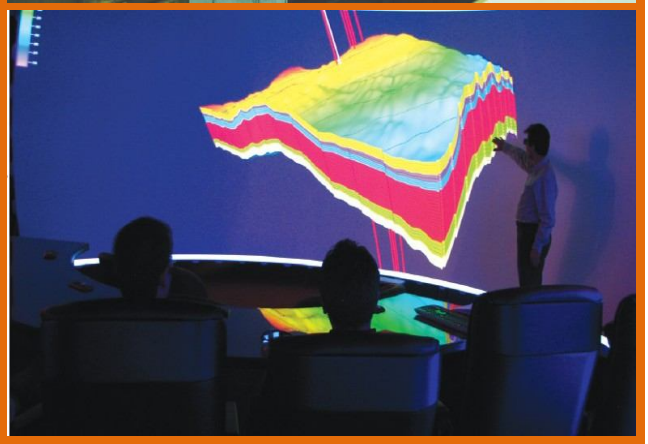
ویژه دانشجویان مهندسی اکتشاف نفت



دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

جزوه درس ژئوفیزیک ۱

بخش اول

مقدمه ای بر اصول ژئوفیزیک

گردآوری:

مهدی حسین پور

❖ بخش اول: مقدمه ای بر اصول ژئوفیزیک

- ✓ ۱-۱- تعریف ژئوفیزیک
- ✓ ۱-۲- طبقه بندی های مختلف علم ژئوفیزیک
- ✓ ۱-۳- انواع کانسار ها
- ✓ ۱-۴- پتانسیل نفتی مناطق و انواع تله های نفتی
- ✓ ۱-۵- روش های ژئوفیزیکی در اکتشافات نفت و انواع کانسارها

www.oilexploration.ir

مقدمه ای بر اصول ژئوفیزیک

۱-۱- تعریف ژئوفیزیک

ژئوفیزیک به معنی کلی علم تحقیق و تشریح زمین به وسیله روش های موجود در علم فیزیک است همانگونه که از نام آن پیداست دارای دو دیدگاه برای مطالعه می باشد یکی دیدگاه جسم و شیء که مرتبط با علوم زمین بوده و زمین را از نظر علم زمین شناسی و سنگ شناسی و ... مورد مطالعه قرار می دهد و دیگری از نظر علم تئوری بیش تر در فیزیک کلاسیک و فیزیک کاربردی منزلگاه دارد بدین منظور ارتباط نزدیکی بین علوم زمین و فیزیک احساس می شود که این ارتباط به نام ژئوفیزیک خوانده می شود.
با توجه به مطالب ذکر شده می توان دریافت که علم ژئوفیزیک زمین و محیط پیرامون آن را از دیدگاه فیزیکی مورد مطالعه قرار می دهد و خصوصیات فیزیکی زمین (مغناطیس ، شتاب ثقل و ...) را در نقاط مختلف اندازه گیری و نتایج حاصله را با یک دیگر مقایسه می کنند و با تعبیر و تفسیر اطلاعات بدست آمده بسیاری از ساختار های تحت الارضی زمین نمایان می گردد.

۲-۱- طبقه بندی های مختلف علم ژئوفیزیک

اگر چه حوضه مطالعاتی ژئوفیزیک بسیار گسترده بوده و شامل مطالعات در زمینه های علوم جوی و ستاره شناسی ، زمین شناسی ، لرزه شناسی ، ژئو الکتریک ، ژئومغناطیس ، گرانی سنجی ، آتشفشان شناسی و علوم دریایی می گردد اما به طور کلی آن را در دو شاخه ی عمده ژئوفیزیک جهانی و ژئوفیزیک اکتشافی مورد مطالعه قرار می دهند.

- ژئوفیزیک جهانی

در این شاخه از علم ژئوفیزیک به مطالعه لرزه خیزی ، میدان های گرانشی و مغناطیسی ، تحول گرمایی ، تغییر شکل زمین و همچنین مطالعه فرآیندهای فیزیکی اتمسفر می پردازد. به طور کلی می توان چنین مطرح نمود که ژئوفیزیک جهانی با فرآیند های درونی و بیرونی تاثیر گذار بر سیاره زمین سرو کار دارد.

- ژئوفیزیک اکتشافی

در این بخش با بهره گیری از روش های گوناگون به شناسایی لایه های کم عمق زمین جهت پی جویی و اکتشاف منابع انرژی و معدنی زمین می پردازد.

نکته: البته ممکن است اینگونه استدلال شود که ژئوفیزیک بایستی تمام علومی را که به نام زمین شناسی ، اقیانوس شناسی و ستاره شناسی است را شامل شود اما این امر صحت نداشته زیرا این علوم ارزشمند دارای بیشینه مطالعاتی بسیاری در گذشته بوده اند و به عنوان زمینه های مطالعاتی جداگانه پایه گذاری شده اند.

بسیاری از این تقسیم بندی ها در ارتباط نزدیک با یک دیگر بوده و در کنار یک دیگر قرار دارند به گونه ای که در بررسی های ژئوفیزیکی برای تعیین محل دقیق یک ساختار ممکن است چندین روش متفاوت بکار گرفته شود به عنوان نمونه با استفاده از گاز رادون پراکنده شده در هوا و یا موجود در رود ها می توان به نهشته های اورانیوم پی برد و یا مشاهده گاز رادون در چاه های آب که احتمالا به علت آزاد سازی این گاز از سنگ های در حین تشکیل ترک در آنهاست می تواند نشان دهنده بروز زلزله باشد.

تقاضای مداوم و فزاینده ی انواع فلزات و افزایش زیاد مصرف نفت و گاز طبیعی در طول پنجاه سال گذشته باعث توسعه بسیاری از تکنیک های ژئوفیزیکی با دقت زیاد برای آشکار سازی و نقشه برداری نهشته ها وساختار های غیر قابل رویت شده است و با توسعه وسایل الکترونیکی در تجهیزات صحرایی و کاربرد وسیع حسابگرهای رقمی در تحلیل داده های ژئوفیزیکی منجر به پیشرفت سریع تکنیک ها در دهه های گذشته شده است. این امر منجر شده تا زمینه و دامنه ی علم ژئوفیزیک در اکتشاف منابع طبیعی زمین از قبیل اکتشاف نفت ، اکتشاف کانسارها و اکتشاف سفره های آب زیر زمینی و ... روز به روز گسترده تر شود و نیاز روز افزون جوامع بشری به این منابع ارزشمند جایگاه ویژه ای را به علم ژئوفیزیک بخشیده است.

ژئوفیزیک را در جست و جو برای کانی ها ، نفت و گاز طبیعی را عموما به روش های اکتشافی زیر تقسیم می کنند:

- ✓ روش گرانی یا گرانی سنجی
- ✓ روش مغناطیس سنجی
- ✓ روش الکتریکی
- ✓ روش الکترو مغناطیسی
- ✓ روش رادیو اکتیو
- ✓ روش لرزه ای
- ✓ چاه نگاری
- ✓ روش های شیمیایی ، گرمایی و سایر روش های گوناگون

واضح است که برخی شرایط زمین شناسی عموما با کانی های فلزی و بقیه با نفت و گاز در ارتباط هستنداز این رو شناخت انواع کانسارها و محل های تشکیل آن ها و همچنین آشنایی با ساختارهایی که امکان تجمع نفت و گاز در آن ها وجود دارد امری ضروری است.
کانسارها معمولا در مناطقی یافت می شوند که در آنجا فعالیت آذرین شدید روی داده و پس از آن ممکن است تحت فرآیند های دگرگونی قرار گرفته و یا نگرفته باشندو نهایتا فرسایش کافی این نهشته ها را به نزدیکی سطح زمین کشانده تا قابل کشف و بهره برداری باشند بنابر این طبیعی است که اکتشاف کانسار ها در مناطقی صورت می گیرد که برای ایجاد کانسار مورد نظر مناسب باشد.

۳-۱- انواع کانسار ها

کانسارها به سه دسته کانسارهای ماگمایی ، کانسارهای رسوبی و کانسارهای دگرگونی تقسیم می شوندکه هر یک دارای شرایط ویژه و منحصر به فرد اند.

❑ کانسارهای ماگمایی

این کانسارها نتیجه کانی سازی مستقیم و یا غیر مستقیم از توده ماگمایی می باشند. ماگما پس از تشکیل در جای خود باقی نمی ماند و در اثر عوامل مختلف به سمت بالا حرکت کرده و از طریق شکاف های موجود با سنگ های اطراف خود تماس پیدا کرده بنا براین ترکیب ماگما پیوسته در حال تغییر است و همانطور ترکیب سنگ هایی که با ماگما در تماس بوده اند نیز دچار تغییر می گردد. حال بسته به این که کانی سازی در چه مرحله ای از ماگما باشد می توان انواع مختلفی از کانسارها را داشته باشیم.

✓ کانسارهای ماگمایی اولیه

ماگما پس از تشکیل به تدریج سرد شده و کانی هایی که دارای نقطه ذوب بالایی اند در ابتدای امر تشکیل شده و به دلیل وزن مخصوص بالا در اثر سنگینی به قسمت های پایین میرود.
کانسارهای کرومیت ایران و کانسارهای طلای ناحیه ی آستانه در حوالی شازند اراک جزء کانسارهای ماگمایی اولیه هستند.

✓ کانسارهای پگماتیتی

پس از پایان یافتن مرحله ی ماگمایی اولیه که کانی های با دمای ذوب بالا از ماگما جدا شده اند ، ماگما برخی از عناصر خود را از دست داده اما همچنان حاوی عناصر زیادی می باشد. این محلول باقی مانده به سمت بالا رانده می شود و شکستگی ها و فضاهای خالی سنگ را پر می کند بدین صورت کانسارهای پگماتیتی را به وجود می آورد.
کانی هایی چون کوارتز ، فلدسپات و میکا جزء این دسته از کانی ها محسوب می شوند.

✓ کانسارهای پنوماتولیتیکی

در آخرین مرحله از کانسارهای ماگمایی محلول باقی مانده مخلوط مذاب درهمی از مواد مختلف است که بخش عمده آن را گازها و بخارات تشکیل می دهند که ابتدا بخش گازی این مخلوط جدا شده که کانسارهای پنوماتولیتیکی را تشکیل می دهد و محلول باقی مانده سیال نسبتا داغ است که در مرحله آخر کانسار های گرمابی را به وجود می آورد.
البته ممکن است بخش گازی در اعماق زمین از ماگما جدا شود که به آن کانسارهای پنوماتولیتیکی نفوذی می گویند و اگر در سطح زمین جدا شوند کانسارهای پنوماتولیتیکی خروجی گویند که هر یک از نظر اقتصادی حائز اهمیت اند.
کانسارهای بسیاری از فلزات نظیر طلا ، نقره ، مس ، جیوه ، روی ، سرب و ... عمدتا بدین طریق تشکیل می شوند.
برخی مواد غیر فلزی نیز نظیر باریت و آزبست به همین نحو تشکیل می گردند.

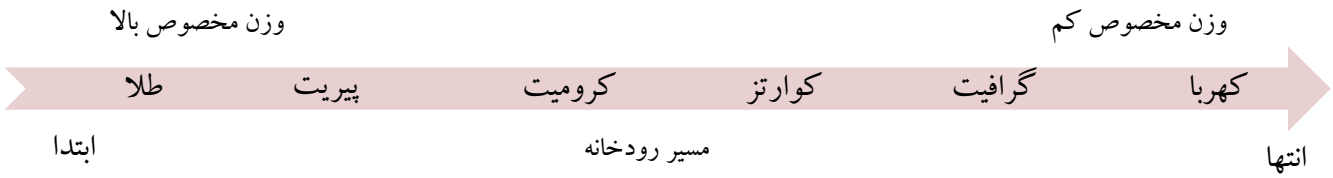
✓ کانسارهای گرمابی

آخرین مرحله از انجماد ماگما بوده و آنچه باقی مانده محلول کم و بیش داغی است که حاوی مقادیر زیادی کانی بوده که به آن محلول گرمابی (هیدروترمال) می گویند. این محلول با عبور از فضاهای خالی و شکاف های سنگ ها کانی های خود را بر جای می گذارد و بدین ترتیب رگه های معدنی را به وجود می آورند.
بخش عمده ای از کانسارهای سرب و روی در ایران بدین گونه اند.

❑ کانسارهای رسوبی

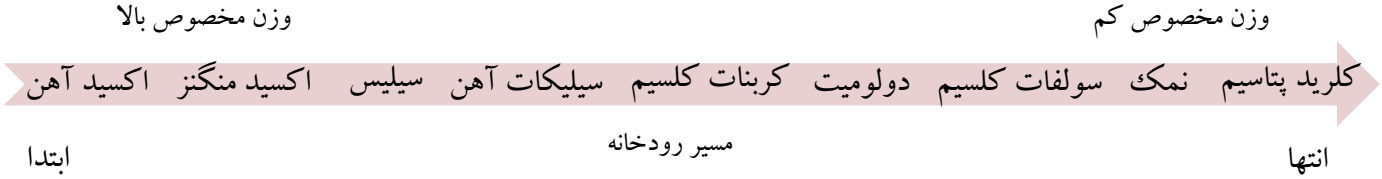
✓ کانسارهای رسوبی آواری

تشکیل اینگونه کانسار ها بدین گونه است که ذرات مختلف در قسمت های مختلفی از مسیر رودخانه رسوب می کند. در زیر می توان انواع کانسار های رسوبی را براساس وزن مخصوص در مسیر رودخانه نهشه شده اند را مشاهده نمود.



✓ کانسارهای رسوبی تبخیری و شیمیایی

بر اساس میزان انحلال پذیری در ابتدای رودخانه اکسید های آهن و منگنز را به دلیل آنکه هم محلول اند مشاهده می شود و در قسمت های بعدی بقیه مواد بر حسب حلالیت و محلول بودنشان قابل رویت اند.



نکته: رسوب مواد در دریا ها به دلایل شیمیایی و رسیدن درجه اشباع و تبخیر زیاد نیز صورت میگیرد.

✓ کانسارهای ناشی از فعالیت های حیاتی

نتیجه فعالیت گیاهان و موجودات میباشد مانند کانسارهای آهک که از اجتماع پوسته آهکی جانداران است و فسفات و سوخت های فسیلی نظیر زغال سنگ.

✓ کانسارهای ناشی از هوازدگی

کانسار بوکسیت مثال بارز اینگونه کانسارها است به گونه ای که سنگ حاوی سیلیکات آلومینیوم بر اثر هوازدگی خرد شده و مواد محلول آن بر اثر بارندگی از محیط خارج شده ولی مواد نا محلول و کم محلول آن برجای می ماند و به تدریج به میزان آن افزوده خواهد شد که نتیجه ی این امر تشکیل بوکسیت است که یکی از مواد اولیه در تهیه فلز آلومینیوم محسوب می شود.

❑ کانسارهای دگرگونی

این کانسارها بر اثر فعالیت های دگرگونی از سنگ های دیگر مشتق می شود. از بارزترین این کانسارها می توان به کانسارهای گرافیت که نتیجه دگرگونی زغال سنگ است اشاره نمود همچنین کانسار مرمر از دگرگونی سنگ آهک شامل می شود.

انتخاب تکنیک یا تکنیک هایی برای تعیین محل یک کانی به خصوص ، با طبیعت آن کانی و سنگ های اطراف آن ارتباط دارد. گاهی اوقات ممکن است این روش نشانه مسقیمی از وجود کانی مورد نظر در اختیار قرار دهد مانند مواقعی که روش مغناطیسی برای یافتن کانه های مغناطیسی از آهن یا نیکل به کار می رود. در موار دیگر یک روش

ممکن است تنها نشانه ای از مناسب بودن شرایط برای حضور کانی مورد نظر را ارائه دهد. به عنوان مثال روش مغناطیسی در اکتشاف نفت غالبا به عنوان وسیله شناسایی در تعیین عمق پی سنگ آذرین بکار می رود تا معلوم شود کجا رسوبات به اندازه کافی ضخیم هستند که اکتشاف نفت تضمین شود.

۴-۱- پتانسیل نفتی مناطق و انواع تله های نفتی

پتانسیل نفتی مناطق

در اکتشاف نفت مناطق از نظر پتانسیل نفتی را به سه گروه تقسیم می نمایند

۱- مناطق غیر محتمل
۲-مناطق محتمل
۳- مناطق شناخته شده و اثبات شده

❑ مناطق غیر محتمل

مناطقی که امکان وجود نفت در این مناطق نیست مانند:

- ✓ مناطقی که از سنگ های آذرین تشکیل شده اند
- ✓ مناطق متامرفیسم و متامرفیک
- ✓ مناطقی که دارای رسوبات آنان فاقد مواد آلی است
- ✓ مناطق بسیار قدیمی مربوط به کامبرین و قبل از آن به علت محدودیت اورگانیسم های زنده

❑ مناطق محتمل

مناطقی اند که رسوبات دریایی در آنها شناخته شده و عواملی که در مناطق غیر محتمل ذکرشد در اینجا رویت نشده است اما به دلیل فعالیت های اکتشافی کم و ... به طور قاطع تایید نشده اند. مانند مناطق عمیق اقیانوس اطلس و هند.

❑ مناطق شناخته شده و اثبات شده

شرایط مناسب ساختمانی ، چینه ای و حفاری های متعدد باعث شناخت دقیق آن منطقه شده است مانند حوزه زاگرس در جنوب و جنوب غرب کشور
در مناطق محتمل و شناخته شده ، شناخت ساختارهای نفتی امری است که توسط مطالعات ژئوفیزیکی میتوان آن را آشکار سازی نمود. از جمله این ساختار های نفتی که امکان تجمع اقتصادی نفت در آنها فراهم می گردد به شرح زیر است.
نکته: به دلیل گسترده بودن این بحث و خارج بودن آن از محدوده این جزوه سعی بر آن شده مطالب به طور مختصر و کلی ذکر گردد.

نفتگیرها

نفتیگیرها به طور کلی چهار گروه اصلی طبقه بندی می شود:

۱) نفتگیرهای ساختمانی
۲) نفتگیرهای چینه ای
۳) نفتگیرهای هیدرودینامیک
۴) نفتگیرهای مرکب

✓ نفتگیرهای ساختمانی (Structural Traps)

شکل هندسی موجود در این گونه نفتگیرها به تغییرات بعد از رسوبگذاری در مخزن مانند چین خوردگی و گسل خوردگی بستگی دارد. این نوع نفتگیرها خود به دو دسته چین خورده و گسلی تقسیم می شوند.

✓ نفتگیرهای چینه ای (Stratigraphic Traps)

شکل گیری این نوع از نفتگیرها ، مدیون تغییرات لیتولوژیکی است. تغییر در لیتولوژی در طی رسوبگذاری صورت می گیرد ، مانند تغییر رخساره در رسوبات کانال های رودخانه ای و یا ریف ها و یا ناشی از تغییرات بعد از رسوبگذاری است ، نظیر فرسایش رسوبات و یا تغییرات دیاژنزی آنها.
تعیین موقعیت نفتگیرهای چینه ای به مراتب مشکل تر از نفتگیرهای ساختمانی است چرا که این نوع نفتگیرها به راحتی بوسیله مطالعات لرزه ای آشکار نمی شوند و همچنین فرآیندهایی که در تشکیل آن ها دخالت دارند عموماً خیلی پیچیده هستند.
این دسته از نفتگیرها خود به دو دسته نیز تقسیم می شوند:

۱- نفتگیرهایی که ارتباطی به سطوح ناپیوستگی ندارند
۲- نفتگیرهایی که همراه ناپیوستگی ها می باشند

✓ نفتگیرهای هیدرودینامیکی (Hydrodynamic Traps)

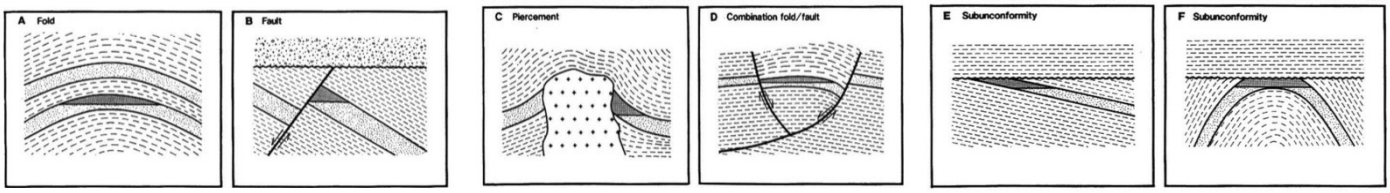
در این نوع نفتگیرها حرکت رو به پایین آب مانع از حرکت رو به بالای نفت و گاز می شود. نفتگیرهایی که صرفاً هیدرودینامیکی باشند بسیار کمیاب اند ولی تعدادی از نفتگیرها هستند که در واقع نتیجه ترکیب نیروهای هیدرودینامیکی و عوامل ساختمانی و چینه ای است.

تله های صرفاً هیدرودینامیکی بسیار نادرند اگر چه میدان هایی وجود دارند که در آن ها سطح تماس آب و نفت به صورت کج شده است و به تله افتادن نفت تحت تاثیر ترکیبی از عوامل ساختمانی و نیرو های هیدرودینامیکی است.
جریان هیدرودینامیکی عموماً با فشار مخزن در طول یک میدان تعیین می شود.
تشخیص وضعیت سطح تماس آب و نفت در یک میدان بسیار با ارزش است.

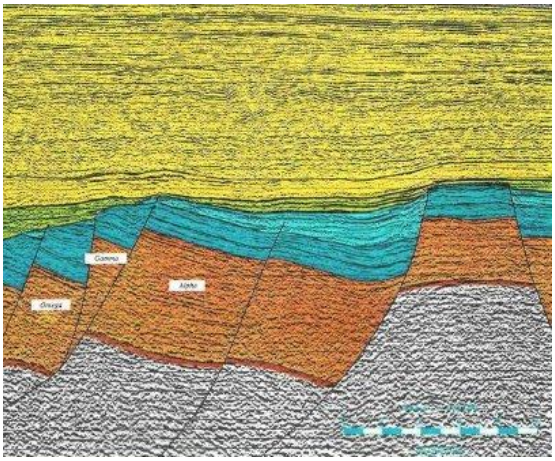
✓ نفتگیرهای مرکب (Combination Traps)

نفتگیرهای مرکب نفتگیرهایی هستند که از ترکیب دو یا چند نوع نفتگیر بوجود آمده اند. راه های متفاوتی برای تشکیل این نوع نفتگیرها وجود دارد. نفتگیرهای مرکب می توانند ناشی از ترکیب عوامل ساختمانی و چینه ای ، ساختمانی و هیدرودینامیکی ، چینه ای و هیدرودینامیکی و غیره باشد.
به طور مثال زمانی که باریک شدگی لایه نفوذ پذیر به طرف بالا در یک مخزن ایجاد شود و این ساختمان با یک گسل ، قطع شود یک نفتگیر مرکب ایجاد می شود.

در اشکال زیر می توان انواع نفت گیرهایی که موجبات به تله افتادن مواد هیدروکربوری را فراهم می آورد مشاهده نمود.



شکل ۱-۱ انواع تله های نفتی



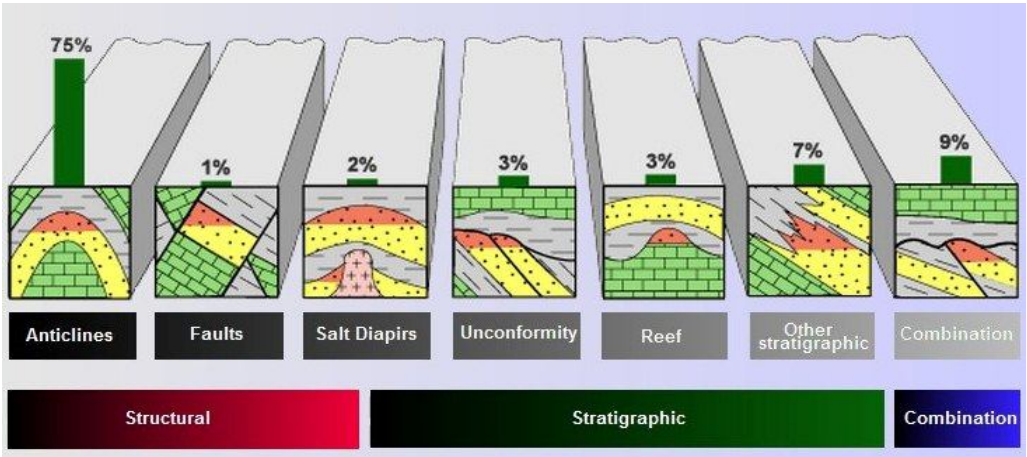
شکل ۲-۱ مقطع لرزه ای از نفتگیرهای گسلی

مقایسه اهمیت نفتگیرها:

مقدار نفت در انواع مختلف نفتگیرها بسیار متفاوت است. میدان عظیم نفتی (giant oil field)آن هایی هستند که دارای بیش از ۵۰۰ میلیون بشکه ذخایر قابل بازیافت می باشند. نفتگیرهای تاقدیسی حاوی ۷۵٪ از نفت میدان های عظیم شناخته شده جهان هستند. نفتگیر های مرتبط با گسل فقط ۱٪ و نفتگیرهای مرتبط با گنبدهای نمکی ۲٪ نفتگیرها را شامل می شوند و تنها ۱۳٪ نفت های شناخته شده دنیا از نفتگیرهای چینه ای و ۹٪ نیز در نفتگیر های مرکب قرار دارند.

این درصدها تنها متعلق به ذخایر شناخته شده است و شامل تمام ذخایر واقعی موجود در زیرزمین نیست. بنابراین ، این درصدها نشان دهنده توانایی انسان در پیدا کردن نفت است.

پیدا کردن نفتگیرهای تاقدیسی به مراتب آسان تر از سایر نفتگیرها از جمله نفتگیرهای چینه ای است.



شکل ۳-۱ مقایسه نفتگیر ها بر اساس میزان گسترش آنها

همانگونه که قبلا گفته شد ژئوفیزیک به منظور اکتشاف کانی ها ، نفت و گاز از روش هایی چون گرانی سنجی ، مغناطیس سنجی ، الکتریکی ، رادیواکتیویته و ... استفاده می شود که برای آشنایی با این روش ها به شرح مختصری از آن ها خواهیم پرداخت.

۵-۱- روش های ژئوفیزیکی در اکتشافات نفت و انواع کانسارها

در این قسمت به مطالعه و شرح مختصری از روش هایی خواهیم پرداخت که با استفاده از مشخصات فیزیکی مختلف زمین بتوان منابع نفتی و معدنی را جست و جو کرد.
در روش های مختلف ژئوفیزیکی که آنها را بررسی خواهیم کرد می توان وجود تاقدیس ها ، ناودیس ها و گسله ها و در نتیجه ، احتمال وجود نفت را بررسی کرد. همچنین به کمک این تجسسات می توان سفره های آبی را مشخص ساخت.

✓ روش مغناطیس سنجی

این روش در اکتشاف معادن فلز در حد وسیعی به کار گرفته می شود و مغناطیس سنجی این امتیاز را دارد که بکارگیری آن آسان و تغییر کیفیت در آن ساده می باشد.
برای اندازه گیری میدان مغناطیسی زمین نیاز به دستگاه مغناطیس سنج می باشد و کانسارهای به شدت مغناطیسی منجر به تغییر میدان مغناطیسی می گردد حال با توجه به آنکه کانسنگ آهن از کانی ماگنتیت تشکیل شده است و به دلیل خاصیت مغناطیسی ماگنتیت با استفاده از روش مغناطیس سنجی کانسارهای آهن قابل پی جویی می باشد.
هدف مهم در اکتشاف کانسار آهن همین ماگنتیت بوده البته ماگنتیت کانی فرعی سایر کانسنگ ها مانند کانسارهای ماگمایی و دگرگونی نیز می تواند باشد.
پیروتیت نیز اغلب مغناطیسی است این کانی اغلب با کانسنگ های سولفیدی همراه است و به عنوان ردیاب برای بعضی از کانسارهای مس ، نیکل و طلا محسوب می گردد.
نکته: روش مغناطیسی در اکتشاف نفت غالبا به عنوان وسیله شناسایی در تعیین عمق پی سنگ آذرین به کار می رود تا معلوم شود کجا رسوبات به اندازه کافی ضخیم هستند که اکتشاف نفت تضمین شود.

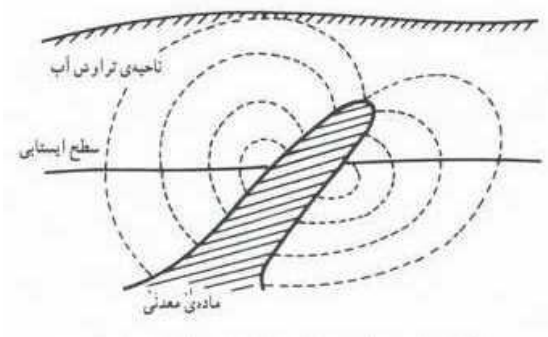
✓ روش الکتریکی

روش های الکتریکی متعددی در مطالعات ژئوفیزیکی بکار گرفته می شود از جمله روش منحنی های هم پتانسیل و روش مقاومت مخصوص که روش های ساده ای بشمار میروند.
روش های الکتریکی در اعماق کم موثر بوده وبه ندرت ممکن است عمق تاثیر آنها به ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر برسد. از این رو این روش ها بیشتر در کانسارهای فلزی مورد استفاده قرار می گیرند.

روش پتانسیل خود زا

در این روش اختلاف پتانسیل که به طور طبیعی بین دو نقطه از سطح زمین وجود دارد اندازه گیری می شود.
درباره منشا پتانسیل خودزا نظریه های مختلفی ابراز شده است. بسیاری از نظریه ها عامل پتانسیل خودزا را اکسیده شدن قسمت هایی از ماده معدنی می دانند که در بالای سطح آب زیر زمینی واقع است. طبق این نظریه هرگاه یک توده معدنی به طریقی قرار گرفته باشد که بخشی از آن زیر سطح آب زیر زمینی و بخش دیگر آن بالای سطح آب زیر زمینی قرار گرفته باشد. قسمت بالای معدن به علت وجود هوا و آب سطحی به شدت اکسیده شده و قادر به جذب الکترون می شود ولی قسمت پایینی به حالت احیایی است و از خود الکترون صادر می کند. البته با این نظریه می توان

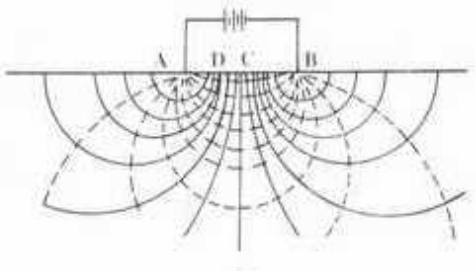
کانسارهای معدنی سولفوره را توصیف کرد.
اندازه گیری پتانسیل خودزا در سطح زمین به وسیله یک میلی ولت متر حساس متصل به دو الکترود انجام می گیرد. الکترود ها معمولا از میله های مسی که در داخل محلول سولفات مس قرار دارند و یا از میله پلاتین واقع در محلول کلرید پتاسیم تشکیل می شود. هنگام کار باید الکترود ها را ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر در داخل زمین فرو کرد.



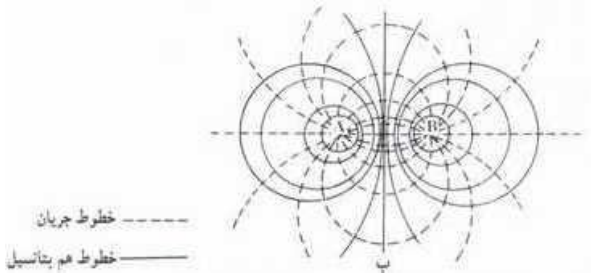
شکل ۴-۱ ایجاد پتانسیل خودزا طبق نظریه اکسیداسیون

روش های منحنی هم پتانسیل

اساس این روش نیز بر تعیین پتانسیل نقاطی است که دارای پتانسیل یکسان باشند. در این روش یک ولتاژ خارجی به وسیله دو الکترود که معمولا یکی از الکترود ها از جنس فولاد که در زمین فرو رفته و به داخل زمین اعمال می شود. حال اگر مواد موجود در داخل زمین همجنس باشند منحنی های هم پتانسیل دارای شکل منظم خواهد بود.



شکل ۵-۱ منحنی های هم پتانسیل دارای شکل منظم و نشان دهنده هم جنس بودن مواد موجود در داخل زمین



شکل ۶-۱ منحنی های هم پتانسیل دارای شکل نامنظم و نشان دهنده هم جنس نبودن مواد موجود در داخل زمین

روش مقاومت مخصوص نیز مشابه منحنی های هم پتانسیل است. با این روش عمق طبقاتی که دارای آنومالی از نظر هدایت الکتریکی اند مشخص می گردد و شکل توده نیز تا حدودی مشخص می شود. در این روش از طریق اندازه گیری مقاومت مخصوص که درواقع مقاومت مخصوص ظاهری است تعیین می شود.
روش پلاریزاسیون القایی در اکتشاف کانسارهای سولفوره کاربرد دارد. این روش مشابه روش مقاومت مخصوص بوده است.

✓ روش رادیواکتیویته

بعضی از عناصر که دارای عدد اتمی بزرگ هستند(اتم های سنگین) و یا بعضی از عناصر دیگر که هسته ی آنها

خود به خود متلاشی می شود ، از خود اشعه یا پرتوهای α، β ، γ خارج می کنند. به این عناصر ، عناصر رادیواکتیو یا پرتوزا می گویند و این خاصیت آن ها را رادیواکتیوی یا پرتوزایی نام دارد.

در بسیاری از سنگ های معدنی نظیر سنگ های آذرین ، رسوبی و دگرگونی ، همچنین در آب چشمه ها ، نفت خام و زغال سنگ مقادیر جزئی مواد ر ادیواکتیو وجود دارد. به عنوان مثال میزان رادیواکتیویته بازالت و گرانیت با یک دیگر متفاوت است. در جدول زیر میزان رادیواکتیو در برخی از مواد قابل رویت می باشد.

ردیف	جسم	اورانیوم	توریوم
۱	آهک	۱/۳ گرم در تن	۱/۱ گرم در تن
۲	نفت	۱۰۰ گرم در تن	
۳	گرانیت	۳ تا ۵ گرم در تن	۱۳ گرم در تن
۴	بازالت	۰/۹ گرم در تن	۴/۲ گرم در تن
۵	رسوبات مختلف	حدود ۱گرم در تن	۵ تا ۱۲ گرم در تن

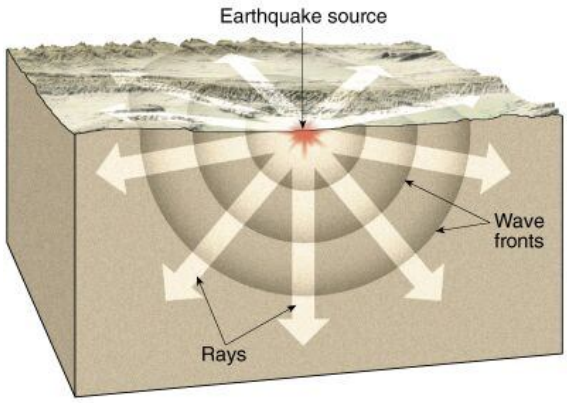
جدول ۱-۱ میزان مواد رادیواکتیو در برخی از مواد

در اکتشافات ژئوفیزیکی تنها اشعه γ قابل تشخیص است زیرا اشعه α، β از طریق هوا یا خاک یا سنگ و یا کانسارها جذب شده و اشعه به خارج نفوذ نمی کند اما اشعه γ به علت انرژی زیاد خود می تواند اجسام را یونیزه نماید.
معروف ترین وسایل جهت اندازه گیری خاصیت رادیواکتیویته و شدت آن عبارت اند از شمارشگر گایگر مولر و شمارشگر سینتلاسیون.

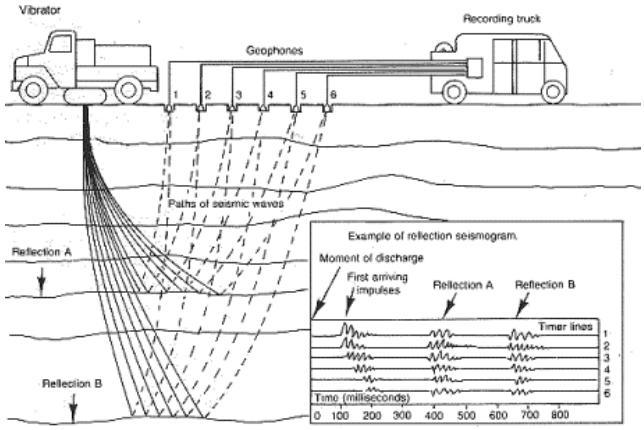
✓ روش های لرزه ای

در روش های لرزه ای بدین صورت عمل می شود که در نقطه ای موسوم به چشمه ی موج ، امواج لرزه ای تولید شده که این امواج می تواند بر اثر شکستگی پوسته زمین ایجاد گردد و از سطح شکستگی در جهات مختلف امواج لرزه ای منتشر شود. این امواج توسط لرزه نگار ها و شتاب نگارها در ایستگاه های موجود ثبت می شوند و در غالب لرزه شناسی زمین لرزه ها در علم زلزله شناسی مورد مطالعه قرار می گیرند.
در حالتی دیگر امواج لرزه ای به صورت مصنوعی تولید شده و قابل کنترل می باشد. امواج تولید شده به درون زمین فرستاده شده و انعکاس و یا انکسار این امواج در طبقات داخلی زمین ، در نقاطی دیگر توسط گیرنده ها دریافت و ثبت می شوند. این روش یکی از مهم ترین روش ها در اکتشافات منابع نفتی و انواع ساختار های تحت الارضی می باشد و با نام لرزه شناسی اکتشافی مورد مطالعه قرار می گیرد.
لرزه شناسی اکتشافی در بررسی های عمقی در اعماق بیشتر از ۱۵۰ کیلومتر مورد استفاده قرار میگیرد اما در اعماق کمتر نیز می توان از آن استفاده نمود به گونه ای که قادر به آشکار سازی عوارض کوچک چند ده متری و یا کوچکتر نیز می باشند.
هدف از اکتشاف لرزه ای کسب اطلاعات در مورد سنگ ها به ویژه وضع رفتاری لایه ها از روی زمان های ورود دریافتی و تا حد محدودی از روی تغییرات دامنه و فرکانس است.

این روش ها در فصل های بعدی به طور کامل تشریح می گردند.



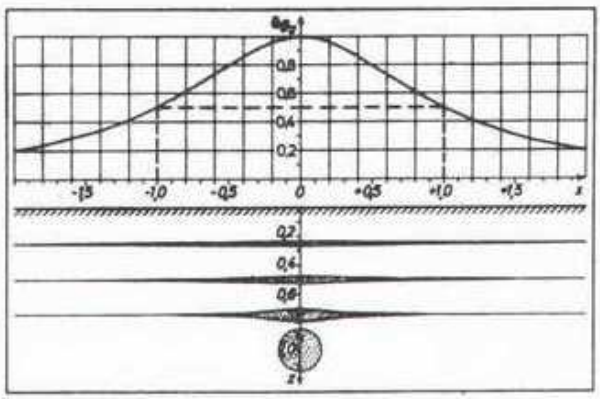
شکل ۷-۱ امواج لرزه ای تولید شده در پوسته ی زمین به واسطه شکستگی در پوسته



شکل ۸-۱ لرزه نگاری اکتشافی و چشمه های مصنوعی تولید امواج لرزه ای

✓ روش گرانی سنجی

مبنای این روش اختلاف وزن مخصوص مواد معدنی و سنگ های اطراف آن است که سبب می شود شتاب جاذبه در سطح زمین و بالای ماده مزبور از شتاب عادی جاذبه بیش تر یا کمتر گردد (بسته به اینکه وزن مخصوص ماده معدنی از سنگ های اطراف بیشتر یا کم تر باشد) در این حالت گفته می شود ناحیه مزبور دارای آنومالی مثبت یا منفی است. بدین ترتیب با اندازه گیری شتاب جاذبه می توان تا حدودی به جنس مواد موجود در زیر ایستگاه های اندازه گیری پی برد.



شکل ۹-۱ آنومالی شتاب جاذبه

بخش دوم: زمینلرزه و امواج لرزه ای

www.oilexploration.ir