

۱۵/۱۳۹۷  
۱۸/۱۳۹۷

بسم الله الرحمن الرحيم

## زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری

تألیف

دکتر احمد ادیب - دکتر محسن پور کرمانی



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب

تهران، ۱۳۹۷

عنوان و نام پدیدآور: زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری/تألیف احمد ادیب، محسن پورگرمائی، مشخصات نشر: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۴۴ص: مصور، جدول، نمودار.

وضعیت فهرست نویسی: فیا.

قیمت: ۳۵۰۰۰ ریال.

یادداشت: کتابنامه: ص. ۴۲۷.

موضوع: زمین ساخت پهنه‌ای — راهنمای آموزشی (عالی)

Plate tectonics--Study and teaching(Higher): موضوع

موضوع: زمین شناسی ساختاری - راهنمای آموزشی (عالی)

Geology, Structural-- Study and teaching(Higher): موضوع:

شناسه افزوده: پور کرمانی، محسن، ۱۳۲۵ -

شناسه افزوده: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب.

رده بندی کنگره: ۱۳۹۷/۸ الف/۴/۵۱۱/۴ QE۵

دہ بندی، دیور: ۵۵۱/۱۳۶

۵۵۴۴۰۶۸: ۵۵۴۴۰۶۸: ۵۵۴۴۰۶۸



مؤلفان: دکترا عبد ادیب - دکترا محسن پور کرمانی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

رئيس انتشارات: حاجي زاده

صفحه آرا و طراح جلد: کتیون حسینی

ویراستار علمی: معصومه زارع

چاپ اول: ۱۳۹۷

تبریز: ۲۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان چاپ دانشگاه آزاد اسلامی

شماره: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۶۱۶-۴ ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۵۶۱۶-۴

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نشانی، فروشگاه کتاب: خیابان انقلاب، میدان امام حسین (ع)، ابتدای خیابان دماوند، جنب بیمارستان بوعلی، مجتمع

دانشگاهی ولی عصر (عج)، تلفن: ۳۳۷۸۳۳۸۸

## فهرست مطالب

|                           |                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|
| ۱۱.....                   | پیشگفتار.....                                                  |
| ۱۳.....                   | مقدمه.....                                                     |
| <b>بخش اول: زمین ساخت</b> |                                                                |
| ۱۷.....                   | فصل اول: ساختمان زمین.....                                     |
| ۱۷.....                   | ۱-۱. مقدمه.....                                                |
| ۱۷.....                   | ۲-۱. پوسته.....                                                |
| ۱۸.....                   | ۱-۲-۱. پوسته قاره‌ای.....                                      |
| ۱۹.....                   | ۲-۲-۱. پوسته اقیانوس.....                                      |
| ۲۱.....                   | ۳-۱. گوشته.....                                                |
| ۲۴.....                   | ۴-۱. هسته.....                                                 |
| ۲۵.....                   | فصل دوم: نظریه‌های زمین‌ساختی.....                             |
| ۲۵.....                   | ۱-۲. مقدمه.....                                                |
| ۳۱.....                   | ۲-۲. زمین ساخت صفحه‌ای.....                                    |
| ۳۵.....                   | ۳-۲. چرخه ویلسون.....                                          |
| ۳۸.....                   | ۴-۲. نظریه ژئوسینکلین (بزرگ‌ناودیس).....                       |
| ۴۰.....                   | ۵-۲. مقایسه بزرگ‌ناودیس، چرخه ویلسون، و زمین ساخت صفحه‌ای..... |
| ۴۴.....                   | فصل سوم: جدایش قاره‌ها.....                                    |
| ۴۴.....                   | ۱-۳. مقدمه.....                                                |
| ۴۴.....                   | ۲-۳. تشابه حاشیه قاره‌ها.....                                  |
| ۴۴.....                   | ۳-۳. شواهد ساختاری.....                                        |
| ۴۶.....                   | ۴-۳. شواهد آب و هوای دیرینه.....                               |
| ۴۷.....                   | ۵-۳. شواهد دیرینه‌شناسی.....                                   |
| ۴۸.....                   | ۶-۳. شواهد مغناطیس دیرینه.....                                 |
| ۵۰.....                   | فصل چهارم: گسترش بستر اقیانوس‌ها.....                          |
| ۵۰.....                   | ۱-۴. مقدمه.....                                                |
| ۵۰.....                   | ۲-۴. بی‌نظمی‌های مغناطیسی.....                                 |
| ۵۲.....                   | ۳-۴. گسترش بستر دریا.....                                      |
| ۵۳.....                   | ۴-۴. واژگونی مغناطیس زمین.....                                 |
| ۵۴.....                   | ۵-۴. چینه‌شناسی مغناطیسی.....                                  |
| ۵۶.....                   | فصل پنجم: اساس زمین ساخت صفحه‌ای.....                          |
| ۵۶.....                   | ۱-۵. مقدمه.....                                                |
| ۵۸.....                   | ۲-۵. حرکت صفحه‌ها.....                                         |
| ۶۳.....                   | ۳-۵. سازوکار رانش صفحات در زمین ساخت صفحه‌ای.....              |
| ۶۴.....                   | ۴-۵. نیروهای عمل‌کننده.....                                    |

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۶۷  | فصل ششم: پشته‌های اقیانوسی و کافت‌های قاره‌ای.....                           |
| ۶۷  | ۱-۶. مقدمه.....                                                              |
| ۶۸  | ۲-۶. ساخت محوری پشته‌ها و وضعیت لیتوسفر در زیر آن.....                       |
| ۷۲  | ۳-۶. جریان حرارتی و چرخش گرمایی.....                                         |
| ۷۳  | ۴-۶. پشته‌های اقیانوسی.....                                                  |
| ۷۳  | ۵-۶. کافت‌های قاره‌ای.....                                                   |
| ۷۹  | فصل هفتم: گسل‌های تبدیلی.....                                                |
| ۷۹  | ۱-۷. مقدمه.....                                                              |
| ۸۲  | ۲-۷. خاستگاه گسل‌های تبدیلی.....                                             |
| ۸۳  | ۳-۷. ماحلق شکستگی اقیانوسی.....                                              |
| ۸۴  | ۴-۷. گسل‌های تبدیلی قاره‌ای.....                                             |
| ۸۶  | ۵-۷. رستگاه‌های سه‌گانه.....                                                 |
| ۸۹  | ۶-۷. رستگاه‌های زن‌ها.....                                                   |
| ۹۴  | ۷-۷. لغزشی، فشارشی و لغزشی-کششی.....                                         |
| ۹۶  | ۸-۷. گوه‌های گسل.....                                                        |
| ۹۸  | فصل هشتم: مناطق فرورانش.....                                                 |
| ۹۸  | ۱-۸. مقدمه.....                                                              |
| ۱۰۲ | ۲-۸. نحوه همگرایی.....                                                       |
| ۱۰۳ | ۱-۲-۸. همگرایی فرورانشی.....                                                 |
| ۱۰۶ | ۲-۲-۸. همگرایی برخوردی.....                                                  |
| ۱۰۹ | ۳-۸. ویژگی‌های ژئوفیزیکی و لرزه‌خیزی در سیه‌های همگرا.....                   |
| ۱۱۱ | ۴-۸. ساختارهای زمین‌شناسی ساختاری مناطق فیزیوگرافی مرتبط با همگرایی.....     |
| ۱۱۴ | ۵-۸. دگرگونی در حاشیه‌های همگرا.....                                         |
| ۱۱۵ | ۶-۸. فعالیت‌های آذرین خروجی و درونی.....                                     |
| ۱۱۸ | فصل نهم: پی‌آمدهای زمین‌ساخت صفحه‌ای.....                                    |
| ۱۱۸ | ۱-۹. مقدمه.....                                                              |
| ۱۱۸ | ۲-۹. زمین‌ساخت صفحه‌ای و زمین‌شناسی اقتصادی.....                             |
| ۱۲۱ | ۳-۹. کانسارزایی در حاشیه صفحه‌های سازنده (نقاط داغ، کافت‌ها و اولان‌ها)..... |
| ۱۲۱ | ۱-۳-۹. کانسارزایی در پوسته‌های اقیانوسی.....                                 |
| ۱۲۳ | ۲-۳-۹. کانسارزایی در مناطق فرورانش.....                                      |
| ۱۲۴ | ۳-۳-۹. کانسارزایی در حاشیه‌های امتداد لغز.....                               |
| ۱۲۵ | ۴-۳-۹. ذخایر حوضه‌های رسوبی.....                                             |
| ۱۲۶ | ۴-۹. زمین‌ساخت صفحه‌ای و رسوب‌گذاری.....                                     |
| ۱۲۹ | ۵-۹. زمین‌ساخت صفحه‌ای و زمین‌لرزه‌ها.....                                   |
| ۱۳۰ | ۶-۹. زمین‌ساخت ایران و زاگرس.....                                            |
| ۱۳۳ | خودآزمایی بخش اول.....                                                       |

## بخش دوم: زمین‌شناسی ساختاری

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| فصل اول: تنش - واتنش                                            | ۱۴۵ |
| ۱-۱. مقدمه                                                      | ۱۴۵ |
| ۲-۱. تنش و مؤلفه‌های آن                                         | ۱۴۷ |
| ۳-۱. تنش‌های اصلی و مشخصات آنها                                 | ۱۴۹ |
| ۴-۱. محاسبه تنش در یک توده                                      | ۱۵۲ |
| ۴-۱-۱. تنش یک محوری                                             | ۱۵۲ |
| ۴-۱-۲. تنش دوماحوری                                             | ۱۵۵ |
| ۴-۱-۳. تنش سه محوری                                             | ۱۵۹ |
| ۵-۱. ماتریس تنش                                                 | ۱۶۵ |
| ۶-۱. علائم قراردادی و وضع مختلف دایره مور                       | ۱۶۷ |
| ۷-۱. توصیف میدان‌های تنش                                        | ۱۶۹ |
| ۸-۱. بیضوی تنش و وضعیت آن در سنگ‌ها                             | ۱۷۰ |
| ۹-۱. تنش‌های لیتواستاتیک و ژئوگرافیک                            | ۱۷۱ |
| ۱۰-۱. واتنش و انواع آن                                          | ۱۷۵ |
| ۱۰-۱-۱. تغییر شکل برش محض                                       | ۱۷۷ |
| ۱۰-۱-۲. تغییر شکل برش ساده                                      | ۱۷۷ |
| ۱۱-۱. رفتار مواد در مقابل تنش                                   | ۱۷۸ |
| ۱۱-۱-۱. عوامل مؤثر در رفتار سنگ‌ها در برابر تنش                 | ۱۸۰ |
| ۱۲-۱. اصول اندازه‌گیری تغییر شکل نسبی                           | ۱۸۵ |
| ۱۳-۱. مسائل                                                     | ۱۸۹ |
| فصل دوم: چین‌ها                                                 | ۲۰۳ |
| ۱-۲. مقدمه                                                      | ۲۰۳ |
| ۲-۲. انواع متداول چین                                           | ۲۰۶ |
| ۳-۲. طبقه‌بندی چین‌ها                                           | ۲۰۸ |
| ۳-۲-۱. طبقه‌بندی هندسی چین‌ها                                   | ۲۰۸ |
| ۳-۲-۲. طبقه‌بندی چین‌ها بر مبنای زاویه بین یال‌های آنها         | ۲۱۴ |
| ۳-۲-۳. طبقه‌بندی چین‌ها بر مبنای تغییرات عمقی آنها              | ۲۱۴ |
| ۳-۲-۴. طبقه‌بندی چین‌ها بر اساس ضخامت چینه‌ها                   | ۲۱۵ |
| ۳-۲-۵. طبقه‌بندی چین‌ها بر اساس خطوط هم‌شیب                     | ۲۱۶ |
| ۳-۲-۶. طبقه‌بندی چین‌ها بر اساس تغییر ضخامت لایه‌ها نسبت به شیب | ۲۱۸ |
| ۳-۲-۷. چین‌های متفرقه                                           | ۲۱۹ |
| ۴-۲. چین‌خوردگی مرتبط با گسل                                    | ۲۲۶ |
| ۵-۲. سازوکار چین‌خوردگی                                         | ۲۳۰ |
| ۶-۲. تشخیص چین‌خوردگی                                           | ۲۳۳ |
| فصل سوم: شکستگی و درز                                           | ۲۳۴ |

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| ۲۳۴ | ۱-۳. مقدمه.....                                            |
| ۲۳۶ | ۲-۳. سازوکار و انواع اصلی شکستگی.....                      |
| ۲۳۷ | ۱-۲-۳. عوامل ایجادکننده شکستگی‌ها.....                     |
| ۲۴۳ | ۲-۲-۳. فرایندهای غیرتکتونیکی ایجاد شکستگی‌ها.....          |
| ۲۴۵ | ۳-۳. طبقه‌بندی و بررسی درزها.....                          |
| ۲۴۶ | ۱-۳-۳. تقسیم‌بندی درزها.....                               |
| ۲۴۸ | ۴-۳. ارتباط درزها با پدیده‌های ساختمانی.....               |
| ۲۵۴ | فصل چهارم: گسل‌ها.....                                     |
| ۲۵۴ | ۱-۴. مقدمه.....                                            |
| ۲۵۷ | ۱-۱-۴. ویژگی هندسی گسل‌ها.....                             |
| ۲۵۹ | ۲-۴. تقسیم‌بندی و نامگذاری گسل‌ها.....                     |
| ۲۵۹ | ۲-۲. طبقه‌بندی زایشی گسل‌ها.....                           |
| ۲۶۴ | ۲-۱-۴. طبقه‌بندی براساس شیب سطح گسل.....                   |
| ۲۶۴ | ۳-۲-۴. طبقه‌بندی براساس حالت گسل نسبت به چینه‌بندی.....    |
| ۲۶۵ | ۴-۲-۴. طبقه‌بندی براساس وضعیت گسل نسبت به طبقات اطراف..... |
| ۲۶۶ | ۵-۲-۴. طبقه‌بندی براساس طرح گسل‌ها.....                    |
| ۲۶۶ | ۶-۲-۴. طبقه‌بندی گسل‌ها براساس زاویه ریک.....              |
| ۲۶۷ | ۳-۴. پدیده‌های مهم ناشی از گسل‌ها.....                     |
| ۲۶۸ | ۱-۳-۴. روراندگی و دوپیکسرها.....                           |
| ۲۷۲ | ۲-۳-۴. چین - گسل و گسل - چین.....                          |
| ۲۷۴ | ۳-۳-۴. فروزمین و فرازمین.....                              |
| ۲۷۶ | ۴-۳-۴. قطعات گسلی کج‌شده.....                              |
| ۲۷۶ | ۵-۳-۴. گسل چرخشی یا محوری.....                             |
| ۲۷۷ | ۴-۴. عوامل مشخصه گسل‌ها.....                               |
| ۲۷۷ | ۱-۴-۴. نشانه‌های خارجی تشخیص گسل‌ها.....                   |
| ۲۸۱ | ۲-۴-۴. نشانه‌های داخلی تشخیص گسل‌ها.....                   |
| ۲۸۲ | ۵-۴. سازوکار تشکیل گسل‌ها.....                             |
| ۲۸۲ | ۱-۵-۴. تنش برشی و مقاومت برشی سنگ‌ها.....                  |
| ۲۸۵ | ۲-۵-۴. نقش فشار منقذی در شکست سنگ.....                     |
| ۲۸۷ | ۳-۵-۴. ارتباط جهات گسلش با تنش‌های اصلی.....               |
| ۲۹۶ | فصل پنجم: تورق، خطواره و ناپیوستگی‌ها.....                 |
| ۲۹۶ | ۱-۵. تعریف.....                                            |
| ۲۹۷ | ۲-۵. تورق و انواع آن.....                                  |
| ۳۰۵ | ۱-۲-۵. رابطه تورق با ساخت‌های موجود در منطقه.....          |
| ۳۰۵ | ۲-۲-۵. ارتباط کلیواژ اسلیتی با ساخت منطقه‌ای.....          |
| ۳۰۹ | ۳-۵. انتظام خطی و تقسیم‌بندی آن.....                       |
| ۳۱۰ | ۱-۳-۵. خطواره‌های ساختمانی.....                            |
| ۳۱۶ | ۲-۳-۵. رابطه خطواره‌ها با سایر ساخت‌های زمین‌شناسی.....    |

|     |                                                      |
|-----|------------------------------------------------------|
| ۳۱۷ | ۴-۵. ناپیوستگی و انواع آن                            |
| ۳۱۹ | ۴-۵. ۱. علانم شناسایی ناپیوستگی ها                   |
| ۳۲۱ | فصل ششم: دیابیرهای نمکی                              |
| ۳۲۱ | ۱-۶. تعریف                                           |
| ۳۲۴ | ۲-۶. رخنمون دیابیر نمکی در سطح زمین                  |
| ۳۲۴ | ۳-۶. بخش های مختلف دیابیر نمکی                       |
| ۳۲۶ | ۴-۶. مراحل تشکیل ساختمان دیابیر نمکی                 |
| ۳۲۹ | ۵-۶. ساخت های ایجاد شده پیرامون دیابیر نمکی          |
| ۳۳۰ | ۶-۶. دیابیرها، مکر، ایران                            |
| ۳۳۴ | خودآزمایی بخش دوم                                    |
|     | فصل سوم: تمرینات و نقشه های زمین شناسی ساختمانی      |
| ۳۵۳ | فصل اول: نقشه های تره گراف و زمین شناسی              |
| ۳۵۳ | ۱-۱. مقدمه                                           |
| ۳۵۳ | ۲-۱. مقیاس                                           |
| ۳۵۴ | ۳-۱. مختصات نقشه                                     |
| ۳۵۵ | ۴-۱. جهت شمال و انحراف مغناطیسی                      |
| ۳۵۶ | ۵-۱. نقشه زمین شناسی                                 |
| ۳۵۶ | ۱-۵.۱. نقشه های زمین شناسی ناحیه ای                  |
| ۳۵۷ | ۲-۵.۱. نقشه های زمین شناسی تفصیلی                    |
| ۳۵۷ | ۳-۵.۱. نقشه های تخصصی                                |
| ۳۵۷ | ۶-۱. تعیین خصوصیات سطح چینه بندی                     |
| ۳۶۱ | ۱-۶-۱. سطح چینه بندی                                 |
| ۳۶۱ | ۲-۶-۱. ضخامت و عرض رخنمون چینه                       |
| ۳۶۳ | ۷-۱. مسائل                                           |
| ۳۶۶ | فصل دوم: ترسیم مقاطع زمین شناسی و ساختاری            |
| ۳۶۶ | ۱-۲. مقدمه                                           |
| ۳۶۶ | ۲-۲. تهیه مقطع زمین شناسی                            |
| ۳۶۶ | ۱-۲-۲. رسم مقطع برروی نقشه های بدون منحنی میزان      |
| ۳۷۰ | ۲-۲-۲. رسم مقطع برروی نقشه های دارای منحنی توپوگرافی |
| ۳۸۷ | ۳-۲. کامل کردن رخنمون چینه برروی نقشه توپوگرافی      |
| ۳۸۹ | ۴-۲. مسائل                                           |
| ۳۹۵ | فصل سوم: تمرینات استریوگرافی و نمودار گل سرخی        |
| ۳۹۵ | ۱-۳. مقدمه                                           |
| ۳۹۷ | ۲-۳. خط و نمایش آن برروی شبکه اشمیت                  |
| ۳۹۸ | ۳-۳. نمایش صفحه برروی شبکه اشمیت                     |
| ۳۹۹ | ۴-۳. ترسیم سطوح شیب دار و محاسبه شیب حقیقی و ظاهری   |

- ۴۰۶..... ۵۳. بررسی هندسی ساخت‌ها به کمک نمودارهای بتا، پی و گل سرخی
- ۴۰۶..... ۳-۵-۱. نمایش چین در دیاگرام
- ۴۱۰..... ۳-۵-۲. نمایش و تحلیل درزها
- ۴۱۱..... ۳-۵-۳. تحلیل استریوگرافی گسل‌ها
- ۴۱۶..... مسائل بخش سوم
- ۴۲۷..... فهرست منابع

## پیشگفتار

شناخت عوامل ایجاد کننده و هندسه ساختارها، زمینه اصلی مورد بحث در این کتاب تحت عنوان زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری است. برای درک بهتر مفاهیم این درس، داشتن اطلاعاتی در خصوص سنگ شناسی، زمین شناسی فیزیکی، رسوب شناسی و دینامیک زمین لازم است. توالی مطالب کتاب که برای استفاده دانشجویان رشته های نفت، معدن، زمین شناسی و رشته های وابسته تهیه شده، براساس سرفصل های مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی به نحوی تدوین شده که با سایر منابع در این زمینه، هماهنگی لازم را دارد. در این کتاب ضمن بیان ارتباط زمین شناسی ساختمانی با سایر علوم و نحوه تجزیه و تحلیل ساختارها، مباحث نیز پیرامون ساختار داخلی زمین، علل حرکات صفحات لیتوسفری و تاثیرات آن بر پوسته زمین با تاکید بر تنش و واتنش که مبنای شناخت سازوکار ساختارها است، ارائه می دهد. بر این اساس پس از مطالعه در حق کتاب، به هدف های آموزشی زیر دست خواهید یافت:

۱. آشنایی با علم زمین شناسی، ساختمان و زمین ساخت و رابطه آن با سایر علوم زمین
  ۲. فراگیری مفهوم تنش، واتنش و نحوه رفتار مواد در مقابل تنش و عوامل مؤثر آن
  ۳. آشنایی با انواع تغییر شکل نسبی و چگونگی اندازه گیری آن
  ۴. فراگیری عناصر و سازوکار ایجاد چین د، گس ها، رزها، تورق، خطوراه و ناپیوستگی ها
  ۵. آشنایی با ساختمان دیابیرهای نمکی، فرایند شکل گیری و نقش آن در ایجاد تله های نفتی
۶. آشنایی با روش های ترسیمی و آماری در حل مسائل زمین شناسی ساختاری.

دکتر احمد ادیب، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

دکتر محسن پور کرمانی، استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال