

# زمین‌شناسی زیر سطحی

تألیف

دکتر وحید توکلی

(عضو هیئت علمی دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران)

مهناز حسین‌زاده

سرشناسه	: توکلی، وحید، ۱۳۵۸-
عنوان و نام پدیدآور	: زمین‌شناسی زیرسطحی / تالیف وحید توکلی، مهناز حسین‌زاده.
مشخصات نشر	: تهران: سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۵۳ ص:، مصور، نقشه، جدول، نمودار.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۷۱۶-۱
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۱۴۵] - ۱۵۰.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: نفت — زمین‌شناسی Petroleum — Geology نفت — اکتشاف‌های زیرزمینی Petroleum — Prospecting چاه‌های نفت — نمودارگیری Oil well logging سنگ‌شناسی Petrology چاه‌های نفت — اندازه‌گیری Oil wells — Measurement ابزار اندازه‌گیری Measuring instruments
شناسه افزوده	: حسین‌زاده، مهناز
شناسه افزوده	: سازمان جهاد دانشگاهی تهران، انتشارات
رده بندی کنگره	: TN ۵ / ۸۷۰
رده بندی دیویی	: ۲۸/۵۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۴۱۰۹۵۰
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا



www.ketab.ir

نام کتاب: زمین‌شناسی زیر سطحی
مولفین: وحید توکلی - مهناز حسین‌زاده
ناشر: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران
طراح جلد: سعید صحابی
چاپ و صحافی: رامین
نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۴۰۲
شمارگان: ۱۰۰ نسخه
قیمت: ۱۲۰۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۳۳-۷۱۶-۱
ISBN: 978-600-133-716-1
نشانی: تهران - صندوق پستی ۱۸۶ - ۱۳۱۴۵
تلفن: ۶۶۹۵۴۳۸ - تلفکس: ۶۶۴۶۴۹۴۱
مراکز پخش: خانه کتاب دانشگاه: ۶۶۹۵۴۳۸ - ۶۶۹۷۳۴۲۳ فروشگاه اینترنتی: 16book.ir
www.jtes.ir
nashr.jutt@gmail.com

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مولف یا ناشر تکثیر و کپی برداری کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

## فهرست مطالب

۱۱.....	پیشگفتار
۱۳.....	فصل اول- کلیات
۱۳.....	۱-۱ مقدمه
۱۴.....	۱-۲ انواع روش مطالعاتی زیرسطحی
۱۵.....	۱-۳ محاسبه حجم هیدروکربن برجا
۱۸.....	۱-۴ اهمیت لیتولوژی
۱۸.....	۱-۵ جایگاه تراوایی
۱۹.....	پرسش ها
۱۹.....	منابعی برای مطالعه بیشتر
۲۱.....	فصل دوم- محیط زیرسطحی
۲۱.....	۲-۱ مقدمه
۲۲.....	۲-۲ دما
۲۳.....	۲-۲-۱ اندازه گیری دما در چاه
۲۴.....	۲-۲-۲ اهمیت اندازه گیری دمای چاه
۲۵.....	۲-۳ فشار
۲۸.....	۲-۳-۱ اندازه گیری فشار
۲۸.....	۲-۳-۲ اهمیت فشار در چاه
۲۹.....	۲-۴ سیالات زیرسطحی
۲۹.....	۲-۴-۱ گازها

۳۰	..... مایعات زیرسطحی ۲-۴-۲
۳۲	..... پرسش‌ها
۳۲	..... منابعی برای مطالعه بیشتر
۳۳	..... فصل سوم- مبانی چاه‌پیمایی
۳۳	..... ۳-۱ مقدمه
۳۴	..... ۳-۲ حفاری
۳۴	..... ۳-۳ محیط چاه
۳۸	..... ۳-۴ چاه‌پیمایی
۳۹	..... ۳-۴-۱ تاریخچه چاه‌پیمایی
۴۰	..... ۳-۵ داده‌برداری
۴۱	..... ۳-۶ فایل خروجی
۴۳	..... ۳-۶-۱ عمق در چاه‌پیمایی
۴۶	..... ۳-۷ فرمت فایل دیجیتالی
۴۷	..... ۳-۸ انواع داده‌ها در فایل ASCII
۴۸	..... ۳-۹ اطلاعات اساسی لازم برای تفسیر نگارها
۴۸	..... پرسش‌ها
۴۹	..... منابعی برای مطالعه بیشتر
۵۱	..... فصل چهارم- نگار قطرسنج (کلیپر)
۵۱	..... ۴-۱ مقدمه
۵۲	..... ۴-۲ ابزار قطرسنج
۵۳	..... ۴-۳ کاربردهای نگار قطرسنج
۵۵	..... ۴-۴ مقایسه قطر چاه و اندازه نگار قطرسنج
۵۶	..... ۴-۵ تأثیر لیتولوژی بر نگار قطرسنج
۵۸	..... پرسش‌ها
۵۸	..... منابعی برای مطالعه بیشتر

۵۹	فصل پنجم - نگار پرتو گاما
۵۹	۵-۱ مقدمه
۵۹	۵-۲ پرتو گاما
۶۱	۵-۳ ابزار نگار پرتو گاما
۶۲	۵-۳-۱ واحد (یکا) نگار پرتو گاما
۶۴	۵-۳-۲ انواع نگار پرتو گاما
۶۵	۵-۴ کاربرد نگار پرتو گاما
۶۸	۵-۵ محاسبه حجم شیل
۶۹	۵-۵-۱ معادله پاسخ نگار برای محاسبه حجم شیل
۷۳	۵-۵-۲ کاربردهای معادله پاسخ نگار
۷۳	۵-۵-۳ معادله های تجربی
۷۴	۵-۶ تشخیص شرایط اکسیدان و احیا
۷۴	۵-۷ تشخیص نوع کانی های رسی
۷۵	۵-۸ جابه جایی عمق
۷۷	۵-۹ تطابق های چینه نگاری
۷۸	۵-۱۰ بررسی تغییرات سطح آب دریا با نگار انحراف معیار گاما
۷۹	۵-۱۱ تشخیص نوع محیط رسوبی با توالی های ریزشونده و درشت شونده
۸۰	۵-۱۲ تصحیح های محیطی
۸۲	۵-۱۳ تصحیح گاما
۸۴	پرسش ها
۸۴	منابعی برای مطالعه بیشتر
۸۵	فصل ششم - نگار تخلخل نوترون
۸۵	۶-۱ مقدمه
۸۶	۶-۲ ابزار نگار تخلخل نوترون
۸۹	۶-۳ نگار تخلخل نوترون
۹۰	۶-۴ کاربردهای نگار تخلخل نوترون

۹۰.....	۶-۵ مشکلات ابزار نوترون
۹۱.....	پرسش ها
۹۱.....	منابعی برای مطالعه بیشتر
۹۳.....	<b>فصل هفتم - نگ چگالی</b>
۹۳.....	۷-۱ مقدمه
۹۳.....	۷-۲ ابزار نگار چگالی
۹۵.....	۷-۳ نمایش نگار چگالی
۹۵.....	۷-۴ کاربردهای نگار چگالی
۹۵.....	۷-۴-۱ محاسبه تخلخل
۹۷.....	۲-۷-۴ محاسبه چگالی سیال
۹۸.....	۷-۵ مشکلات ابزار نگار چگالی
۱۰۰.....	۷-۵-۱ تأثیر شیل بر نگار چگالی
۱۰۰.....	۷-۶ تشخیص هیدروکربن گازی
۱۰۱.....	۷-۷ تصحیحها
۱۰۲.....	پرسش ها
۱۰۲.....	منابعی برای مطالعه بیشتر
۱۰۳.....	<b>فصل هشتم - نگار صوتی</b>
۱۰۳.....	۸-۱ مقدمه
۱۰۳.....	۸-۲ ابزار نگار صوتی
۱۰۴.....	۸-۳ نگار صوتی
۱۰۴.....	۸-۴ عوامل مؤثر بر سرعت حرکت موج صوتی
۱۰۵.....	۸-۵ عوامل مؤثر بر مقدار قرائت نگار صوتی
۱۰۵.....	۸-۶ محاسبه تخلخل
۱۰۷.....	۸-۷ معادله ریمر-هانت
۱۰۸.....	۸-۸ تأثیر شیل

## پیشگفتار

علم زمین‌شناسی زیرسطحی درباره ویژگی‌های سنگ‌های مخزن در سازندهای هیدروکربنی مطالعه می‌کند. داده‌های استفاده شده در این علم اغلب از روش‌های غیرمستقیم به دست می‌آید و عمده‌ترین داده در دسترس، اطلاعات حاصل از چاه‌پیمایی است. مطالعه این داده‌ها به عنوان داده یک بعدی از چاه، به نقشه‌های زیرسطحی تبدیل می‌شود و در نهایت در ساخت مدل مخزنی به کار می‌رود. مدل‌های مخزنی برای محاسبه میزان نفت برجا و تشخیص اقتصادی بودن یا نبودن میدان هیدروکربنی استفاده می‌شود. از این رو این داده‌ها ارزش بسیار زیادی در مطالعه‌های زیرسطحی دارد.

اگرچه تاکنون کتاب‌های زیادی این نوع داده‌ها را بررسی و تفسیر کرده‌اند، اما اغلب این نوشته‌ها با تلاش برای ارائه شرح کامل از سازوکار ابزار، از هدف اصلی چاه‌پیمایی (کاربرد آن) دور شده‌اند. اگرچه چنین کتاب‌هایی در جای خود و برای درک کامل سازوکار ابزار بسیار مناسب هستند، اما خواننده را با انبوهی از داده‌ها روبه‌رو می‌کنند که اغلب در تفسیر داده‌های نگار کاربردی ندارند. در کتاب حاضر با اشاره مختصر به سازوکار ابزار، به طور عمده درباره کاربردها و روش تفسیر هر ابزار و داده‌های حاصل از آن بحث می‌شود. نویسندگان تلاش کردند متن کتاب تا حد ممکن ساده و کاربردی باشد تا محققان، دانشجویان دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد بتوانند از آن استفاده کنند. در مواردی که شکل نیاز نباشد یا محقق بتواند با جستجو در اینترنت شکل مدنظر را به راحتی بیابد، شکلی ارائه نشده است تا حجم کتاب بیش از مقدار لازم نباشد. کتاب با مقدمه‌ای بر مطالعه مخازن هیدروکربنی آغاز می‌شود. به عقیده نویسندگان

این مقدمه کوتاه برای شروع بحث اصلی لازم است. سپس شرایط زیر سطح در زمان چاه‌پیمایی به عنوان محیطی مؤثر بر ابزار، بررسی می‌شوند. در ادامه، ابزارهای چاه‌پیمایی به ترتیب سادگی و کاربرد در فصل‌های گوناگون بررسی می‌شوند. هر فصل برای یک ابزار در نظر گرفته شده است تا خواننده بتواند به طور مستقل آن فصل را مطالعه و جنبه‌های گوناگون ابزار را درک کند. با توجه به اینکه هدف این کتاب ارائه مطالب لازم در زمین‌شناسی زیرسطحی مطابق با برنامه مصوب وزارت علوم است، از شرح ابزارهای خاص چاه‌پیمایی مانند نگارهای تصویرگر صرف نظر شده است. در پایان، درباره نقشه‌های زیرسطحی به عنوان ابزار مطالعه دوبعدی مخازن، بحث شده است. در پایان هر فصل، منابعی برای مطالعه بیشتر ارائه و پرسش‌هایی مطرح شده است تا خوانندگان بتوانند یافته‌های خود را ارزیابی کنند.

نویسندگان از همه کسانی که در دانشگاه و صنعت نفت ایران به تکمیل این کتاب کمک کرده‌اند صمیمانه تشکر می‌کنند. بدون شک با وجود تلاش نویسندگان، این اثر خالی از اشکال نیست. به همین سبب از همه خوانندگان گرامی خواهشمند است نظر و پیشنهادهای ارزشمند خود را برای نویسندگان ارسال کنند تا در چاپ‌های بعدی کتاب استفاده شود.

تهران، پاییز ۱۴۰۰