



وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

زمین‌شناسی کواترنر (آبرفت‌های ایران)

تالیف: ناصر حسین خان ناظر

- سرشناسه : حسین‌خان ناظر، ناصر، ۱۳۳۹ -
عنوان و نام پدیدآور : زمین‌شناسی کواترنر آبرفت‌های ایران/ تالیف ناصر حسین‌خان ناظر؛
ویراستار رضا جدیدی؛ [برای] وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان
زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
تهران: جوان امروز، ۱۳۹۴.
۳۳۷ ص.: مصور (بخشی رنگی).
978-964-7258-03-6 : شابک
وضعیت فهرست نویسی : فیا
موضوع : زمین‌شناسی -- دوران چهارم
موضوع : سوب‌ها (زمین‌شناسی) -- ایران
موضوع : زمین‌شناسی -- ایران
موضوع : جرف‌های آبرفتی
شناسه افزوده : جدیدی، رضا، ۱۳۵۹ -، ویراستار
شناسه افزوده : ایران. وزارت صنعت، معدن و تجارت
شناسه افزوده : سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
رده بندی کنگره : QE ۱۴۵ / ۸۳۰۴ ۱۳۰۴
رده بندی دیویی : ۵۵۱/۷۹
شماره : ۱۹۳۹۶۷۶
کتابشناسی ملی

ویراستار ادبی: رضا جدیدی

چاپ اول: پاییز ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۲۸ هزار تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۲۵۸-۰۳-۶

نشر جوان امروز

آدرس: خیابان مطهری، خیابان ترکمنستان، کوچه سپیدار، پلاک ۲، واحد ۱۳

تلفن: ۰۹۳۷۹۷۰۷۷۷۹ - ۸۸۴۷۲۶۶۹



سخنانی درباره این کتاب

به نام خداوند جان و خرد

سرزمین گرامی ما، ایران زمین^۱ با رویه‌ای کمی بیشتر از $\frac{۱}{۶}$ میلیون کیلومترمربع^۲، با ناهمواری‌ها و پهنه‌های گسترده‌ای از همواربوم‌ها، در یک نوار آب و هوایی نیمه خشک تا خشک جای دارد. از این روی ایرانیان از زمانه‌ها بسیار دور گذشته، از خشکسالی‌ها نالیده‌اند. بیاد آوریم که یکی از نیایش‌های کورش بزرگ، بنا بر نوشته دکتر کزازی به نام «پد ایران»، این بوده که «خداوند، میهن ما را از خشکسالی‌ها رهایی بخش».

گردشگر، سوداگر و هر کس دیگری، خواه ایرانی و خواه انیرانی (= هر آن کس که ایرانی نباشد)، در این سرزمین، به هر کجا که رود رود، این همه گستره‌های هموار و بومریخت‌های گونه‌گون آنها، چنان چه شگفت‌زده نشود؛ چه بسا با اندیشه فربه‌د که این پدیده‌ها، چگونه بود شده‌اند؟ (پرسش یکم) هیچ نیازی نیست که این دیدار که، زمین‌شناس باشد تا دریابد که بسیاری از این پدیده‌ها از کارکرد رواناب‌ها و سیلاب‌های نوارین یا پهنه‌ای، در جای‌جای این سرزمین جای گرفته‌اند. به روشنی می‌بینید که آب‌های روان و یا تازنده، همین نهشته‌هایی را هم که خود ساخت‌اند، جای دیگر نمونه‌های چشمگیری می‌کنند.

این نهشته‌ها که آبرفت نام دارند، با سترایی که در برخی از جاها بیشتر، ر چند صد متر است (تا بیش از هزار متر)، در یک سرزمین خشک و نیمه خشک که بارش سالانه‌اش کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر برآورد شده، چگونه بود شده‌اند؟ (پرسش دوم) بیشتر از نیمی از رویه ایران زمین را آبرفت‌ها، بادرفت‌ها، خاکسره‌های نش‌مانی، نهشته‌های دریاچه‌ای، کویری و چشمه‌ای در بر گرفته‌اند که همه آنها به سن کواترن و کمی کهن‌ترند. کدام واحد ابروم‌ی سنگی، با چنین گستردگی در ایران زمین آنهم در هر گوشه و کناری و میانه‌ی ایران زمین برونزد دارد؟ بی‌گمان هیچ یک از واحدهای لیتولوژی کهن‌تر از کواترن، این گونه گسترش ندارند. اما شوربختانه، چون آسان به دید می‌آیند، کمتر به آنها نگاه می‌کنیم. چرا چنین شده است؟ (پرسش سوم).

۳۸ سال پیش به همکاران ارجمند پیشنهاد کرده بودم که بیایم با این سیستم کواترن از دانشی دریابیم و در راه شناسایی آن بکوشیم. آیا این آشتی و یا آشتی‌کنان، از آن زمان تا کنون برپا شده است؟ (پرسش چهارم). یکی از نازش‌های ما ایرانیان، این است که نیاکان ما بسی زودتر و گسترده‌تر به ارزش آبرفت‌ها پی برده و با آبیاری کاریزی، زندگی خود را همگام با آب این کاربزه‌ها شاداب کرده‌اند. خیلی بیشتر از هخامنشیان اما گستردگی این روش

۱- ایران زمین: بسیاری از همکاران بر این باورند که ایران زمین بسی بزرگ‌تر از سرزمین کنونی ماست و بنابراین به کار بردن آن برای ایران کنونی شاید درست نباشد.

۲- رویه ایران زمین در نوشتارها بسیار گونه‌گون نوشته شده است. اما برپایه بررسی‌های مهندس دانشور که بر پایه نقشه‌های توپوگرافی ایران با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ انجام شده، رویه ایران زمین بابر ۱۶۲۳۷۷۹ کیلومترمربع برآورد شده که چون پایه دانشی دارد، آن را درست‌تر می‌دانیم.

و کاریزداری، در زمانه‌ی هخامنشیان بسیار افزایش یافته است. پس از این، نیاکان گرانمایه و خود آنان، روش کاریزکشی را به دیگر جاهای پیرامون خود برده‌اند. سیلاکس (syllax) از سرداران یونانی داریوش هخامنشی نوشته است که من، روش آبیاری پارسیان را در سرزمین مسریان (مصر) راه‌اندازی کردم (از نوشتار سجدادی به نام قنات ۱۳۶۱).

کاریزها (بهره‌گیری از آب آبرفت‌ها) در همه جای ایران زمین دیده می‌شوند اما بیشتر آنها در گستره گناباد-قاین و یزد-کرمان، می‌باشند. درازترین کاریز در گناباد ۷۰ کیلومتر و در یزد ۷۲ کیلومتر است.^۱

در پهنه‌های گسترده در ایران زمین، پدیده‌های گونه‌گون دیده می‌شود که هر یک نام ویژه‌ای دارند مانند:

دشت، هامون، جلگه-بیابان، دغ (شوربختانه دق نوشته شده است)، کال، کویر، کلوت، ماسه‌سار، کرانه‌ای، ریگزار، سنگلاخ، گیل، بیابانی، بوغه، بیابان، آبراهه، بادزنه آبرفتی، رودخانه، پیچابه، پادگانه‌های یکه و جفته و سیلاب‌گذارها، گیسووار و بادرفت‌های گونه‌گون و ...

در کوهستان‌ها نیز دست‌های ییره‌ای چون یخرفت، یخ‌چال، روانه یخ، یخ‌سار، واریزه، لغزیده تود، روانه گل، سنگ افت و بسیاری دیگر.

در نوشتارها گاهی و بیشتر برخی از آنها، با برخی دیگر یکی دانسته‌اند که درست نیست. درست‌ترین آنها (دشت کویر) است. این پدیده‌های ریختاری، گونه‌گون شده‌اند و نابرابری‌ها آنها در چیست؟ (پرسش پنجم).

همه می‌دانیم و باور داریم که نیروهای آرام و ناآرامند بوسه ساختاری (تکتونیک) در چند و چون پدیده‌های گونه‌گون ریختاری اثرگذار بوده‌اند. این اثرگذاری و آهنگ دیگر نمونه‌ها چگونه بوده است؟ (پرسش ششم).

جای خرسندی است که ناصر خان ناظر کوشیده است به پرسش‌های ششگانه یاد شده، پاسخ بدهد. نگارنده در روند تلاش و رنج گردآوری‌های ایشان بوده‌ام که این رنج به من خریداری شده است. به گفته فردوسی بزرگووار در شاهنامه،

به رنج اندر آری تنت را رواست که خود رنج بردن به دانش سزاست

نگاره‌ها و درپچه‌های گشوده‌ای که در این کتاب آمده‌اند، بسیار سودمند هستند. سال‌ها پیش در آغاز همکاری با ایشان در برخی از پروژه‌های زمین‌شناسی می‌دانستم که با آبرفت‌ها سروکار داشتیم، برخی از هم اندیشی‌ها انجام شد چون در بیشتر نوشتارها، شوربختانه جای پدیده و عامل درهم آمیز شده که درست نیست. امید که در این کتاب نکته‌ای در این زمینه از چشم پنهان نشده باشد.

نمونه‌وارهایی از این درهم آمیزی‌ها را با هم بخوانیم:

(۱) رود و رودخانه: این دو یکی عامل است و دیگری پدیده آن (خانه‌رود). بنابراین رودخانه از جایی به جایی دیگر نمی‌رود و این رود (رواناب، سیلاب، ...) است که از جایی سرچشمه گرفته به سویی روان می‌شود.

۱- در نوشتار جواد صفوی‌نژاد (۱۳۷۹) شمار کاریزهای کاری ایران زمین بر پایه آمار سال ۱۳۷۷ برابر ۳۲۱۶۴ رشته کاریز آمده است.

- (۲) یخ و یخ‌چال (یخچال): یخ‌چال‌های طبیعی در کوهستان، همیشه در همان جا هستند. یخ آنها را دگر نمود یا بزرگتر می‌کنند و عامل پدیده‌اند. این یخ است که روان می‌شود (روانه یخ) و یا در جایی می‌ایستد تا با گرم شدن راه افتد و کم‌کم در پایین دست‌ها به گونه آب درآید.
- (۳) تراز پایه فرسایش (base level) نیز یک جایگاه است و چندگونه می‌باشد و نیروی فرسایشی رود یا سیلاب‌ها در آنجا به کمترین اندازه خود می‌رسد و ته مانده‌های بار رسوبی آنها نیز در این تراز پایه بر جای نهاده می‌شود. در این زمینه و اهمیت آن و باورهایم در نوشتار ایشان، سخن به میان آمده است (با سپاس از ناصر).
- (۴) از واژه‌هایی که برای آب‌های زیرزمینی به کار رفته و همچنان میدان‌داری می‌کند سفره آب زیرزمینی است. سال‌ها پیش در آنجا که واژه سفره پاریسی نیست آن را «بخان» نامیدم و زود پا گرفت. اما هر دو واژه «سفره» و «خوار» برای آبی که درون آبرفت و یا هرگونه سنگی گنج بسیار دارد و از این روی آبخانه را برای aquifer پیشنهاد کردم. نام که در این نوشتار نیز چنین شده است (آبخانه‌های زیرزمینی در آبرفت‌ها).
- (۵) فراخاست زمین (uplifting): بالا آمدن بخش‌هایی از زمین پوسته که با آهنگ چند میلی‌متر در سال روی می‌دهد، در نوشتارهای پژوهشگران با اندازه‌های ناچیزی در میان نهاده شده است. در این نوشتار با برنویسی بیشتر آنها، اندازه درخورتری پیشنهاد شده است. همچنان نیازمند بررسی‌های بیشتر است، اما بسیار سودمند می‌باشد.
- در پژوهش‌های اخترشناسی، دانسته شده که زمین کره از دیر زمان در حال دین، با یک پرتو نبوده و روبه افزایش است. و این است که درازنای شب و روز نیز بیشتر می‌شود و به سخن دیگر پرخش و گردش آن نیز در دست‌کنندتر شدن می‌باشد. اما چرا این آهنگ برای همه جا یکسان نیست؟ در این زمینه دست‌های بیشتری را در کتاب می‌بینیم.
- (۶) پس از کارهای ارزشمند شادروان پدرامی، نام کوهزایی پاساندی (نزدیک به ۷۰۰ سال پیش) در زمین‌شناسی ایران جا باز کرده است. این رویداد که در نیمه دوم دوره کواترنر خود را نشان داده، آیا به راستی از گونه کوهزایی و چین‌خوردگی است؟
- بر نهاده ایستی بیشتر به آن پرداخته شود. چنانچه لایه‌های بسیار پرسیب سازند هزاردره را به نگاه در آوریم می‌بینیم که یک کوهزایی آنها را به چنین نمودی درآورده است. ازسوی دیگر به روشنی می‌توان در چند جا و به ویژه در جاده لواسان به سوی تلو دید که این سازند و نهشته‌های قرمز رنگ (قرمز بالایی) با همسازی خوب و همبری گذرایی با هم دیده می‌شوند. بنابراین سن این سازند و نهشته‌های (قرمز بالایی upper red) بایستی بسیار بیشتر از ۷۰۰ هزار سال باشد.

در کوهستان هزار تنگ (زاگرس)^۱، سخن از سازند بختیاری یا کنگلومرای بختیاری است و گاهی آنرا با سازند هزاردره در البرز همسن دانسته‌اند. لایه‌های این کنگلومرا هیچ جا شیب‌دار نیستند و در بسیاری از جاهای هزار تنگ که لایه‌های شیب‌دار را به نام سازند بختیاری آورده‌اند، این لایه‌ها یا درون سازند آغاچاری‌اند و گاهی هم درون سازند گچساران دیده شده‌اند. به سخن دیگر هیچ کوهزایی به گونه چین‌دار کردن لایه‌های بختیاری در این سازند دیده نمی‌شود و کوهزایی پیش از کنگلومرای بختیاری بوده است که پیامد آن دگرشیبی میان کنگلومرای بختیاری و سنگ‌های کهن‌تر است.

در سبزه لایه‌های سازند بختیاری، مه درزه‌های کم و بیش قائم می‌سازند و بنابراین رویدادی که شوند این مه درزه‌ها شده باشد، شاید بتوان آن را پاسادنی دانست و آن رویدادی که چین دار شدن لایه‌های هزاردره و کهن‌تر بختیاری شده است می‌تواند رویداد کوهزایی والاچی (والاکی) به شمار آورد. در نوشتار اویسی، سن لایه‌های سازند بختیاری نزدیک به ۵۰۰ هزار سال برآورد شده است. این نکته نیازمند برنویسی‌های بیشتری است. نوشتار ۱۰۰ه‌ای چند سال پیش پایه‌گذاری شده که در پروژه‌های سدهای خوزستان بازگو شده است.

(۷) کتابی که به نام آبرفت‌های ایران زمین در دست دارید، به راستی دربرگیرنده داده‌های ارزشمندی است که بی‌گمان از خواندن آن (و کاش از آن) بسیار سودمند است. در بخش ویژگی‌های مهندسی آبرفت‌ها که بسیار فشرده سامان داده شده، کمبودهایی دیده می‌شود که پیشنهاد شد نوشتار جداگانه‌ای به نام زمین‌شناسی مهندسی آبرفت‌های ایران زمین همراه با تازه‌های دیگری از آبرفت‌ها که تا آن زمان خواهند بود به گفت‌وگویی باکرازا: «ولیکن زاموختن چاره نیست».

۱- هزارتنگ: کوهستان بزرگی که در جنوب- جنوب باختری ایران زمین است شوربختانه با یک نام ایرانی (یونانی) خوانده شده که گردشگران اروپایی و پس از آن جغرافی دانان و آنگاه زمین‌شناسان آن را به این سرزمین گرامی چسبانده‌اند که باشد آن را آرام آرام رها کنیم. پیشنهاد نگارنده هزارتنگ (زاگرس) بوده است.

فهرست مطالب

.....	سخنانی درباره این کتاب	۳
-------	------------------------	---

بخش ۱

.....	پیش نوشتار	۷
-------	------------	---

بخش ۲

.....	زمین‌شناسی کواترن	۱۳
.....	۱-۲- کواترن، زمانه‌ای کوتاه با پیامدهای بزرگ	۱۳
.....	۲-۲- تقسیم‌بندی سیستم کواترن و سیر آن	۱۴
.....	۳-۲- تحولات مهم، پایه‌های سنجی، کواترن	۱۵

بخش ۳

.....	زمان‌شناسی در کواترن	۱۹
.....	۱-۳- تاریخچه پیدایش روش‌های سن‌سنجی	۱۹
.....	۲-۳- روش‌های سن‌سنجی	۲۰
.....	۱-۲-۳- روش‌های چینه‌شناسی	۲۰
.....	۲-۲-۳- سن‌سنجی عددی	۲۲
.....	۲-۲-۳- روش‌های انطباقی (correlation methods)	۲۸
.....	۴-۲-۳- روش‌های نجومی و تقویمی (sidereal methods)	۲۹
.....	۵-۲-۳- روش‌های دیگر	۳۰

بخش ۴

.....	محیط‌های رسوبی در سیستم کواترن ایران	۳۳
.....	۱-۴- محیط رسوبی و انواع آن	۳۳
.....	۲-۴- محیط‌های رسوبی ایران در سیستم کواترن	۳۴
.....	۳-۴- محیط یخچالی (Glacial environment)	۳۷
.....	۴-۴- محیط دریاچه‌ای (lacustrine environment)	۴۵
.....	۵-۴- محیط بادرفتی: تلماسه‌های بیابانی - ماسه‌های کرانه‌ای - لس	۵۲
.....	۶-۴- محیط‌های تبخیری: کویر - پلایا - شورزار	۵۷
.....	۷-۴- محیط آتش‌فشانی، آتش‌فشان‌ها، سرتخت‌های بازالتی	۶۱

بخش ۵

.....	نوسان‌های آب و هوایی: دوره‌های یخبندان و میان یخبندان	۶۵
.....	۱-۵- نوسانات دورمای آب و هوا	۶۵
.....	۲-۵- دوره‌های یخبندان (Glacial stage)	۶۷

- ۷۰- ۳-۵ دوره (اشکوب) های میان یخبندان (Interglacial stage)
- ۷۲- ۴-۵ دوره های یخبندان در ایران
- ۷۴- ۵-۵ دوره های میان یخبندان در ایران

بخش ۶

- ۷۷- کوهزایی در سنوزویک پسین
- ۷۷- ۱-۶ نکته های پایه
- ۷۹- ۲-۶ کوهزایی و بومزایی
- ۸۲- ۳-۶ کوهزایی پاسادنی
- ۸۴- ۴-۶ سن کوهزایی پاسادنی
- ۸۷- ۵-۶ پیامدها، کوهزایی پاسادنی

بخش ۷

- ۸۹- فراخاست پوسته زمین
- ۸۹- ۱-۷ فراخاست چیست؟
- ۹۰- ۲-۷ علت فراخاست
- ۹۲- ۳-۷ مدل های برابر ایستایی
- ۹۴- ۴-۷ تعادل برابر ایستایی: فراخاست و فرورفت
- ۹۵- ۵-۷ آهنگ فراخاست (Uplifting rate)
- ۹۶- ۱-۵-۷ چگونه آهنگ فراخاست زمین تعیین می گردد؟
- ۹۷- ۲-۵-۷ آهنگ فراخاست پوسته زمین چقدر است؟
- ۹۹- ۶-۷ نشانه های فراخاست چیست؟
- ۱۰۴- ۷-۷ چگونه آبستنگی زمین شناختی وارد عمل می شود؟
- ۱۰۵- ۸-۷ چگونه پهنه های فراخاسته را بشناسیم؟
- ۱۱۵- ۹-۷ پهنه های پایدار را چگونه بشناسیم؟
- ۱۱۶- ۱۰-۷ پیامدهای ریختاری فراخاست زمین
- ۱۱۸- ۱-۱۰-۷ زایش پادگانه ها از بادزنه های آبرفتی
- ۱۲۰- ۲-۱۰-۷ پادگانه های دریایی (marine terrace)

بخش ۸

- ۱۲۵- آبرفت ها و بوم ریخت های آبرفتی
- ۱۲۵- ۱-۸ نکته های کلی
- ۱۲۶- ۲-۸ خاستگاه آبرفت ها
- ۱۲۶- ۳-۸ آبرفت های پهنه ای (Sheet alluvium) و بوم ریخت های آن
- ۱۴۵- ۴-۸ آبرفت های رودخانه ای و بوم ریخت های آن
- ۱۴۸- ۱-۴-۸ الگوی جریان رودخانه
- ۱۵۶- ۲-۴-۸ تکوین ریختاری در سامانه رودخانه ای
- ۱۶۱- ۳-۴-۸ بخش بندی ژئوهیدرولیکی رودخانه

۱۶۶	۸-۴-۴- بوم‌ریخت‌های رودخانه‌ای
۱۶۷	۸-۴-۱- دشت سیلابی رود کناری (flood plain)
۱۷۶	۸-۴-۲- دلتا (delta)
۱۷۹	۸-۵- بوم‌ریخت‌های فراخاستی

بخش ۹

۱۸۷	چینه‌شناسی آبرفت‌ها
۱۸۷	۹-۱- چینه‌شناسی پیش از کواترنر
۱۸۷	۹-۲- چینه‌شناسی کواترنر
۱۸۸	۹-۳- چینه‌شناسی آبرفتی
۱۸۹	۹-۴- پیشینه مطالعات برفت‌های ایران
۱۹۱	۹-۵- تقسیم‌بندی آبرفت‌ها
۱۹۱	۹-۵-۱- کهن نهشته‌های آبرفت (پایین - کنونی)
۲۲۰	۹-۵-۲- آبرفت‌های کواترنر پسین
۲۳۴	۹-۵-۳- گروه آبرفتی کواترنر پسین
۲۳۶	۹-۶- نمونه‌ای از مطالعه آبرفت‌های تهران

بخش ۱۰

۲۳۹	تعیین سن، طبقه‌بندی و کدگذاری در واحدهای آبرفتی
۲۳۹	۱۰-۱- تعیین سن نهشته‌های آبرفتی
۲۴۱	۱۰-۱-۱- دسته‌بندی زمانی اشکال ریخت‌زمین‌ساختی (تراس‌ها)
۲۴۲	۱۰-۱-۲- چگونگی تعیین سن یادگانه (تراس) ها
۲۵۳	۱۰-۲- پارامترهای تفکیک و طبقه‌بندی آبرفت‌ها
۲۵۳	۱۰-۲-۱- ویژگی‌های ریختاری (بوم‌ریخت‌ها)
۲۵۳	۱۰-۲-۲- ویژگی‌های لیتولوژیکی
۲۵۳	۱۰-۲-۳- ویژگی‌های دیداری (پارامترهای فیزیکی)
۲۵۴	۱۰-۳- چگونگی انتخاب نشانه‌های حرفی
۲۵۶	۱۰-۴- یک نمونه از مطالعه آبرفت‌ها

بخش ۱۱

۲۶۲	ویژگی‌های فیزیکی - مکانیکی و رفتار مهندسی آبرفت‌ها
۲۶۴	۱۱-۱- ویژگی‌های دیداری فیزیکی - مکانیکی
۲۶۵	۱۱-۱-۱- دانه‌بندی
۲۷۳	۱۱-۱-۲- سیمان و سیمانی شدن (Cementation)
۲۷۶	۱۱-۱-۳- بافت (Texture)
۲۷۷	۱۱-۱-۴- تخلخل و روزهنگی
۲۷۹	۱۱-۱-۵- فشردگی یا تراکم (Compaction)

۲۸۳	 (Consolidation) تحکیم یا سخت‌شدگی
۲۸۴	 (Consistency) قوام
۲۸۵	 (Permeability) تراوایی
۲۸۸	 (Capillary) موئنه‌گی
۲۸۸	 (Density) دانسیته
۲۹۰	 ۱۱-۱-۱۱ مقاومت برشی؛ چسبندگی و زاویه اصطکاک درونی
۲۹۵	 (Bearing capacity) ظرفیت باربری زمین
۲۹۸	 ۲-۱۱ ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی آبرفت‌ها
۲۹۸	 (Coarse - grained alluvium) آبرفت‌های درشت‌دانه
۲۰۷	 (Fine - grained alluvium) آبرفت‌های ریزانه

منابع

۳۲۱	 منابع فارسی
۳۲۵	 منابع انگلیسی
۳۲۹	 واژه‌نامه

فهرست نگاره‌ها

بخش ۴

- نگاره هوایی ۴-۱- پهنه جزر و مدی دریای عمان (حد فاصل بندر جاسک- کنارک). کانال‌های جزر و مدی و جزیره سدی (B1) در نگاره دیده می‌شوند. ۳۵
- نگاره ۴-۲- دشت کرانه ای در جنوب بندرعباس. زمینی هموار با شیب بسیار اندک و بدون هیچ عارضه توپوگرافی. بخش تیره‌رنگ در افق، محدوده فعالیت جزر و مد می‌باشد. ۳۶
- نگاره ماهواره ای ۴-۳- محیط یخ‌چالی در علم‌کوه ایران، روانه یخ (g)، سیرک یخ‌چالی (c) و دره یخ‌چالی (v) که از پایین دست سیرک آغاز می‌گردد. بر گرفته از (Google Earth 2013). ۳۸
- نگاره ماهواره ای ۴-۱- سیرک یخ‌چالی (برفخانه) علم‌کوه در شمال ایران. گودالی ژرف با دیواره‌های بلند و پرشیب. برگرفته از اطلس یخ‌چال‌های ایران (E. 2004). ۴۰
- نگاره ماهواره‌ای ۴-۵- روانه یخ‌چالی در کوه (زاگرس مرتفع) عکس‌برداری شده به وسیله (Mc Quillan 1963) در اطلس نگاره‌های ماهواره‌ای یخ‌چال‌های جهان. بر این نگاره (g) دریاچه یخ‌چالی (با رنگ سیاه) و یخرفت‌ها (m) مشخص شده‌اند. ۴۱
- نگاره ماهواره‌ای ۴-۶- فرازدره (hanging valley) یخ‌چال. انگه. در جاده کرج- چالوس. پایین دست سد کرج (برگرفته از Google Earth 2013) (نگاه به سوی خاور است). نمونه‌ای از یک یخ‌چال دیده است. سیرک یخ‌چالی (c) در بالادست دره دیده می‌شود. برش عرضی دره‌های یخ‌چالی شبیه حرف «ب» فارسی. ۴۱
- نگاره ۴-۷- یخرفت (مورن) در دو موقعیت در محور فشم به میکور. شمشک در تراز ۲۵۰۰-۲۴۰۰ متری. یخرفت‌ها با شکل مخروطی و جورشدگی بسیار بد از محیط پیرامونی قابل تفکیک هستند. در نگاره سمت راست دره یخ‌چالی (بوشیده از برف) نیز دیده می‌شود. ۴۲
- نگاره ماهواره‌ای ۴-۸- یخرفت با ریخت‌شناسی ویژه بر بام توجال (مشرف بر شهر تهران). بر این نگاره سیرک یخ‌چالی (برفخانه) و دره یخ‌چالی نیز دیده می‌شوند. پایین نگاره به سوی شمال است. ۴۳
- نگاره ۴-۹- نهشته‌های سیلابی- یخ‌چالی که در پای دامنه شمالی البرزکوه و در خاور شهر یخ‌چال در تراز ۶۰۰ متری و در پهنه‌ای کم شیب تشکیل شده‌اند. بلوک‌های سنگی بزرگ بخشی از این نهشته‌ها قابل مشاهده‌اند. ۴۶
- نگاره ۴-۱۰- برونزد نهشته‌های سیلابی- یخ‌چالی کنار رودخانه آه (بومهن). آمیختگی، دانه‌بندی تدریجی، محیط سیلابی و جورشدگی نامناسب (محیط یخ‌چالی) مهم‌ترین ویژگی دیداری برونشست‌ها است. ۴۶
- نگاره ۴-۱۱- نهشته‌های دریاچه‌ای ریزدانه با لایه‌بندی بسیار نازک در ترانته آزادراه زنجان- میانه (دست راست بزرگراه). ۵۱
- نگاره ۴-۱۲- رخنمون درشت‌دانه نهشته‌های دریاچه‌ای در یل دختر (لرستان). ۵۱
- نگاره ۴-۱۳- پهنه باقی مانده از دریاچه اردل (استان اصفهان) و نهشته‌های دریاچه‌ای که با سیمای تپه- ماهور در دو سوی رودخانه بهشت‌آباد بر جای مانده‌اند (نگاه به سوی شمال است). این دریاچه از پای کوهستان آغاز و تا کیلومترها به سوی جنوب گسترش یافته است. ۵۲
- نگاره هوایی ۴-۱۴- تلماسه‌های هرمی در خاور کرمان. تلماسه‌ها در بیشتر نقاط مرکزی- جنوبی و خاوری ایران فرلوانند. ۵۳
- نگاره ۴-۱۵- شکل‌گیری پهنه‌های ماسه‌ای در پهنه سیلابی رودکناری کرخه (با بیشینه ستیرای ۲/۵ متر) در شمال شهرستان اهواز (نگاه به سوی شمال). ۵۴

- نگاره ۴-۱۶- نمای از تلماسه‌های کرانه‌ای در جزیره قشم. صخره (برنگاه) دریایی (Sea cliff) در نگاره سمت راست نیز دیده می‌شود. در نگاره سمت چپ وجود پوشش گیاهی- هر چند اندک- نشان دهنده ایستایی تلماسه است..... ۵۴
- نگاره ۴-۱۷- برشی عمودی از لس (با بیش از ۷۰ درصد فروش)، ترک‌های مویی عمودی و پایداری نسبی در کوهبری با شیب قائم در شمال یاختر شهرستان گرگان..... ۵۶
- نگاره ۴-۱۸- دامنه‌های کم شیب- قله‌های فرسوده و یخ شده و سیمای تپه- ماهوری مهم‌ترین ویژگی دیداری لس‌ها می‌باشد (موقعیت: خاور گرگان)..... ۵۶
- نگاره هوایی ۴-۱۹- شکل‌گیری پهنه کویری در امتداد یکی از شاخه‌های فرعی رود شور در شمال خاوری قم..... ۵۹
- نگاره ۴-۲۰- پوسته‌های نمکی شکفته شده (زمین‌های یخ کرده) در جنوب خاوری شهرستان جاجرم (خراسان شمالی)..... ۵۹
- جفت نگاره هوایی ۴-۲۱- نمایش یک پلایا در ناحیه چاه سرب (خاور ایران). لکه‌های سیاه‌رنگ در مرکز پلایا، بخش آبدار و پهنه سفید رنگ پیرامون آن، پهنه نمکی است. بخش مرطوب با پوسته نمکی لایه‌های بیرونی را به وجود آورده‌اند..... ۶۱
- نگاره ۴-۲۲- منظرهای بازالتی آتش‌فشان دماوند در مسیر جاده هراز (نگاه به سوی شمال)..... ۶۳
- نگاره ۴-۲۳- واحد لاهار، حمل و نقل از قلمه سنگ‌های آتش‌فشانی در خمیره‌ای از توف ریزدانه و توف خاکستر در ترانشه آزادراه پردیسان (خاور تهران)..... ۶۳

بخش ۷

- جفت نگاره‌های هوایی ۷-۱- شیارهای فراوان و دره‌های ژرف (گاه با ژرفای بیش از ۱۰ متر) و شکل‌گیری سکوه‌های فرسایشی و بوم‌ریخت‌های دامنه‌ای، پیامد فراخاست زمین و تدریجی بودن گوددگی رواناب‌ها می‌باشند..... ۱۰۶
- جفت نگاره‌های هوایی ۷-۲- دره‌های ژرف فراوان و شکل‌گیری سکوه‌های فرسایشی در سنگ‌های مارنی و ماسه‌سنگی..... ۱۰۷
- جفت نگاره‌های هوایی ۷-۳- گوددگی، شکل‌گیری شیارها و پیش‌پاگان‌ها از تغییر شکل پادانه‌ها پیامد فراخاست زمین در نهشته‌های آبرفتی..... ۱۰۸
- نگاره‌های هوایی ۷-۴- شیارهای فراوان با آرایش رگبری در نهشته‌های مارنی پیرامون رودخانه..... ۱۰۹
- نگاره‌های ۷-۵- شیار- دره به صورت شبکه درختی در پیرامون رودخانه‌ها، شیرهای ژرف با دره‌های پرشیب بر بستر هموار و شیب توپوگرافی اندک. شباهت ریختاری شیارها قابل توجه‌اند..... ۱۱۰
- نگاره ۷-۶- فعال شدن آبهستگی زمین‌شناختی و گوددگی، پیامد فراخاست زمین. در ژرفای شیار ایجاد شده برونزد سنگ کف (مارن) و فروش سنگ) دیده می‌شود (یاختر کردکوی- مازندران)..... ۱۱۱
- نگاره های ۷-۷- شیارهای فراوان و نه چندان ژرف (شیارهای جویکی) در نهشته‌های مارنی- ماسه سنگی سازند آغاچاری، پیامد فراخاست زمین در دانه‌های سنگی جنوب لار استان فارس..... ۱۱۲
- نگاره ۷-۸- پدیده نوحاستی آبروها می‌تواند یکی از پیامدهای فراخاست زمین باشد (شمال جابه‌ار- سیستان و بلوچستان)..... ۱۱۲
- نگاره ۷-۹- شیارهای ژرف و باریک در نهشته‌های آبرفتی، محصول آبهستگی زمین‌شناختی که به تدریج تحت تأثیر فرسایش قرار گرفته است (مسیر آزادراه خرم‌آباد- پل زال)..... ۱۱۳
- نگاره ۷-۱۰ / الف- شیار فراخاستی در واریزه‌های پادانه شمالی کبیرکوه (رودخانه سیمره) که به تدریج از شکل اولیه خود خارج شده است (دره شهر- ایلام)..... ۱۱۳
- نگاره ۷-۱۰ / ب- شبکه دره- آبروهای ایجاد شده به وسیله فراخاست زمین در ناحیه عسلویه (استان بوشهر). پهنای افزایشی و کاهش شیب دیواره‌ها، شناسه گامه نهایی فرایندهای فراخاستی است..... ۱۱۳

نگاره ۷-۱۱- نمای عمومی از بدبوم (bad land) در فورش سنگ و مارن پاره سازند لهبری در شمال بندر لنگه (استان بوشهر). روبه یکسان و هم ارتفاع در سطح ناحیه، تأثیر فراخاست در شکل‌گیری بدبوم‌ها را تأیید می‌کند (نگاه به سوی شمال) ۱۱۴

نگاره ۷-۱۲- پیماد فراخاست زمین در ارتفاعات حد فاصل پارسیان به لامرد (دامنه جنوبی) و بخش‌های تبه- ماهوری که با شیار و دره‌ها از یکدیگر جدا شده‌اند. اثر فراخاست را بیش از همه جا می‌توان در بخش پایین‌تر (با رنگ تیره‌تر) دید. جایی که رخنمون‌های سنگی در نتیجه جنبش‌های تکتونیکی خرد شده و فرو ریخته‌اند ۱۱۴

نگاره هوایی ۷-۱۳- پوشش آبرفتی با سطح هموار و کمترین عارضه در پیرامون آبراهه، رخنمون‌های سنگی پیوستگی خود را از دست داده و به نظر می‌رسد که در حال دفن شدن هستند (ناحیه چاه سرب- ایران مرکزی). ۱۱۵

نگاره هوایی ۷-۱۴- رخنمون‌های سنگی پراکنده در جنوب اقلید (استان فارس) که به نظر می‌رسد در حال دفن شدن در زیر نهشته‌های آبرفتی‌اند. واریزه‌های دامنه‌های بسیار اندک‌اند. نشانی از بادزنه‌ها یا بادگانه‌ها دیده نمی‌شود ۱۱۶

نگاره ۷-۱۵- پادگان دریایی به صورت یک لایه افقی در کرانه‌های خلیج فارس (جزیره قشم)، نگاه به سوی شما است ۱۲۲

بخش ۸

نگاره هوایی ۸-۱- بادزنه‌های آبرفتی در شمال مرزهای مشخص با محیط پیرامونی (جنوب بیرجند) f1 بادزنه کهن، f2 بادزنه جوان. لبه دشت آبرفتی (ap) در لبه سمت راست دیده می‌شود ۱۲۹

نگاره هوایی ۸-۲- چند بادزنه آبرفتی با مرزهای جانبی مشخص در ناحیه چهل کوره (خاور ایران). مرز بادزنه‌ها با پلایا (P) که با رنگ سفید در پایین نگاره دیده می‌شود، کاملاً مشخص است ۱۲۹

نگاره ۸-۳- برش عرضی از یک بادزنه جریان واریزه‌ای در استان خراسان جنوبی (مرز استان‌های لرستان و خوزستان). با ساخت توده‌ای (بدون لایه‌بندی) و بافت درشت‌دانه ۱۳۲

نگاره ۸-۴- برش عرضی از یک بادزنه آبرفتی سیلابی در کردان کرج. مرز سبز در برش، انرزی متفاوت، خطواره‌هایی شبیه لایه‌بندی را به وجود آورده‌اند. بافت متوسط یکی از ویژگی‌های دیداری این گونه بادزنه‌هاست ۱۳۲

نگاره‌های ۸-۵- دو نمونه از بادزنه آبرفتی با نمایش آبروهای تغذیه‌کننده در بخش فعال دشت. دال‌های تغذیه‌کننده که در پهنای بادزنه جابه‌جا می‌شوند به روشنی قابل تشخیص‌اند (برگرفته از سایت National Geography). ۱۳۳

جفت نگاره‌های هوایی ۸-۶- بادزنه‌های درون کوهساری نمونه‌ای از بادزنه‌های محدود شده (بندآمده) ۱۳۵

نگاره هوایی ۸-۷- بادزنه آبرفتی کوار در جنوب شیراز. رودخانه قره‌آقاج با چم و خم‌هایش در لبه شمالی بادزنه، یکی از کانال‌های تغذیه‌کننده اصلی با آب دایمی است. پایانه بادزنه به تدریج به دشت آبرفتی تبدیل شده است ۱۳۶

نگاره ماهواره‌ای ۸-۸- دو بادزنه آبرفتی در جنوب داراب. زمین‌های کشاورزی در بخش‌های پایین دستی توسعه یافته‌اند. بخش برهنه در تارک بادزنه به دلیل دارا بودن نهشته‌های درشت‌دانه، بدون استفاده کشاورزی رها شده است ۱۳۶

نگاره‌های ماهواره‌ای ۸-۹- بادزنه‌های آبرفتی مناسب‌ترین بستر توسعه شهری‌اند. توسعه شهر کرج بر روی بادزنه رودخانه کرج (بالا) و توسعه بخشی از تهران بزرگ و شهرستان ورامین بر روی بادزنه رودخانه جاجرود (پایین) ۱۳۷

نگاره‌های هوایی ۸-۱۰- دامن‌واره‌های آبرفتی در ایران مرکزی: مجموعه‌ای از بادزنه‌های کوچک که، گرداگرد یک پرونزد مرکزی شکل گرفته‌اند. درازای رخنمون مرکزی گاه از ده‌ها کیلومتر نیز تجاوز می‌نماید ۱۳۸

نگاره ۸-۱۱- دشت آبرفتی باختر شهرستان کوار (جنوب شیراز) با رویه هموار و شیب توپوگرافی اندک. نمونه‌ای کوچک از ده‌ها دشت وسیع و گسترده در موقعیت‌های مختلف ایران. (نگاه به سوی جنوب باختر) ۱۴۰

- نگاره هوایی ۸-۱۲- از شکل گیری دشت ابرفتی (با زمین کشاورزی) در پایین دست بادزنه‌های ابرفتی (f) در (شمال غسلویه). زمین‌های کشاورزی شناسه‌ای برای تفکیک این دو واحد ریختاری می‌باشند. ۱۴۰.....
- نگاره ۸-۱۳- برش قائم از دشت ابرفتی خاور جاجرم. عدس واره‌های شنی در لایه‌لای نهشته‌های رسی- فورشی. ۱۴۱.....
- جفت نگاره هوایی ۸-۱۴- دشت ابرفتی جنوب سمنان با پوشش نازکی از نمک. این گونه دشت‌های ابرفتی گاه به نادرستی کفه نمکی نامیده می‌شوند. ۱۴۱.....
- نگاره ۸-۱۵- سیمای زمین‌های پف کرده در دشت ابرفتی شهرستان جاجرم. پیامد ظهور آب‌های زیرسطحی به روی زمین در نتیجه پدیده موئینه‌گی. ۱۴۲.....
- نگاره ماهواره‌ای ۸-۱۶- تصویر پهته ابرفتی (جلگه خوزستان) که از پیرامون شوش آغاز شده و به سوی جنوب، تا دشت ساحلی خلیج فارس امتداد دارد. ۱۴۲.....
- نگاره ماهواره‌ای ۱۷- توسعه شهرستان قزوین بر روی دشت ابرفتی که کیلومترها به سوی جنوب گسترش دارد. ۱۴۳.....
- نگاره هوایی ۸-۱۸- دره پر شده در شمال رستاق (استان فارس) که با دانه‌بندی متوسط، بستری مناسب را برای توسعه زمین‌های کشاورزی ایجاد نمود است. ۱۴۴.....
- جفت نگاره هوایی ۸-۱۹- دره پر شده در دامنه شمالی البرزکوه باختر شهرستان گرگان. وجود شبکه‌ای از ابراهه‌های موازی یکدیگر و لبه‌های تقریباً صاف، از جمله شناسه‌های این واحد ریختاری می‌باشند. ۱۴۴.....
- نگاره ۸-۲۰- شکل گیری شاخابه‌های حما و بی. در نخستین الگوی یکپارچه آبروها در پیرامون رودخانه کال سور جاجرم، پیامد فراخاست زمین در ناحیه‌ای با حداقل بارندگی مالیات. ۱۴۶.....
- نگاره ۸-۲۱- شکل گیری الگوی نخستین یک آبروه در "خداقعر" (هسته ناودیس) در پیرامون روستای حسینی (شمال اهواز). شکل نخستین آبراه با پیوند جاله‌ها به یکدیگر به وجود آمده است (نگاره ۸-۲۱ شمال). ۱۴۶.....
- نگاره ۸-۲۲- بخشی از رودخانه قزل‌اوزن با الگوی راسته خطی. ناک‌های درون رودی یا رودخانه‌ای شنی- قله‌سنگی به صورت برانکنده خودنمایی می‌کنند. با افزایش دبی جریان، برخی از آداک‌ها عرقابه شده و نظر پنهان می‌شوند. دشت سیلابی رودکناری (fp) نیز در کناره رودخانه دیده می‌شود. ۱۴۹.....
- نگاره ماهواره‌ای ۸-۲۳- جریان خمروودی رودخانه کرخه در دشت خوزستان، بموجب ادوازی بگرفته شده از (Google Earth: 2013). کمان‌های تیره‌رنگ، باقی مانده رودخانه‌اند که در نتیجه جابه‌جایی رودخانه از آبراه اصلی جدا شده‌اند. تراکم پیچابه‌ها به دلیل شیب اندک دشت خوزستان است. ۱۵۱.....
- نگاره هوایی ۸-۲۴- بخشی از جریان خمروودی سیدرود در دشت ساحلی دریای مازندران (جنوب رشت) از رودهای باز و ملایم محصول شیب زیاد توپوگرافی و فاصله کوتاه کوهستان تا دریا (تراز پایه فرسایش) می‌باشد. ۱۵۲.....
- نگاره هوایی ۸-۲۵- پیچابه کوهستانی در رودخانه چشمک (جنوب خرم‌آباد). پیچابه‌ها به وسیله برونزدهای سنگی کنترل می‌شوند نه شیب توپوگرافی. این گونه پیچابه‌ها در مناطق کوهستانی ایران فراوانند. شرایط تکنیکی و ویژگی‌های لیتولوژیکی مهم‌ترین عامل در ایجاد پیچابه‌های کوهستانی‌اند. ۱۵۲.....
- نگاره هوایی ۸-۲۶- الگوی جریان گیسواری درون کانالی در گرمی‌چال (جنوب اردبیل). آبروهای فعال و غیرفعال در یک کانال اصلی. ۱۵۳.....
- نگاره ۸-۲۷- شبکه گیسواری (bp) در شمال کرمان. افت شیب توپوگرافی موجب تبدیل جریان راسته خطی به شبکه گیسواری شده است. در پایین نگاره تپه‌های ماسه‌ای sd دیده می‌شوند. ۱۵۵.....
- نگاره هوایی ۸-۲۸- تغییر الگوی جریان راسته خطی به شبکه گیسواری پس از گذر از کوهستان و ورود به پهته کم شیب و هموار پایین دستی در شمال زرنه (استان کرمان). شبکه گیسواری با مرز کام و زبانه به پادرفت‌ها (تپه‌های ماسه‌ای = sd) تبدیل می‌گردد. ۱۵۵.....

نگاره ۸-۲۹- رودخانه تنگاب در شمال فیروزآباد (استان فارس). دیواره‌ای با نهشته‌های ریزدانه و بستری با نهشته‌های درشت‌دانه، نشان دهنده تغییر جریان گیسواری به راسته خطی (نگاه به سوی جنوب). وجود چنین پدیده‌های نشان دهنده تبدیل فازهای رسوب‌گذاری به فازهای فرسایشی نیز می‌باشند..... ۱۵۲

نگاره ۸-۳۰- رودخانه گاوی (جنوب ایلام)، دره‌ای به شکل عدد ۷، و دیواره‌های پرشیب و ناپایدار. نمونه‌ای از گامه جوانی یک سامانه رودخانه‌ای (نگاه به سوی جنوب). ۱۵۲

نگاره ۸-۳۱- بخشی از رودخانه قزل‌اوزن (شمال میانه) در گامه پختگی با بستری پهن و توسعه دشت سیلابی رودکناری در هر دو ساحل. خمرودها کم و بیش پدید آمده‌اند (نگاه به سوی جنوب خاور). ۱۵۸

نگاره ۸-۳۲- بخشی از رودخانه سپیدرود (شمال سد منجیل) در گامه پختگی- پیری با بستری پهن و با دشت‌های سیلابی در کناره. آداک‌ها به صورت پراکنده دیده می‌شوند (نگاه به سوی شمال). ۱۵۹

نگاره ۸-۳۳- رودخانه تلارود (استان مازندران) در گامه پیری. بستری کاملاً پهن و کم‌زرقا با آداک‌های فراوان و دشت سیلابی رودکناری که در دو رویه تپوهای تپش‌شده‌اند (نگاه به سوی شمال). ۱۵۹

نگاره ۸-۳۴- بخشی از رودخانه قزق (شمال خراسان) در آخرین گامه تکوین ریختاری (دشتگون)، در این مرحله، تفاوت چندانی بین بستر رودخانه و زمین‌های پیرامونی وجود ندارد. دشت‌های سیلابی رودکناری بسیار پهن و گسترده‌اند (نگاه به سوی شمال باختر). ۱۶۰

نگاره ۸-۳۵- بخش خرسنگی در جنوب پوس (کرمان باختر). دریای مازندران. این بخش با برش عرضی V شکل و بار جامد بسیار درشت‌دانه قابل تشخیص است (نگاه به سوی باختر). ۱۶۲

نگاره ۸-۳۶- بخش خرسنگی با دیواره‌های پرشیب و بستر درشت‌دانه. گلدرد (جنوب شهرستان نور). حفر بستر به صورت گودال‌های آب‌دار دیده می‌شود. ۱۶۳

نگاره ۸-۳۷- مرز تدریجی بخش خرسنگی (BZ) با بخش سیلاب‌گذر (FV) در جنوب گهکم- حاجی‌آباد ۱۶۴

نگاره ۸-۳۸- بخش سیلاب پهنه‌ای در جنوب شهرستان ساوه. گسترش سیلاب با بار جامد بسیار ریزدانه ۱۶۴

نگاره ۸-۳۹- بخش باذرنه‌زایی (FFZ)، بخش ژئوهیدرولیکی پایانی یک سامانه رودخانه‌ای که در بیشتر اوقات به یک خط‌القعر منتهی می‌گردد (جنوب شیراز). ۱۶۶

نگاره ۸-۴۰- رود کرخه در شمال اهواز با نهشته‌های ریزدانه فورشی- ماسه‌ای (نگاه به سوی جنوب خاور). نهشته‌ها محصول سرریز سیلاب در دوره‌های سیلابی مختلف می‌باشند که با رنگ‌های متفاوت در لبه رودخانه دیده می‌شوند (دشت سیلابی پوشیده) ۱۷۰

نگاره ۸-۴۱- دشت سیلابی رودخانه کرخ (بالادست دریاچه سد). نمونه‌ای مناسب از شکل‌گیری دشت سیلابی پوشیده تراس‌های کوچک، هر یک نماینده پیشروی پس‌روی رود هستند (نگاه به سوی شمال). بیشینه داغ آب با رنگ سفید در دیواره دره دیده می‌شود ۱۷۰

نگاره ۸-۴۲- جلگه خوزستان و خمرودهای متراکم رودخانه کرخه (شمال اهواز) محصول جابه‌جایی‌های بی‌بوسته این رودخانه است. جهت جابه‌جایی رودخانه کرخه به سوی باختر (سمت چپ نگاره) می‌باشد. ۱۷۳

نگاره ۸-۴۳- نگاهی نزدیک به پشته کناری درشت‌دانه (شن و قلوه‌سنگ) در دشت سیلابی خمرودی بالارود (شمال اندیمشک). جابه‌جایی آبروی اصلی موجب تشکیل این نهشته‌هاست ۱۷۳

نگاره ۸-۴۴- پشته‌های شنی و قلوه‌سنگی در دشت سیلابی کوهستانی (رودخانه قزل‌اوزن میانه). به دلیل وجود کوهستان، امکان جابه‌جایی بیشتر پشته‌ها وجود ندارد. پشته‌های شنی، به دلیل دارا بودن بلوک‌های سنگی بزرگ، چندان مناسب تأمین قرضه نیستند (نگاه به سوی خاور). ۱۷۴

جفت نگاره هوایی ۸-۴۵- دشت سیلابی کوهستانی در رودخانه آجی‌جای (جنوب میانه). آبروهای قدیمی غیرفعال نیز در نگاره دیده می‌شوند. آبروهای فعال با رنگ تیره قابل تشخیص‌اند ۱۷۵

نگاره ۸-۴۶- دشت سیلابی مرکب در رودخانه کشکان (شمال پلدختر- استان لرستان). آذاک‌های درون رودی نشان‌دهنده رشد افقی‌اند.
پوشش گیاهی، قلمرو دشت سیلابی پوشیده (رشد عمومی) را مشخص می‌کنند (نگاه به سوی جنوب باختر)..... ۱۷۵

نگاره ماهواره‌ای ۸-۴۷: دلتای کارون در پیوند با کرانه‌های خلیج فارس. این دلتا به دلیل کارکرد امواج تا حدودی شکل خود را از دست داده است..... ۱۷۸

نگاره ماهواره‌ای ۸-۴۸ دلتای سفیدرود که از امامزاده هاشم (در تارک دلتا) آغاز شده و پایانه آن تا کرانه دریای مازندران امتداد می‌یابد. دلتای سفیدرود از نوع کمائی است (این دلتا به دلیل همبری با دریای مازندران، شکل اصلی خود را حفظ کرده است). چند شهر کوچک و بزرگ استان گیلان بر روی دلتای سفیدرود شکل گرفته و توسعه یافته‌اند..... ۱۷۸

نگاره ۸-۴۹- پادگانه آبرفتی با دامنه‌های پرشیب و بام هموار در یال جنوبی کوه گاوی در جنوب ایلام (نگاه به سوی شمال خاور) .. ۱۸۰

نگاره ۸-۵۰- پادگانه آبرفتی فرسوده شده در پادامنه‌ها (در مسیر خرم‌آباد- پلدختر) ۱۸۰

نگاره ۸-۵۱- دامنه رودخانه‌ای کاسه رود در جنوب حاجی‌آباد (بندرعباس) به صورت دیواره‌ی قائم و بافت درشت‌دانه و نهشته‌های ریزدانه پیامد تغییر رژیم سیلابی‌اند (نگاه به سوی شمال)..... ۱۸۰

نگاره‌های ۸-۵۲- دامنه‌های رودخانه‌ای استان مازندران ۱۸۱

نگاره ۸-۵۳- پادگانه‌های دریایی مانند پادگانه‌های رودخانه‌ای شکل می‌گیرند و به مانند آنها تعیین سن و کدگذاری می‌شوند. جوان‌ترین پادگانه دریایی در کرانه خاکی استان فارس (نگاه به سوی باختر)..... ۱۸۳

نگاره ۸-۵۴- یک سکوی فرسایشی در حوضه رودخانه کنجان چم (شمال باختر مهران- استان ایلام). دامنه‌های پرشیب که در بالاترین بخش به بام هموار و صاف پیوند می‌خورند، به سبب سازند آغاچاری میزبان این سکوی فرسایشی است..... ۱۸۵

نگاره ۸-۵۵ سکوی فرسایشی در لبه رودخانه نور شکل گرفته در سنگ‌های اهکی ژوراسیک..... ۱۸۵

بخش ۹

نگاره ۹-۱- سیمای تپه- ماهوری سازند هزاردره (۸) در لبه جنوبی بزرگ پردیسان (خاور جاجرود). با قله‌های فرسوده و دامنه‌های ملایم. در جلوی نگاره، پله‌ای با افراز ۱ متر در راستای گسله دیده می‌شود (نگاه به سوی جنوب) ۱۹۲

نگاره هوایی ۹-۲- رخنمون سازند هزاردره در پیرامون جاجرود (خاور تهران) در بریان بیکه‌ای متراکم از آبراهه‌ها می‌باشند. در پایین نگاره، لایه‌های توفی سازند کرج (Ek) به صورت تاهمساز در زیر آبرفت‌های هزاردره قرار دارند. مقایسه کنید فشردگی شبکه آبراهه‌ها را در سازند کرج و سازند هزاردره (واحد A)..... ۱۹۳

نگاره ۹-۳- در رخنمون‌های هزاردره می‌توان بلوک‌هایی از سنگ‌های آذرین دگرسان شده مشاهده کرد. این سنگ‌دانه‌ها یکی از ویژگی‌های هزاردره است. سنگ‌های دگرسان شده با رنگ تیره در متن سنگ دیده می‌شوند..... ۱۹۵

نگاره ۹-۴- رخنمون بخش بالایی سازند هزاردره در جنوب سد لتیان (نگاه به سوی شمال). فراوانی آژند ریزدانه، واحد A را به کنگلومرای خاک‌دار تغییر رخساره داده است. گاهی افزایش قابل توجه آژند فشرشی- ماسه‌ای، سازند هزاردره را به توده‌ای خاک‌واره تغییر شکل داده است ۱۹۵

نگاره ۹-۵- لایه‌های شیب‌دار (۳۰ درجه) سازند هزاردره در ترانسه جاده قدیمی تهران- جاجرود (بج‌های منتهی به جاجرود). واحد C به صورت دگرشیب بر روی واحد A قرار گرفته است (نگاه به سوی باختر است) ۱۹۶

نگاره ۹-۶- سیمانی شدن در بخش‌های پایینی سازند هزاردره بیشتر است. دانه‌بندی درشت نیز از جمله ویژگی‌های بخش پایینی این سازند محسوب می‌گردد..... ۱۹۶

نگاره هوایی ۷-۹- بخشى از شمال باختر- باختر تهران با مقياس ۱:۵۰,۰۰۰ از انتشارات سازمان جغرافيايى ارتش (تاريخ تهيه نگاره ۱۳۳۹ خورشيدى) كه از گزارش شماره ۵۶ سازمان زمين شناسى کشور برگرفته شده است ۱۹۸

نگاره ۸-۹- دگرشيبى بين سازند هزاردره (در بابين) و آبرفت هاى واحد C (در بالا) روبروى در ورودى كتابخانه ملي ايران (بزرگراه حقانى- تهران). اين مرز دگر شيب در بسيارى از نقاط تهران و پيرامون آن (به ويژه در بزرگراه بابايى) مشاهده مى گردد. اين دگرشيبى پيامد رويناد پاسادنى است ۲۰۳

نگاره ۹-۹- واحد گيشا (A2) در گودبردارى پيرامون كرج (نگاه به سوى خاور). در پاي ترانشه، لايه هاى ريزدانه A1/ A2 پروند يافته اند. ۲۰۶

نگاره ۹-۱۰- رخنمون آفت هاى موسوم به شن هاى سيدخندان (A2/A3) در جنوب دماوند. شامل مجموعه اى از افق هاى هوازده و خاك هاى متمايل سرخ لايه هاى شنى ريزدانه و متوسط دانه در ترانشه گيلاند، جنوب دماوند (نگاه به سوى شمال) ۲۰۶

نگاره ۹-۱۱- رخنمون شن هاى سيدخندان (A2/A3) شامل افق هاى هوازده و ريزدانه با رنگ متمايل به سرخ در انتهاي اتوبان صدر (نرسيده به خروجى جاده سدريم - جرود). نقشه ها در ديواره ترانشه پديدار شده اند ۲۰۶

نگاره ۹-۱۲- بخش پايينى سازند بختارى در استان محكم و ديواره هاى بلند و پرشيب در محدوده پروژه سد تنظيمى كرخه (نگاه به سوى جنوب باختر). در بيشتر رخنمون شيب سازند بختارى بيش از ۱۰ درجه نيست. سه درزه هاى ژرف و قائم در اين سازند چشمگيرند ۲۰۹

نگاره ۹-۱۳- سيماي تيه- ماهورى سازند بختارى در هسته يك ناوديس در جنوب جاده پارسيان به رستاق (نگاه به سوى جنوب). تكوين ريختارى بيش از همه محصول سيمان پيشرفته و زياد فراين هاى بردگى و فرسايش مى باشد. سيماي ريختارى سازند بختارى در هسته ناوديس ها به سادگى قابل شناسايى است ۲۰۹

نگاره ۹-۱۴- رخنمون بخش هاى بالايى سازند بختارى در باختر مهران (استان ا.م) با رخساره كنگلومرا و ماسه سنگ و شيب ۱۸ درجه (نگاه به سوى جنوب باختر). سنگ دانه هاى پراكنده، از پيكره رخنمون ۲۱۰

نگاره ۹-۱۵- تمايى نزديك از سيماي تيه- ماهورى سازند بختارى در پيرامون روستاى ساوى (جنوب ايلام). سنگريزه ها روى زمين پراكنده اند. بالاترين بخش سازند بختارى كه (Sub- Recent) ناميده شده، با جنين چشم اندازى به سائى قابل بازشناسى است ۲۱۰

نگاره ۹-۱۶- ليتولوژى سازند بختارى و سنگ دانه هاى خوب گرد شده كه با سيمانى از كرنايت گرانيتى با يكديگر پيوند خورده اند. جنس سنگ دانه ها بيشتر از سنگ آهك است. فراوانى سيمان مى تواند به دليل رخنمون هاى گسترده آهكى در اين روستا باشد. آژند ريزدانه (ماسه- فورش) با پر كردن فضاى بين دانه اى، آب گذرى اين سازند را به شدت كاهش داده است ۲۱۲

نگاره ۹-۱۷- رخساره سازند بختارى در شمال عسلويه به صورت ماسه سنگ هاى درشت دانه، ميكرو كنگلومرا و كنگلومرا مى باشد. تغييرات رخساره اى سازند بختارى به سوى كرانه هاى خليج فارس زيادتر است ۲۱۲

نگاره ۹-۱۸- هم پوشانى (over lap) سازند بختارى (لايه هاى افقى در بالا) و سازند آغاچارى (لايه هاى شيب دار در پايين) در امتداد محور تازه ساخته شده بل زال- انديشك (نگاه به سوى خاور). ۲۱۶

نگاره ۹-۱۹- سازند بختارى به صورت كلاه سنگ با ستراي نه چندان زياد به صورت همساز بر روى سازند آغاچارى تشكيل شده است. جنين وضعيتى را مى توان در بسيارى نقاط زاگرس مشاهده كرد (موقعيت: جنوب روستاى حسينييه، شمال دوكوهه، خورستان) (نگاه به سوى جنوب) ۲۱۶

نگاره ۹-۲۰- رخنمون واحد آب رفتى A3 در كناره رودخانه جاجرود (نگاه به سوى شمال باختر). بخش پايينى واحد A3 در تماس با جريان آب چسبندگى قابل توجهى پيدا کرده و در ترانشه نزديك به قائم كاملاً پايدار است. در اين محل واحد A3 بر پايه رخساره و

ویژگی‌های فیزیکی به صورت محلی به دو بخش (A3b, A3a) تفکیک شده‌اند. در این نگاره همچنین کاربری متگسل‌های قدیمی (مربوط به عصر پیش از اسلام) به شکل حفره‌های کشیده دیده می‌شوند. ۲۲۲

نگاره ۹-۲۱- راندگی واحد A3 بر روی واحد A1 (سازند هزار دره = واحد A رین). واحد A3 در قاعده شامل مخلوطی ناهمگن با جورشدگی بسیار بد می‌باشد (موقعیت: باختر پل جاجرو). A1 با سطح لایه‌بندی و بافت متوسط از واحد A3 قابل تشخیص است. ۲۲۳

نگاره ۹-۲۲- سیمای هموار واحد BS در پیرامون کهریزک- جنوب تهران محصول نهشته‌های کم قوام فوری و رسی (نگاه به سوی شمال). پهنه هموار سازند کهریزک بستر زمین‌های کشاورزی و توسعه شهرها بوده‌اند (نگاره به وسیله حمید نظری گرفته شده است) ۲۲۵

نگاره ۹-۲۳- نمایی نزدیک از رخنمون نهشته‌های فوری- رسی واحد BS در دیواره رودخانه شور- شمال کهریزک (نگاه به سوی جنوب). پهنه‌های صاف و هموار واحد BS در زمینه نگاره دیده می‌شود (نگاره به وسیله حمید نظری گرفته شده است). ۲۲۵

نگاره ۹-۲۴- رخنمون واحد آبرفتی Bn شامل مخلوطی درهم از بلوک‌های سنگی بزرگ و دانه‌های ریز تا بسیار ریز در باختر پل جاجرو (ساختمانک ۲ شمال ۲ ازادراه پردیس). نگاه به سوی شمال خاور- در این رخنمون واحد B که رخساره سیلابی- یخ‌چالی دارد و به صورت هموار واحد A1 (سازند هزاردره) را پوشانیده است. ۲۲۷

نگاره ۹-۲۵- رخنمون آبرفتی Bn در شمال شهرستان ملارد (نگاه به سوی شمال). این رخنمون که بر روی واحد هزاردره قرار گرفته، از نظر رخساره شبیه به Bn تهران می‌باشد ولی نشانه‌ها تنها خاستگاه سیلابی رخنمون را تأیید می‌کنند. ۲۲۷

نگاره ۹-۲۶- رخنمون بخشی ناهمگن از رخساره‌ای به واحد Bn در تقاطع بزرگراه مدرس با خیابان آفریقا (نگاه به سوی جنوب باختر است). بخش ریزدانه با پوشش گیاه B/C است. در بالاترین نقطه، واحد C با ویژگی‌های دیداری یگانه خود دیده می‌شود. ۲۳۱

نگاره ۹-۲۷- واحد C شامل قلوه‌سنگ و سنگ‌های بزرگ در جنوب شرقی کردان (نگاه به سوی جنوب باختر). گردشدگی و جورشدگی خوب و روزنه‌گی بالا از جمله ویژگی‌های دیداری واحد C است. سنگ‌های اندک سنگ‌دانه‌ها به دلیل وجود آژند ریزدانه می‌باشد. ۲۳۱

نگاره ۹-۲۸- رخنمون واحد C در تقاطع بزرگراه مدرس با خرومی خیابان فرشته (نگاه به سوی شمال). جورشدگی بسیار خوب شن و ماسه‌های درشت‌دانه و بافت یک دست مهم‌ترین ویژگی دیداری واحد C می‌باشد. واحد C در ترانسه قائم با بلندای بیش از ۱۰ متر پایدار مانده است. ۲۳۱

نگاره ۹-۲۹- پروتزد واحد C در یکی از ترانسه‌های شهرستان ملارد (نگاه به سوی جنوب باختر است). واحد C در این ناحیه شامل قلوه‌سنگ و شن با کمتر از ۱ درصد از ماسه است. واحد C یکی از منابع مهم شن منطقه بوده است. ۲۳۲

نگاره ۹-۳۰- افق باریک و تیره‌رنگ لاتریتی با ستبرای ۴۰-۵۰ سانتی متر در یکی از ترانسه‌های خاور بهشهر (نگاه به سوی جنوب). بخش‌های C1 در زیر و افق C3 در بالا با رنگ روشن قابل تشخیص می‌باشند. بالاترین نقطه با بلندای ۵/۰ متر متعلق به هولوسن (H) می‌باشد. ۲۳۲

نگاره ۹-۳۱- نشانه دوره بین‌سرمایی وورم در نهشته‌های لسی گرگان (نگاه به سوی شمال است). تیره همان افق C2 (محصول آب و هوای گرم) می‌باشد. ۲۳۲

بخش ۱۰

نگاره ۱۰-۱- واحدهای ریخت‌چینه‌ای (پادگانه‌ها) در پیرامون رودخانه شور در جنوب باختر مسجد سلیمان (نگاه به سوی جنوب). جوان‌ترین پادگانه با سن هولوسن (H) در پایین‌ترین تراز توپوگرافی، پادگانه وورم (W) و پادگانه ریس (R) که در بالاترین تراز توپوگرافی شکل گرفته‌اند، تراس‌ها هرچه بلندتر باشند، از خطر سیل در امان خواهند بود. ۲۴۶

نگاره ۱۰-۲- رودخانه مزایجان (جنوب شهرستان لار) میزبان سه دسته پادگانه رودخانه‌ای می‌باشد. تراس‌های هولوسن (H)، وورم (W) و ریس (R) به ترتیب سن از پایین به بالا قدیمی‌تر می‌شوند (نگاه به سوی جنوب). در این رودخانه سنگ‌های شیلی-مارنی کم‌قوام به جای نهشته‌های آبرفتی، میزبان جنش‌های فراخاستی و تراس‌ها شده‌اند (جا مانده بستر = struth)..... ۲۴۶

نگاره ۱۰-۳- دو دسته پادگانه وورم (H1) و ریس (H2) در رودخانه تلارود (استان مازندران). تراس‌های وورم بیشتر در معرض خطر سیل قرار دارد و به همین علت بستر زمین‌های کشاورزی است ولی تراس‌های ریس چون دور از دسترس سیلاب‌های امروزی‌اند، محل خانه‌سازی شده‌اند. در بیشتر رودخانه‌های بزرگ استان مازندران می‌توان شبیه این تراس‌ها را مشاهده و شمارش کرد..... ۲۴۷

نگاره ۱۰-۴- دو دسته تراس وورم (W) در رویه توپوگرافی پایین و تراس ریس (R) در بخشی از رودخانه کنجان چم (استان ایلام). جدیدترین تراس که تعلق به هولوسن است، در این رودخانه چندان چشمگیر نیست. مشخصات هندسی این رودخانه موجب بلندای قابل توجه این دو دسته تراس شده‌اند (نگاه به سوی باختر). بلندترین تراس سنگی را می‌توان به پاسادنی (P) نسبت داد. به نظر می‌رسد که تراس میندل بسیار کوچک بوده و یا تحلیل رفته است..... ۲۴۷

نگاره هوایی ۱۰-۵- سن‌سنجی پهنه‌های آبرفتی و تخییری در چهارگوش آبدوخی (ایران مرکزی)..... ۲۵۱

نگاره هوایی ۱۰-۶- دستبندی نمای پهنه‌های آبرفتی در پای ارتفاعات جنوب شهرستان لامرد (استان فارس)..... ۲۵۱

جفت نگاره هوایی ۱۰-۷- فرایش پهنه‌های ریس (t1) از تغییر شکل بادزنه‌های قدیمی در ناحیه چهل‌کوره (ایران مرکزی) فراخاست زمین و آبستگی موجب بریده شدن بادزن قدیمی. تغییر شکل آن به پادگانه شده‌اند. چارچوب بادزنه قدیمی به صورت زمین‌های شیاردار در بالای نگاره هم چنان دیده می‌شود. بادزنه f معلق به وورم است. نهشته‌های هولوسن در پایین‌ترین بخش و در پایانه بادزنه f دیده می‌شود..... ۲۵۲

جفت نگاره هوایی ۱۰-۸- فرایند فراخاست و آبستگی موجب سحری سکوه‌های فرسایشی در نهشته‌های مارنی در مسیر گهکم به رستاق (در مرز استان‌های هرمزگان و فارس). روش سن‌سنجی شبیه پادگانه‌ها رودخانه‌ای ای تراس‌های دامن‌های است. GS2 (روی توپوگرافی پایین‌تر) با سن وورم و سکوی GS1 با سن ریس. نهشته‌های عصر باستان به صورت لکه‌های کوچک در آبراهه‌ها و بیرامون آنها پراکنده‌اند..... ۲۵۲

نگاره ۱۰-۹- نمای عمومی از دیواره باختری رودخانه جاجرود میزبان تونل‌های شماره ۲، ۱، ۳ و ۴ (نگاه به سوی باختر). واحدهای آبرفتی، شناسایی، تفکیک و کدگذاری شده‌اند..... ۲۵۷

نگاره ۱۰-۱۰- نمایی نزدیک از آبرفت‌های رودخانه جاجرود (Qj2, Qj1) میزبان پایه پل رودخانه (نگاه به سوی باختر). واحد Qs جوان‌ترین واحد (واریزه در پای دامن) و Qj1 قدیمی‌ترین نهشته رخنمون یافته‌اند..... ۲۵۹

بخش ۱۱

نگاره‌های ۱۱-۱- دو نمونه از جورشدگی بد (سمت راست) و جور شدگی خوب (سمت چپ) در نهشته‌های آبرفتی..... ۲۷۱

نگاره ۱۱-۲- سنگ‌دانه‌های گردگوشه (گردشدگی خوب)..... ۲۷۲

نگاره ۱۱-۳- سنگ‌دانه‌های تیزگوشه (گردشدگی بد)..... ۲۷۲

نگاره ۱۱-۴- آژند ریزدانه (فورش - رس و ماسه ریزدانه) با جایگیری در فضای بین سنگ دانه‌ها موجب کاهش تخلخل و تراوایی در آبرفت‌ها می‌شوند..... ۲۷۳

نگاره‌های ۱۱-۵- نهشته‌های آبرفتی با نسبت درحد متفاوت از نهشته‌های ریزدانه (خاک)..... ۲۷۳

نگاره ۱۱-۶- سیمانی شدن موجب کاهش تخلخل و چسبندگی بین سنگ‌دانه‌ها می‌شود. سیمانی شدن بخشی از یک فرایند پیچیده است که به سنگ شدن نهشته‌ها ختم می‌گردد. در نگاره A ابرفت بدون سیمان و با تخلخل زیاد و در نگاره B سیمان سیلیسی چهره ابرفت را به یک رخنمون کنگلومرایی سخت تبدیل کرده است ۲۷۴

نگاره ۱۱-۷- سیمانی شدن ابرفت‌های رودخانه تنگاب (جنوب شیراز) در نتیجه تماس با جریان آب. سیمانی شدن پیشرفته را می‌توان در تمامی رخنمون‌های موجود در پیرامون رودخانه‌های بزرگ مشاهده کرد ۲۷۴

نگاره ۱۱-۸- نهشته‌های ابرفتی درشت‌دانه با تخلخل و روزنه‌گی فراوان که به آسانی با چشم غیرمسلح دیده می‌شوند. نهشته‌های ریزدانه (آژند) با جای‌گیری در فضای بین سنگ‌دانه‌ها، میزان تخلخل و روزنه‌گی را کاهش می‌دهد ۲۷۸

نگاره ۱۱-۹- تخلخل و روزنه‌گی مهم‌ترین پارامتر در افزایش تراوایی‌اند. در ابرفت‌های درشت‌دانه می‌توان تخلخل و روزنه‌گی را مستقیم مشاهده کرده و مقدار هدایت هیدرولیکی را با استفاده از جدول ۱۱-۵ تخمین زد ۲۸۷

نگاره ۱۱-۱۰- در نهشته‌های نمدار در زیرزمین ساختمان‌هایی که به رویه سفره آب زیرزمینی نزدیک‌اند، نشانه‌ای از کارکرد موئینه‌گی است ۲۸۹

نگاره‌های ۱۱-۱۱- نهشته‌های ریزدانه‌ای ابرفتی با چسبندگی متفاوت ۲۹۳

فهرست پیکره‌ها

بخش ۴

- پیکره ۴-۱- طرح سه بعدی شماتیک از محیط‌های رسوبی اصلی (برگرفته از Mikenorton 2008) ۳۴
- پیکره ۴-۲- تراز برافراز در آخرین عصر یخ ایران (وورم) برگرفته از (پدرامی ۱۳۷۰) ۳۹
- پیکره ۴-۳- الگوی شماتیک از بخش‌بندی محیط رسوبی دریاچه‌ای (اقتباس از Reading: 1981) ۴۹

بخش ۵

- پیکره ۵-۱: الگوی شماتیک از شکل‌گیری فرایندهای فرسایشی و رسوب‌گذاری در دوره‌های یخبندان و میان‌یخبندان ۷۰

بخش ۶

- پیکره ۶-۱: مدل سینوسی برای یک جنبه از نمای کوهزایی به صورت ساده شده ۷۸

بخش ۷

- پیکره ۷-۱: انگاره واگشت برابر ایستایی (برگرفته از کتاب فرهنگ ژئومورفولوژی) ۹۱
- پیکره ۷-۲: الگوی شماتیک از مدل Airy (برگرفته از Keary et al., 2007) ۹۳
- پیکره ۷-۳: الگوی شماتیک از مدل Pratt (برگرفته از Keary et al., 2007) ۹۳
- پیکره ۷-۴: پوسته در اثر افزایش وزن (حاصل از بارگذاری) در نقطه a فشرست کرده و وزن خود را به گوشت منتقل می‌کند. گوشت نیز با توجه به شکل‌پذیری بالایی که دارد اثرات اضافه وزن را به بیرون خود توزیع می‌نماید (جهت جریان این تغییرات گوشت به صورت فرایند I نشان داده شده است). نشانه‌های این جابه‌جایی در نقطه b با علامت + نشان داده شده و موجب فراخاست پوسته شده و به این ترتیب بار دیگر تعادل هم‌ایستایی به وجود می‌آید. عکس این وضعیت (فرایند II) در این همین روند پیروی می‌کند. خط بیوسته رویه نخستین پوسته و خط بریده، نشان دهنده موقعیت جدید پوسته هستند. ۹۴
- پیکره ۷-۵: بخش بالایی گوشت در نقطه a به فاز جامد تغییر حالت داده است (تغییر فرایند از I به II). در این فرایند که با کاهش چگالی همراه است، بخشی از گوشت به قاعده پیوند می‌خورد. در موقعیت پوسته زمین به دلیل بزرگ‌تر بودن چگالی کمتر فراخاست می‌یابد (rising). برعکس در نقطه b قاعده پوسته زمین به فاز سیال تبدیل شده و در نتیجه چگالی آن افزایش می‌یابد (تغییر از II به I). پیوند بخش تغییر حالت داده پوسته به گوشت موجب سنگین شدن پوسته و در نتیجه فرونشست آن می‌گردد (sinking). خط بیوسته: موقعیت نخستین و خطهای بریده نشان دهنده موقعیت جدید ۹۵
- پیکره ۷-۶- روش ساده شده تعیین آهنگ فراخاست پادگانه‌های دریایی با بهره‌گیری از سن‌سنجی پادگانه‌ها و اختلاف بلندای رویه مبنا (رویه دریا) (اقتباس از (Abbot et al 1997) ۹۷
- پیکره ۷-۷- الگوی شماتیک از فراخاست زمین و فعال شدن آبهشستگی زمین‌شناسی و گودشدگی ۱۰۴
- پیکره ۷-۸- الگوی شماتیک زایش پادگانه‌ها از یازده‌های آبرفتی در نتیجه فراخاست پوسته زمین (فاصله گرفتن رواناب‌ها از تراز پایه می‌تواند به صورت بخشی، محصول پایین افتادن تراز پایه نیز باشد) ۱۱۹
- پیکره ۷-۹- پلان تغییر شکل تدریجی یازده به پادگانه با سکوی فرسایشی در نتیجه فراخاست و فعال شدن آبهشستگی ۱۲۰
- پیکره ۷-۱۰- طرحی شماتیک از شکل‌گیری پادگانه‌های دریایی، پیامد جنبش‌های تکتونیکی جوان و فراخاست زمین ۱۲۱

بخش ۸

- پیکره ۸-۱- الگوی شکل‌گیری یک بادزنه آبرفتی. پایانه: toe؛ تارک: apex ۱۲۸
- پیکره ۸-۲- سمت راست: برش عرضی از یک بادزنه و برآمدگی بخش میانی. سمت چپ: برش طولی و شیب توپوگرافی ۱۰ درجه ۱۲۸
- پیکره ۸-۳- تاریخ‌نگاری جابه‌جایی آبروهای تقذیه‌کننده در پهنای شبکه آبرفتی Kosi در بازه زمانی ۲۲۲ ساله (میزان جابه‌جایی ۸۵ کیلومتر). ۱۳۰
- پیکره ۸-۴- الگوی شماتیک از یک حوضه آبریز که از چند زیر حوضه تشکیل شده است. هر زیر حوضه نیز خود از چند بخش کوچک‌تر شکل گرفته است. در زیر حوضه‌ها رده‌بندی (ordering) آبروها انجام شده است ۱۴۷
- پیکره ۸-۵- الگوی جریان رودخانه‌ای به صورت ساده شده ۱۴۸
- پیکره ۸-۶- جریان خمرودی و واحدهای ریختاری تشکیل دهنده آن در دشت سیلابی رود کناری ۱۵۰
- پیکره ۸-۷- الگوی جریان گیسواری، شامل مجموعه‌ای از آبروهای قنات (بستر جریان آب) و غیرفعال (بدون جریان آب) که در محدوده یک کانال اصلی، گاه، بزرگتر را بریده و گاه به یکدیگر پیوند می‌خورند ۱۵۳
- پیکره ۸-۸- الگوی شماتیک از سرپند؛ ژئوهیدرولیکی رودخانه‌ها در اقلیم نیمه‌خشک (اقتباس از Bauer 1957 و نبوی ۲۰۰۴) ۱۶۰
- پیکره ۸-۹- طرحی شماتیک از یک حوضه (دشت) سیلابی رودکناری و مرز جداکننده آن. امروزه بیشینه گسترش سیلاب را تنها می‌توان در بخش رودگذر مشاهده کرد. زیرا کد سیلابی می‌تواند به تمامی دشت سیلابی نفوذ کند ۱۶۲
- پیکره ۸-۱۰- الگوی شماتیک از دشت سیلاب رودکناری در یک جریان خمرودی و مرز جداکننده آن (Bluff line) که می‌تواند پادگانه‌های رودخانه‌ای و یا کوه‌های مشرف به رودخانه ۱۶۸
- پیکره ۸-۱۱- برش عرضی شماتیک از یک دره - رودخانه - سیلابی رودکناری قدیمی به صورت دو دسته پادگانه دیده می‌شوند. کانال امروزی و جوان‌ترین دشت سیلابی نیز در این یک ۱۶۸
- پیکره ۸-۱۲- طرحی از یک حوضه آبریز بزرگ که پایانه آن با یک دلتای کماتی شکل به دریا پیوند می‌خورد ۱۷۱
- پیکره ۸-۱۳- الگوی شماتیک از پیکره حوضه دلتایی در برخورد با سطح دریا ۱۷۶
- پیکره ۸-۱۴- الگوی شماتیک از شکل‌گیری پادگانه‌های رودخانه‌ای ۱۷۷
- پیکره ۸-۱۵- الگوی شماتیک از شکل‌گیری پادگانه‌های رودخانه‌ای ۱۸۲

بخش ۹

- پیکره ۹-۱- ستون چینه‌شناختی آبرفت‌های تهران از دیدگاه (Rieben 1966). مرز سازند سرخ بالا و سازند A تدریجی است ولی وجود یک سطح فرسایشی در بین دو سازند را متفی نمی‌داند ۲۰۰
- پیکره ۹-۲- ستون چینه‌شناسی سازند سرخ بالایی و واحدهای آبرفتی تهران در باختر درکه (Engalenc 1968). از نظر وی مرز این دو سازند (در اشکوب Pontian) با یک رویه فرسایشی ضعیف مشخص می‌گردد ۲۰۰
- پیکره ۹-۳- افزایش پهنای پیشانی زاگرس (پهنه زاگرس جین‌خورده) پیامد مهاجرت به سوی جنوب باختر کمربند تغییر شکل که از ائوسن پایانی آغاز شده و تا امروز ادامه دارد. این پیشرفتگی می‌تواند جوان‌تر شدن چین‌های پیشانی و نهشته‌های بختیاری را توجیه نماید (اقتباس از Hessami et al 2001) ۲۱۴
- پیکره ۹-۴- طرحی شماتیک از نقش جنبش‌های تکتونیکی (افراختن) و سرعت رسوب‌گذاری در کنترل مرز سازندهای بختیاری و آغا‌جاری در شمال دزفول (اقتباس از Hessami et al 2001) ۲۱۷

- پیکره ۹-۵- موقعیت چینه‌شناختی سازند بختیاری (پایینی و بالایی)، باره‌سازند لهیری و جنبش‌های تکتونیکی در پهنه زاگرس چین‌خورده بر پایه نظر (James and Wynd (1965; Motiei (1993; Pedrami (1987) [به نقل از (Hessami et. al 2001)]..... ۲۱۹
- پیکره ۹-۶- موقعیت چینه‌شناختی سازند بختیاری و سازندهای قدیمی‌تر در پهنه زاگرس (اقتباس از (Fakhariet et. al 2008)..... ۲۲۰
- پیکره ۹-۷- پروفیل طولی از محدوده تهران و موقعیت رخنمون‌های آبرفتی (برگرفته از گزارش نهایی تحلیل خطر لرزه‌ای ایران- یعقوب قلی‌پور و همکاران (بعد از ۲۰۰۵))..... ۲۲۷
- پیکره ۹-۸- پلان زمین‌شناسی و نمایش واحدهای آبرفتی تهران (برگرفته از گزارش نهایی تحلیل خطر لرزه‌ای ایران- یعقوب قلی‌پور و همکاران (بعد از ۲۰۰۵))..... ۲۳۸

بخش ۱۰

- پیکره ۱۰-۱- برش عرضی شماتیک از یک دره- رودخانه که ۳ واحد ریخت‌چینه‌ای (پادگانه‌ها) در دو سوی آن شکل گرفته‌اند ۲۴۴
- پیکره ۱۰-۲- برش طولی شماتیک از یک دامنه که میزان تراس‌ها (در بالا دامنه) و پهنه‌های گسترده نهشتی (در پای دامنه) است ۲۴۸
- پیکره ۱۰-۳- پلان زمین‌شناسی واحدهای آبرفتی در پیرامون رودخانه جاجرود ۲۵۷
- پیکره ۱۰-۴- نمایش واحدهای آبرفتی و تراس‌ها در برش عرضی رودخانه جاجرود (دید به سوی جنوب). واحد A (سازند هزاردره) با نهشته‌های جوان‌تر پوشیده شده است..... ۲۵۷
- پیکره ۱۰-۵- راهنمای نقشه زمین‌شناسی ساختمانی بل بر گ - ج رود (پروژه آزادراه پردیسان) ۲۵۸

بخش ۱۱

- پیکره ۱۱-۱- الف- نمونه‌هایی از نتایج دانه‌بندی و هیدرومتری در ستر یک رودخانه ۲۶۹
- پیکره ۱۱-۱- ب- نمودار دانه‌بندی یک خاک با یافت کامل (دارای سنگ‌دانه‌های با اندازه‌های مختلف) ۲۶۹
- پیکره ۱۱-۲- الگوی جور شدگی سنگ‌دانه‌ها (بد- متوسط- خوب) در نهشته‌های آبرفتی (گرفته از تاکر ۱۹۸۱)..... ۲۷۱
- پیکره ۱۱-۳- کاهش تخلخل در نتیجه جایگیری نهشته‌های ریزدانه (آزند) در فضای بین سنگ‌دانه‌ها..... ۲۷۲
- پیکره ۱۱-۴- طراحی از حفره‌های بین‌دانه‌ای و تخلخل در نهشته آبرفتی درشت‌دانه. حفره‌ها که با آب یا هر دو پر شده‌اند، با پیوند حفره‌ها به یکدیگر، روزنه‌گی (۷) شکل می‌گیرد ۲۷۷
- پیکره ۱۱-۵- طراحی شماتیک از نقش آزند و سیمان در کاهش تخلخل ۲۸۰
- پیکره‌های ۱۱-۶- الگوی تبدیل نهشته‌های آبرفتی نسبت به نهشته‌های به هم فشرده شده..... ۲۸۲
- پیکره ۱۱-۷- نمونه‌هایی از فرایند فشردگی و تغییر اندازه حفره‌های بین دانه‌ای..... ۲۸۴
- پیکره ۱۱-۸- نقش تخلخل و روزنه‌گی در میزان تراوایی نهشته‌های آبرفتی..... ۲۸۵
- پیکره‌های ۱۱-۹- نقش جورشدگی- گردشدگی- فابریک و سیمانی شدن در میزان تراوایی نهشته‌های آبرفتی..... ۲۸۷
- پیکره ۱۱-۱۰- صعود آب تحت تأثیر پدیده موئینه‌گی (کشش سطحی) و مقایسه میزان صعود آب در نهشته‌های ریزدانه تا درشت‌دانه..... ۲۸۹
- پیکره ۱۱-۱۱- نقش تخلخل- روزنه‌گی و فشردگی در افزایش یا کاهش دانسیته..... ۲۹۰

فهرست جدول‌ها

بخش ۲

جدول ۲-۱: تقسیم‌بندی سیستم کواترنر (اقتباس از نمودار چینه‌شناسی زمانی بین‌المللی ۲۰۱۲)..... ۱۵

بخش ۴

جدول ۴-۱: زیرمحیط‌های قاره‌ای کواترنر ایران و شناسنامه‌های آنها..... ۶۴

بخش ۵

جدول ۵-۱: تطابق آب و هوایی در کواترنر (اقتباس از پدرامی ۱۳۶۲ با اندکی تغییر)..... ۶۹

جدول ۵-۲: مقایسه نشانه‌های مربوط به دوره‌های یخبندان و میان یخبندان ایران..... ۷۵

بخش ۶

جدول ۶-۱: ویژگی‌های جنبش ۱۸- تکنونیک در سنوزویک پسین..... ۸۱

جدول ۶-۲: تطابق آب و هوایی - تکنونیک کواترنر (اقتباس از پدرامی ۱۳۶۴)..... ۸۲

بخش ۷

جدول ۷-۱: نشانه‌های کاربردی برای انتخاب پهنه فرارخاسته..... ۱۱۷

بخش ۸

جدول ۸-۱: بخش‌بندی هیدرولیکی رودخانه‌ها (اقتباس از Bal و نیوی)..... ۱۶۷

بخش ۹

جدول ۹-۱: تطابق آب و هوایی - تکنونیک - چینه‌ای سیستم کواترنر ایران (اقتباس از پدرامی - ۱۳۷۰)..... ۲۰۷

جدول ۹-۲: خاستگاه و سن واحد B در محدوده تهران و پیرامون آن..... ۲۲۸

جدول ۹-۳: مشخصات کلی واحدهای آبرفتی تهران بزرگ (و سازند بختیاری)..... ۲۳۳

بخش ۱۰

جدول ۱۰-۱: راهنمای انتخاب نشانه‌های حرفی برای واحدهای آبرفتی..... ۲۵۶

بخش ۱۱

جدول ۱۱-۱: نام‌گذاری خاک‌ها بر پایه اندازه ذرات تشکیل دهنده (پیشنهاد IAEG و ISRM)..... ۲۶۶

جدول ۱۱-۲: میزان تخلخل و دانسیته برخی نهشته‌های آبرفتی (سست و فشرده شده)..... ۲۷۹

جدول ۱۱-۳: برآورد مقاومت فشاری خاک‌های رسی با استفاده از پایداری و قوام آنها (اقتباس از جدول (Terzaghi 1964; Graig 1995)..... ۲۸۴

جدول ۱۱-۴: برآورد مقاومت رس خشک شده با استفاده از فشار انکستانت دست..... ۲۸۵

جدول ۱۱-۵: طبقه‌بندی هدایت هیدرولیکی در نهشته‌های آبرفتی (اقتباس از (Herman - Bauer 1990)..... ۲۸۶

جدول ۱۱-۶: دانسیته (t/m^3) نهشته‌های آبرفتی با اقتباس از (Hunt 1984) و تجربه کاری..... ۲۹۰

جدول ۱۱-۷: تخمین C و ϕ در نهشته‌های آبرفتی بر پایه تجربه کاری..... ۲۹۵

جدول ۱۱-۸: ضرایب باربری بر حسب مقدار ϕ (اقتباس از (Dos Braja 2002)..... ۲۹۷

فهرست دریاچه‌ها

بخش ۴

- دریاچه ۴-۱- زمین‌لغزه سیمره و شکل‌گیری دریاچه ۴۸
- دریاچه ۴-۲- بیابان‌زایی = Desertification ۵۸

بخش ۵

- دریاچه ۵-۱- میلانکوویچ (Milankovitch): پیدایش عصرهای یخ، چرخه‌های رسوبی ۶۶
- دریاچه ۵-۲: مدل سازنده بخش‌بندی اقلیم کره زمین: مقایسه گستره یخ دائمی امروزی با آخرین عصر یخ (Flint 1976) ۶۸
- دریاچه ۵-۳: مساحت کاخ‌های فعال جهان ۷۱

بخش ۶

- دریاچه ۶-۱: روش‌های مورد استفاده تعیین سن کوهزایی پاسادنی (پدرامی ۱۳۶۳) ۸۶

بخش ۷

- دریاچه ۷-۱: آهنگ فراخاست در برخی نقاط جهان ۹۸
- دریاچه ۷-۲: تراز پایه فرسایش در ایران (نبوی ۱۳۹۱) ۱۰۰
- دریاچه ۷-۳: نمونه‌هایی از آبستگي ۱۰۳
- دریاچه ۷-۴: لیتولوژی یادگانه‌های دریایی ۱۲۲

بخش ۹

- دریاچه ۹-۱: پس‌رفتگی (off lap)، در پوشی (on lap) و پیش‌روندگی یا هم‌پوشی (over lap) ۲۰۳

بخش ۱۱

- دریاچه ۱۱-۱: آزمایش دانه‌بندی و هیدرومتری ۲۶۸
- دریاچه ۱۱-۲: شفته آهکی و ساروج ۲۷۶
- دریاچه ۱۱-۳: زاویه ماند (angle of repose) ۲۹۴
- دریاچه ۱۱-۴: فرونشست زمین: پیامد بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌خانه‌های آبرفتی ۳۰۸
- دریاچه ۱۱-۵: کانی‌های رسی و خاک رسی ۳۱۰
- دریاچه ۱۱-۶: حدود آتبرگ (Aterberg's limits) ۳۱۲
- دریاچه ۱۱-۷: آنچه که یک زمین‌شناس باید در زمین‌های آبرفتی بررسی نماید ۳۱۹