         |
| ۲۱۵ | فصل اول: ابزار و روش‌های حفاری                                |
| ۲۱۵ | مقدمه                                                         |
| ۲۱۵ | ۱-۱- روش‌های حفاری                                            |
| ۲۱۶ | ۱-۱-۱- حفاری ضربی‌های                                         |
| ۲۱۷ | ۱-۲-۱- حفاری دورانی                                           |
| ۲۱۸ | ۱-۳-۱- حفاری کابلی                                            |
| ۲۱۸ | ۱-۴-۱- حفاری دورانی- ضربی‌های                                 |
| ۲۱۹ | ۱-۲- اجزاء مختلف یک دستگاه حفاری                              |
| ۲۲۰ | ۱-۲-۱- دکل                                                    |
| ۲۲۰ | ۲-۲-۱- موتور                                                  |
| ۲۲۰ | ۲-۳-۱- وسایل انتقال نیرو به جعبه دنده                         |
| ۲۲۰ | ۲-۴-۱- جعبه دنده                                              |
| ۲۲۱ | ۲-۵-۱- میز دوار                                               |
| ۲۲۱ | ۲-۶-۱- جرثقیل                                                 |
| ۲۲۱ | ۲-۷-۱- لوله کارگر (کلی)                                       |
| ۲۲۱ | ۲-۸-۱- ته مته (هرزه‌گرد)                                      |
| ۲۲۲ | ۲-۹-۱- لوله حفاری                                             |
| ۲۲۳ | ۲-۱۰-۱- مته                                                   |
| ۲۲۳ | ۲-۱۱-۱- مغزه‌گیر                                              |
| ۲۲۴ | ۲-۱۲-۱- پمپ گل                                                |
| ۲۲۵ | ۳-۱- سیال (گل) حفاری                                          |
| ۲۲۶ | ۱-۳-۱- ترکیب گل حفاری                                         |
| ۲۲۷ | ۲-۳-۱- وظایف گل حفاری                                         |



- ۴-۱- تعیین مشخصات حفاری ..... ۲۳۰
- ۴-۱-۱- تعیین شبکه حفاری ..... ۲۳۰
- ۴-۱-۲- برنامه‌ریزی جهت حفاری ..... ۲۳۱
- ۴-۱-۳- عوامل موثر بر مشخصات حفاری ..... ۲۳۲
- ۵-۱- عملیات حفر چاه، نمونه برداری و رسم مقاطع اکتشافی ..... ۲۳۵
- فصل دوم: بررسی خرده‌سنگ‌های حفاری ..... ۲۳۹
- مقدمه ..... ۲۳۹
- ۱-۲- نمودار خرده سنگ‌های حفاری ..... ۲۴۰
- ۲-۲- روش‌های تعیین جنس خرده‌سنگ‌های حفاری ..... ۲۴۱
- ۲-۲-۱- آزمایش با اسید کلریدریک ..... ۲۴۲
- ۲-۲-۲- بررسی تورق ..... ۲۴۲
- ۲-۲-۳- مقاطع نازک میکروسکوپی ..... ۲۴۲
- ۲-۲-۴- روش بگ آمیزی ..... ۲۴۳
- ۲-۲-۵- شناسایی سنگ‌های تبخیری ..... ۲۴۴
- ۲-۲-۶- تجزیه به کمک ورسنات ..... ۲۴۵
- ۲-۲-۷- تشخیص وجود حرت‌ها ..... ۲۴۶
- ۲-۲-۸- تشخیص وجود سیدریت (کربنات آهن) ..... ۲۴۶
- ۲-۲-۹- تشخیص وجود بنتومین ..... ۲۴۶
- ۳-۲- روش‌های شناسایی هیدروکربورها در خرده‌سنگ‌های حفاری ..... ۲۴۷
- ۳-۲-۱- بوی هیدروکربور ..... ۲۴۷
- ۳-۲-۲- نفت آلودگی و نفت چکانی ..... ۲۴۸
- ۳-۲-۳- تأثیر اسید کلریدریک رقیق بر خرده سنگ‌های نفت‌دار ..... ۲۴۸
- ۳-۲-۴- فلوتورسانس ..... ۲۴۸
- ۳-۲-۵- آزمایش نمونه با معرف‌ها ..... ۲۴۹
- ۳-۲-۶- خاصیت ترشوندگی ..... ۲۵۰
- ۳-۲-۷- آزمایش پیرولیز ..... ۲۵۰
- ۴-۲- نحوه شناسایی واریزه‌های طبقات بالاتر ..... ۲۵۱
- ۴-۲-۱- محاسبه زمان نمونه‌گیری (زمان تاخیر) ..... ۲۵۲
- ۴-۲-۲- نمودار زمان حفاری ..... ۲۵۲
- فصل سوم: بررسی مغزه‌ها ..... ۲۵۵
- ۱-۳- روش‌های مطالعه مغزه‌ها ..... ۲۵۵

|          |                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|
| ۲۵۶..... | ۳-۱-۱- تعیین میزان پرتو گامای مغزه                         |
| ۲۵۶..... | ۳-۱-۲- توصیف مغزه‌ها                                       |
| ۲۵۷..... | ۳-۱-۳- گرفتن عکس از مغزه                                   |
| ۲۵۸..... | ۳-۱-۴- پرتو نگاری کامپیوتری اشعه X                         |
| ۲۵۸..... | ۳-۱-۵- تجزیه و تحلیل تصاویر مغزه‌ها                        |
| ۲۵۹..... | ۳-۲- خواص کانی شناختی و بافتی سنگ‌های مخزن                 |
| ۲۵۹..... | ۳-۲-۱- مطالعه با میکروسکوپ الکترونی                        |
| ۲۶۰..... | ۳-۲-۲- پراش اشعه ایکس (XRD)                                |
| ۲۶۲..... | ۳-۲-۳- الکترون میکروپروب                                   |
| ۲۶۲..... | ۳-۲-۴- مطالعه میکروسکوپی به روش کاندولومینسانس (CL)        |
| ۲۶۳..... | ۳-۲-۵- میکروترمومتری ادخال‌های مایع                        |
| ۲۶۴..... | ۳-۲-۶- ایزوتوپ‌های پایدار کربن و اکسیژن                    |
| ۲۶۵..... | <b>فصل چهارم: گل نگاری</b>                                 |
| ۲۶۵..... | مقدمه                                                      |
| ۲۶۶..... | ۴-۱- وسایل نشان‌دهنده آثار گاز                             |
| ۲۶۷..... | ۴-۲- منشأ گازهای وارد شده بدرون گل                         |
| ۲۶۸..... | ۴-۳- سایر وسایل مورد استفاده در گل نگاری                   |
| ۲۶۹..... | ۴-۴- تطابق نمودار زمان حفاری با منحنی گاز گل و نمودار صوتی |
| ۲۷۱..... | منابع                                                      |
| ۲۷۳..... | <b>بخش چهارم: نمودارگیری (چاه پیمایی)</b>                  |
| ۲۷۴..... | مقدمه                                                      |
| ۲۷۹..... | <b>فصل اول: نمودارگیری الکتریکی</b>                        |
| ۲۷۹..... | مقدمه                                                      |
| ۲۷۹..... | ۱-۱- روش پتانسیل خودزا (sp)                                |
| ۲۷۹..... | ۱-۱-۱- منشأ پتانسیل خودزا                                  |
| ۲۸۲..... | ۱-۱-۲- پتانسیل خودزای استاتیک (SSP)                        |
| ۲۸۳..... | ۱-۱-۳- عوامل موثر بر شکل منحنی پتانسیل خودزا               |
| ۲۸۹..... | ۱-۱-۴- کاربردهای نمودار sp                                 |
| ۲۹۰..... | ۱-۲- روش‌های مقاومت مخصوص                                  |
| ۲۹۲..... | ۱-۲-۱- آرایش معمولی (نرمال)                                |
| ۲۹۵..... | ۱-۲-۲- آرایش جانبی                                         |

|          |                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------|
| ۲۹۸..... | ۳-۲-۱- آرایش لاترولاگ                                        |
| ۲۹۹..... | ۱-۳-۲-۱- ابزار نمودارگیری لاترولاگ سه الکترودی (LL3)         |
| ۳۰۰..... | ۲-۳-۲-۱- ابزار نمودارگیری لاترولاگ ۷ الکترودی (LL7)          |
| ۳۰۱..... | ۳-۳-۲-۱- ابزار نمودارگیری DLL                                |
| ۳۰۳..... | ۴-۳-۲-۱- ابزار نمودارگیری اسفیریکال متمرکز (SFL)             |
| ۳۰۴..... | ۴-۲-۱- ابزار نمودارگیری میکرولاگ                             |
| ۳۰۵..... | ۱-۴-۲-۱- ابزار نمودارگیری میکرولاگ غیرمتمرکز                 |
| ۳۰۶..... | ۲-۴-۲-۱- ابزار نمودارگیری میکرولاگ متمرکز                    |
| ۳۰۹..... | ۵-۲-۱- ابزار نمودارگیری مجاورتی                              |
| ۳۰۹..... | ۶-۲-۱- ابزار نمودارگیری تمرکز کروی جریان کوچک (MSFL)         |
| ۳۱۰..... | ۳-۱- نمودارگیری با روش‌های القایی                            |
| ۳۱۱..... | ۱-۳-۱- اساس روش القایی و عملکرد ابزار نمودارگیری             |
| ۳۱۳..... | ۲-۳-۱- عوامل موثر بر نمودارهای القایی                        |
| ۳۱۵..... | <b>فصل دوم: نمودارهای رادیواکتیو</b>                         |
| ۳۱۵..... | مقدمه                                                        |
| ۳۱۸..... | ۱-۲- نمودارگیری گامای طبیعی (GR)                             |
| ۳۱۸..... | ۱-۱-۲- پرتوزایی سنگ‌ها و کانی‌ها                             |
| ۳۲۰..... | ۲-۱-۲- روش کار دستگاه پرتو گاما و واحد اندازه‌گیری           |
| ۳۲۱..... | ۳-۱-۲- تاثیر لیتولوژی بر شکل نمودارهای GR                    |
| ۳۲۳..... | ۴-۱-۲- کاربردهای روش GR                                      |
| ۳۲۶..... | ۵-۱-۲- طیف نگاری اشعه گامای طبیعی                            |
| ۳۲۷..... | ۱-۵-۱-۲- ابزار نمودارگیری طیف‌سنجی پرتوهای گامای طبیعی (NGT) |
| ۳۲۸..... | ۲-۵-۱-۲- موارد کاربرد نمودار طیف‌سنجی اشعه گامای طبیعی       |
| ۳۳۰..... | ۲-۲- نمودارگیری به روش جرم مخصوص (گاما-گاما) (FDC)           |
| ۳۳۰..... | ۱-۲-۲- انتشار و جذب اشعه گاما در سازند                       |
| ۳۳۱..... | ۱-۱-۲-۲- اثر فتوالکتریک                                      |
| ۳۳۱..... | ۲-۱-۲-۲- پراکندگی کامپتون                                    |
| ۳۳۲..... | ۳-۱-۲-۲- اثر تولید زوج الکترون                               |
| ۳۳۳..... | ۲-۲-۲- اساس روش                                              |
| ۳۳۳..... | ۳-۲-۲- نحوه کار ابزار اندازه‌گیر                             |
| ۳۳۵..... | ۴-۲-۲- کاربردهای روش نمودارگیری FDC                          |

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۳۳۵ | ۱-۴-۲-۲- محاسبه تخلخل                      |
| ۳۳۶ | ۲-۴-۲-۲- تعیین ماتریکس سازند               |
| ۳۳۷ | ۳-۲- نمودارگیری نوترون (روش تخلخل)         |
| ۳۳۷ | ۱-۳-۲- عملکرد نوترون                       |
| ۳۳۹ | ۲-۳-۲- اساس روش نمودارگیری                 |
| ۳۴۰ | ۳-۳-۲- ابزار نمودارگیری نوترون             |
| ۳۴۲ | ۴-۳-۲- نمودارهای تلفیقی جرم مخصوص و نوترون |
| ۳۴۷ | فصل سوم: نمودارگیری های صوتی و قطرسنجی     |
| ۳۴۷ | مقدمه                                      |
| ۳۴۷ | ۱-۳- نمودارگیری صوتی                       |
| ۳۴۷ | ۱-۱-۳- اساس روش                            |
| ۳۴۸ | ۲-۱-۳- ابزارها و نحوه نمودارگیری           |
| ۳۴۹ | ۳-۱-۳- تفسیر نمودارهای صوتی                |
| ۳۵۳ | ۱-۳-۱-۳- تعیین تخلخل                       |
| ۳۵۴ | ۲-۳-۱-۳- شناسایی زون های هیدروکربن دار     |
| ۳۵۵ | ۳-۳-۱-۳- شناسایی لیتولوژی                  |
| ۳۵۶ | ۴-۳-۱-۳- انطباق چاهها                      |
| ۳۵۶ | ۵-۳-۱-۳- شناسایی زون های خردشده            |
| ۳۵۷ | ۶-۳-۱-۳- تعیین سازندهای پرفشار و کم فشار   |
| ۳۵۷ | ۲-۳- نمودارگیری قطرسنجی                    |
| ۳۵۷ | ۱-۲-۳- اساس روش                            |
| ۳۵۸ | ۲-۲-۳- ابزارهای اندازه گیری                |
| ۳۶۰ | ۳-۲-۳- تفسیر نمودارهای قطرسنجی             |
| ۳۶۴ | منابع                                      |
| ۳۶۷ | بخش پنجم: اکتشافات ژئوشیمیایی هیدروکربورها |
| ۳۶۸ | مقدمه                                      |
| ۳۶۹ | فصل اول: مواد آلی مورد اکتشاف              |
| ۳۶۹ | ۱-۱- کروژن                                 |
| ۳۷۰ | ۱-۱-۱- کروژن نوع I                         |
| ۳۷۱ | ۲-۱-۱- کروژن نوع II                        |
| ۳۷۳ | ۳-۱-۱- کروژن نوع III                       |

|          |                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|
| ۳۷۳..... | ۴-۱-۱- کروژن نوع IV                                    |
| ۳۷۴..... | ۲-۱- بیتومن                                            |
| ۳۷۵..... | ۱-۲-۱- آروماتیک‌ها                                     |
| ۳۷۵..... | ۲-۲-۱- هیدروکربن‌های اشباع                             |
| ۳۷۷..... | ۳-۲-۱- آسفالتن‌ها و رزین‌ها                            |
| ۳۷۷..... | ۳-۱- نشانه‌های زیستی یا بیومارکرها                     |
| ۳۷۸..... | ۱-۳-۱- نرمال آلکان‌های زوج و فرد                       |
| ۳۸۰..... | ۲-۲-۱- ایزوپرنوئیدهای غیرحلقوی                         |
| ۳۸۱..... | ۲-۳-۱- ایزوپرنوئیدهای حلقوی یا ترپنوئیدها              |
| ۳۸۲..... | ۴-۳-۱- استروئیدها                                      |
| ۳۸۵..... | فصل دوم: نمونه‌برداری و تخلیص مواد آلی                 |
| ۳۸۵..... | ۱-۲- نمونه برداری                                      |
| ۳۸۶..... | ۲-۲- تخلیص بیتومن از سنگ منشأ و جداکردن اجزاء مختلف آن |
| ۳۸۸..... | ۳-۲- تخلیص کروژن                                       |
| ۳۹۱..... | فصل سوم: آزمایشات ژئوشیمیایی آلی                       |
| ۳۹۲..... | ۱-۳- کروماتوگرافی گازی                                 |
| ۳۹۴..... | ۲-۳- کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی (GC-MS)               |
| ۳۹۵..... | ۳-۳- پیرولیز راک ایول                                  |
| ۳۹۷..... | ۴-۳- انعکاس ویتترینایت                                 |
| ۳۹۸..... | ۵-۳- اندیس دگرسانی حرارتی (TAI)                        |
| ۴۰۱..... | فصل چهارم: بررسی نتایج حاصل از آزمایشات                |
| ۴۰۱..... | ۱-۴- نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی                   |
| ۴۰۴..... | ۲-۴- نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی         |
| ۴۰۵..... | ۳-۴- نتایج حاصل از پیرولیز راک- ایول                   |
| ۴۰۸..... | ۴-۴- نتایج حاصل از مطالعه انعکاس ویتترینایت            |
| ۴۰۹..... | ۵-۴- نتایج حاصل از اندیس دگرسانی حرارتی                |
| ۴۱۰..... | منابع                                                  |
| ۴۱۳..... | بخش ششم: محیط‌های تحت‌الارضی                           |
| ۴۱۴..... | مقدمه                                                  |
| ۴۱۵..... | فصل اول: آب‌های تحت‌الارضی                             |
| ۴۱۵..... | ۱-۱- منشأ آب‌های تحت‌الارضی                            |

|          |                                             |
|----------|---------------------------------------------|
| ۴۱۷..... | ۲-۱- تشخیص آب‌ها بر اساس خواص آن‌ها         |
| ۴۱۷..... | ۱-۲-۱- تشخیص بر اساس خواص Eh و PH           |
| ۴۱۸..... | ۲-۲-۱- تشخیص بر اساس درجهٔ شوری             |
| ۴۲۱..... | ۳-۱- تغییرات عمقی شوری آب                   |
| ۴۲۳..... | ۴-۱- تغییرات شوری آب در حوضه‌های رسوبی      |
| ۴۲۵..... | <b>فصل دوم: دمای تحت‌الارضی</b>             |
| ۴۲۵..... | مقدمه                                       |
| ۴۲۵..... | ۱-۲- گرادیان حرارتی                         |
| ۴۲۹..... | ۲-۲- رسانایی گرمایی سنگ‌ها                  |
| ۴۳۱..... | ۳-۲- تغییرات گرمایی                         |
| ۴۳۲..... | ۱-۳-۲- تغییرات گرمایی ناحیه‌ای              |
| ۴۳۷..... | ۲-۳-۲- تغییرات گرمایی محلی                  |
| ۴۳۸..... | ۴-۲- موارد کاربرد نمودارهای گرادیان حرارتی  |
| ۴۴۲..... | ۵-۲- انرژی زمین گرمایی                      |
| ۴۴۵..... | <b>فصل سوم: فشارهای تحت‌الارضی</b>          |
| ۴۴۶..... | ۱-۳- مناطق پرفشار و کم فشار                 |
| ۴۴۸..... | ۲-۳- بررسی گرادیان فشارهای تحت‌الارضی       |
| ۴۵۰..... | ۳-۳- فشارهای غیر نرمال سیالات               |
| ۴۵۰..... | ۱-۳-۳- سدهای سیال                           |
| ۴۵۱..... | ۲-۳-۳- فشارهای فوق نرمال سیالات             |
| ۴۵۱..... | ۱-۲-۳-۳- سیستم آرتزین                       |
| ۴۵۲..... | ۲-۲-۳-۳- شیل‌های تحت تراکم                  |
| ۴۵۵..... | ۳-۲-۳-۳- دگرشکلی‌های ساختمانی               |
| ۴۵۶..... | ۴-۲-۳-۳- فرایندهای دیانرژی                  |
| ۴۵۷..... | ۳-۳-۳- فشارهای تحت نرمال سیالات             |
| ۴۵۹..... | <b>فصل چهارم: دینامیک سیالات تحت‌الارضی</b> |
| ۴۵۹..... | مقدمه                                       |
| ۴۶۰..... | ۱-۴- روابط فشار- دما                        |
| ۴۶۱..... | ۲-۴- منحنی‌های فشار - دمای هیدروکربورها     |
| ۴۶۳..... | ۳-۴- دینامیک سیالات حوضه‌های رسوبی          |
| ۴۶۴..... | ۱-۴-۴- حوضه‌های جوان                        |

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| ۴۶۴ | ۲-۴-۴- حوضه‌های حدواسط                         |
| ۴۶۵ | ۳-۴-۴- حوضه‌های پیر                            |
| ۴۶۷ | فصل پنجم: تخلخل و تراوایی                      |
| ۴۶۷ | مقدمه                                          |
| ۴۶۷ | ۱-۵- تخلخل                                     |
| ۴۶۸ | ۱-۱-۵- انواع تخلخل                             |
| ۴۶۸ | ۱-۱-۱-۵- تخلخل اولیه                           |
| ۴۶۹ | ۲-۱-۱-۵- تخلخل ثانویه                          |
| ۴۷۰ | ۲-۱-۵- عوامل موثر بر تخلخل                     |
| ۴۷۰ | ۱-۲-۱-۵- تاثیر آرایش دانه‌ها                   |
| ۴۷۰ | ۲-۲-۱-۵- تاثیر اندازه دانه‌ها                  |
| ۴۷۱ | ۳-۲-۱-۵- تاثیر دیاژنز                          |
| ۴۷۲ | ۳-۱-۵- تخلخل در کربنات‌ها                      |
| ۴۷۲ | ۱-۳-۱-۵- تخلخل وابسته به بافت                  |
| ۴۷۳ | ۲-۳-۱-۵- تخلخل مستقل از بافت                   |
| ۴۷۳ | ۴-۱-۵- روش‌های تعیین تخلخل                     |
| ۴۷۴ | ۱-۴-۱-۵- محاسبه با استفاده از نمودار جرم مخصوص |
| ۴۷۵ | ۲-۴-۱-۵- محاسبه با استفاده از نمودار نوترون    |
| ۴۷۷ | ۳-۴-۱-۵- محاسبه با استفاده از نمودار صوتی      |
| ۴۷۸ | ۲-۵- تراوایی                                   |
| ۴۷۹ | ۱-۲-۵- رابطه تخلخل و تراوایی                   |
| ۴۸۰ | ۲-۲-۵- محاسبه تراوایی                          |
| ۴۸۱ | ۱-۲-۲-۵- آزمون تولید                           |
| ۴۸۱ | ۲-۲-۲-۵- اندازه‌گیری بوسیله تراوایی‌سنج        |
| ۴۸۲ | ۳-۲-۲-۵- محاسبه از طریق اطلاعات نمودارگیری     |
| ۴۸۳ | منابع                                          |