

PNU University

ESP

(For the Students of Geology)

Alireza Najafzadeh, Ph.D Naser Arzani, Ph.D

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

Contents

Unit 1	THE SCIENCE OF GEOLOGY	1
Unit 2	THE ROCK CYCLE	15
Unit 3	HISTORICAL GEOLOGY	29
Unit 4	HYDROGEOLOGY AND THE HYDROLOGICAL CYCLE	45
Unit 5	MINERALOGY I Mineral Properties	55
Unit 6	MINERALOGY II Classification of minerals	69
Unit 7	IGNEOUS ROCKS	83
Unit 8	SEDIMENTARY ROCKS AND STRUCTURES	95
Unit 9	METAMORPHISM AND METAMORPHIC ROCKS	107
Unit 10	WEATHERING, EROSION AND SOIL	121
Unit 11	PLATE TECTONICS	133
Unit 12	GROUND WATER	145
Unit 13	GEOHAZARDS	157
Unit 14	VOLCANOES AND LAVAS	167
Unit 15	EARTHQUAKES	179
Unit 16	GLOBAL WARMING AND CLIMATE CHANGE	191
Unit 17	NUCLEAR FUELS AND REACTORS	201
	The Answer keys	209
	References	223

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

پیشگفتار

کتاب زبان تخصصی زمین‌شناسی، با توجه به نیاز دانشجویان رشته زمین‌شناسی به آشنایی با زبان تخصصی و بین‌المللی این رشته تدوین شده است که البته اهمیت کاربرد آن در مطالعه و بهره‌جویی از منابع علمی و متون تخصصی، بر همگان مشخص است. در نگارش کتاب حاضر، سعی شده است که گستره‌ای از موضوعات مختلف

زمین‌شناسی انتخاب گردد. به‌علاوه، گزینش متن‌های تخصصی در محدوده موضوعاتی که عموماً در دوره کارشناسی این رشته مورد بحث قرار می‌گیرند، و همچنین خودآموزبودن، از امتیازات شاخص این کتاب است.

در این کتاب، در مجموع هفده درس آورده شده است که در هر یک از دروس، به یک مبحث مهم زمین‌شناسی پرداخته می‌شود. خوانندگان با تعدادی از اصطلاحات و لغات تخصصی زمین‌شناسی، در چارچوب جمله‌بندی‌های ساده تا متوسط آشنا می‌شوند و در ادامه هر درس با تدوین تمرین‌های متنوع و گوناگون، میزان درک مطالب عنوان‌شده، مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد. به خوانندگان عزیز توصیه می‌شود که قبل از مطالعه دروس، راهنمای مطالعه کتاب را با دقت هرچه تمام‌تر خوانده و هدف‌های کلی و رفتاری را قبل از مطالعه هر درس مدنظر قرار دهند.

در اینجا لازم می‌دانیم از همکاران ارجمند، آقایان دکتر منوچهر جعفری‌گهر و مهندس ابراهیم اشراقی که ویراستاری این کتاب را به‌انجام رسانده‌اند و از آقای دکتر شهرام خلیلی‌مهرن برای راهنمایی‌های ارزنده‌شان صمیمانه تشکر نماییم. همچنین از سرکار خانم مهندس هما بهنام برای نمونه‌خوانی و صفحه‌آرایی مناسب کتاب، از آقای دکتر بهزاد حاج‌علیلو مدیر محترم گروه زمین‌شناسی، از آقای مهندس محمدباقر اکبری برای تدوین کتاب و نیز از سایر عزیزانی که در تهیه این کتاب ما را یاری نموده‌اند

کمال تشکر و سپاس خود را ابراز می‌نماییم.
هرچند که تمام سعی و تلاش ما بر آن بود که اثر حاضر، عاری از هرگونه اشتباه
باشد، اما از خوانندگان فهیم و نکته‌سنج درخواست می‌گردد تا با یادآوری خطاهای
موجود، ما را در ارائه اثری بهتر در چاپ‌های بعدی کتاب یاری دهند.

ناصر ارزانی	علیرضا نجف‌زاده
هیأت علمی دانشگاه پیام‌نور اصفهان	هیأت علمی دانشگاه پیام‌نور کرمان

خرداد ۱۳۸۹

راهنمای مطالعه کتاب

هدف کلی

هدف کلی از مطالعه کتاب حاضر، آشنایی دانشجویان رشته زمین‌شناسی با متون علمی و واژه‌های تخصصی انگلیسی زمین‌شناسی و درک مفاهیم مربوط به این رشته به زبان انگلیسی است. بدین منظور، از شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی، متون متنوعی انتخاب و در قالب ۱۷ درس مختلف ارائه شده است. هر درس از بخش‌های گوناگونی تشکیل گردیده که ذیلاً به‌منظور آشنایی دانشجویان به تشریح نحوه مطالعه هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

بخش اول: مترادف و متضاد واژه‌های عام^۱

هدف از تدوین این بخش، آشنایی دانشجویان با مترادف و متضاد بعضی از کلمات و واژه‌های عمومی موجود در متن اصلی هر درس می‌باشد. دانشجویان می‌توانند معانی واژه‌های اصلی، مترادف و متضاد را با استفاده از فرهنگ لغات فرا گیرند. از آنجایی که واژه‌های انگلیسی معمولاً معانی متعددی دارند، واژه‌های مترادف و متضاد به‌کار رفته در این بخش، بر اساس معنی به‌کار رفته واژه مذکور در درس مورد نظر آورده شده‌اند.

بخش دوم: واژه‌ها و عبارات فنی^۲

هدف اصلی از تدوین این بخش، آشنایی دانشجویان با واژه‌ها و اصطلاحات فنی و تخصصی زمین‌شناسی به‌کار رفته در هر درس است. دانشجویان بایستی معانی واژه‌ها مذکور را در فرهنگ لغت‌های مختلف جستجو نموده و در جای مناسب درج نمایند. به منظور جستجوی معانی لغات و واژه‌های عام، می‌توان از فرهنگ لغات عمومی نظیر

1. Synonym and Antonym of common words
2. Technical words

فرهنگ لغات انگلیسی- فارسی حیم، آریان‌پور و ...؛ و جهت جستجوی معانی لغات و واژه‌های تخصصی زمین‌شناسی می‌توان از واژه‌نامه‌ها و فرهنگ‌های زمین‌شناسی که نام آنها در قسمت منابع انتهای کتاب آورده شده است استفاده نمود.

همچنین به منظور آشنایی با تعاریف واژه‌ها و اصطلاحات گوناگون زمین‌شناسی، دانشجویان می‌توانند به فرهنگ لغات و واژه‌نامه‌های^۱ زمین‌شناسی مختلفی که نام آنها در قسمت منابع درج گردیده، رجوع نمایند. علاوه بر این، از آنجایی که یادگیری تلفظ صحیح لغات و واژه‌های انگلیسی نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است، لذا به دانشجویان توصیه می‌شود تلفظ صحیح لغات عمومی را از کتب فرهنگ لغات استخراج نموده و در مقابل هر واژه یادداشت نمایند. آن دسته از لغات تخصصی که تلفظ آنها در این دسته از فرهنگ لغات آورده نشده است، جهت آشنایی دانشجویان در مقابل آنها درج گردیده است. لازم است دانشجویان قبل از مطالعه این بخش از کتاب، به مطالعه دقیق کلید تلفظ^۲ لغات مذکور همت گمارند.

بخش سوم: متن اصلی^۳

هدف اصلی از تدوین این بخش از کتاب، ایجاد توانایی لازم در درک متن‌های مختلف زمین‌شناسی، واژه‌ها و اصطلاحات مختلف این رشته است در تهیه این بخش از کتاب و در راستای هدف مذکور، از متون ساده و در عین حال تخصصی زمین‌شناسی استفاده گردیده و سعی گردیده است تا جنبه‌های مختلف این علم را پوشش دهد. متن دروس بر اساس محتوا مرتب شده‌اند و تا حدودی سعی گردیده است تا دروس ابتدایی از سادگی بیشتری برخوردار باشند.

به منظور مطالعه این بخش از کتاب، به دانشجویان توصیه می‌شود ابتدا با توجه به معانی واژه‌های عام و عبارت‌های فنی بخش‌های اول و دوم، متن اصلی را با دقت مطالعه نموده تا به درک صحیحی از مفاهیم جملات و پاراگراف‌های متن دست یابید. برای نیل به این هدف توصیه می‌گردد متن مذکور را چندین بار با دقت مطالعه نمایید.

1. glossary and dictionaries
2. Pronunciation Key
3. Reading

بخش چهارم: تمرینات صحیح و غلط^۱

به منظور تعیین میزان درک مفاهیم اصلی موجود در متن درس، تعدادی عبارت در ارتباط با متن اصلی انتخاب و در این بخش ارائه گردیده است. دانشجویان بایستی به توجه به متن درس، صحیح یا غلط بودن جملات مذکور را مشخص و در محل تعیین شده علامت گذاری نمایند و جهت تطبیق پاسخ های خود، به بخش پاسخ نامه^۲ انتهای کتاب مراجعه نمایند.

بخش پنجم: تمرینات چهارگزینه ای درک متن

هدف از تدوین این بخش، تعیین میزان یادگیری مفاهیم متن اصلی با استفاده از یک سری سؤالات چهارگزینه ای است. دانشجویان بایستی پس از مطالعه هر سؤال، ابتدا هر چهار گزینه را مطالعه و از بین آنها، مناسب ترین گزینه را انتخاب نموده و پاسخ خود را با پاسخ نامه انتهای کتاب مقایسه نمایند. در صورتی که پاسخ غلط را انتخاب نموده باشند، بایستی به متن اصلی درس مراجعه نموده و با مرور مجدد آن، به علت اشتباه خود پی ببرند.

بخش ششم: پاسخ به سؤالات درس

در این بخش، دانشجویان بایستی به سؤالات مطرح شده از متن درس، پاسخ دهند. هدف از تدوین این بخش، ایجاد مهارت جمله نویسی و ایجاد توانایی در دانشجویان جهت به تحریر درآوردن مفاهیم ذهنی خود به شکل جملات معنی دار انگلیسی می باشد. در انجام این تمرین بایستی حتی المقدور سعی گردد از به کار بردن عین جملات و واژه های متن درس اجتناب شود.

بخش هفتم: آشنایی با اقسام کلام و واژه های تخصصی زمین شناسی

هدف از ارائه این بخش، آشنایی دانشجویان با اقسام کلام و واژه های تخصصی زمین شناسی (فعل، قید، اسم، صفت و ...) و کاربرد صحیح این اشکال در جملات انگلیسی می باشد. بدین منظور، نوع واژه های مذکور به همراه معانی انگلیسی آنها در

1. True and False
2. Answer Key

جدولی آورده شده و دانشجویان بایستی پس از مطالعه جدول، اقدام به جای گذاری واژه‌های مناسب در جملات گوناگون نموده و در نهایت، پاسخ‌های خود را با پاسخ‌نامه انتهای کتاب مقایسه نمایند.

بخش هشتم: پرکردن جای خالی با واژه‌های مناسب^۱

هدف از تدوین این بخش، تقویت درک مطلب متون تخصصی زمین‌شناسی از طریق خواندن متن و جایگزینی واژه‌های مناسب در مکان‌های خالی توسط دانشجویان می‌باشد. دانشجو بایستی پس از تکمیل متن، آن را مجدداً به‌طور کامل مطالعه و معنی آن را به‌خوبی درک نموده و سپس با توجه به ساختار دستوری زبان فارسی ترجمه نماید. نکته قابل توجهی که باید در خصوص ترجمه متون تخصصی به آن توجه نمود، پرهیز از ترجمه واژه‌به‌واژه جملات انگلیسی است. به عبارت دیگر، دانشجویان بایستی از به‌کار بردن ساختار دستور جملات انگلیسی در زبان فارسی جداً خودداری نموده و جملات انگلیسی را به فارسی روان ترجمه نمایند.

به منظور یافتن معادل واژه‌های انگلیسی موجود در متن می‌توان از انواع فرهنگ لغات پیشنهاد شده استفاده نمود.

بخش‌های متفرقه

نظر به اینکه دروس مختلف ارائه شده، از ماهیت متفاوتی برخوردار می‌باشند، لذا بسته به موضوع هر درس علاوه بر تمرینات معمول فوق، تمرینات مختلفی با اهداف گوناگون به منظور ایجاد تنوع در یادگیری گنجانیده شده است که از جمله آنها می‌توان به تکمیل جداول و اشکال، جورکردن واژه‌های تخصصی با معانی آنها، جورکردن جملات به هم ریخته و غیره اشاره نمود. توضیحات و اهداف مربوط به هر یک از این بخش‌ها در ابتدای هر درس آورده شده است.

1. Fill in the blanks

PRONUNCIATION KEY

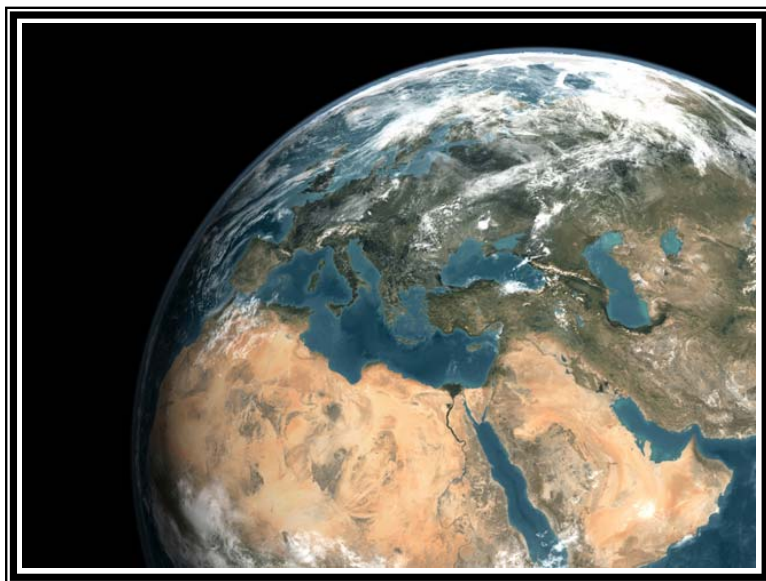
(According to: Harding and Johnston (2006))

The symbols used are:

/a/ as in back /bak/, active / ak -tiv/	/ng/ as in sing /sing/
/ă/ as in abduct /ăb- dukt /, gamma / gam -ă/	/nk/ as in rank /rank/, bronchus / brɒnk -ūs/
/ah/ as in palm /pahm/, father / fah -ther/	/o/ as in pot /pot/
/air/ as in care /kair/, aerospace / air -ōspays/	/ô/ as in dog /dôg/
/ar/ as in tar /tar/, starfish / star -fish/, heart /hart/	/o/ as in buttock / but -ôk/
/aw/ as in jaw /jaw/, gall /gawl/, taut /tawt/	/oh/ as in home /hohm/, post /pohst/
/ay/ as in mania / may -niă/, grey /gray/	/oi/ as in boil /boil/
/b/ as in bed /bed/	/oo/ as in food /food/, croup /kroop/, fluke /flook/
/ch/ as in chin /chin/	/oor/ as in pruritus /proor- ÿ -tis/
/d/ as in day /day/	/or/ as in organ / or -găn/, wart /wort/
/e/ as in red /red/	/ow/ as in powder / pow -der/, pouch /powch/
/ě/ as in bowel / bow -ěl/	/p/ as in pill /pil/
/ee/ as in see /see/, haem /heem/, caffeine / kaf -een/, baby / bay -bee/	/r/ as in rib /rib/
/eer/ as in fear /feer/, serum / seer -ŭm/	/s/ as in skin /skin/, cell /sel/
/er/ as in dermal / der -măl/, labour / lay -ber/	/sh/ as in shock /shok/, action / ak -shôn/
/ew/ as in dew /dew/, nucleus / new -klee-ŭs/	/t/ as in tone /tohn/
/ewr/ as in epidural /ep-i- dewr -ăl/	/th/ as in thin /thin/, stealth /stelth/
/f/ as in fat /fat/, phobia / foh -biă/, rough /ruf/	/th/ as in then /then/, bathe /bayth/
/g/ as in gag /gag/	/u/ as in pulp /pulp/, blood /blud/
/h/ as in hip /hip/	/ŭ/ as in typhus / tÿ -fŭs/
/i/ as in fit /fit/, reduction /ri- duk -shăn/	/û/ as in pull /pûl/, hook /hûk/
/j/ as in jaw /jaw/, gene /jeen/, ridge /rij/	/v/ as in vein /vayn/
/k/ as in kidney / kid -nee/, chlorine / kloreen /, crisis / krÿ -sis/	/w/ as in wind /wind/
/ks/ as in toxic / toks -ik/	/y/ as in yeast /yeest/
/kw/ as in quadrate / kwod -rayt/	/ÿ/ as in bite /bÿt/, high /hÿ/, hyperfine / hÿ per-fÿn/
/l/ as in liver / liv -er/, seal /seel/	/yoo/ as in unit / yoo -nit/, formula / form yoolă/
/m/ as in milk /milk/	/yoor/ as in pure /pyoor/, ureter /yoor- eeter /
/n/ as in nit /nit/	/ÿr/ as in fire /fÿr/

UNIT 1

THE SCIENCE OF GEOLOGY



هدف کلی

محتوای اصلی این درس که تحت عنوان The science of geology ارائه گردیده است، در خصوص آشنایی با رشته زمین‌شناسی و شاخه‌های مختلف این علم، و نیز آشنایی با لایه‌های مختلف زمین می‌باشد. هدف کلی از تدوین این درس، آشنایی دانشجویان با تعدادی از واژه‌ها و اصطلاحات عمومی و واژه‌های کلیدی زمین‌شناسی و نیز کسب مهارت لازم در درک محتوای متن انگلیسی درس می‌باشد.

هدف‌های رفتاری

انتظار می‌رود دانشجو با مطالعه این فصل بتواند:

۱. معنی واژه‌های عام بخش ۱-۱ را با استفاده از فرهنگ لغات، مشخص نموده و مترادف و متضاد هر یک از واژه‌ها را بیاموزد.
۲. معنی واژه‌های کلیدی و تخصصی بخش ۱-۲ را پس از جستجو در فرهنگ لغات زمین‌شناسی، آموخته و تلفظ صحیح آنها را فرا گیرد.
۳. متن اصلی درس را با دقت مطالعه نموده و درک کلی از مفهوم علم زمین‌شناسی، وظایف زمین‌شناس، شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی و لایه‌های مختلف زمین داشته باشد.
۴. با توجه به مفهوم کلی درس، صحیح یا غلط بودن عبارات تمرین ۱-۴ را مشخص نماید.
۵. با توجه به متن درس، در بخش ۱-۵ مناسب‌ترین گزینه را از بین چهار گزینه، انتخاب و علامت‌گذاری نماید.
۶. پاسخ سؤالات بخش ۱-۶ را با توجه به مفهوم کلی درس، مشخص نموده و سعی نماید تا بدون استفاده از جمله‌بندی‌های متن درس، سؤالات را جواب دهد.
۷. اقسام کلام (اسم، فعل، قید و صفت) واژه تخصصی Geology به همراه تعاریف آنها را آموخته و قادر به به‌کار بردن این واژه‌ها در جملات مختلف تخصصی باشد.
۸. متن انگلیسی بخش ۱-۸ را با واژه‌های داده شده تکمیل و سپس آن را به فارسی روان ترجمه نماید.
۹. با توجه به محتوای اصلی درس، در جدول بخش ۱-۱۰، با استفاده از تعاریف ارائه‌شده در خصوص شاخه‌های مختلف علم زمین‌شناسی، آنها را تعیین و واژه‌های مرتبط با آن رشته را از بین واژه‌های ارائه شده، انتخاب و در سمت راست جدول وارد نماید.
۱۰. جملات پراکنده ارائه شده در بخش ۱-۱۱ را با توجه به مفهوم درس، به صورت سه جمله کامل بازسازی نماید.

1.1. COMMON WORDS: Note the synonyms and antonyms of following words and translate the words into Persian.

Word	Synonym	Antonym
interior	internal, inner, inside	exterior, external, outer
surface	external; superficial	internal, interior
solid	substance exhibiting rigidity	liquid
Subduction	process in which one plate of the Earth's crust being forced underneath another	obduction
deep	in vertical extent	shallow, superficial
below	under	above, over
raise	elevate	lower
internal	interior, inner, inside	external, foreign
beneath	under, below	above
outer	external	inner
hard	rigid	soft
innermost	farthest in, deepest	outermost
similar	alike	different, unlike
extreme	excessive; most, greatest; farthest	slight, moderate

1.2. TECHNICAL WORDS: Note the pronunciation of the following technical words and expressions and translate them into Persian.

1. mineralogy /min-ě-**ral**-ō-jee/
2. petrology /pi-**trol**-ō-jee/
3. sedimentology /sed-ă-men-**tol**-ō-jee/
4. hydrogeology
5. ore deposits
6. stratigraphy /stră-**tig**-ră-fee/
7. palaeontology /pay-lee-on-**tol**-ō-jee, palee-/
8. deformation
9. atmosphere
10. environmental geology

4 ESP (For the Students of Geology)

11. seismology /sýz- mol -ǒ-jee/	.....
12. economic geology	.....
13. fossil fuels	.....
14. petroleum /pě- troh -lee-ŭm/	.....
15. mineral resources	.....
16. gravel	.....
17. fertilizers	.....
18. reservoir	.....
19. hydrosphere /hý-drǒ-sfeer/	.....
20. biosphere /bý-ǒ-sfeer/	.....
21. earthquakes	.....
22. volcanic	.....
23. eruptions	.....
24. glacier /glay-sher/	.....
25. soil	.....
26. rock	.....
27. geologic time scale	.....
28. eon /ee-ǒn, ee-on/	.....
29. era	.....
30. period	.....
31. epoch	.....
32. succession	.....
33. strata	.....
34. igneous rocks /ig-nee-ŭs/	.....
35. metamorphic rocks /metǎ-mor-fik/	.....
36. subduction /sub-duk-shǒn/	.....
37. mountain building	.....
38. fold	.....
39. fault	.....
40. coal	.....
41. sandstone	.....
42. sedimentary rocks	.....
43. mineral deposit	.....

1.3. Reading

THE SCIENCE OF GEOLOGY

What is geology?

Geology is the study of the Earth, including the material that it is made of the physical and chemical changes that occur on its surface and in its interior, and the history of the planet and its life forms.

What does a geologist do?

Geologists work to understand the history of our planet. The better they can understand Earth's history, the better they can foresee how events and processes of the past might influence the future.

What are the branches of geology?

Geology is divided into several branches, including:

- a) mineralogy (the study of minerals and their classification)
- b) sedimentology (the scientific study of sediments)
- c) petrology (the study of origin, occurrence, structure and history of rocks)
- d) economic geology (understanding of ore deposits)
- e) stratigraphy (the deposition of successive beds of sedimentary rocks)
- f) palaeontology (science of the study of geological periods and the study of fossils)
- g) tectonics (the deformation and movement of the Earth's crust)
- h) geophysics (using physics to study the Earth's surface, interior, and atmosphere)
- i) environmental geology (the application of geology to problems created by man)
- j) seismology (study of earthquakes and related phenomena)
- k) hydrogeology (study of groundwater)
- l) geochemistry (study of the chemical composition of the Earth)

The Earth and its materials

The Earth's radius is about 6370 kilometers (Fig. 1-1). If you could

drive a magical vehicle from the center of the Earth to the surface at 100 kilometers per hour, the journey would take more than two and a half days.

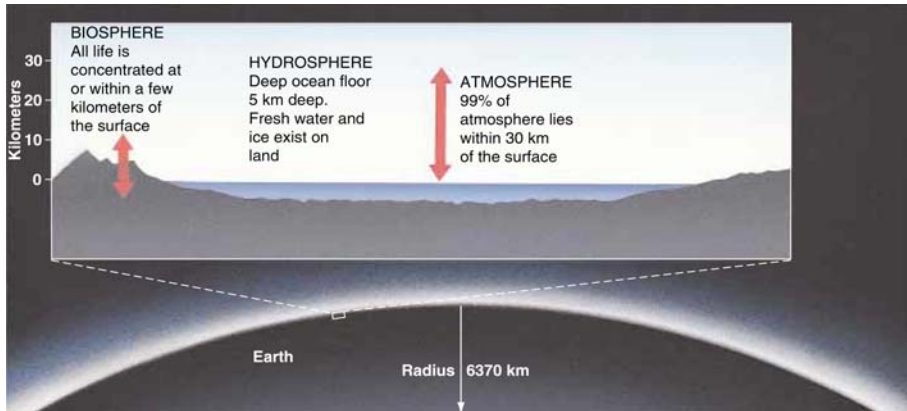


Figure 1-1. Most of the Earth is solid rock, surrounded by the hydrosphere, the biosphere, and the atmosphere.

Most of the Earth is composed of **rocks**. Rocks, in turn, are composed of **minerals**. Although more than 3500 different minerals exist, fewer than a dozen are common. Geologists study the origins, properties, and compositions of both rocks and minerals. Geologists also explore the Earth for the resources needed in our technological world: fossil fuels such as coal, petroleum, and natural gas; mineral resources such as metals; sand and gravel; and fertilizers. Some search for water in reservoirs beneath Earth's surface.

Internal processes

Processes that originate deep in the Earth's interior are called **internal processes**. These are the driving forces that raise mountains, cause earthquakes, and produce volcanic eruptions.

Surface or external processes

Surface or external processes are all of those processes that form the Earth's surface. Most surface processes are driven by water, although wind, ice, and gravity are also significant.

Layers surrounding the Earth

The Earth is surrounded by three layers:

1. The **hydrosphere** includes water in streams, wetlands, lakes, and oceans; in the atmosphere; and frozen in glaciers (Fig. 1-1). It also includes ground water present in soil and rock to a depth of at least 2 kilometers.
2. The **atmosphere** is a mixture of gases, mostly nitrogen and oxygen (Fig. 1-1). It is held to the Earth by gravity and thins rapidly with altitude. Ninety-nine percent is concentrated within 30 kilometers of the Earth's surface, but a few traces remain even 10,000 kilometers above the surface.
3. The **biosphere** is the thin zone near the Earth's surface that is occupied by life (Fig. 1-1). It includes the uppermost solid Earth, the hydrosphere, and the lower parts of the atmosphere. Land plants grow on the Earth's surface, with roots penetrating at most a few meters into soil. Animals live on the surface, fly a kilometer or two above it, or burrow a few meters underground. Sea life also concentrates near the ocean surface, where sunlight is available.

Layers of the Earth

Scientists generally agree that the Earth formed by accretion of small particles. They also agree that the modern Earth is layered (Fig. 1-2).

1. The **crust** is the outermost and thinnest layer. Because the crust is relatively cool, it consists of hard, strong rock. Crust beneath the oceans differs from that of continents. Oceanic crust is 5 to 10 kilometers thick and is composed mostly of a dark, dense rock called **basalt**. In contrast, the average thickness of continental crust is about 20 to 40 kilometers, although under mountain ranges it can be as much as 70 kilometers thick. Continents are composed primarily of a light colored, less dense rock called **granite**.
2. The **mantle** lies directly below the crust. It is almost 2900 kilometers thick and makes up 80 percent of the Earth's volume. Although the chemical composition may be similar throughout the

mantle, Earth temperature and pressure increase with depth. The upper part of the mantle consists of two layers which are named **lithosphere** and **asthenosphere**.

The uppermost mantle is relatively cool and consequently is hard, strong rock. In fact, its mechanical behavior is similar to that of the crust. The outer part of the Earth, including both the uppermost mantle and the crust, make up the lithosphere.

At a depth, varying from about 75 to 125 kilometers, the strong, hard rock of the lithosphere gives way to the weak, plastic asthenosphere. In general, 1 to 2 percent of the asthenosphere is liquid, and because it is plastic, the asthenosphere flows slowly, perhaps at a rate of a few centimeters per year.

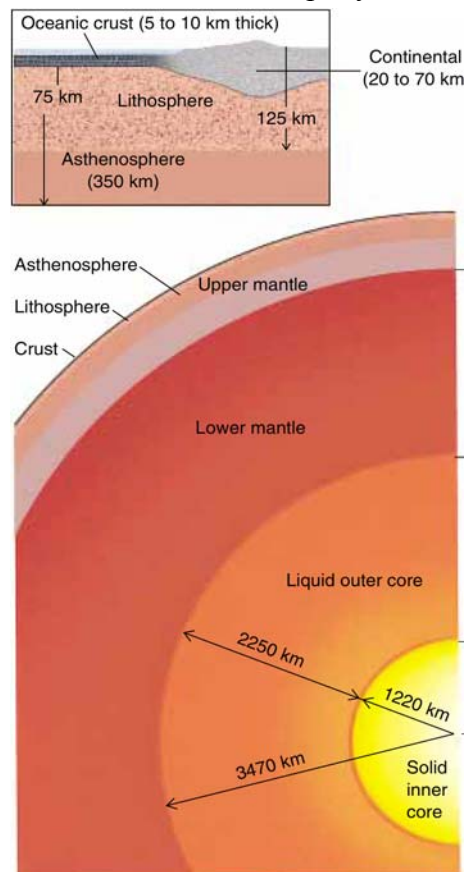


Figure 1-2. The Earth is a layered planet.

3. The **core** is the innermost of the Earth's layers. It is a sphere with a radius of about 3470 kilometers and is composed largely of iron and nickel. The outer core is molten because of the high temperature in that region. Near its center, the core's temperature is about 6000°C , as hot as the Sun's surface. The pressure is greater than 1 million times that of the Earth's atmosphere at sea level. The extreme pressure overwhelms the temperature effect and compresses the inner core to a solid.

EXERCISES

1.4. According to the passage, which of the following statements are “true” or “false”? Insert “T” or “F” in the boxes at the right.

1. Sand and gravel are mineral resources. ☐
2. The atmosphere is a mixture of gases, mostly hydrogen and oxygen. ☐
3. The biosphere includes the lithosphere, the hydrosphere, and the lower parts of the atmosphere. ☐
4. Oceanic crust is 5 to 10 kilometers thick and is composed mostly of basalt. ☐
5. The outer core is solid because of the high pressure in that region. ☐
6. The asthenosphere is mechanically weak and plastic. ☐

1.5. Choose a, b, c, or d which best completes each item.

1. Coal, petroleum, and natural gas are
a) rocks b) minerals

asthenosphere.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Describe some important differences between oceanic crust and continental crust.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.7. Note the following technical words and their definitions and translate the words into Persian.

Technical words	Definitions
Geology (noun)	study of the history and development of the Earth
Geologists (noun)	one who studies the history and development of the Earth
Geologic (adjective)	of or pertaining to geology
Geological (adjective)	of or pertaining to geology
Geologically (adverb)	from a geological standpoint

Now, fill in the blanks with the appropriate words.

1. work to understand the history of our planet.
2. Geologists have divided Earth history into units displayed in the

..... time scale.

3. An important part of is the study of how Earth's materials, structures, processes and organisms have changed over time.
4. Mars is still active
5. Nicolas Steno (1638-1686) articulated three basic principles.
6. Only a small portion of the surface of the earth has been explored.

1.8. Fill in the blanks with the following words and translate the passage into Persian.

“erosion”, “earthquakes”, “volcanic”, “soils”, “processes”, “crustal”

What is physical geology?

Physical geology is the study of the earth's rocks, minerals, and1..... and how they have formed through time. Complex internal processes such as plate tectonics and mountain-building have formed these rocks and brought them to the earth's surface.2..... are the result of the sudden movement of3..... plates, releasing internal energy that becomes destructive at the surface. Internal heat and energy are released also through4..... eruptions. External5..... such as glaciation, running water, weathering, and6..... have formed the landscapes we see today.

[illegible]

1.9. Rearrange the sentence parts of the following table into three different sentences.

consists of lithosphere	is a solid material	the upper part of the mantle
that is composed of various minerals	outer core	a rock
rich in nickel and iron	and asthenosphere	is believed to be a layer of molten liquid

1.
2.
3.

1.10. Read the following passage and translate into Persian.

Geologic Time

Geoscientists have estimated the earth to be about 4.5 billion years old. As the crust cooled, early geologic processes were largely volcanic, building up continental crust and a primitive atmosphere.

Bacterial forms of life have been found in rocks that are billions of years old. Complex oceanic organisms such as trilobites began to appear only about 600 million years ago. From about 66 million to 245 million years ago, dinosaurs and other reptiles developed all over the world. In contrast, human beings have existed in only about the last 3 million years, less than a thousandth of the age of Earth.

.....
.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.11. Write the name of relevant geological branches in front of the corresponding definition and put the examples into the table too.

“igneous rocks”, “mineral resources”, “folds”, “coal”, “rock analysis”, “nonmetallic minerals”, “faults”, “metamorphic rocks”, “subduction”, “sandstone”, “mountain building”, “sandstone”, “sedimentary rocks”

Geological branches	Definition	Example
	Dealing with the origin, occurrence, structure, and history of rocks.	
	The application of geologic knowledge to the search for the understanding of mineral deposits.	
	The study of the distribution of the chemical elements in minerals, ores, rocks, soils, water and the atmosphere.	
	Deals with the form, arrangement and internal structure of the rocks.	
	Deals with the original succession and age relations of rock strata.	
	Dealing with the broad architecture of the outer part of the earth.	