

منبع: مقاله آقای دکتر مهدی علوی با عنوان «چینه‌شناسی ناحیه‌ای کمربند چین‌خورده رورانده زاگرس و تکامل پیشانی حوضه آن»

(Regional Stratigraphy of the Zagros Fold - Thrust Belt of IRAN and its Proforeland Evolution)

که توسط مجله علوم آمریکا (American Journal of Science) در

تاریخ ۲۰۰۴ منتشر گردیده است.

نامتعادل به دلیل فرسایش و عملکرد تکتونیک در قسمت‌های داخلی خشکی زایسی طی دوره پالتوسن تا ائوسن میانی می‌باشد که این خود منتج از نیروهای متأثر از جنوب غرب درگسل‌های رورانده طی زمان ائوسن میانی تا پایانی است.

بالاخره آخرین مگاسکانس Proforeland (XI) در طول پیشروی به سمت جنوب غرب گسل‌های رورانده، طی زمان الیگوسن تا عهد حاضر می‌باشد. ■

تورنین پایانی تا عهد حاضر، مشتمل بر سه مگاسکانس (IX, X, XI) با رخساره مختلف است.

مگاسکانس قاعده (IX) که نتیجه رورانده‌گی و انباشت افیولیت‌های پوسته اقیانوسی نئوتتیس لبه فعال (Afro-Arabian) بر روی حاشیه صفحه ایران بوده است.

مگاسکانس حوضه Proforeland بعدی (X) بر اثر کاهش فعالیت‌های تکتونیک و عملکرد لیتوسفر



# روش‌های مختلف لرزه‌نگاری

احسان ذبیحی نائینی - دکتر حسن گل شیرازی

(قسمت اول)

زمین‌شناسی، مخزن و محاسباتی، مجموعه‌ای قدرتمند را برای فائق آمدن بر این مشکلات فراهم ساخته‌اند که البته تا رسیدن به هدف نهایی و استفاده صددرصدی از داده‌ها، راه زیادی باید طی شود. طی دهه‌های گذشته پیشرفت‌های چشمگیری در تکنیک‌های لرزه‌ای صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به چشمه‌های انرژی، گیرنده‌های بسیار حساس، سیستم‌های ثبت داده‌های خشکی، دریا و چاه با قدرت تفکیک بالا، رایانه‌های با قدرت و سرعت پردازش بسیار زیاد، نرم‌افزارهای قدرتمند و حجم بالای حافظه و... نام برد. پیشرفت‌های تکنولوژی لرزه‌نگاری از سال ۱۹۵۶ که روش نقطه میانی مشترک (Common Midpoint Shooting) معرفی شده در جدول (۱) آورده شده است.

دانشمندان علم اقتصاد و انرژی دریافته‌اند که یک رابطه مستقیم میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی در طول چهاردهه اخیر وجود داشته است، به طوری که مصرف انرژی (به ویژه نفت) را به عنوان نیروی محرکه اقتصاد در هر منطقه تعریف کرده‌اند. بنابراین می‌توان گفت که انقلاب محاسباتی الکترونیکی در دهه‌های گذشته باعث شده تا مراحل پردازشی همچون Seismic inversion, 3D Prestack depth migration, 3DAVO&DMO, ...

## مقدمه

ارتباط مستقیم رشد اقتصادی یک کشور با مقدار مصرف انرژی بر هیچ کس پوشیده نمی‌باشد. نفت حیاتی‌ترین منبع انرژی و عامل اصلی تعیین‌کننده توسعه جهانی است. با پیشرفت صنعت، بر اهمیت عملیات اکتشاف و استخراج از مخازن هیدروکربوری نیز روز به روز افزوده می‌شود و همچنین تدابیر خاصی برای بهره‌برداری از مخازن باریسک بالا که در مناطق زمین‌شناسی پیچیده وجود دارند، اتخاذ خواهد شد. مشکلاتی که تاکنون پیش روی صنعت اکتشاف بوده، شامل، آشکارسازی قدرت تفکیک سکانس‌های ماسه- لایه شیل به ضخامت کم، توزیع گسل‌ها، اندازه و شکل فرورافتادگی و آشکارسازی و توصیف شکستگی نواحی، ناهمگنی میکروسکوپی و ماکروسکوپی سنگ‌ها، به تصویر کشیدن نواحی نمکی و مقاطع زیر آنها و همچنین آشکارسازی مقاطع زمین‌شناسی پیچیده تحت الارضی (Volcano, Karst, Deep Water, Gas Chimney) و پیش‌بینی تخلخل آن، بوده است که می‌توان آنها را به دو دسته تقسیم کرد:

- ۱) مشکلات ساختمانی موجود در طبیعت
  - ۲) مواردی که به مخزن مربوط هستند
- تکنیک‌های ژئوفیزیکی به همراه تکنولوژی‌های پتروفیزیکی،

که نیاز به حافظه‌های بالا دارند در محیط‌های جذاب و موردپسند کاربر (user friendly) امکان پذیر شود.

## ۲) چشمه‌های لرزه‌ای و طیف لرزه آکوستیک:

بیشتر چشمه‌های لرزه‌ای امواج فشارشی که چشمه اصلی در عملیات لرزه‌نگاری است، تولید می‌کنند. انواع گوناگون چشمه‌های لرزه‌ای وجود دارد که برحسب مقدار انرژی و ماهیت فرکانسی طبقه‌بندی می‌شوند. در حالت کلی چشمه لرزه‌ای دارای محتوای فرکانسی از یک تا چند هرتز است. علاوه بر چشمه‌های لرزه‌ای، چشمه‌های مختلف آکوستیکی (از جمله امواج صوتی در آب یا هوا) که در عملیات لرزه‌نگاری دریایی مفید هستند، نیز وجود دارند. طیف لرزه/آکوستیکی این چشمه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

پارامترهای زیادی برای انتخاب نوع چشمه لرزه‌نگاری در یک عملیات دخیل هستند. مشکل اصلی تشخیص سیگنال لرزه‌ای بازتابی است که در اثر عبور از زمین تضعیف شده و انواع نوفه‌ها به آن اضافه شده‌اند.

### ۱-۲- چشمه‌های انفجاری

در خشکی چشمه‌های انفجاری در چاه‌های کم عمق تعبیه می‌شوند تا هم از جفت‌شدگی چشمه و زمین اطمینان حاصل‌شود و هم صدمات سطحی کمتر باشد. چشمه‌های انفجاری در دریا مشکلی به نام Bubble effect ایجاد می‌کنند که باعث کاهش کیفیت داده‌های ثبت شده می‌شود.

چشمه‌های انفجاری، ارزان قیمت و از دیدگاه لرزه‌ای مناسب و دارای طیف وسیع فرکانسی می‌باشند اما مشکلاتی همچون اخذ مجوز و مشکلات حمل و نقل را نیز همراه دارند. همچنین چشمه‌های انفجاری دارای مشخصه لرزه‌ای تکرارپذیر نیستند.

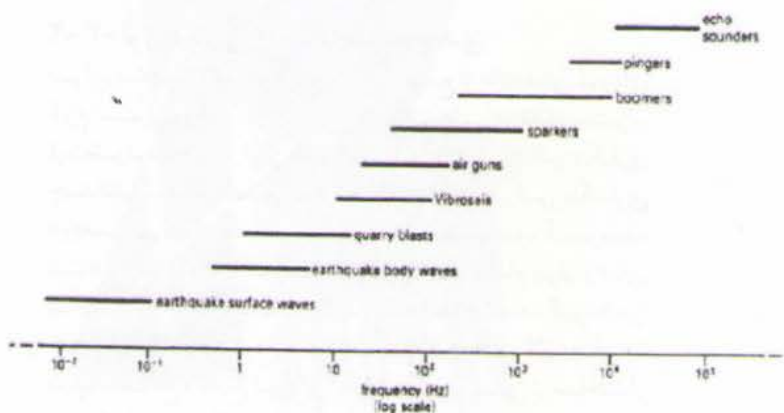
### ۲-۲- چشمه‌های غیر انفجاری

پر طرفدارترین چشمه غیر انفجاری در عملیات لرزه‌نگاری خشکی vibroseis است. Vibroseis سیگنالی با طول زمانی چند تا چند ده ثانیه و محدوده فرکانسی ۱۰ تا ۸۰ هرتز تولید می‌کند. به منظور افزایش نسبت سیگنال به نوفه و کوتاه کردن طول پالس، لرزه‌نگاشت ثبت شده را با سیگنال اصلی vibroseis کاروله می‌کنند. vibroseis سریع و سیگنال تکرارپذیر دقیقی دارد.

در عملیات لرزه‌نگاری دریایی چندین نوع چشمه که هر کدام سطح انرژی و محتوای فرکانسی خاص خود را دارند در دسترس هستند. Air gun چشمه‌ای است که هوای فشرده شده (۱۰-۱۵ Mpa) را از طریق یک پیستون به درون آب رها می‌کند (شکل ۲-الف). معمولاً

تقسیم‌بندی	توضیحات	قدمت
عملیات	روش نقطه میانی مشترک	۱۹۵۶
تفسیر	لرزه‌نگاشت مصنوعی	۱۹۵۸
عملیات	Vibroseis	۱۹۶۰
عملیات	airgun	۱۹۶۲
پردازش	پردازش رقمی داده‌های لرزه‌ای	۱۹۶۷
پردازش	مهاجرت رقمی	۱۹۶۸
تفسیر	چینه‌شناسی لرزه‌ای	۱۹۷۱
عملیات	عملیات سه بعدی	۱۹۷۲
عملیات	پروفیل لرزه‌ای قائم	۱۹۷۴
پردازش	مهاجرت عمقی دوبعدی پس از برانبارش	۱۹۷۸
تفسیر	1-D Attributes	۱۹۷۹
تفسیر	معکوس سازی مقاومت صوتی یک بعدی	۱۹۷۹
پردازش	مهاجرت عمقی دوبعدی قبل از برانبارش	۱۹۸۰
پردازش	تحلیل سرعت مهاجرت سه بعدی	۱۹۸۱
پردازش	تبدیل z-p	۱۹۸۱
پردازش	توموگرافی دوبعدی بازتابی	۱۹۸۴
پردازش	برونزاند شیب	۱۹۸۴
پردازش	مهاجرت عمقی سه بعدی پس از برانبارش	۱۹۸۵
تفسیر	تحلیل AVO	۱۹۸۵
پردازش	توموگرافی سه بعدی بازتابی	۱۹۸۶
عملیات	لرزه‌نگاری بین چاهی	۱۹۸۶
تفسیر	2-D Attributes	۱۹۸۹
پردازش	مهاجرت عمقی سه بعدی قبل از برانبارش	۱۹۸۹
عملیات	لرزه‌نگاری چهاربعدی	۱۹۸۹
پردازش	شبکه‌های عصبی	۱۹۸۹
تفسیر	تصویرسازی زیرزمینی	۱۹۹۰
عملیات	کابل‌های عمودی	۱۹۹۱
تفسیر	چینه‌شناسی سکانس‌های لرزه‌ای	۱۹۹۲
تفسیر	3-D Attributes	۱۹۹۵
عملیات	گیرنده‌های چند مولفه‌ای کف دریا	۱۹۹۷

جدول شماره ۱- پیشرفت‌های تکنولوژی یکی لرزه‌نگاری از سال ۱۹۵۶



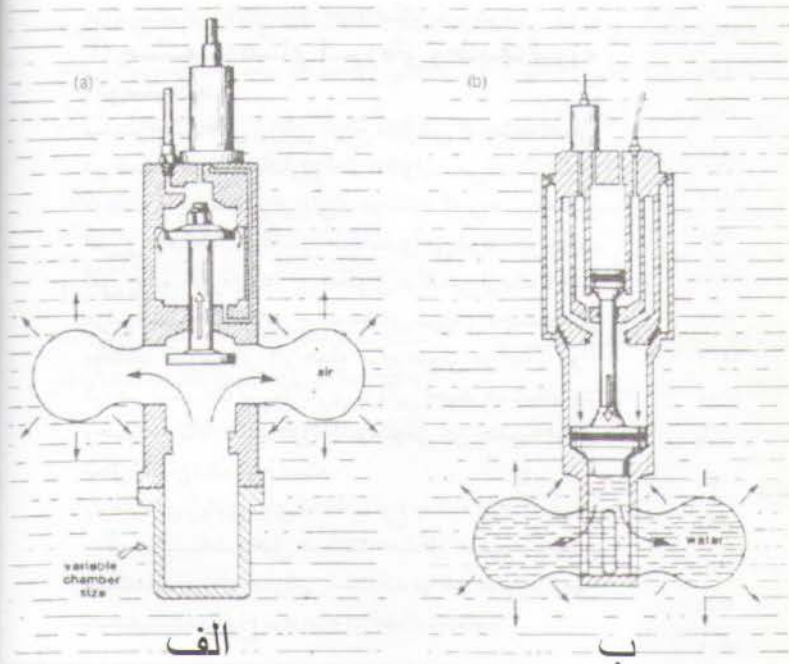
شکل ۱- طیف لرزه / آکوستیکی چشمه‌ها

شماره ۲۰ - فروردین ۱۳۸۴

آرایه‌های از Air gun ها را برای مقابله با Bubble effect و تقویت سیگنال لرزه‌ای به کار می‌برند. Water gun ها (شکل ۲-ب) از انرژی هوای فشرده شده برای تخلیه آب به درون دریا استفاده می‌کنند و بنابراین از پدیده Bubble effect مصون هستند و قدرت تفکیک بالاتری به دست می‌دهند. Boomer, Sparker و Pinger ابزارهایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی آکوستیکی تبدیل می‌کنند و بعضاً در عملیات لرزه‌نگاری دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۳- برداشت داده‌های لرزه‌ای

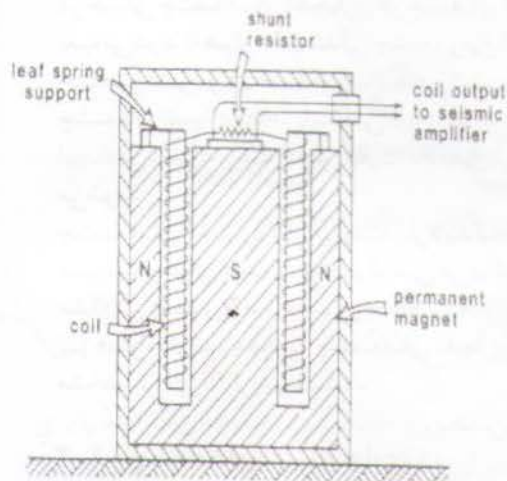
برداشت داده‌های لرزه‌ای با اطمینان بسیار، مهمترین بخش اکتشاف و توسعه مخازن هیدروکربوری است. بنابراین به‌طور اجمالی موارد زیر را بررسی می‌کنیم.



شکل ۲

### ۳-۱- گیرنده‌ها

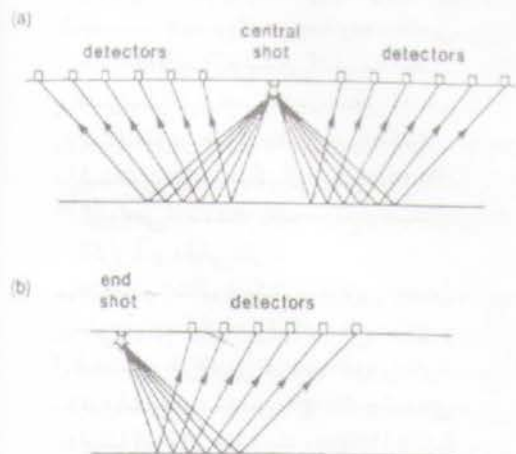
مبنای کارگیرنده‌ها در عملیات لرزه‌نگاری تبدیل انرژی مکانیکی ورودی (پالس لرزه‌ای) به انرژی الکتریکی خروجی است. گیرنده‌هایی که در خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند ژئوفون نام دارند. در آب عبور موج لرزه‌ای فشارشی توسط هیدروفون‌ها شناسایی می‌شود. هیدروفون‌ها در شرایطی که زمین از آب اشباع باشد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. معروفترین نوع ژئوفون از حرکت یک سیم پیچ (شکل ۳) استفاده می‌کند. این سیم پیچ استوانه‌ای توسط فنر در یک میدان مغناطیسی دائمی آویزان است. با محکم شدن ژئوفون به زمین، عبور موج لرزه‌ای یک حرکت نسبی بین سیم پیچ و مغناطیس دائم ایجاد می‌کند. حرکت سیم پیچ در میدان مغناطیسی، ولتاژی در دو سر خروجی سیم پیچ تولید می‌نماید. هیدروفون‌ها از یک قطعه پیزوالکتریک تشکیل شده‌اند که ولتاژ خروجی متناسب با فشار اعمالی ناشی از عبور موج لرزه‌ای فشارشی را تولید می‌کنند.



شکل ۳- معروفترین نوع ژئوفون

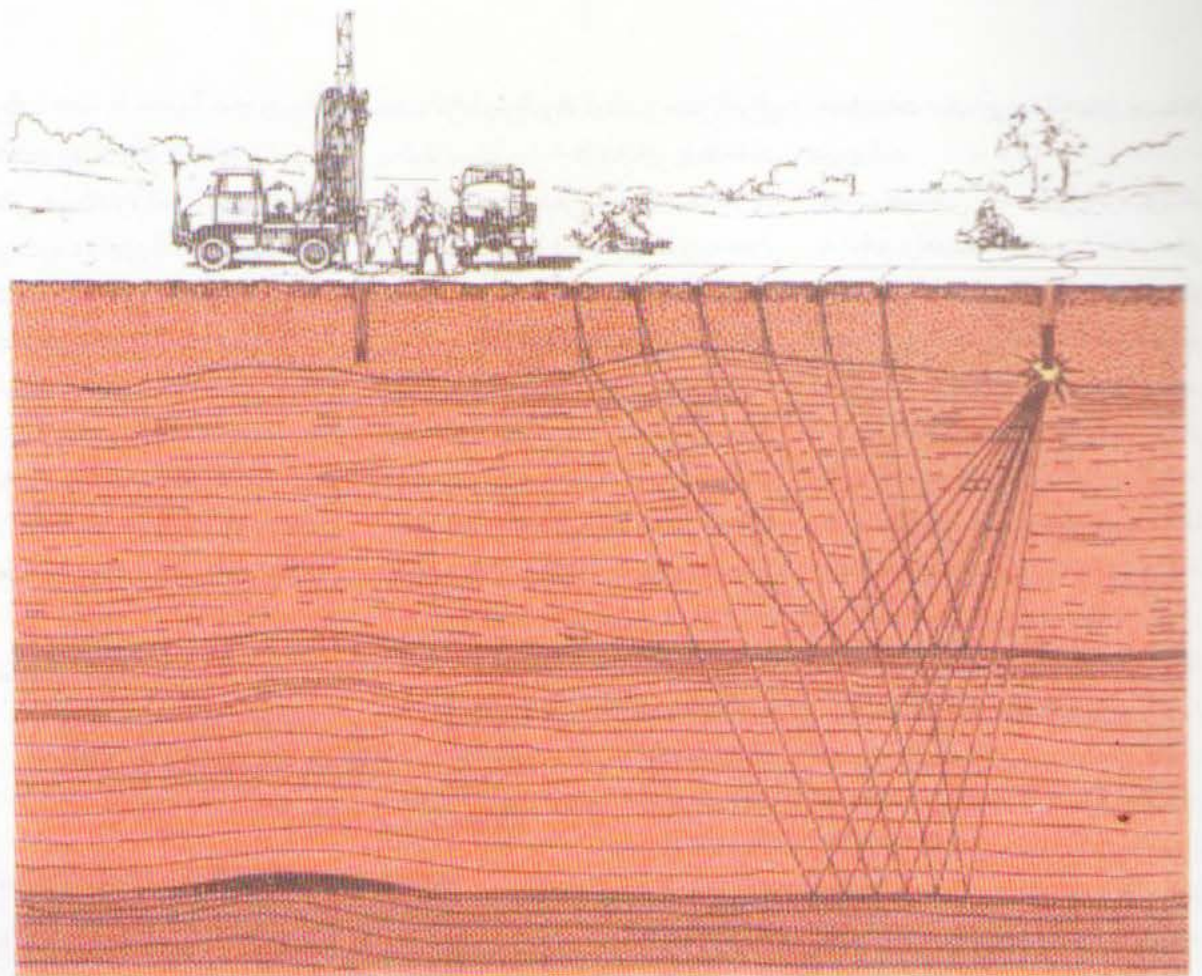
### ۳-۲- لرزه‌نگاری چند کاناله دوبعدی

برای به دست آمدن اطلاعات جامع از داده‌های لرزه‌ای لازم است امواج بازتابی در دور افت‌های (Offset) بیشتری ثبت شوند که در این صورت باید عملیات لرزه‌نگاری چندکاناله دوبعدی تدارک دیده شود. در لرزه‌نگاری دوبعدی داده‌ها در طول خط چشمه-گیرنده ثبت می‌گردند و فرض می‌شود که تمام پرتوهای بازتابی در صفحه عمودی که خط چشمه-گیرنده را شامل می‌شود، قرار دارند. بنابراین در حضور لایه‌های با شیب متقاطع، مقطع لرزه‌ای اطلاعات درستی از ساختار زمین شناسی منطقه به دست نمی‌دهد. دو آرایش مهم چشمه-گیرنده در عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی عبارتند از (شکل ۴):

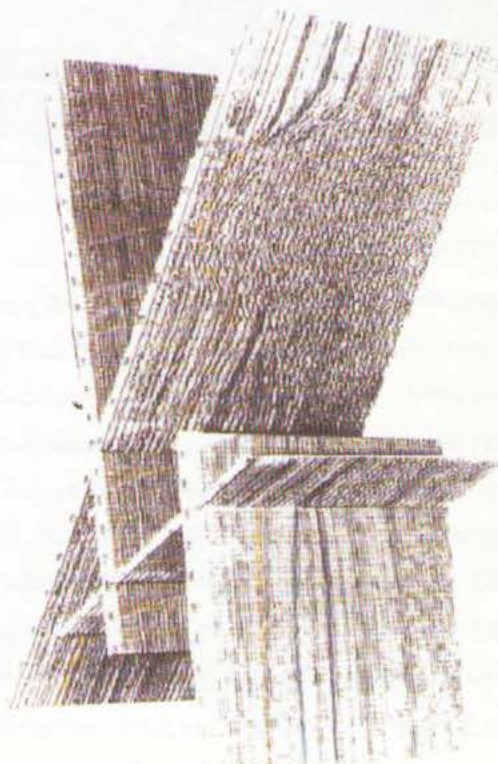


شکل ۴. دو آرایش مهم چشمه-گیرنده در عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی





شکل ۵- نمایشی از عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی در خشکی



شکل ۶- مقاطع لرزه‌ای بدست آمده از عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی

#### Split Spread -1

#### Single-ended spread-2

در این دو آرایش تعداد گیرنده‌ها معمولاً ۲۴ یا بیشتر است. در آرایش split-spread گیرنده‌ها در دو طرف چشمه مرکزی توزیع می‌شوند در حالی که در آرایش single-ended چشمه در یک انتهای پروفیل قرار می‌گیرند.

در عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی دریایی که معمولاً از آرایش single-ended استفاده می‌شود، هیدروفون‌ها در لوله‌ای به نام steamer توزیع می‌شوند و چشمه در نقطه‌ای جلوی steamer عمل می‌کند.

شکل ۵ نمایشی از عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی در خشکی و شکل ۶ مقاطع لرزه‌ای به دست آمده از عملیات لرزه‌نگاری دوبعدی را نشان می‌دهند. ■

” ادامه دارد “

