

برنامهند افروز
جان افروز

تنوع زمین شناختی ایران

سید امیر علی صبور

www.ketab.ir



انتشارات ایران شناسی

IRANSHENASI PUBLISHING

شماره انتشار ۳۴۶

سرشناسه: توکلی صبور، سیدامیر، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور: تنوع زمین‌شناختی ایران / سیدامیر توکلی صبور؛ ویراستار بنفشه دادفر.
وضعیت ویراست: [ویراست ۲].
مشخصات نشر: تهران: انتشارات ایران‌شناسی، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری: ۲۸۴ ص.؛ مصور، نقشه، نمودار؛ ۲۱/۵×۱۴/۵ س.م.
فروست: انتشارات ایران‌شناسی: ۲۴۶.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۳۵۱-۸۶-۳
وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۷۶-۲۸۲.

موضوع: گردشگری زمین‌شناختی -- ایران: Iran -- Geotourism: زمین‌ریختشناسی -- ایران
Geomorphology: زمین‌شناسی ساختاری: Geology, Structural

رده بندی کنگره: G۱۵۵
رده بندی دیویی: ۳۳۸/۴۷۹۱
شماره کتابشناسی ملی: ۹۷۲۵۸۷۸



ایران‌شناسی
IRAN SHENASI PUBLISHING

تنوع زمین‌شناختی

انتشارات ایران‌شناسی [ناشر] • سیدامیر توکلی صبور [محقق و نگارنده]

بنفشه دادفر [ویراستار ادبی] • امیرحسین بختیاری [صفحه‌آرا]

منیره احمدی طهرانی [طراح جلد]

ISBN 978-600-8351-86-3

ویراست نخست، چاپ اول ۱۴۰۳ • ۸۰۰ نسخه • اندیشه‌برتر [چاپ و صحافی]

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر اعم از دیجیتال، صوتی، چاپ، تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و... برای انتشارات ایران‌شناسی محفوظ و قابل پیگرد قانونی است. استفاده از مطالب کتاب بدون اجازه کتبی از انتشارات ایران‌شناسی ممنوع می‌باشد.

© Iranshenasi Publishing 2024

© کپی‌رایت ۱۴۰۳ انتشارات ایران‌شناسی

تهران-خیابان طالقانی، خیابان بهار شمالی، کوچه طباطبائی، پلاک ۶، واحد ۱
کدپستی ۱۵۶۳۶۵۵۷۱۱ | تلفن: ۷۷۵۳۱۸۲۵ - ۷۷۵۳۹۸۵۹ | فکس: ۷۷۶۳۸۶۸۷
www.iran-shenasi.com | info@iran-shenasi.com

فهرست

پیش گفتار ۹



فصل ۱- زمین (The Earth) ۲۰

کرتاس ۵۰	مقدمه ۱۴
حیات در کرتاسه ۵۱	مقیاس زمانی زمین شناسی ۲۰
سنوزوئیک ۵۴	هاذن ۲۱
پالئوژن ۵۶	آرکنن ۲۳
اقلیم پالئوژن ۵۸	پروتروزوئیک ۲۴
حیات در پالئوژن ۵۹	فانروزوئیک ۲۶
نئوژن و کواترنر ۶۲	پالئوژوئیک ۲۸
حیات در نئوژن و کواترنر ۶۳	حیات در پالئوژن ۲۸
تحولات اقلیمی در نئوژن و کواترنر ۶۵	تغییرات محیطی در پالئوژن ۲۸
آخرین دوره های یخچالی زمین ۶۸	کامبرین ۳۰
تحولات خلیج فارس ۷۰	اردوویسین ۳۱
مهاجرت انسان ۷۲	سیلورین ۳۴
کالی ۷۶	دونین ۳۶
سنگ ها ۷۷	کربنیفر ۳۸
چرخه سنگ ها ۷۸	پرمین ۴۰
سنگ آذرین ۷۸	مزوزوئیک ۴۲
سنگ دگرگونی ۸۰	تغییرات اقلیمی در مزوزوئیک ۴۴
سنگ رسوبی ۸۲	تریاس ۴۶
چین، گسل و درزه ۸۴	ژوراسیک ۴۸

فصل ۲ - هوازدگی (Weathering) ۸۸



کروی شدن ۹۶	مقدمه ۹۰
هوازدگی پوست پیازی ۹۸	هوازدگی ۹۱
تافونی ۱۰۰	هوازدگی فیزیکی ۹۱
سایش ۱۰۲	حذف فشار ۹۲
هوازدگی زیستی ۱۰۳	هوازدگی دمایی ۹۴
هوازدگی شیمیایی ۱۰۴	

۱۱۱.....واکنش با اسید.....	۱۰۶.....انحلال.....
۱۱۲.....نقش ترکیب شیمیایی.....	۱۰۸.....اثر اکسیژن.....
۱۱۴.....خاک.....	۱۱۰.....هیدرولیز.....

فصل ۳- فرسایش (Erosion).....۱۲۰



۱۳۱.....چرخه آب.....	۱۲۲.....مقدمه.....
۱۳۲.....آب جاری.....	۱۲۳.....جابه جایی توده‌ای.....
۱۳۴.....حمل و رسوب گذاری.....	۱۲۴.....خزش.....
۱۳۸.....دره.....	۱۲۶.....لغزش.....
۱۴۰.....تنگه.....	۱۲۸.....جریان یافتن.....
۱۴۴.....آبشار.....	۱۳۰.....سقوط.....
۱۴۸.....فرسایش ساحلی.....	۱۳۰.....واژگونی.....

فصل ۴- بیابان (Desert).....۱۵۲



۱۸۰.....فرآیند حمل ذرات.....	۱۵۶.....انواع بیابان.....
۱۸۲.....سبب گذاری باد.....	۱۶۲.....بیابان های ایران.....
۱۸۴.....مکان های اثر باد.....	۱۶۲.....دشت کویر.....
۱۸۶.....کلوت.....	۱۶۶.....بیابان لوت.....
۱۹۰.....دودکش جن.....	۱۶۸.....مناظر بیابانی.....
۱۹۴.....تپه های ماسه ای.....	۱۶۹.....هزار دره.....
۱۹۶.....تپه های متقاطع.....	۱۷۲.....چندضلعی های نمکی.....
۱۹۷.....تپه های طولی.....	۱۷۶.....ورنی بیابان.....
۱۹۸.....تپه های برخان.....	۱۷۸.....اثر باد در بیابان.....
۱۹۹.....تپه های سهمی شکل.....	
۲۰۰.....تپه های ستاره ای.....	

فصل ۵- آب های زیرزمینی (Ground Water).....۲۰۲



۲۰۹.....سفره آب زیرزمینی.....	۲۰۴.....مقدمه.....
۲۱۰.....حرکت آب.....	۲۰۵.....منشاء آب ها.....
۲۱۰.....ترکیبات محلول در آب.....	۲۰۶.....تخلخل و نفوذ پذیری.....
۲۱۱.....کارست.....	۲۰۸.....سطح ایستابی.....
۲۱۳.....غار.....	

۲۳۲.....	مخروط‌های کارستی	۲۱۹.....	غارهای گدازه‌ای
۲۳۳.....	کارست در سایر سنگ‌ها	۲۲۰.....	غارهای یخی
۲۳۶.....	خروج آب‌های زیرزمینی	۲۲۱.....	غارهای ساحلی
۲۳۶.....	روش‌های طبیعی	۲۲۲.....	غارهای گسله
۲۳۸.....	چشمه‌های آب گرم	۲۲۳.....	غارهای انحلالی
۲۴۰.....	تراورتن	۲۲۵.....	کارن
۲۴۳.....	روش‌های مصنوعی	۲۲۷.....	فروچاله
		۲۳۰.....	پلژه

فصل ۶- دریاچه‌ها (Lakes)..... ۲۴۶



۲۷۵.....	دریاچه (تالاب) هامون	۲۴۸.....	مقدمه
۲۷۶.....	دریاچه‌های حوضه دریاچه نمک	۲۴۹.....	دریاچه و تالاب
۲۷۸.....	باتلاق گاوخونی	۲۵۰.....	طبقه‌بندی دریاچه‌ها
۲۷۹.....	دریاچه نئور	۲۵۱.....	منشاء زمین‌شناسی
۲۷۹.....	تالاب قوری گل	۲۵۲.....	دریاچه‌های آتشفشانی
۲۷۹.....	دریاچه قله سیلان	۲۵۳.....	دریاچه‌های زمین‌ساختی
۲۸۰.....	دریاچه بریشان (فامور)	۲۵۴.....	دریاچه‌های سدی
۲۸۰.....	دریاچه پستگان و طشک	۲۵۶.....	دریاچه‌های متاندری
۲۸۰.....	دریاچه مهارلو	۲۵۸.....	دریاچه‌های انحلالی
۲۸۲.....	دریاچه گردآباد طارم	۲۶۰.....	دریاچه‌های یخچالی
۲۸۲.....	دریاچه آوان	۲۶۲.....	شاخص مواد مغذی
۲۸۲.....	دریاچه‌های تار و هویر	۲۶۵.....	آب و هوای گذشته
۲۸۳.....	دریاچه چورت	۲۶۷.....	مخاطرات
۲۸۳.....	دریاچه ولشت	۲۶۹.....	دریاچه‌های ایران
۲۸۳.....	دریاچه شورمست	۲۷۰.....	دریای خزر
۲۸۳.....	تالاب‌های آلاگل، آجی گل و آماگل	۲۷۱.....	زمین‌شناسی دریای خزر
۲۸۴.....	دریاچه بزنگان	۲۷۲.....	نوسانات آب دریای خزر
۲۸۴.....	دریاچه گهر	۲۷۳.....	دریاچه ارومیه
۲۸۵.....	دریاچه زریوار (زریبار)		

فصل ۷- آتشفشان‌ها (Volcanoes) ۲۸۶



آتشفشان‌های ایران ۳۱۶	مقدمه ۲۸۸
آتشفشان دماوند ۳۱۸	زمین ساخت ورق‌های ۲۸۹
آتشفشان تفتان ۳۲۰	گاز ۲۹۸
آتشفشان یزمان ۳۲۲	گدازه ۳۰۰
آتشفشان سیلان ۳۲۳	گدازه‌های بالشی ۳۰۲
آتشفشان سهند ۳۲۴	«پاهوه‌هوه» و «آآ» ۳۰۴
آتشفشان‌های راین ۳۲۶	منشورهای گدازه‌ای ۳۰۵
آتشفشان آج ۳۲۷	مواد جامد ۳۰۸
آتشفشان‌های جنوب بیرجند ۳۲۸	انواع آتشفشان‌ها ۳۱۳

فصل ۸- گنبد‌های نمکی (Salt Somes) ۳۳۰



گنبد نمکی جزیره هنگام ۳۴۸	مقدمه ۳۳۲
گنبد نمکی جزیره قشم ۳۴۹	رسوبات تبخیری ۳۳۲
گنبد نمکی جزیره لارک ۳۴۹	گنبد‌های نمکی ۳۴۸
گنبد‌های نمکی ایران مرکزی ۳۵۰	گنبد‌های نمکی زاگرس ۳۴۴
جاذبه‌های علمی شناسی ۳۵۲	گنبد نمکی جزیره هرمز ۳۴۶

فصل ۹- گل‌فشان‌ها (Mud Volcanoes) ۳۵۴



گل‌فشان گتان ۳۶۱	مقدمه ۳۵۶
گل‌فشان ناپک ۳۶۲	تشکیل گل‌فشان ۳۵۷
گل‌فشان نفت‌لیجه ۳۶۵	اجزاء گل‌فشان ۳۵۹
گل‌فشان قارنیارق ۳۶۶	انواع گل‌فشان‌ها ۳۶۰
گل‌فشان اینچه ۳۶۸	گل‌فشان‌های ایران ۳۶۰

پیوست‌ها ۳۶۹

پیوست ۱- واژه‌نامه ۳۷۰
پیوست ۲- منابع و مآخذ ۳۷۶
نام عکاسان ۳۸۴



Amir Tavakoli's method of collecting and analyzing field data for geological events aligns with the innovative techniques employed in America and Sweden. While working on gold exploration in eastern Iran, I was impressed by his precision in creating cross-sections. Amir possesses a deep understanding of mineralogy, geochemistry, and petrography, effectively combining these areas of expertise to accurately identify alteration boundaries.

I thoroughly enjoyed browsing through the book *Geodiversity Of Iran*, admiring its photos and illustrations. Even though it was written in Persian, I found myself wishing for a similar resource in accessible language for geology enthusiasts worldwide.

John Angells

Prof. John Angells
Petrologist, Retired Professor at Department
of Earth Sciences, Uppsala University

پیش گفتار

از زمانی که در دانشکده رشته زمین‌شناسی مشغول به تحصیل شدم، همواره با این مسأله مواجه بودم که چگونه رخدادهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی را برای افرادی که زمین‌شناس نیستند، می‌توان فهمید به شناخت پدیده‌ها و اشکال آن هستند تشریح کنم و عدم وجود کتابی که در فارغ از هر اصطلاح تخصصی به تعبیر و تفسیر این پدیده‌ها بپردازد، دغدغه چندین ساله‌ام بود. در سال‌های ۸۵-۱۳۸۴، کتابچه‌ای تحت عنوان زمین‌شناسی برای راهنمایان طبیعت‌گردی به سفارش وزارت میراث‌فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی تألیف شد. در این کتابچه با وجود این که سعی بر ساده سازی مفاهیم زمین‌شناسی شده است، اما باز هم با هدف اصلی خود فاصله دارد. به تدریج با تغییر در ساختار و موضوعات ارائه شده در این دوره‌ها، مباحث کاملاً علمی و تئوری جای خود را به شرح و تفسیر جاذبه‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی ایران داد. از این رو در سال ۱۳۹۰ ایده نگارش کتابی براساس عوامل مؤثر در شکل‌گیری پدیده‌ها، باعث جمع‌آوری اطلاعات و عکس‌برداری از جاذبه‌های زمین‌شناسی ایران شد. هم‌زمان با گردآوری داده‌ها، تحقیق درباره الگوی نهایی کتاب نیز آغاز شد که خود چالشی بزرگ در این مسیر بود، چراکه تقریباً نمونه‌ای که بتوان از آن ایده گرفت، وجود نداشت. اغلب کتاب‌هایی که تحت عنوان ژئوتوریسم به رشته تحریر درآمده است از قالب یک آلبوم تصویری خارج نشده است و به شکل یک کتاب نفیس بوده و امکان همراه بردن آنها در سفر میسر نیست و بدین جهت این کتاب در قطعی تنظیم گردید که بتواند در کنار سایر کتاب‌ها حمل شود.

در کشور ما، فسیل‌های جانوری و گیاهی اغلب مورد بی‌مهری افراد قرار می‌گیرند و متأسفانه بسیاری از افراد این فسیل‌ها را به‌دلیل این‌که صرفاً در زمان مشاهده آنها جلب توجه کرده‌اند، جمع‌آوری کرده و بدون این‌که اطلاعات محل برداشت ثبت شود یا این‌که رده‌بندی آنها توسط یک متخصص شناسایی شود، در ویرترین و گاه در انبار انباشته می‌شوند و بدتر آن‌که اغلب بعد از مدتی تحت عنوان زباله دور ریخته می‌شوند و به دفعات دیده شده است که در لابه‌لای همین نمونه‌هایی که توسط افراد آماتور گردآوری شده است، نمونه‌های منحصر به‌فرد و در خور مطالعه علمی وجود دارد. شایان ذکر است که این فسیل‌ها جزو میراث ملی و گاه در مواردی میراث جهانی محسوب می‌شوند و از همه مهم‌تر این‌که تقریباً همه این موجودات فسیل شده، امروزه وجود ندارند و لذا جایگاه حفاظتی این فسیل‌ها کمتر از آثار تاریخی کشور نیست و همت همه علاقه‌مندان به میراث این کشور را برای حفظ و نگهداری آنها می‌طلبد. بر اساس این منطق، در فصل اول کتاب تنها به سیر تحولی موجودات در تاریخ زمین پرداخته شده است، اما به محل‌های تجمع این آثار هیچ اشاره‌ای نشده است.

حفظ آثار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی دارای سابقه طولانی است و از اوایل قرن نوزدهم میلادی فعالیت معادن سنگ اسکانلند که باعث ایجاد نمایی زشت برای شهرها شده بود، متوقف شد و در سال ۱۸۱۹ میلادی قوانینی جهت محدودیت معدن‌کاری در اطراف شهرها وضع شد. در آمریکا نیز در سال ۱۸۷۲ میلادی پارک ملی یلواستون (Yellowstone National Park) با مناظر بدیع زمین‌شناسی به ثبت رسید. با این وجود، در طی این سال‌ها بخش‌های علوم زمین در بخش‌های صنعتی یا معدنی و نفت مشغول به کار می‌شدند و تقریباً هیچ‌یک از بخش‌های حفاظت‌کننده میراث زمین‌شناسی وارد عمل نشدند و این در مقایسه با متخصصان محیط زیست که عمدتاً در زمینه حفظ تنوع زیستی فعالیت دارند، کاملاً متضاد است که یکی از نمونه‌های بارز این مسئله در پارک ملی گراند کانیون در آمریکا (Grand Canyon National Park) است که تمام متخصصان محیط زیست مشغول به کار هستند، اکولوژیست هستند و هیچ متخصص زمین‌شناسی در آن فعالیت ندارد.

مهم‌ترین نکته‌ای که در نگارش این کتاب مورد توجه می‌باشد، ارائه مطالب به‌شکلی ساده و به دور از هر گونه واژه تخصصی است و در نتیجه کلیه افرادی که تمایل دارند از زمین و زیبایی آن و نحوه تشکیل آن اطلاع به‌دست آورند، از مطالعه این کتاب لذت لازم را ببرند، از این‌رو بزرگ‌ترین چالش پیش‌روی نگارنده، یافتن اشکالی بود که بتوانند نحوه تشکیل پدیده‌ها را به خوبی توضیح دهند. تمام این موضوعات باعث شد تا ساختار این کتاب تلفیقی از اطلاعات علمی به همراه عکس‌هایی از آن پدیده در مناطق مختلف ایران باشد و تنها به ارائه آلبومی از عکس‌ها از این مناطق بسنده نکنند. با این وجود سطح مطالب ارائه شده به گونه‌ای است که برای زمین‌شناسان و ژئومورفولوژیست‌ها نیز مفید باشد.

از سال ۱۳۹۹، ویراست جدید کتاب برای چاپ دوم در دستور کار قرار گرفت. در این ویرایش کلیه مطالب، تصاویر و اشکال کتاب مورد بازبینی دقیق قرار گرفت و حتی تعاریف علمی نیز براساس کتاب‌ها، دانشنامه‌های معتبر و آخرین مقالات علمی به‌روزرسانی شد. همچنین فصل جدید «دریاچه‌ها» به‌دلیل اهمیت این موضوع به نسخه جدید اضافه شد. ذکر این نکته ضروری است که در تمام نمودارهای زمان زمین‌شناسی که در فصل اول آمده است، تماماً به مقیاس به‌کار رفته‌اند و رنگ‌ها نیز مطابق با استاندارد انجمن بین‌المللی چینه‌شناسی است.

این کتاب در ۹ فصل تهیه و تنظیم شده است، به‌طوری که در ابتدا با پیدایش جهان هستی آغاز می‌شود و در ادامه به روند تکاملی سیاره زمین شامل تغییرات جغرافیایی، تغییرات اقلیمی، ظهور و انقراض حیات روی این سیاره پرداخته می‌شود. پس از آن، فرآیندهای ایجاد پدیده‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی که منجر به تشکیل مناظر بدیع می‌شوند، شرح داده شده‌اند. با توجه به مباحثی که در این کتاب آورده شده، در ذیل واژه تنوع زمین‌شناختی قرار می‌گیرد که جایگاه کلان‌تر نسبت به زمین‌شناسی دارد.

در پایان بر خود لازم می‌دانم تا از تمام عزیزانی که به طرق مختلف یاری‌رسان بنده بودند، قدردانی کنم: دوست عزیزم آقای علیرضا نادری سهم بسیار بزرگی در اجرایی‌شدن این پروژه داشتند، امیرحسین بختیاری (مدیر انتشارات ایران‌شناسی) که با علاقه و صبر کمک کردند تا آنچه را که در ذهن داشتم عینیت ببخشند. علاوه بر این از کلیه عزیزان ایرانی و غیرایرانی که عکس‌های خود را در اختیارم قرار دادند، از صمیم قلب تشکر می‌کنم.

در آخر از پدرم که اولین معلم من در شناخت طبیعت اطرافم بود، یاد می‌کنم که یادش گرمای باد و مادرم که با زحمات خود مسیر را برایم هموار نمود و خود را مدیون صبر و شکیبایی همسر و دخترم نیکا می‌دانم که در تمام سفرهایم از قلل آتشفشانی تا سواحل دریای عمان همراهم بودند.

امیر توکلی صبور

تابستان ۱۴۰۳

s.amirtavakoli@gmail.com

www.ketab.ir