

# تحلیل جنبشی چین خوردگی در افق های مخزنی میدان های نفتی واقع در فروافتادگی دزفول

نوشته: آنتیا ترابی\* و دکتر محمدرضا قاسمی\*\*

## Kinematic Analysis of Reservoir Horizons in the Oil Fields of Dezful Embayment

By: A.Torabi\* & Dr.M.R.Ghassemi\*\*

### چکیده

فروافتادگی دزفول که بین خمش بالارود در شمال باختر، گسل فرونشست دزفول در شمال خاور و گسله پیش بوم زاگرس در جنوب باختر واقع است، دارای توالی کامل وستیری از رسوب های دوران میانه زیستی و نوزیستی زمین شناسی می باشد. این منطقه دارای افت ساختمانی قابل ملاحظه ای است. بررسی های ساختاری پنج تاقدیس مخزنی فرونشست دزفول بر پایه تفسیر خطوط بازتاب لرزه ای و تهیه نیمرخهای (profiles) عمقی از تاقدیسهها شواهدی را به شرح زیر آشکار ساخته است. با توجه به قوام نسبی (relative competence) لایه ها و هندسه خطوط هم شیب (dip isogon)، لایه های مخزنی پر قوام (competent) مانند آسماری، سروک، ایلام و داریان رده 1B و لایه های منشأ و پوشش کم قوام، (incompetent) مانند پابده، گورپی و گرو رده 1A و 1C را بر اساس رده بندی رمزی دارا هستند. از دیدگاه ارتباط چین خوردگی با گسلش، چین های خم گسله (fault-bend folding)، چین پیشروی گسله (fault-propagation folding) و ساختمان انباشت تاق ریخت (antiformal stack) را می توان در مورد این تاقدیسهها مشاهده کرد. با توجه به بررسی و تفسیر نیمرخهای بازتاب لرزه ای، میدان نفتی هفتکل مدل چین خوردگی انباشت تاق ریخت را نشان می دهد؛ میدان نفتی سفید مدل چین خوردگی خم گسله را نشان می دهد؛ میدان نفتی پارس از نوع چین خوردگی پیشروی گسله تفسیر می شود و میدان های نفتی کرنج و ماماتین احتمالاً با مدل چین خوردگی جدایشی مطابقت دارد.

**واژه های کلیدی:** فروافتادگی دزفول، گسل بالارود، پیش بوم زاگرس، قوام، تاق ریخت، چین خوردگی جدایشی.

### Abstract

Dezful embayment located in southwest Iran is bounded to Bala-Rud flexure towards northwest, Dezful embayment fault towards northeast, Mountain front fault towards north, and Zagros foredeep fault towards southwest. The embayment consists of thick sedimentary sequences of Mesozoic and Cenozoic time. The whole region is characterised by intense structural depression. Structural analysis of five anticline reservoirs in Dezful embayment based on interpretation of seismic reflection profiles, and depth sections indicates: Based on dip isogons analysis, and relative competence of the layers, the (competent) reservoir horizons such as Asmari, Sarvak, and Dariyan are of class 1B, while source and cap rock (incompetent) layers such as Pabdeh, Gurpi, and Garu are of class 1A and 1C. Regarding fault-fold relationship, there are fault-propagation folds and fault-bend folds. The Haftkel structure is interpreted as antiformal stack; the Naft sefid structure is fault-bend fold; the Parsi field is fault-propagation fold, and Mamatain and Karanj structures are possibly detachment folds.

**Key words:** Dezful embayment, Bala-Rud fault, Zagros foreland, Competent, Antiformal stack, Detachment folds.

### مقدمه

شناخت هندسه این نوع نفتگیرها به دو منظور از دیر باز مورد توجه قرار گرفته است. اول شناخت مناطق مناسب برای تجمع مواد

از آنجا که بخش اعظم نفت گیرهای جنوب و جنوب باختر ایران از نوع ساختاری (تاقدیس و ناودیس های مرتبط با گسلش) می باشند،

آسماری رخنمون ندارد (Pattinson & Takin, 1971). پنج تاقدیس مورد بررسی در این پژوهش به ترتیب از شمال باختری به جنوب خاوری عبارتند از نفت سفید، هفتکل، ماماتین، کرنج و پارسی (شکل ۱).

## ۲- تحلیل جنبشی چین‌ها و ساز و کار چین خوردگی

پس از تفسیر زمانی خطوط لرزه ای عمود بر راستای محور چین‌های مورد مطالعه و کوچ دادن (migration) نقاط به دست آمده و تبدیل آنها به عمق، نیمرخ‌هایی (profile) از هر کدام از میداین به دست آمد. سپس با استفاده از روش Twiss & Moores (1992) برای بررسی رابطه بین رده بندی خطوط هم شیب (dip Isogone) در چین‌ها و قوام نسبی (relative competence) لایه‌ها، ساز و کار چین خوردگی در ناحیه مورد مطالعه مورد تفسیر قرار گرفت. لازم به یادآوری است که مطالب این بخش، همگی با استفاده از مرجع فوق‌الذکر مورد بحث قرار گرفته است.

اگر اختلاف قوام (competence contrast) صفر باشد، چند لایه به عنوان یک لایه منفرد رفتار می‌کنند. حتی برای توالی‌های لایه‌های پر قوام (competent)، متفاوت، دسته لایه‌ها ممکن است شبیه به یک واحد منفرد با ستبرای مؤثر بزرگ‌تر از هر کدام از لایه‌های منفرد رفتار کنند. در این حالت، اگر یک سطح خنثی درون یک دسته شکل بگیرد، ممکن است لایه‌ها بر روی سمت کوژ سطح خنثی در محل لولاهای کشیده و نازک شوند و چین، هندسه رده IA را نشان خواهد داد. اما بسیاری از چین‌ها از تناوب لایه‌ها یا سازند‌های پرقوام و کم قوام تشکیل می‌شوند. در چنین حالتی لایه‌های کم قوام، از دگرریختی لایه‌های پرقوام تأثیر می‌پذیرند و لغزش‌های بین لایه‌های پرقوام در آنها مستهلک می‌گردد (شکل ۲).

چین‌های رده IB که از جمله چین‌های معمول در کمربندهای چین و راندگی می‌باشند، عموماً دارای سازوکار چین خوردگی خمشی (flexural folding) می‌باشند. خمش عمودی (orthogonal flexure)، برش خمشی (flexural shear) و خمش همراه با کاهش حجم (volume-loss flexure) مدل‌های گوناگونی برای چین خوردگی است که همگی در مقوله چین خوردگی خمشی قرار می‌گیرند. در این هر سه مدل، ضخامت لایه‌ها در جهت عمود بر لایه بندی ثابت باقی می‌ماند.

اگر لایه‌ها کم قوام‌تر باشند و بنابراین قادر به تحمل دگرریختی نرم (ductile) بیشتری باشند، یا اگر لایه‌ها دارای ناهمسانگردی مکانیکی (mechanical anisotropy) صفحه‌ای مناسبی در درون خود باشند (مانند لایه‌های نازک چرت و شیل بین لایه‌ای، یا بزرگوارگی

هیدروکربوری و دوم برنامه ریزی مناسب به منظور توسعه مخازن اکتشاف شده. از سوی دیگر بررسی ساختارهای منطقه جنوب و جنوب باختر ایران در مقیاس ناحیه‌ای اهمیت زیادی دارد، زیرا با مطالعه آنها می‌توان الگوهای مشابه را در زمان (افق‌های معین) و مکان (مناطق مشابه از نظر زمین‌شناسی) جستجو نمود. در این مطالعه، ابتدا هندسه سطح‌های چین خوردده افق‌های مخزنی (الیگو-میوسن و کرتاسه میانی و زیرین) با استفاده از تمامی داده‌های مستقیم و غیرمستقیم (چاه‌ها، برش‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های لرزه‌ای) بررسی و تعیین شد و سپس تحلیل جنبشی (kinematic analysis) مجموعه طبقات در ساختارهای مورد مطالعه صورت گرفت. به همین منظور پنج میدان نفتی در فرو افتادگی دزفول مورد بررسی قرار گرفتند. امید می‌رود با انجام مطالعه حاضر برخی از پیچیدگی‌های ساختاری موجود در مخازن ناحیه مهم نفتی دزفول روشن شود.

## ۱- جایگاه زمین‌شناختی

فرو افتادگی دزفول در بین گسل‌های جبهه کوهستان در شمال خاوری، خمش بالارود در شمال باختری و گسل ایذه در جنوب خاوری، بخشی از خارجی‌ترین قسمت‌های کوهزاد زاگرس را تشکیل می‌دهد. این فرو افتادگی نسبت به مناطق هم‌جوار از نظر زمین‌ساختی پایدارتر است، لذا از لرستان، فارس و پس بوم (hinterland) بندر عباس کمترچین‌خورده است. این اختلاف احتمالاً با جابجایی‌های جانبی در راستای خمش بالارود و پهنه گسله کازرون جبران می‌گردد. در درون فرو افتادگی دزفول تعدادی خطواره‌های شمالی-جنوبی و خاوری-باختری دیده می‌شوند که برخی پژوهشگران (مطیعی، ۱۳۷۴) منشأ ساختارهای مشابه با آنها، مانند خمش بالارود و پهنه گسله کازرون، را به گسله‌های راستالغز ژرف پی‌سنگ نسبت داده‌اند که در طول کرتاسه بالایی فعال بوده‌اند.

با نگاهی اجمالی به نقشه‌های زمین‌شناسی زاگرس می‌توان دریافت که تفاوت‌های ویژه‌ای بین ساختمان‌های سکوی (Plat form) فارس و فرو افتادگی دزفول موجود است. مثلاً در فارس، تاقدیس‌ها دچار فرسایش ژرف‌تری شده‌اند و ناودیس‌ها در سکوی فارس بسیار باریک هستند، در حالی که در فرو افتادگی دزفول چنین نیست.

از سوی دیگر نزدیکی و تنگاتنگی تاقدیس‌ها که در باختر فارس دیده می‌شود، در فرو افتادگی دزفول مشاهده نمی‌شود. به علاوه ستبرای رویه رسوبی در پلاتفرم فارس به مراتب از فرو افتادگی دزفول کمتر است (مطیعی، ۱۳۷۴). از دیگر تفاوت‌های مهم، حضور گنبدنمکی در فارس و عدم حضور آنها در فرو افتادگی دزفول است. دیگر ویژگی مشخصه فرونشست دزفول آن است که در آن سازند

همراه شده است. برای سال‌های متمادی، سن این سری را کامبرین زیرین در نظر می‌گرفتند اما اخیراً بخشی از آن را به پروتروزوئیک پسین نسبت می‌دهند (Stöcklin, 1968; Kent, 1970).

پ- گروه پرقوام (Competent Group): سستبرترین گروه در توالی چینه نگاشتی شامل یک مجموعه رسوبات است که سن آنها از کامبرین تا میوسن است. بخش پایینی این توالی شامل سنگ‌های کامبرین تا کربنیفر (در حدود ۲۰۰۰ متر) است که از شیل، سنگ ماسه و سنگ‌های کربناته با مارن و مواد تبخیری به صورت فرعی تشکیل شده است. بخش میانی شامل توالی پرمین تا کرتاسه بالایی است که غالباً از سنگ‌های کربناته، مارن، شیل و مواد تبخیری به صورت فرعی تشکیل شده است. این بخش ستبرایی در حدود ۴۰۰۰-۳۰۰۰ متر دارد. بخش بالایی گروه به سن کرتاسه بالایی تا الیگوسن است و شامل شیل و آهک‌هایی است که با آهک‌های توده‌ای و نفت‌دار آسماری و انیدریت پوش سنگ (قسمت پایینی سازند گچساران) پوشانده می‌شوند. ستبرای این سنگ‌ها در حدود ۱۰۰۰ متر است. ستبرای کلی گروه پرقوام در حدود ۶۰۰۰ متر تا ۷۰۰۰ متر است.

ت- گروه متحرک بالایی (Upper Mobile Group): گروه پرقوام با نمک، ژپس، انیدریت و مارن‌های بخش میانی سازند گچساران پوشانده می‌شود. تحرک ساختمانی این سنگ‌ها به خوبی شناخته شده است (Desitter, 1964; Lees et al., 1940; O'Brien, 1950; Hills, 1963). اندازه گیری ستبرای چینه نگاشتی این گروه دشوار است. در میدان نفتی گچساران، این گروه (بخش‌های ۲ تا ۶) در حدود ۲۰۰۰ متر ستبرای دارد (James & Wynd, 1965).

ث - گروه کم قوام (Incompetent Group): قسمت باقیمانده توالی چینه شناسی شامل مجموعه‌ای از مارن‌های نازک لایه، شیل، سنگ ماسه و سنگ جوش است که به صورت فرعی با انیدریت (میوسن زیرین تا پلیوسن) همراه می‌باشد. این توالی با سنگ‌های جوش‌های هم‌زمان با زمین ساخت (syntectonic) پلیوسن تا پلیستوسن سازند بختیاری پوشانده می‌شود.

ستبرای گروه بی قوام در جاهای مختلف، متفاوت است که نمایانگر شرایط زمین ساختی ناپایدار در طی مدت رسوبگذاری آن است. ستبرای میانگین این گروه بین ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر است.

رفتار عمومی واحد‌های ساختمانی ابرین در حین دگرریختی با ساختارهایی که پدید آورده اند هماهنگی دارد. گروه پی سنگ در طی دگرریختی عموماً یا به عنسوان یک جسم سخت عمل کرده است و یا ناچار است دچار گسلسش بلوکی (block faulting) شود (Lees, 1952; Falcon, 1969). گروه پرقوام از پی سنگ جدا

مشخصی که به موازات لایه بندی شکل گرفته است)، آن گاه ممکن است علاوه بر خمش عمودی، چین خوردگی برشی خمشی (flexural shear folding) نیز رخ دهد (شکل ۲ ب).

چین‌های رده IC، دارای خط‌های هم‌شیبی هستند که به سمت کاو چین همگرا می‌شوند (البته نه به شدت رده IB). در روی یال‌های چین، لایه‌های کم قوام به شدت برش می‌یابند، در حالی که در منطقه لولا تنها پخ و صاف (flat) می‌شوند.

چین‌های رده ۲ (چین‌های مشابه) را ناشی از ساز و کار چین خوردگی برشی غیر فعال (passive shear folding) می‌دانند که چین خوردگی جریان غیر فعال یا چین خوردگی جریان‌ی نیز نامیده می‌شود. در این حالت لایه‌ها شدیداً کم قوام هستند و هیچ تأثیری بر روی چین خوردگی ندارند بلکه تنها به صورت یک نشانه که دگرریختی صفحات را ثبت می‌کنند، عمل می‌کنند. در چین‌های مشابه، لولای چین و محور چین موازی با محل تقاطع صفحه‌های برش و لایه بندی هستند. در این نوع چین خوردگی صفحات برش ممکن است با هر زاویه غیر صفر نسبت به لایه‌ها قرار داشته باشند و جهت برش در درون صفحات برش ممکن است هر جهتی داشته باشند به استثناء آن که موازی لایه چین خورده باشند.

چین‌های رده ۳ در حالتی شکل می‌گیرند که در لایه‌ای کم قوام، سمت کوژ چین شعاع خمیدگی کوچکتری نسبت به سمت کاو داشته باشد. در این نوع چین‌ها، خط‌های هم‌شیب و اگر هستند و ستبرای لایه به موازات اثر محوری از لولا به سوی یال‌ها کاهش می‌یابد.

## ۱-۲- ویژگی‌های مکانیکی لایه‌های چین خورده، قوام نسبی لایه‌ها و

### وجود سطح‌های جدایش

در این نوشتار برای بررسی ویژگی‌های مکانیکی لایه‌های چین خورده، قوام نسبی و وجود سطح‌های جدایش (decollement) در زاگرس از طبقه بندی O'Brien (1950) استفاده شده است. ابرین ستون چینه نگاری زاگرس را به ۵ واحد ساختمانی تقسیم کرده است: آ - گروه پی سنگ (Basement): همه اطلاعات به دست آمده از پی سنگ از قطعاتی که با دیابیرهای مواد تبخیری به سطح رسیده‌اند، به دست آمده است. این قطعات شامل گرانیت، گابرو، نامفیولیت و شیست می‌باشند (Harrison, 1930; Kent, 1970; Haynes & McQuillan, 1974).

ب - گروه متحرک زیرین (Lower Mobile Group): این گروه شامل مواد تبخیری سری هرمز است که به ویژه در حوضه فارس به صورت گنبد مشاهده می‌شود. در گروه متحرک زیرین، نمک با ژپس، شیل و سنگ‌های کربناته و همچنین سنگ‌های آذرین و دگرگونی پی سنگ

افق گورپی رده 1A، در افق ایلام رده 1B و در افق کژدمی رده 1A دیده می‌شود.

شکل ۶ برش ژئوفیزیکی کوچک داده شده و تفسیر شده ساختمان پارسی-کرنج است که در آن دو ساختمان پارسی در سمت راست و کرنج در سمت چپ ملاحظه می‌گردد. در این شکل در افق آسماری رده 1B، در افق پابده رده 1A و در افق سروک رده 1B مشاهده می‌شود. شکل ۷ برش ژئوفیزیکی کوچک داده شده و تفسیر شده کرنج است. در این شکل در افق آسماری رده 1B و در افق پابده رده 1A دیده می‌شود.

در تمامی ساختمان‌ها ملاحظه می‌شود که افق‌های مخزنی (آسماری، سروک، ایلام و داریان) رده 1B را از خود نشان می‌دهند و افق‌های سنگ منشأ و سنگ پوشش (پابده، گورپی و کژدمی) رده 1A و یا گاهی 1C را با توجه به به سازوکار کلی چین خوردگی از خود نشان می‌دهند.

### ۳- گسله‌ها و ارتباط چین خوردگی با گسلس

عموماً سه نوع چین در ارتباط با گسلس شکل می‌گیرند (شکل ۸آ) که عبارتند از چین خم گسله (fault-bend folding)، چین پیشروی گسله (fault-propagation folding) و چین جدایشی (detachment folding). در تجزیه و تحلیل هندسی، این سه مدل تنها از دیدگاه هندسه و بدون در نظر گرفتن سازوکار یا مکانیک تعریف می‌شوند. علاوه بر این سه نوع چین، یک نوع دیگر چین مرتبط با گسلس، انباشت تاق ریخت (antiformal stack) است که بر اثر حضور ساختمان‌های دوپشته (duplex) شکل می‌گیرد (شکل ۸ب).

چین خم گسله عموماً فرادایواره راندگی را تشکیل می‌دهد که از ناحیه کژ بر روی سطح راندگی منتقل شده است. چین پیشروی گسله نیز ارتباط مستقیمی با محل کژ راندگی زیرین دارد. چین خم گسله به دنبال تشکیل کژ، گسترش می‌یابد، در حالی که چین پیشروی گسله هم زمان و بلافاصله در بالای کژ چین تشکیل می‌شود. در چین پیشروی گسله، جابجایی در راستای راندگی تدریجاً در طول محل کژ کاهش می‌یابد و در انتهای چین، به صفر می‌رسد. در این حالت چین در حقیقت نشانه زمین‌شناختی کرنشی (دگرریختی) است که دلالت بر حضور یک گسله دارد. چین جدایشی همانند چین پیشروی گسله، در انتهای یک راندگی گسترش می‌یابد. اما برخلاف چین پیشروی گسله، چین جدایشی با یک کژ در راندگی زیرین همراه نمی‌شود، بلکه چین در بالای یک سطح جدایشی چینه‌نگاشتی گسترش می‌یابد. در انتهای این نوع چین‌ها، جابجایی در راستای سطح جدایش موازی با لایه بندی تدریجاً در جهت پیش بوم به صفر می‌رسد.

چینی که در انتهای یک راندگی نهان (blind thrust) قرار

می‌شود و به صورت مستقل چین می‌خورد. گروه متحرک پائینی، پهنه جدایش (decollement zone) بین این دو را تشکیل می‌دهد (Lees, 1950; O'Brien, 1950). دو گروه چین خورده ناماهانگ (گروه پرقوام و گروه کم قوام)، با یک پهنه جدایش در گروه متحرک بالایی از یکدیگر جدا می‌شوند (O'Brien, 1950; Lees & Richardson, 1940). تجمع اصلی نفت زاگرس در قله تاق‌دیس‌های موجود در آهک آسماری واقع در سر (top) سازند گروه پرقوام است. در اکتشافات نفتی، گروه کم قوام و گروه متحرک بالایی و ارتباط آنها با گروه پرقوام به خوبی مورد شناسایی قرار گرفته است. اگرچه تقسیم بندی ابرین در مقیاس ناحیه ای قابل استفاده است اما حضور لایه‌هایی با قوام نسبی متفاوت در مجاورت یکدیگر منجر به ایجاد سطوح جدایش موضعی می‌گردد. به عنوان مثال در گروه با قوام که در بالا شرح داده شد، در سازند‌های پابده و گورپی، حضور شیل می‌تواند محل ایجاد یک سطح جدایش بالقوه باشد. سازند کژدمی در زیر سازندهای گروه بنگستان یا سازند گدوان بین سازندهای داریان و فهلیان یا سازند گرو با سستی‌زیاد به ویژه در منطقه مورد مطالعه و یا سازند دهرم در گروه کازرون می‌تواند در بین گروه پرقوام ذکر شده به عنوان سطوح جدایش عمل کنند و چین خوردگی‌های پدید آمده در سایر سازندهای پرقوام را توجیه کنند.

اصولاً گسلس همراه با چین خوردگی در این سطوح جدایش به صورت مسطح و موازی با لایه بندی (flat) می‌باشد ولی در سازندهای پرقوام گسلس به صورت کژ (ramp) عمل می‌کند و با عملکرد گسلس‌های مرتبط با چین خوردگی، انواع چین خوردگی ممکن است در منطقه به وجود آید. با توجه به مطالب بیان شده در مورد قوام نسبی لایه‌ها و تعیین طبقه بندی رمزی در مورد آنها می‌توان ساختمان‌های مورد مطالعه را به صورت زیر دسته بندی کرد.

در شکل ۳ برش ژئوفیزیکی کوچک داده شده (migrated) و تفسیر شده از ساختمان نفت سفید نشان داده شده است. در افق آسماری، رده 1B، در افق پابده رده 1A و در افق ایلام رده 1B مشاهده می‌شود که با توجه به جنس لایه‌ها و اختلاف قوام لایه‌ها این نتیجه گیری منطقی به نظر می‌رسد.

شکل ۴ برش ژئوفیزیکی کوچک داده شده و تفسیر شده ساختمان هفتکل است. چنان که در این شکل دیده می‌شود در افق آسماری رده 1B، در افق پابده رده 1C، در افق ایلام رده 1B در افق کژدمی رده 1A و در افق داریان رده 1B ملاحظه می‌گردد.

شکل ۵ برش ژئوفیزیکی کوچک داده شده و تفسیر شده از ساختمان ماماتین است. همان گونه که ملاحظه می‌گردد در افق آسماری رده 1B در

شکل ۹ مشاهده می‌گردد، هندسه این چین در روی منحنی با لایه بندی دارای یکنواختی قرار می‌گیرد که با هندسه موجود مطابقت دارد.

میدان نفتی پارسی از نوع چین خوردگی پیشروی گسله تفسیر می‌شود (شکل ۱۲). پس از اندازه گیری زاویه کز ( $\alpha$ ) و زاویه بین یالی (۲) و کشیدن نقطه مربوطه بر روی نمودار، هندسه چین خوردگی پیشروی گسله (شکل ۹) مشخص می‌گردد هندسه این چین بر روی منحنی ۲۵٪ ستر شدگی پیش یال قرار می‌گیرد که تا حدود زیادی با هندسه نیمرخ این چین مطابقت دارد.

کز (ramp) یا تخت (flat) مشخصی در نیمرخ های بازتاب لرزه ای میدان های نفتی کرنج و ماماتین مشاهده نمی‌شود (شکل ۱۳) و هندسه ساده چین خوردگی در این ساختارها احتمالاً با مدل چین خوردگی جدایشی مطابقت دارد. با تعیین موقعیت هندسه این چین ها بر روی نمودار مربوطه (شکل ۹) آشکار شد که چین های مزبور در این نمودار، موقعیت "بدون راه حل" را اشغال می‌کنند لذا در باره تفسیر این چین ها به عنوان چین های جدایشی باید با احتیاط عمل نمود.

#### ۴- نتیجه گیری

بررسی هندسه چین خوردگی در افق های گوناگون میدان های نفتی نفت سفید، هفتکل، ماماتین، کرنج و پارسی در فرونشست دزفول آشکار ساخته است که افق های مخزنی (آسماری، سروک، ایلام و داریان) رده چین خوردگی IB و افق های سنگ منشأ و سنگ پوشش (پابده، گورپی و کزدمی) رده IA و گاهی IC ربا توجه به سازوکار کلی چین خوردگی از خود نشان می‌دهند. شناخت این ویژگی می‌تواند کمک زیادی به شناسایی هندسه این مخازن نفتی و توسعه مخازن مشابه در فرونشست دزفول بنماید.

تفسیر ساختاری نیمرخ های بازتاب لرزه ای از میدان های نفتی مورد بررسی نشان می‌دهد احتمالاً بیشتر گسله های مهم اصلی موجود در ناحیه فرونشست دزفول در یک سطح جدایش در زیر گروه بنگستان شکل می‌گیرند و به سوی بالا گسترش می‌یابند. از این جهت می‌توان مواد تبخیری هم ارز انیدریت هیث (Hith) را که در زیر سازند های فهلیان و گدون قرار دارند، به عنوان سطح جدایش مزبور پیشنهاد کرد. از سوی دیگر سطوح جدایشی که در برش هایی مانند برش میدان نفت سفید در بالای سازند آسماری دیده می‌شود، باید در سازندهای تبخیری گروه فارس (سازند گچساران) قرار داشته باشد.

ساختارهای مورد مطالعه در پهنه ساده چین خوردده زاگرس و در مجاورت گسله های راندگی مهم فرونشست

می‌گیرد (Boyer & Elliott, 1982)، بایستی یا یک چین پیشروی گسله و یا یک چین جدایشی باشد. رابطه های احتمالی چین-راندگی را چینه نگاری مکانیکی لایه ها تعیین می‌کند.

شواهد زیادی به دست آمده است که نشان می‌دهد بسیاری از گسله های راندگی به سطح فرسایش (سطح زمین) نمی‌رسند و به صورت مدفون باقی می‌مانند. گوه هایی از این راندگی ها با راندگی های قبلی همراه می‌شوند، بر روی راندگی های دیگر قرار می‌گیرند و ساختمان های دوپشته ای را تشکیل می‌دهند که در بالای آن ها یک تاقدیس شکل می‌گیرد. هندسه ساختار حاصل "انباشت تاقریخت" (antiformal stack) نامیده می‌شود (Thompson, 1981). شکل ۸ نشان می‌دهد که چگونه ساختمان انباشت تاقریخت به سبب جایگیری یک راندگی ژرف تر در زیر راندگی موجود در راستای سطح لایه بندی شکل می‌گیرد. در این دوپشته، جابجایی به صورت پیش رونده از سطح انفصال پائینی به سطح انفصال بالایی منتقل می‌شود و در پاسخ به گسل خوردگی، چین نیز تشکیل می‌شود.

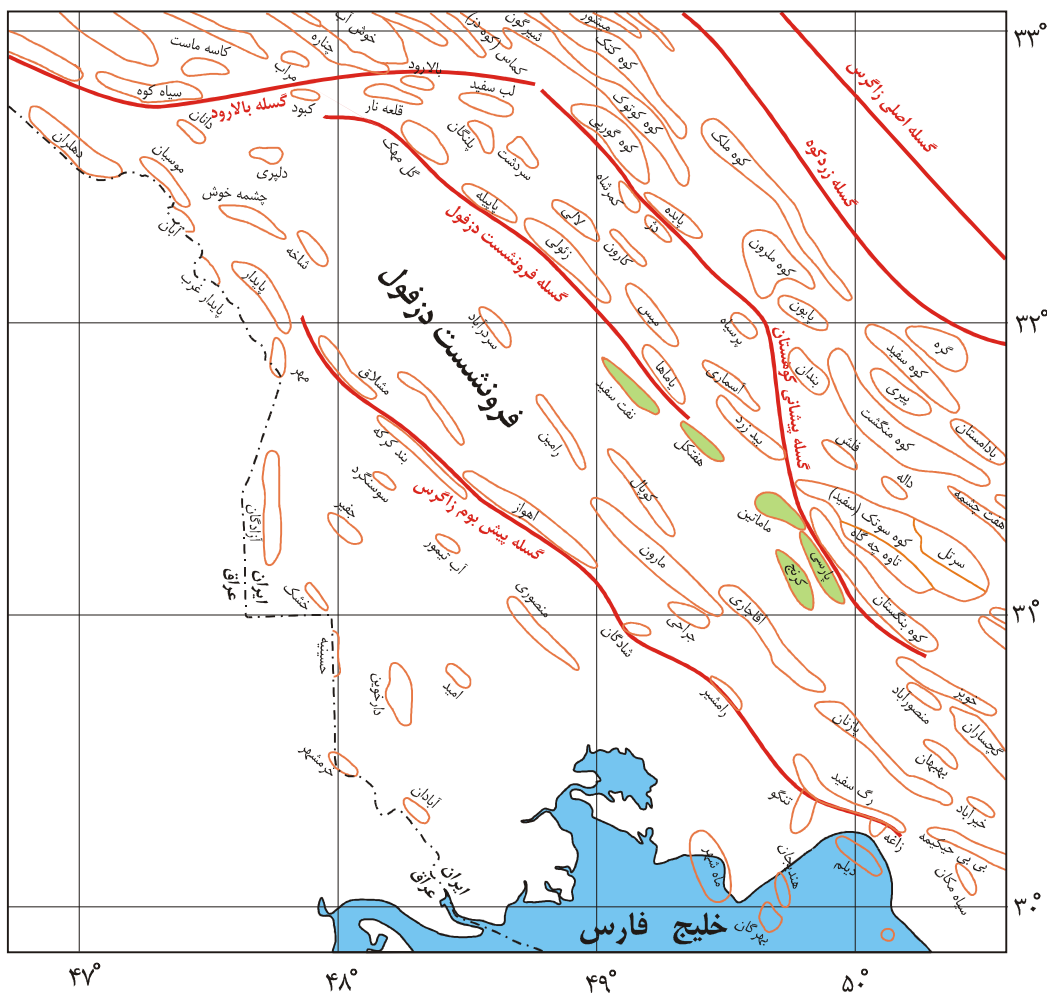
Suppe (1983) با تکیه بر ویژگی های چین های مرتبط با گسلش (مدل ریچ، Rich, 1934) و ارتباط متقابل چین-راندگی، یک مجموعه منحنی بر پایه رابطه زاویه بین یالی چین و نسبت زوایای کز (ramp) بالا و پائین کز تعریف کرد (شکل ۹). با وجود آن که این تحلیل ها به سادگی روش های موازنه کردن نیستند، ولی شرایط اولیه موازنه کردن (حفظ کردن حجم) بنیان معادلات آنها را تشکیل می‌دهد در نتیجه، یک سامانه چین - راندگی که روابط هندسی موجود در آن قابل مقایسه با منحنی ها و فرضیات پیشنهاد شده باشد، قابل موازنه است (Suppe & Medwedeff, 1984; Suppe, 1983).

روش های گوناگونی در این زمینه از سوی Dahlstrom (1969) و Suppe (1983) و Suppe & Medwedeff (1984) پیشنهاد شده است. این روش های تحلیلی برای بازسازی ساختارهای ناحیه ای قابل استفاده نیستند (برای مثال Suppe, 1980) بلکه ترجیحاً راهنمایی برای موازنه کردن چین های منفرد در یک منطقه رورانده هستند.

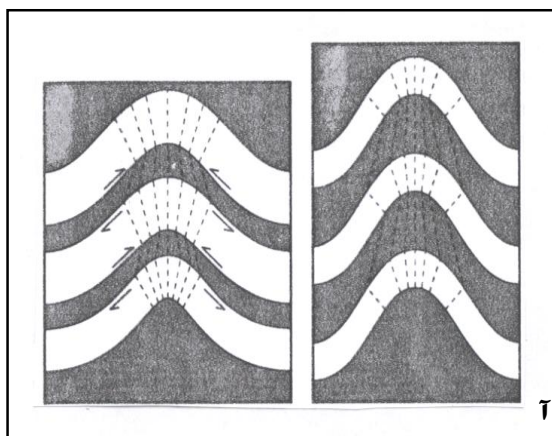
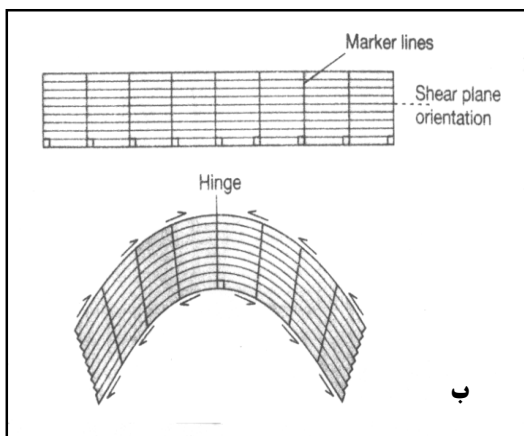
با توجه به مدل های بیان شده برای کمربند های چین-راندگی و بررسی نیمرخ های لرزه ای از میدان های مختلف، به نظر می‌رسد که میدان نفتی هفتکل مدل چین خوردگی انباشت تاقریخت را نشان می‌دهد که گوه های مربوطه در افق های ژرف نیمرخ های لرزه ای به خوبی مشهودند (شکل ۱۰). میدان نفتی نفت سفید مدل چین خوردگی خم گسله رانشان می‌دهد (شکل ۱۱). با اندازه گیری زاویه کز و زاویه بین یالی در این ساختمان و تطبیق آن بر روی نمودار شکل ۹ می‌توان وضعیت چین خوردگی در این میدان را مشخص کرد. چنان که در نمودار

مدل‌های چین خوردگی خم گسله و چین خوردگی جدایشی را نشان می‌دهند. میدان نفتی هفتکل با داشتن گسله‌های کور، مدل چین خوردگی انباشت تاق ریخت را نشان می‌دهد. دو میدان نفتی پارسی و ماماتین که در نزدیکی راندگی پیشانی کوهستان قرار گرفته‌اند، به ترتیب مدل‌های چین خوردگی پیشروی گسله و چین خوردگی جدایشی را به نمایش می‌گذارند.

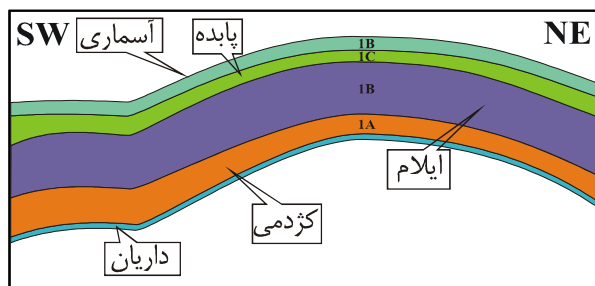
دزفول و راندگی پیشانی کوهستان که جداکننده این پهنه از کمربند فلسی زاگرس می‌باشند، قرار گرفته‌اند. با توجه به تحلیل‌های انجام شده بر روی داده‌های موجود و با در نظر گرفتن محدودیت‌های دقتی اطلاعات لرزه‌ای در ژرفاهای زیاد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که دو میدان نفتی سفید و کرنج که دورتر از راندگی پیشانی کوهستان واقع شده‌اند، به ترتیب



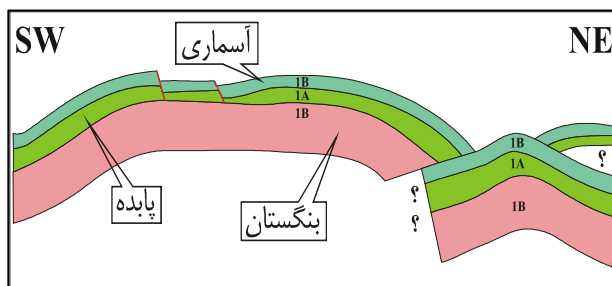
شکل ۱- نقشه ساختمان‌های نفتی جنوب باختر ایران. ساختمان‌های نفتی مورد مطالعه با رنگ تیره مشخص شده‌اند.



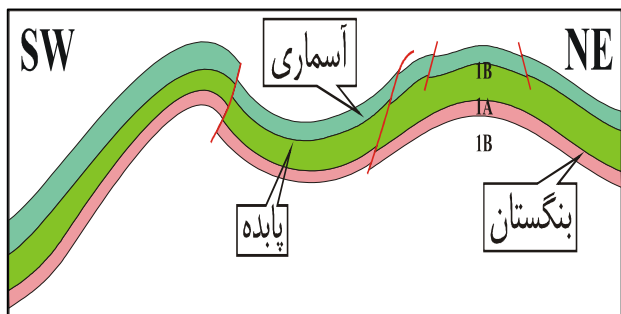
شکل ۲- (آ) چین خوردگی خمشی لایه های پر قوام در میان لایه های کم قوام؛ (ب) هندسه چین خوردگی برشی - خمشی (Twiss & Moores, 1992).



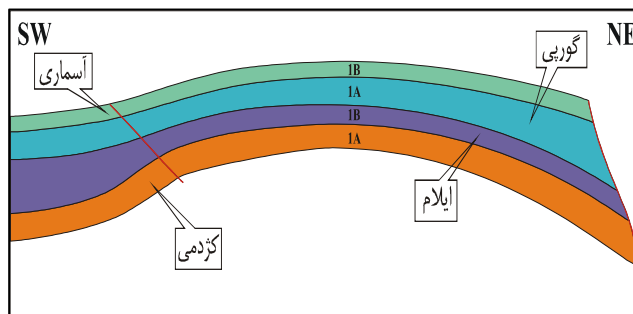
شکل ۴- برش کوچ داده شده و تفسیر شده از ساختمان هفتکل که رده هندسی چین خوردگی افق های گوناگون بر روی آن نشان داده شده است.



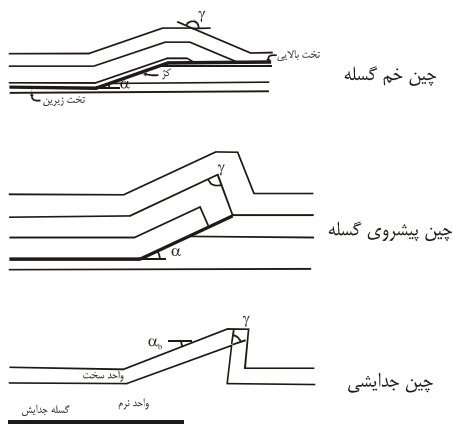
شکل ۳- برش کوچ داده شده و تفسیر شده ساختمان نفت سفید که رده هندسی چین خوردگی افق های گوناگون بر روی آن نشان داده شده است.



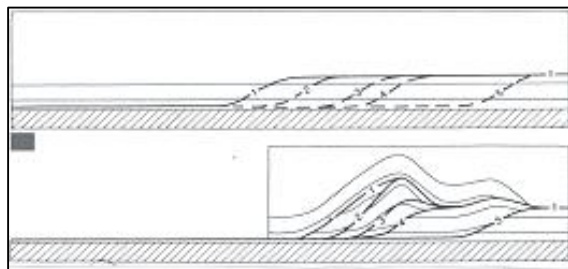
شکل ۶- برش کوچ داده شده و تفسیر شده از ساختمان های پارس-کرنج که رده هندسی چین خوردگی افق های گوناگون بر روی آن نشان داده شده است.



شکل ۵- برش کوچ داده شده و تفسیر شده از ساختمان ماماتین که رده هندسی چین خوردگی افق های گوناگون بر روی آن نشان داده شده است.

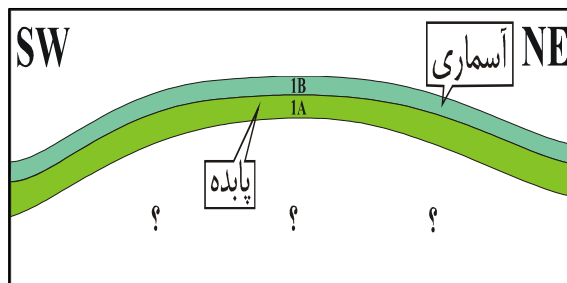


آ

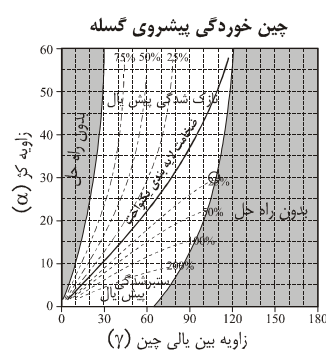


ب

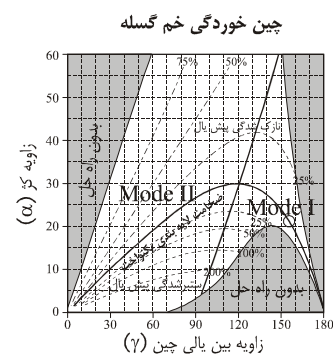
شکل ۸- آ) هندسه انواع چین‌های مرتبط با گسلش؛ ب) مدل چین خوردگی انباشت تاق ریخت (Jones, 1987).



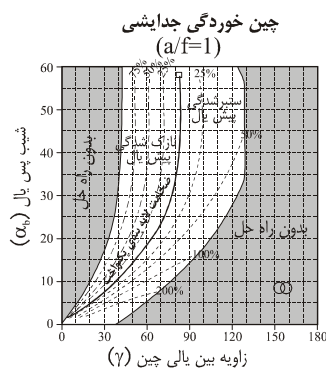
شکل ۷- برش کوچک داده شده و تفسیر شده از ساختمان کرنج که رده هندسی چین خوردگی افق‌های گوناگون بر روی آن نشان داده شده است.



ب

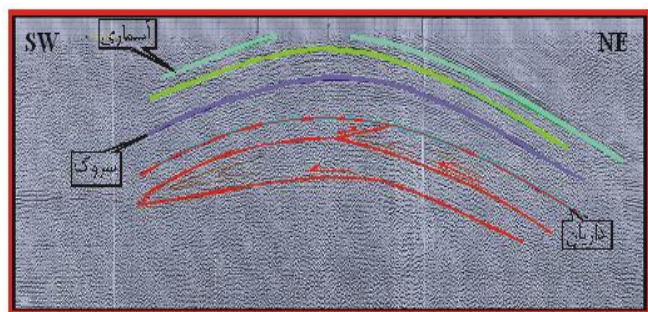


آ



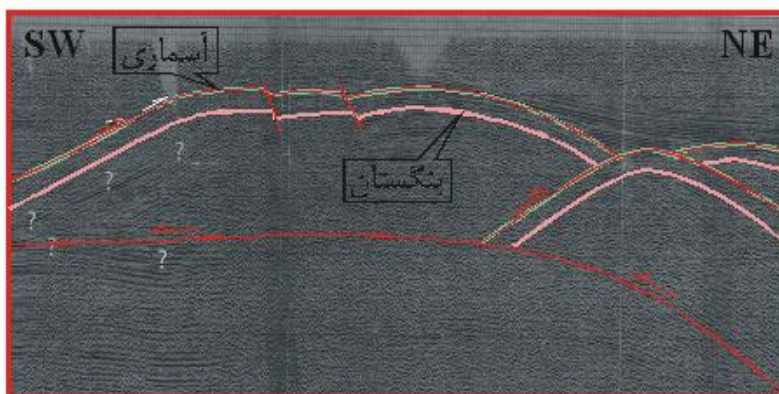
پ

شکل ۹- آ) موقعیت ساختار نفت سفید (دایره) در نمودار مربوط به چین خوردگی خم گسله؛ ب) موقعیت ساختار پارسی (دایره) در نمودار مربوط به چین خوردگی پیشروی گسله؛ پ) موقعیت ساختارهای کرنج و ماماتین (دایره‌ها) در نمودار مربوط به چین خوردگی جدایشی (نمودارها از Jamison, 1987)

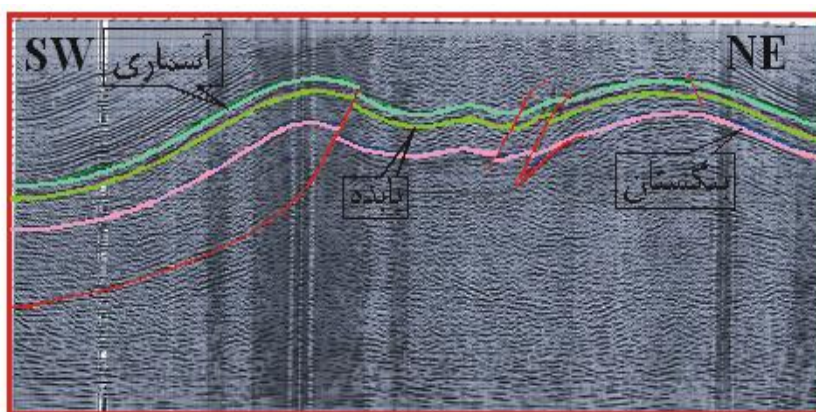


شکل ۱۰- تفسیر ساختاری نیمرخ بازتاب لرزه ای میدان هفتکل. موقعیت سر سازندهای مهم نشان داده شده است.

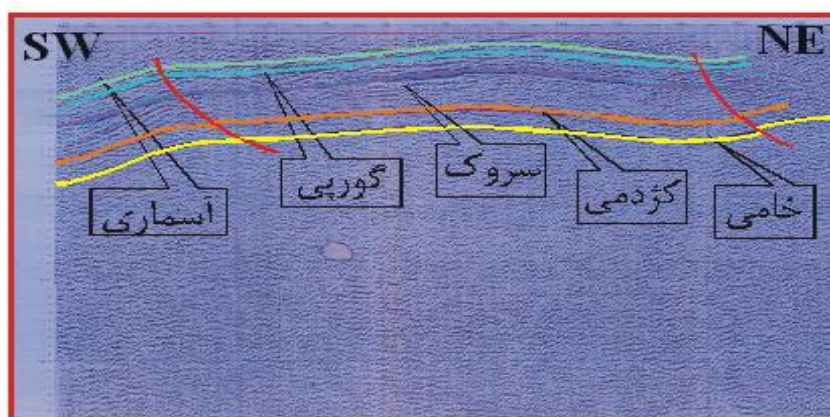




شکل ۱۱- تفسیر ساختاری نیمرخ بازتاب لرزه ای میدان نفت سفید. موقعیت سر سازندهای مهم نشان داده شده است.



شکل ۱۲- تفسیر ساختاری نیمرخ بازتاب لرزه ای میدان های کرج و پارسی. موقعیت سر سازندهای مهم نشان داده شده است.



شکل ۱۳- تفسیر ساختاری نیمرخ بازتاب لرزه ای میدان ماماتین. موقعیت سر سازندهای مهم نشان داده شده است

## کتابنگاری

مطیعی، ه.، ۱۳۷۴- زمین شناسی نفت زاگرس، دو جلد، کتاب زمین شناسی ایران، ش ۲۵، ۱۰۰۹ ص.

## References

- Boyer, S. E. & Elliot, D., 1982- Thrust systems., AAPG Bull., v66, p1196-1230.
- Dahlstrom, C. D. A., 1969- Balanced cross sections., Can. J. Earth Sci. v6, p743-757.
- De Sitter, L. U., 1964- Structural geology, 2d ed., New York, McGraw Hill, 551p.
- Falcon, N. L., 1969- Problems of relationships between surface structure and deep displacements illustrated by the Zagros Range, *In Time and place in orogeny.*, Geol. Soc. London Spec. Pub. 3, p9-22.
- Harrison, J.V., 1930- The geology of some salt plugs in Laristan (southern Persia) ., Geol. Soc. London Quart. Jour. v86, p463- 522.
- Haynes, S.J. & McQuillan, H., 1974 - Evolution of the Zagros suture zone , southern Iran , Geol. Soc. Am. Bull., v85, p739-744.
- Hills, E. S., 1963- Elements of structural geology., New York, John Wiley and Sons, 483p.
- James, G.A. & Wynd, J.G., 1965- Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area., AAPG Bull., v49, p2182-2245.
- Jones, P. B., 1987- Quantitative geometry of thrust and fold belt structures. *In Methods in exploration series 6.*, AAPG, Tulsa, Oklahoma.
- Kent, P. E., 1970- The salt plugs of the Persian Gulf region., Leicester Literary and Philos. Soc. Trans., v64, p56-88.
- Lees, G. M., 1950- Some structural and stratigraphical aspects of the Middle East., 18<sup>th</sup> Internat. Geol. Cong. Great Britain, Proc., pt6, p26-33.
- Lees, G. M., 1952- Foreland folding, Geol. Soc. London Quart. Jour. v108, p1-34.
- Lees, G.M., & Richardson, F.D.S., 1940- The Geology of the oil-field belt of S.W. Iran and Iraq., Geol. Mag. v77, p227-252.
- O'Brien, C. A. E., 1950- Tectonic problems of the oilfield belt of southwestern Iran., 18<sup>th</sup> Internat. Geol. Cong. Great Britain, Proc., pt6, p45-58.
- Pattinson, R & Takin, M., 1971- Geological significance of Dezful embayment boundaries, IOOC, report No.1166 (unpub.).
- Rich, R. L., 1934- Mechanics of low-angle overthrust faulting as illustrated by Cumberland thrust block, Virginia, Kentucky, and Tennessee., AAPG Bull., v18, p1584-1596.
- Stocklin, J., 1968- Salt deposits of the Middle East., *In Saline deposits: Geol. Soc. Am. Spec. Paper 88*, p158-181.
- Suppe, J., 1980- A retrodeformable cross-section of northern Taiwan., Geol. Soc. China Proc., 23, p46-55.
- Suppe, J., 1983- Geometry and kinematics of fault-bend folding., Am. J. Sci., v283, p684-721.
- Suppe, J., & Medwedeff, D. A., 1984- Fault propagation folding., Geol. Soc. Am. 1984 Ann. Mtg. Prog. With Abs., 16, 670.
- Thompson, R. I., 1981- The nature and significance of large "blind" thrusts within the northern Rocky Mountains of Canada. *In Thrust and nappe tectonics* (eds. McClay, K. R., and Price, N. J.), Spec. Publ. Geol. Soc. London, v9, p449-462.
- Twiss & Moores, 1992- Structural geology, WH. Freeman & Company, 532p.

\* مدیریت طرح های اکتشافی شرکت نفت فلات قاره

\*\* سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

\*Exploration Management of Oil Continental Shelf Co.

\*\* Geological Survey of Iran