

ارزیابی سازندهای نفت دار

مؤلف:

دکتر علی کدخدائی

دانشیار گروه علوم زمین دانشگاه تبریز

سرشناسه	:	کدخدایی، علی، ۱۳۵۰-ابان
عنوان و نام پدیدآور	:	ارزیابی سازندهای نفت دار اعلی کدخدایی.
مشخصات نشر	:	تهران: دایره دانش، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	ط، ۵۳۵ ص: مصور، جدول، نمودار(رنگی).
شابک	:	978-600-7111-68-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	واژه نامه.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	سازندها (زمین شناسی)
موضوع	:	(Formations (Geology
موضوع	:	جاهها — نمودارگیری ژئوفیزیکی
موضوع	:	Geophysical well logging
موضوع	:	پس جویی اکتشافی — روش های ژئوفیزیکی
موضوع	:	Prospecting -- Geophysical methods
موضوع	:	آبهای نفت — حفاری
موضوع	:	Oil well drilling
موضوع	:	نفت — مهندسی مخازن زیرزمینی
موضوع	:	Oil reservoir engineering
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۷ ۴۹۴۶۵۱/ ۴
رده بندی دیویی	:	۵۵۱/ ۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۴۳۶



ارزیابی سازندهای نفت دار

نویسنده	:	کدخدایی، علی
مدیر نشر	:	حامد جمالی
ویراستار فنی و ادبی	:	مهندس سعید یارمحمدی
نوبت چاپ	:	اول - ۱۳۹۷
تیراژ	:	۵۰۰
قیمت	:	۵۲۰۰۰۰ ریال
شابک	:	۹۷۸۶۰۰۷۱۱۱۶۸۰

دفتر فروش، تهران - خیابان انقلاب - رویروی تربیت بدنی دانشگاه تهران - جنب بانک صادرات - کتابفروشی محسن

تلفن: ۶۶۴۹۳۶۱۳ - ۰۹۱۲۳۷۷۶۸۸۰

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات دایره دانش می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

به نام پدیدآورنده آفرینش

بیشگفتار مولف

نفت و گاز در فضاهای خالی سنجهای رسوبی طی سالیان طولانی و تحت فشار و دما تجمع یافته‌اند. شناخت محیط متخلخل و ارزیابی خواص پتروفیزیکی سازندهای حاوی هیدروکربن مرحله‌ای مهم در مطالعات مخازن است. چاه‌نمونه‌ها یکی از ابزارهای مهم برای کسب اطلاعات زیرسطحی از مخازن و تعیین حجم ذخیره درجای آنها هستند. ایران با داشتن حدود ۱۰۰ میدان نفتی و گازی که قلب‌های تپنده اقتصاد آن هستند، یکی از کشورهای منتخب دنیاست. اکثر ذخایر نفتی ایران در سنگهای کربناته و ماسه‌سنگها تجمع یافته‌اند که اکتشاف و بهره‌برداری هر چه بیشتر از آنها نیازمند شناخت دقیق‌تر آنهاست. با افت ذخایر مخازن متعارف، نیاز به مطالعات و ارزیابی ذخایر نامتعارف مانند شیل‌های گازی، سازندهای کم‌تراوا و هیدرات‌های گازی هست که به عنوان منابع آتی انرژی جهان مطرح هستند.

این مجموعه به معرفی و تفسیر چاه‌نمودارهای پتروفیزیکی متعارف و نامتعارف می‌پردازد. همچنین در این کتاب سعی شده است تا با ارائه مثالهای مفهومی مبانی پتروفیزیک محاسباتی به زبانی ساده توضیح داده شود. روشهای ارزیابی پتروفیزیکی مخازن نازک لایه و مخازن شیل گازی از مباحث دیگر این کتاب است.

لازم به گفتن است که جهت پاسداری از زبان و ادب فارسی تا حد توان تلاش شده تا معادل مناسبی به جای واژگان بیگانه انتخاب شود.

بیشترین استفاده این کتاب مربوط به دانشجویان رشته زمین‌شناسی، مهندسی نفت، حفاری، مهندسی معدن و زمین فیزیک است. سایر گرایش‌های مرتبط با رشته نفت نیز می‌توانند در صورت علاقه‌مندی از مفاهیم این مجموعه بهره ببرند.

بدون شک هیچ اثری عاری از عیب و نقص نیست و نگارنده از هر گونه نظر اصلاحی در راستای ارتقای کیفیت این کتاب در چاپ‌های بعدی استقبال می‌کند. جا دارد در اینجا از جناب آقای مهندس سعید یارمحمدی که زحمت ویراستاری این کتاب را بر عهده داشته‌اند، سپاسگزاری نمایم. همچنین از تمام عزیزانی که در دانشگاه‌ها و شرکت‌های نفتی اینجانب را در تدوین این مجموعه یاری نموده‌اند، تشکر نمایم.

علی کدخدائی

دانشیار گروه علوم زمین دانشگاه تبریز

kadkhodaie_alii@tabrizu.ac.ir

فهرست

۱	فصل اول: مروری بر جاه نمودارهای متعارف
۱	مقدمه
۲	۱-۱- عملیات نمودارگیری جاه
۲	۱-۱-۱- نمودارگیری کابلی
۵	۱-۱-۲- نمودارگیری در حین حفاری (Logging While Drilling)
۷	۱-۱-۳- نمودارگیری در شرایط سخت
۱۰	۲-۱- نمودار قطرسنجی
۱۴	۳-۱- نمودار بتانسیل خودزا
۱۶	۱-۳-۱- علت نادیده نیل خودزا
۱۶	۱-۳-۱-۱- پتانسیل الکتریکی شیمیایی (E _s)
۲۱	۱-۳-۱-۲- پتانسیل الکتریکی جنبشی (E _k)
۲۲	۲-۳-۱- پتانسیل خودشان تلفیه
۲۴	۴-۱- تفسیر نمودار
۲۴	۱-۴-۱- شناسایی ماسه از شیا
۲۷	۲-۴-۱- محاسبه حجم نیل
۲۹	۳-۴-۱- تفسیر محیط رسوبی
۳۰	۴-۴-۱- تطابق چینه شناسی
۳۱	۵-۴-۱- شناسایی کانیهها
۳۱	۶-۴-۱- محاسبه مقاومت آب سازند
۳۲	۵-۱- نمودار پرتوی گاما
۳۴	۱-۵-۱- تفسیر نمودار پرتوی گاما
۳۶	۲-۵-۱- نمودار CGR
۳۷	۳-۵-۱- نمودار SGR
۳۹	۴-۵-۱- نمودارهای طیفسنجی پرتوی گاما
۴۱	۱-۴-۵- کاربرد نمودارهای طیفسنجی پرتوی گاما
۴۵	۶-۱- نمودار نوترون
۴۷	۱-۶-۱- انواع روشهای چاهنگاری نوترون
۴۸	۲-۶-۱- تفسیر نمودار نوترون
۵۰	۳-۶-۱- کاربردهای نمودار نوترون
۵۱	۷-۱- نمودار صوتی
۵۵	۱-۷-۱- تفسیر نمودار صوتی
۵۵	۱-۷-۱-۱- محاسبه تخلخل سازند
۵۸	۲-۷-۱- تخمین تخلخل ثانویه
۵۹	۲-۷-۱- پدیده برون پیک
۶۱	۳-۷-۱- نمودارهای بندش سیمان

۷۰	۱-۳-۷-۱- تفسیر نمودار بندش سیمان
۷۲	۱-۳-۷-۲- تفسیر نمودار چگالی متغیر VDI
۷۷	۱-۳-۷-۳- خلاصه تفسیر داده‌های VDI
۸۳	۱-۸-۸- نمودار چگالی
۸۴	۱-۸-۱- محاسبه تخلخل سازند
۸۹	۱-۸-۲- نمودار تصحیح چگالی (DRHO)
۹۱	۱-۹-۱- ساخت نمودار انحراف سرعت
۹۶	۱-۱۰-۱- نمودار امتیازدهی ژئوفیزیکی چینه
۹۷	۱-۱۰-۱- امتیاز سنگ
۹۸	۱-۱۰-۲- امتیاز پیوستگی
۹۹	۱-۱۰-۳- محاسبه GSR به اولیه (GSR)
۹۹	۱-۱۰-۴- یاز لایه و شکستگی
۱۰۰	۱-۱۰-۵- محاسبه GSR نهایی
۱۰۰	۱-۱۰-۶- محاسبه GSR در پایه‌های زغالسنگ
۱۰۳	۱-۱۱-۱- نمودار فوتونیک
۱۰۸	۱-۱۲-۱- نمودارهای مقاومت الکتریکی
۱۱۶	۱-۱۲-۱- نمودار لثرولاگ آر.سی. با حدتیک بالا (HRLA)
۱۱۸	۱-۱۲-۲- نمودارهای مقاومت الکتریکی تصویر (resistivity image logs)
۱۱۹	۱-۱۲-۳- کاربرد نمودارهای مقاومت الکتریکی
۱۲۲	۱-۱۳-۱- نمودارهای شیب‌سنجی
۱۲۳	۱-۱۳-۱- انواع شیب‌سنج‌ها
۱۲۴	۱-۱۳-۲- نحوه نمایش و تفسیر نتایج نمودار شیب‌سنجی
۱۳۱	۱-۱۴-۱- نمودار انتشار الکترومغناطیسی (EPT)
۱۳۲	۱-۱۵-۱- ابزار GPI
۱۳۹	۱-۱۶-۱- ابزار PEX
۱۴۲	۱-۱۷-۱- مفهوم حدتفکیک افقی و قائم داده‌های چاه نگاری
۱۴۲	۱-۱۸-۱- کنترل کیفیت چاه‌نمودارها
۱۵۱	فصل دوم: آب اشباع‌شدگی
۱۵۱	مقدمه
۱۵۱	۱-۲- آب اشباع‌شدگی
۱۵۳	۱-۱-۲- محاسبه α و m
۱۵۹	۱-۲-۲- محاسبه نمای اشباع
۱۵۹	۱-۲-۳- گونه‌های سنگی و ضرایب آرچی
۱۶۰	۱-۲-۴- محاسبه مقاومت آب سازند (R_w)
۱۶۲	۱-۲-۴-۱- روش مستقیم
۱۶۷	۱-۲-۴-۲- استفاده از نمودار SP
۱۷۳	۱-۲-۴-۳- نمودار پیکت (Pickett plot)
۱۸۰	۱-۲-۴-۴- نمودار هینگل (Hingle plot)
۱۹۴	۱-۲-۴-۵- روش مقاومت آب ظاهری (apparent water resistivity)

۱۹۴	۱-۲-۴-۶-روش نسبت مقاومت (resistivity ratio)
۱۹۶	۲-۲-تحلیل حساسیت سنجه‌های تأثیرگذار در محاسبه آب اشباع‌شدگی
۱۹۸	۲-۳-اندیس مقاومت (RI)
۱۹۸	۲-۴-حجم کل آب سازند
۱۹۹	فصل سوم: تفسیر چاه‌نمودارهای پتروفیزیکی
۱۹۹	مقدمه
۱۹۹	۳-۱-محاسبات مقدماتی
۱۹۹	۳-۱-۱-محاسبه دمای سازند
۲۰۰	۳-۱-۲-محاسبه فشار سازند
۲۰۲	۳-۱-۳-مقاومت‌های گل، تراویده گل و کیک گل
۲۰۲	۳-۱-۴-ضخامت کیک گل
۲۰۳	۳-۱-۵-ساختار فوئوالکتریک
۲۰۴	۳-۲-تصحیح چاه‌نمودارها
۲۰۴	۳-۲-۱-تصحیحات محلی
۲۰۴	۳-۲-۲-خارزدایی (pe-spiking)
۲۰۴	۳-۲-۳-هموارسازی چاه‌نمودارها (smoothing)
۲۰۵	۳-۲-۴-اثر دنباله نمودارها (log tail)
۲۰۶	۳-۲-۵-ویرایش نمودارها (log editing)
۲۰۶	۳-۲-۶-تلفیق و برش نمودارها
۲۰۷	۳-۲-۷-مقادیر تهی (null values)
۲۰۷	۳-۲-۸-هم‌عمق‌سازی (depth matching)
۲۰۸	۳-۳-ارزیابی پتروفیزیکی
۲۰۸	۳-۳-۱-روش قطعی (deterministic)
۲۰۸	۳-۳-۱-۱-تعیین فواصل دارای ریختگی
۲۰۹	۳-۳-۱-۲-محاسبه تخلخل ظاهری
۲۰۹	۳-۳-۱-۳-نمودار نوترون
۲۰۹	۳-۳-۱-۴-نمودار صوتی
۲۱۰	۳-۳-۱-۵-نمودار چگالی
۲۱۱	۳-۳-۱-۶-محاسبه حجم شیل
۲۱۱	۳-۳-۱-۳-۱-استفاده از نمودارهای گاما
۲۱۱	۳-۳-۱-۳-۲-استفاده از نمودار پتانسیل خودزا
۲۱۲	۳-۳-۱-۳-۳-استفاده از نمودارهای مقاومت الکتریکی
۲۱۲	۳-۳-۱-۳-۴-استفاده از نمودارهای نوترون و چگالی
۲۱۳	۳-۳-۱-۳-۵-استفاده از روش ترسیمی نمودار متقاطع نوترون-چگالی
۲۱۴	۳-۳-۱-۳-۶-استفاده از سه نمودار تخلخل
۲۱۵	۳-۳-۱-۴-تصحیح اثر شیل بر روی تخلخل ظاهری
۲۱۵	۳-۳-۱-۵-نمودار نوترون
۲۱۷	۳-۳-۱-۶-نمودار صوتی

۲۱۹	۳-۳-۱-۴-۳- نمودار چگالی
۲۲۱	۳-۳-۱-۵- تصحیح هیدروکربن
۲۲۲	۳-۳-۱-۵-۱- تصحیح هیدروکربن برای نمودار نوترون
۲۲۵	۳-۳-۱-۵-۲- تصحیح هیدروکربن برای نمودار چگالی
۲۲۵	۳-۳-۱-۵-۳- تصحیح هیدروکربن برای نمودار صوتی
۲۲۶	۳-۳-۱-۶- آب اشباع‌شدگی
۲۲۶	۳-۳-۱-۶-۱- محاسبه آب اشباع‌شدگی در مخازن تمیز
۲۲۸	۳-۳-۱-۶-۲- محاسبه آب اشباع‌شدگی در مخازن نیلی
۲۲۹	۳-۳-۱-۶-۲-۱- معادلاتی که مبتنی بر حجم شیل هستند (مدل شیل)
۲۳۲	۳-۳-۱-۶-۲-۲- معادلاتی که مبتنی بر اثر دولایه‌ای یا "EC" هستند (مدل دولایه‌ای)
۲۳۷	۳-۳-۱-۶-۲-۳- محاسبه آب اشباع‌شدگی به روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو
۲۴۳	۳-۳-۷- سنگ شناسی
۲۴۳	۳-۳-۱-۷-۱- نمودار "N-D" چگالی
۲۴۸	۳-۳-۱-۷-۱-۱- بر گاز، بر روی نمودارهای نوترون- چگالی
۲۵۰	۳-۳-۱-۷-۱-۲- بر وزن، بر روی نمودارهای تخلخل
۲۵۱	۳-۳-۱-۷-۲- نمودار نوترون- موش (N-S)
۲۵۲	۳-۳-۱-۷-۳- نمودار چگالی- صوتی
۲۵۳	۳-۳-۱-۷-۴- نمودار M-N
۲۵۴	۳-۳-۱-۷-۵- نمودار MID (نمودار متقاطع f_{nku} در مقابل f_{nku})
۲۵۹	۳-۳-۱-۷-۶- نمودار متقاطع ρ_{nku} در مقابل f_{nku}
۲۶۰	۳-۳-۱-۷-۷- نمودارهای متقاطع شناسایی نوع کانیهای رسی
۲۶۳	۳-۳-۲- روش احتمالی (Probabilistic)
۲۶۸	۳-۴- مخازن دارای مقاومت الکتریکی پایین
۲۷۵	فصل چهارم: گونه‌های سنگی مخزن
۲۷۵	مقدمه
۲۷۶	۴-۱- رخساره‌های الکتریکی
۲۷۶	۴-۲- واحدهای جریانی هیدرولیکی
۲۸۲	۴-۳- واحدهای جریانی الکتریکی
۲۸۲	۴-۴- روش لوسیا
۲۸۲	۴-۴-۱- کلاس پتروفیزیکی سنگ
۲۸۳	۴-۴-۲- عدد فابریک سنگ
۲۸۴	۴-۵- روش ویلند (Winland)
۲۸۴	۴-۶- روش پیتمن (Pittman)
۲۸۶	۴-۷- روش آرچی
۲۸۷	۴-۸- روش باکلز (Buckles)
۲۹۲	۴-۹- نمودار چینه‌ای اصلاح شده لورنز
۲۹۵	۴-۹-۱- ضریب ناهمگونی لورنز (Lorenz heterogeneity coefficient)
۲۹۷	۴-۱۰- تعیین تابع ارتفاع (height function) برای گونه‌های سنگی
۲۹۷	۴-۱۰-۱- فشار موینگی (capillary pressure)

۳۶۰	۶-۴-۲- معادله تیمور اصلاح شده
۳۶۰	۶-۴-۳- معادله وایلی- رز برای نفت
۳۶۰	۶-۴-۴- معادله وایلی- رز برای گاز
۳۶۰	۶-۴-۵- معادله دوان- تیمور
۳۶۱	۶-۴-۶- معادله تیمور با ضرایب اختیاری
۳۶۱	۶-۴-۷- تراوایی کوتس- دومانویر
۳۶۲	۶-۵- خلاصه مراحل کاری مطالعه مخازن ماسه‌ای- شیلی نازک لایه
۳۶۵	فصل هفتم: مخازن شیل گازی
۳۶۵	مقدمه
۳۶۵	۷-۱- کانی‌شناسی شیل‌های گازی
۳۶۶	۷-۲- محاسبه تخلخل
۳۶۶	۷-۲-۱- نرخ چگالی
۳۶۸	۷-۲-۲- نمودار صوت
۳۷۰	۷-۳- محاسبه آب شباع‌شده
۳۷۰	۷-۳-۱- مدل مستقیم ضرایب تراوایی
۳۷۱	۷-۳-۲- مدل کروژن- رز (kerogen-clay model)
۳۷۶	۷-۴- تعیین مقدار کل ماده آلی (total organic carbon)
۳۷۶	۷-۴-۱- پیرولیز راک- ایول (Rock-eval pyrolysis)
۳۷۹	۷-۴-۲- روش $\Delta LogR$
۳۸۲	۷-۴-۳- محاسبه مقدار ماده آلی توسط ابزار PNMT
۳۸۴	۷-۵- محاسبه بلوغ حرارتی شیل‌های گازی
۳۸۴	۷-۵-۱- استفاده از داده‌های T_{max}
۳۸۴	۷-۵-۲- اندازه‌گیری ضریب انعکاس ویترنایت (vitrinite reflectance)
۳۸۵	۷-۵-۳- روش ΔRRS
۳۸۹	۷-۵-۴- روش ژائو
۳۹۲	۷-۶- محاسبه چگالی کروژن
۳۹۴	۷-۷- محاسبه شاخص شکنندگی
۳۹۷	۷-۸- ناهمسانگردی سرعت
۳۹۹	فصل هشتم: نمودارهای تصویری سازند
۳۹۹	مقدمه
۳۹۹	۸-۱- انواع دستگاههای تصویربردار
۴۰۰	۸-۱-۱- روش تصویربرداری الکتریکی
۴۰۱	۸-۱-۱-۱- ابزارهای تصویربرداری الکتریکی در گلهای رسا (پایه آبی)
۴۰۲	۸-۱-۱-۱-۱- نمودار FMS (Formation Micro Scanner)
۴۰۳	۸-۱-۱-۱-۲- نمودار FMI (Fullbore Formation Micro Imager)
۴۰۵	۸-۱-۱-۲-۱- ابزارهای تصویربرداری الکتریکی در گلهای نارسا (پایه نفتی)
۴۰۶	۸-۱-۲- روش تصویربرداری صوتی
۴۰۶	۸-۱-۲-۱- نمودار UBI (ultrasonic borehole imager)
۴۱۰	۸-۱-۳- دوربینهای ویدئویی درون چاهی

- ۴۱۱ ۸-۲- پردازش
- ۴۱۴ ۸-۳- پیش‌نیازهای تفسیر نمودارهای تصویری
- ۴۱۵ ۸-۳-۱- محاسبه شیب و امتداد پدیده‌های صفحه‌ای در نمودار تصویری
- ۴۱۶ ۸-۳-۲- تقسیم‌بندی تفسیرها در نمودارهای تصویری
- ۴۱۸ ۸-۴- تفسیر نمودارهای تصویری
- ۴۱۸ ۸-۴-۱- شکستگیها
- ۴۲۳ ۸-۴-۲- چگالی شکستگیها
- ۴۲۳ ۸-۴-۳- اندازه دهانه شکستگیها
- ۴۲۴ ۸-۴-۴- گسلها
- ۴۲۹ ۸-۴-۵- مرز لایه‌بندی و لامیناسیون
- ۴۳۰ ۸-۴-۶- استیساتها
- ۴۳۰ ۸-۴-۷- جهات انیدریت
- ۴۳۱ ۸-۴-۸- محاسبه تخلخل
- ۴۳۸ ۸-۴-۹- ناهمگنی مخزن (reservoir heterogeneity)
- ۴۴۰ ۸-۴-۱۰- محاسبه تراوایی
- ۴۴۱ ۸-۴-۱۱- تحلیل تنشهای عمقی
- ۴۴۵ فصل نهم: نمودارهای صوتی- برشی و قطبی
- ۴۴۵ مقدمه
- ۴۴۵ ۹-۱- ابزار DSI
- ۴۵۳ ۹-۲- اسلوبهای مختلف کارکرد ابزار DSI
- ۴۵۳ ۹-۲-۱- اسلوب دو قطبی پایینی (M1) و بالایی (M2)
- ۴۵۳ ۹-۲-۲- اسلوب دوقطبی متقاطع (MX)
- ۴۵۳ ۹-۲-۳- اسلوب استونلی (M3)
- ۴۵۳ ۹-۲-۴- اسلوب فشارشی و برشی (M4)
- ۴۵۳ ۹-۲-۵- اسلوب اولین حرکت (M5 & M6)
- ۴۵۵ ۹-۳- داده‌های DSI
- ۴۵۷ ۹-۴- تخمین تراوایی با استفاده از کندشدگی امواج استونلی
- ۴۶۰ ۹-۵- تحلیل شباهت (semblance analysis)
- ۴۶۲ ۹-۶- چرخش الفورد
- ۴۶۶ ۹-۷- تحلیل ناهمسانگردی با استفاده از نمودار صوتی- برشی دوقطبی
- ۴۶۹ ۹-۸- تحلیل تنشهای برجا با استفاده از نمودار صوتی- برشی دوقطبی
- ۴۶۹ ۹-۸-۱- ضرایب کشسان سنگ
- ۴۷۱ ۹-۸-۱-۱- نسبت پواسون (ν)
- ۴۷۱ ۹-۸-۱-۲- مدول برشی یا گسیختگی (G)
- ۴۷۲ ۹-۸-۱-۳- مدول یانگ (E)
- ۴۷۲ ۹-۸-۱-۴- مدول بالک یا حجمی (K)
- ۴۷۳ ۹-۸-۱-۵- مقاومت فشارشی تک محوره
- ۴۷۴ ۹-۸-۱-۶- مقاومت کششی

۴۷۴	۹-۸-۲- تعیین بزرگای تنشهای برجا
۴۷۶	۹-۸-۳- تعیین راستای تنشهای برجا
۴۸۰	فصل دهم: نمودارهای تشدید هسته‌ای مغناطیسی
۴۸۰	مقدمه
۴۸۰	۱۰-۱- مغناطیس‌شدگی هسته‌ای
۴۸۲	۱۰-۲- قطبش
۴۸۶	۱۰-۳- اعمال تب (پالس) و زوال القایی آزاد
۴۸۸	۱۰-۴- تشخیص اسپین اکو
۴۹۲	۱۰-۵- زمانبندی اندازه‌گیریهای NMR
۴۹۳	۱۰-۶- مه نسیم آسایش سیالات داخل حفرات سنگ در NMR
۴۹۵	۱۰-۶-۱- آسایش حجمی
۴۹۵	۱۰-۶-۲- آسایش سطحی
۴۹۷	۱۰-۶-۳- آسایش ناشی از انتشار مولکولی (diffusion-induced relaxation)
۴۹۸	۱۰-۷- زوال ترکیبی (Multi-exponential decay)
۴۹۹	۱۰-۸- فایل رقومی داده‌های NMR
۵۰۱	۱۰-۹- ابزار MRIL
۵۰۱	۱۰-۱۰- ابزار CMR Plus
۵۰۲	۱۰-۱۱- پردازش داده‌های NMR
۵۰۳	۱۰-۱۱-۱- واسنجی تخلخل (Porosity calibration)
۵۰۳	۱۰-۱۱-۲- تصحیح قطبش
۵۰۳	۱۰-۱۱-۳- تصحیح زمان انتظار ناکافی
۵۰۳	۱۰-۱۱-۴- کنترل کردن فاز نشانک
۵۰۴	۱۰-۱۱-۵- محاسبه زاویه فاز
۵۰۵	۱۰-۱۱-۶- چرخش فاز
۵۰۵	۱۰-۱۱-۷- پالایه کردن اکوها
۵۰۵	۱۰-۱۱-۸- برانبارش داده‌های عمقی
۵۰۶	۱۰-۱۱-۹- برگردان توالی اکوها به توزیع T_2
۵۰۹	۱۰-۱۲- تفسیر داده‌های NMR
۵۰۹	۱۰-۱۲-۱- محاسبه تخلخل
۵۱۱	۱۰-۱۲-۲- تعیین BVI (bulk volume immovable)
۵۱۱	۱۰-۱۲-۳- BVI حدی
۵۱۲	۱۰-۱۲-۴- BVI طیفی
۵۱۴	۱۰-۱۲-۳- محاسبه آب اشباع‌شدگی کاهش نیافتنی
۵۱۴	۱۰-۱۲-۴- محاسبه تراوایی
۵۱۴	۱۰-۱۲-۱-۱- مدل سیال آزاد (free fluid)
۵۱۴	۱۰-۱۲-۱-۲- مدل SDR
۵۱۶	۱۰-۱۲-۱-۳- مدل سوانسون
۵۱۶	۱۰-۱۲-۱-۵- گرانیوی
۵۱۷	۱۰-۱۲-۱-۶- تبدیل داده‌های S_{sat} به T_2LM

۵۱۷	۱۰-۱۲-۷- تشخیص نوع سیالات
۵۱۹	۱۰-۱۲-۸- محاسبه آب اشباع شدگی با استفاده از مدل جایگزینی سیال
۵۱۹	۱۰-۱۲-۹- ساخت منحنی‌های فشار موینگی مصنوعی (synthetic Pc)
۵۲۴	۱۰-۱۲-۱۰- تعیین چگالی هیدروکربن
۵۲۵	۱۰-۱۲-۱۱- تعیین آب اشباع شدگی در ناحیه شسته (Sw)
۵۲۶	فصل یازدهم: نمودار طیف‌سنجی جذب عنصری
۵۲۶	مقدمه
۵۲۶	۱۱-۱- نمودارگیری طیف‌سنجی جذب عنصری
۵۳۵	منابع