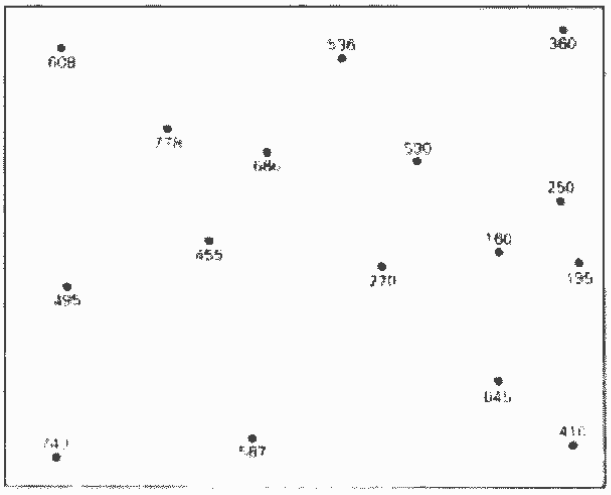
۱۲- نقشه‌ها و مقاطع عرضی متداول در زمین‌شناسی نفت

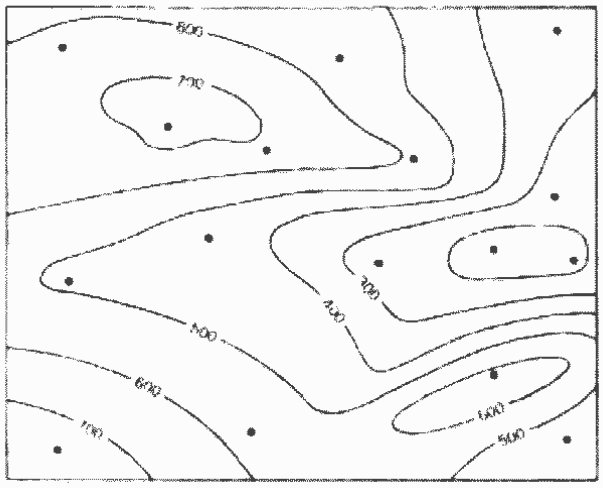
توسط زمین‌شناسان نفت نقشه‌های زیرسطحی (subsurface maps) زیادی ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل نقشه‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی می‌باشد. این نقشه‌ها ساختمان‌های زیرسطحی (subsurface structures)، شکل هندسی (geometry) لایه‌های رسوبی، ضخامت آن‌ها و نیز خصوصیات داخلی متعلق به آن‌ها مثل تخلخل و تراوائی را به نمایش می‌گذارند. همچنین این نقشه‌ها می‌توانند موقعیت تجمع هیدروکربن را نشان دهند.
چون ماهیت عمده این نقشه‌ها به‌صورت نقشه‌های کانتوری است، به طور مختصر در مورد آن‌ها توضیح داده می شود.
در هنگام ساختن نقشه‌های کانتوری موارد زیر باید رعایت شود:

- از میان همه مقیاس‌ها و فاصله‌های کانتوری، آن‌هایی باید استفاده شوند که مناسب و مطابق با داده‌های موجود برای نقشه‌بردار باشند.
- نقشه‌ها نباید توسط داده‌های اضافی شلوغ و گیج‌کننده شوند. چنانچه نقشه‌ای شلوغ باشد غیرقابل استفاده می‌شود و تنها قابل فهم برای کسی است که آن را رسم کرده است.
- به طور کلی درک مقایس‌ها، الگوها و رنگ‌های بکار رفته در نقشه بسیار سودمند است.
- همه نقشه‌ها و مقاطع زمین‌شناسی در یک منطقه باید با هم مطابقت داشته باشند. به عبارت دیگر یک نقشه باید از انواع دیگر نقشه‌ها پیروی کند و تضادها و آنومالی‌های بین نقشه‌ها باید رفع شوند.
- در رسم کانتورها بایستی دقت زیادی کرد، اگر چه امروزه کامپیوتر و نرم افزارها وظیفه رسم کانتورها را به عهده دارند.
- در یک منطقه بهتر است شیوه ساختاری منطقه به عنوان اساس کانتورکشی در نظر گرفته شود. برای اینکه این شیوه ساختاری شناخته شود، زمین شناس باید سعی کند مجموعه‌ای از تفسیرها، اعتقادات و هر نظری که در مورد سبک ساختمانی و چینه‌شناسی منطقه وجود دارد را به خوبی بشناسد. شکل‌های ۱۲-۱ تا ۱۲-۵ تنوعی از تفسیرهای ممکن را برای نقاط کنترل ثابتی نشان می‌دهد. این اشکال نشان می‌دهد که اگر زمین‌شناس به الگوی ساختاری منطقه آگاه نباشد خطوط نامناسبی را می‌تواند برای رسم کانتورها انتخاب کند.

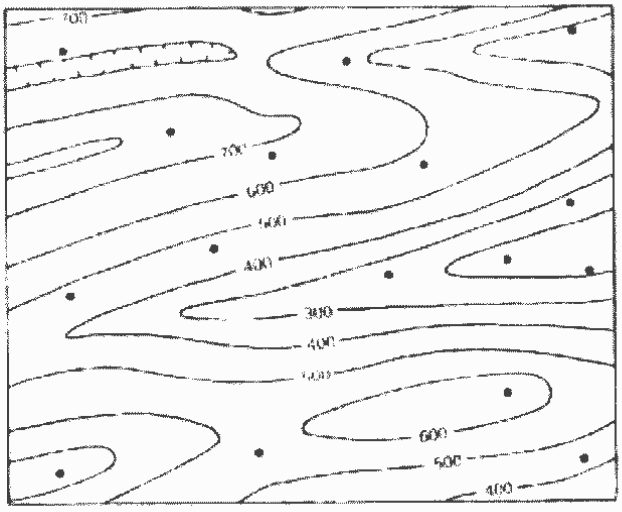
❖ اگر بین دو نقطه کنترل تغییرات ناگهانی از نظر ارتفاع یا ضخامت وجود داشته باشد، به احتمال زیاد زمین‌شناسی، باید این تغییر ناگهانی به وسیله یک گسل ایجاد شده باشد.



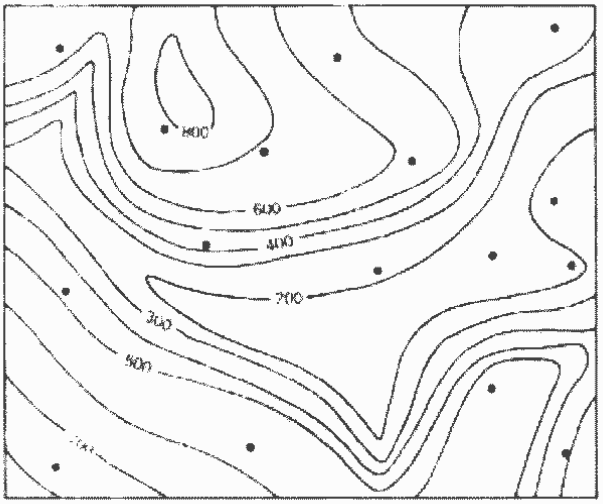
شکل ۱۲-۱ - نقاط و مقادیر آنها برای رسم نقشه‌های کانتوری در شکل‌های ۱۲-۲ تا ۱۲-۵



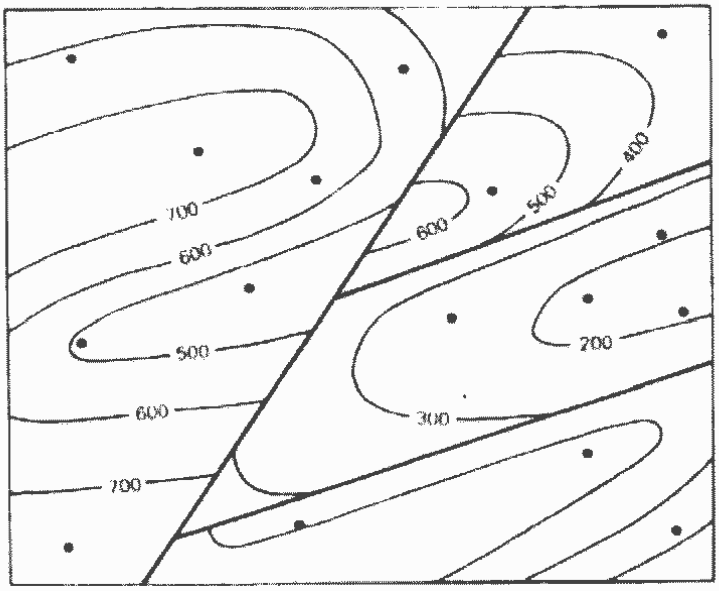
شکل ۱۲-۲ - این نقشه فقط بر اساس ارزش نقاط رسم شده است



شکل ۱۲-۳ - این نقشه بر اساس وجود رشته‌ها و دره‌های موازی هم رسم شده است



شکل ۱۲-۴ - این نقشه بیانگر یک منطقه مرتفع است که توسط رودها فرسوده شده است



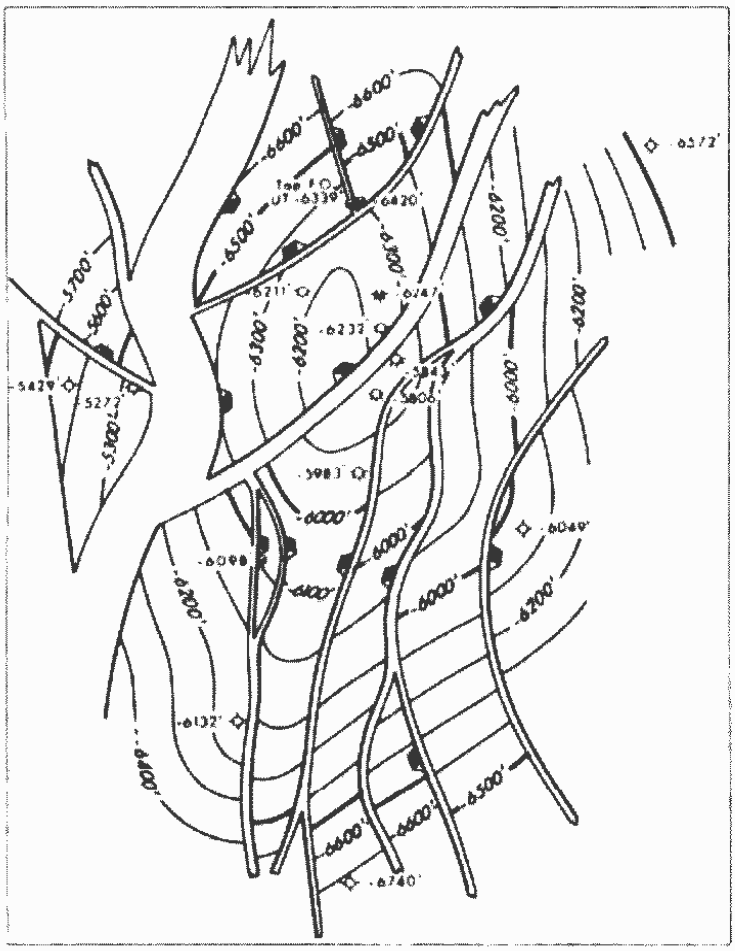
شکل ۱۲-۵ - این نقشه واقعی است که بر اساس اطلاعات زمین‌شناسی موجود در منطقه رسم شده است و طاقدیس هایی سینوسی را نشان می‌دهد که توسط یک گسل جابجا شده‌اند

۱۲-۱ انواع نقشه‌های زیرسطحی

نقشه‌های کانتوری زیرسطحی بسیار متنوعند. در این بخش از کتاب به توضیح انواع متداول آن پرداخته می‌شود.

۱۲-۱-۱ نقشه‌های کانتوری ساختمانی (Structural Contour Maps)

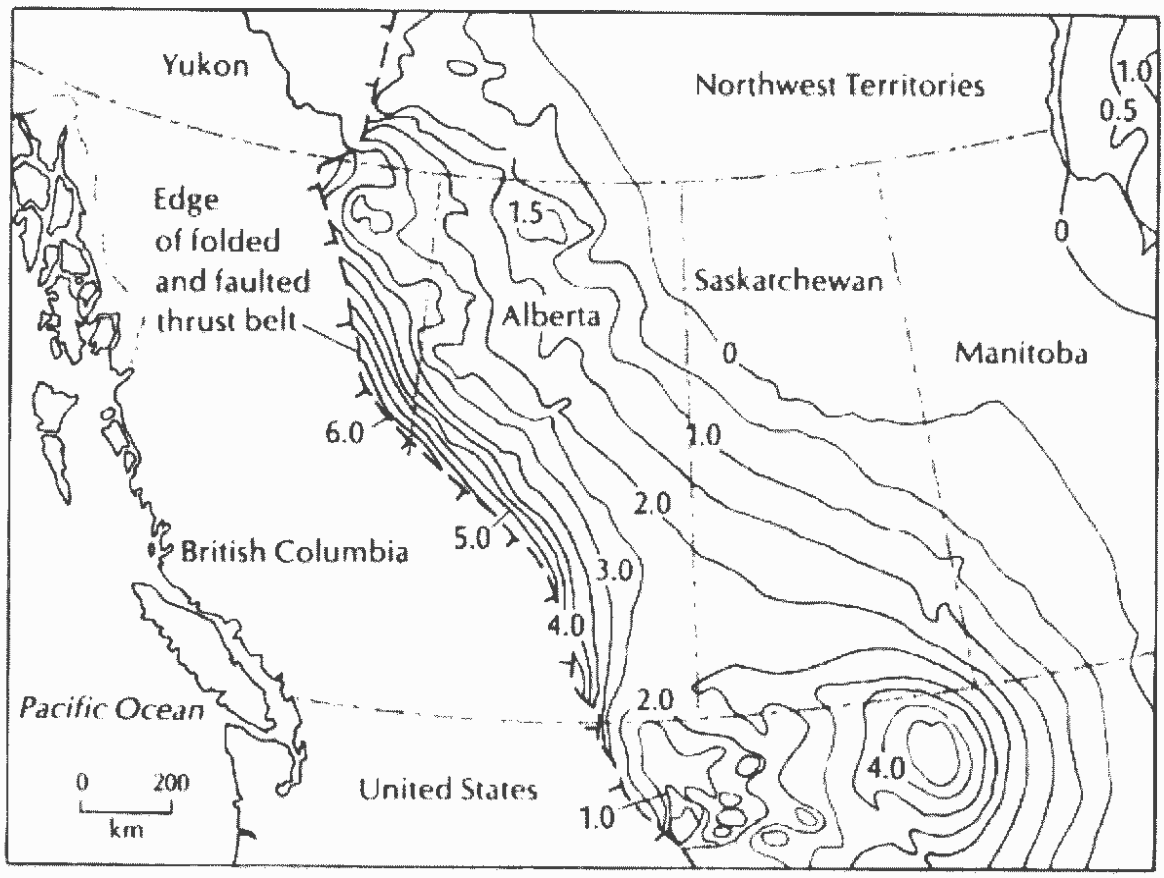
این نقشه‌ها معمولاً به طور ساده نقشه‌های ساختمانی نامیده می‌شوند. این نقشه‌ها، کانتورهایی را بر روی افق‌های زمین‌شناسی زیرسطحی نسبت به سطح مبنای تعیین شده، که معمولاً سطح تراز دریا است، نشان می‌دهند. زمین‌شناس سازنده این نقشه‌ها باید افق انتخابی خود را مشخص کرده و بدرستی نمایش دهد. این افق معمولاً عمق قاعده پوش‌سنگ و یا عمق بالای مخزن است. نقشه‌های ساختمانی به خوبی قادرند ساختارهای زیر سطحی را به نمایش بگذارند (شکل ۱۲-۶).



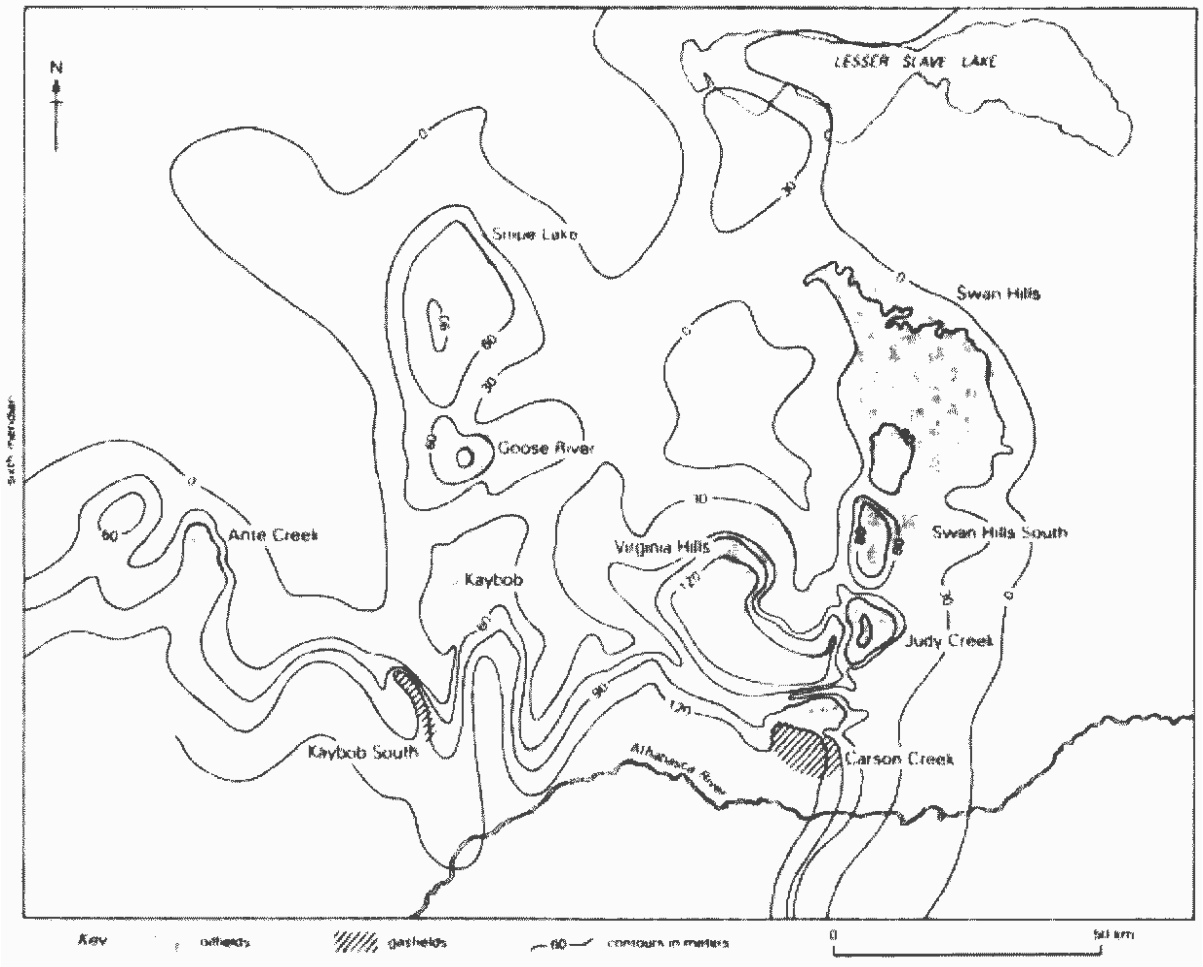
شکل ۱۲-۶ - مثالی از یک نقشه کانتوری ساختمانی

۱۲-۱-۲ نقشه‌های هم‌ضخامت (Isopach Maps)

در نقشه‌های هم‌ضخامت، کانتورها تغییرات ضخامت لایه‌های معین را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. این لایه ممکن است یک واحد لیتواستراتیگرافی از قبیل یک سازند یا یک واحد زمانی- استراتیگرافی مثل یک سیستم و یا یک محدوده مشخص بین دو ناپیوستگی (یک سکانس) یا یک واحد اقتصادی مثل ضخامت زون تولید (pay zone) سنگ مخزن از یک میدان نفتی باشد (شکل‌های ۱۲-۷ و ۱۲-۸).

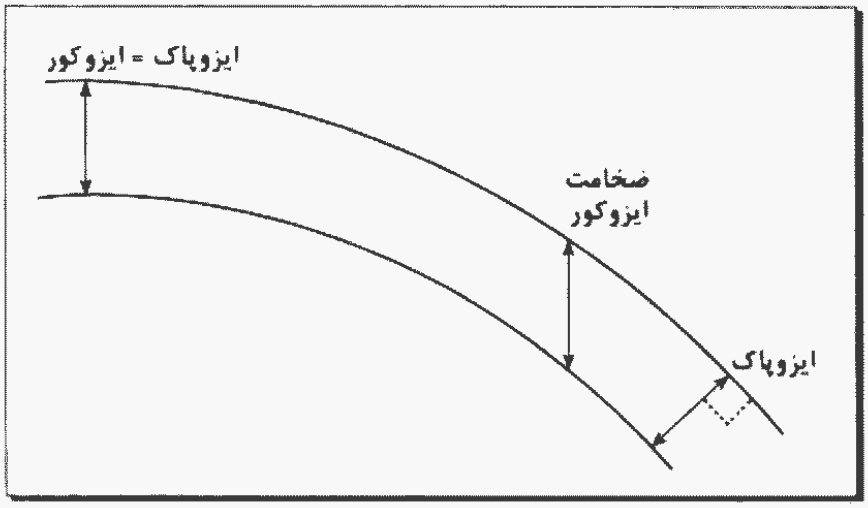


شکل ۱۲-۷ - نقشه هم ضخامت رسوبات فانروزوئیک در حوضه غربی کانادا. ارزش کانتورها بر اساس کیلومتر است



شکل ۱۲-۸ - نقشه هم ضخامت اینتروال دارای ریف تولید کننده هیدروکربن در آلبرتای کانادا

گاهی اوقات به واژه ایزوکور (isochore) بر می‌خوریم که منظور از آن ضخامت حفاری شده است، ولی منظور از ایزوپک ضخامت واقعی طبقات است (شکل ۱۲-۹). نقشه‌های ایزوکور برای کارهایی نظیر محاسبه ضخامت زون هیدروکربن‌دار مفید است، در صورتی‌که نقشه‌های ایزوپاک برای مطالعات رسوب‌شناسی اهمیت دارد.



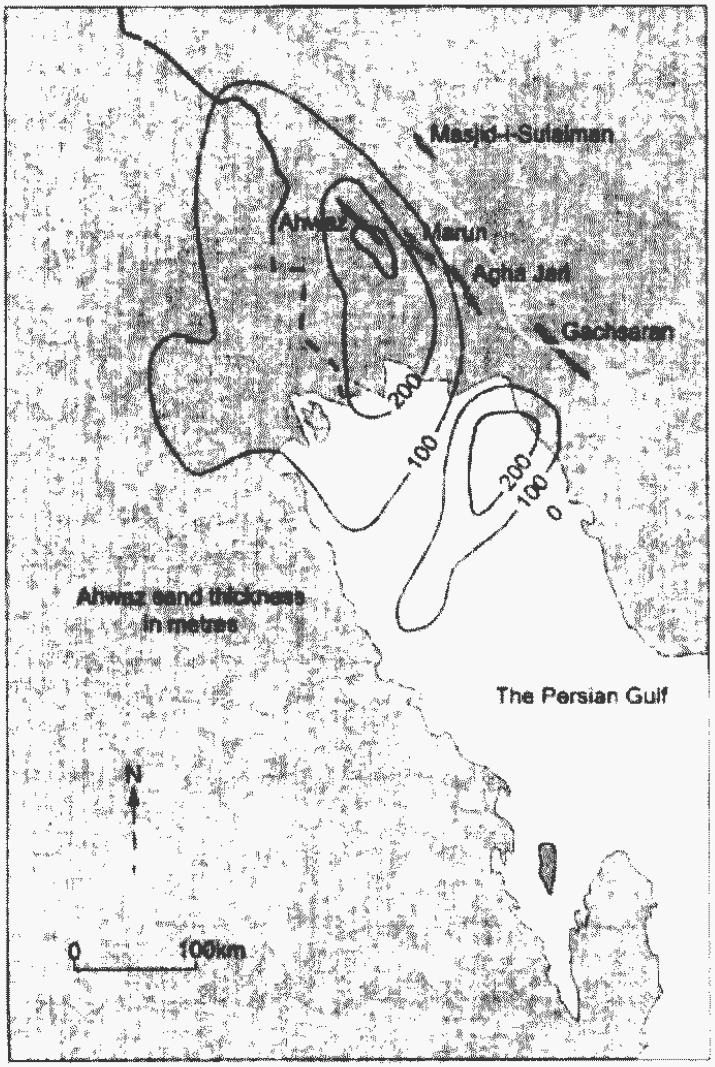
شکل ۱۲-۹ - ضخامت ایزوپک و ایزوکور

۱۲-۱-۳ نقشه‌های رخساره ای (Facies Maps)

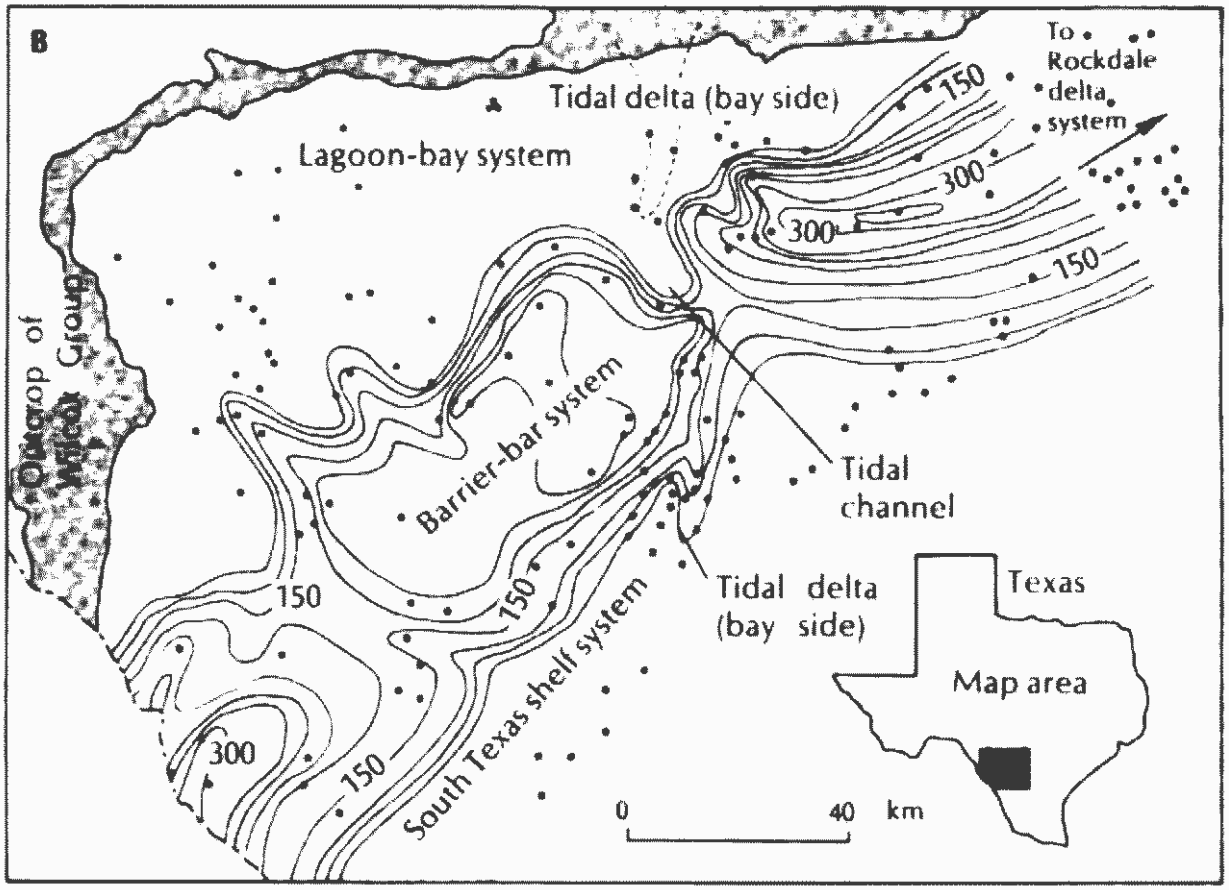
معمول‌ترین استفاده از نقشه‌های رَخساره‌ای نشان دادن لیتوفاسیس‌ها است. نقشه‌های لیتوفاسیس مرسوم دو نوع اصلی هستند:

a) نقشه‌های ایزولیت یا هم‌سنگی (Isolith Maps)

این نقشه‌ها، ضخامت یک لیتولوژی منفرد را نشان می‌دهند. مثل ضخامت لایه‌های دولومیتی یا ضخامت لایه‌های ماسه‌سنگی. شکل ۱۲-۱۰ و ۱۲-۱۱ دو مثال از نقشه های هم سنگی ماسه را نشان می دهد.



شکل ۱۲-۱۰ - مثالی از یک نقشه هم سنگی ماسه متعلق به بخش ماسه سنگی اهواز از سازند آسماری



شکل ۱۲-۱۱ - نقشه هم سنگی ماسه متعلق به پشته‌های سدی و لاگون پشت آن از رسوبات گروه Wilcox به سن ائوسن در تگزاس است. فواصل کانتوری ۳۰متر است

شکل ۱۲-۱۲ نقشه هم‌ضخامت و هم‌سنگی را با یکدیگر مقایسه می کند. همان‌گونه که در شکل پیداست نقشه هم‌سنگی ماسه‌سنگ به خوبی گسترش موضعی مناطق پتاسیل هیدروکربن را نشان می دهد.

b)نقشه‌های لیتولوژی درصدی (Percentage Maps)

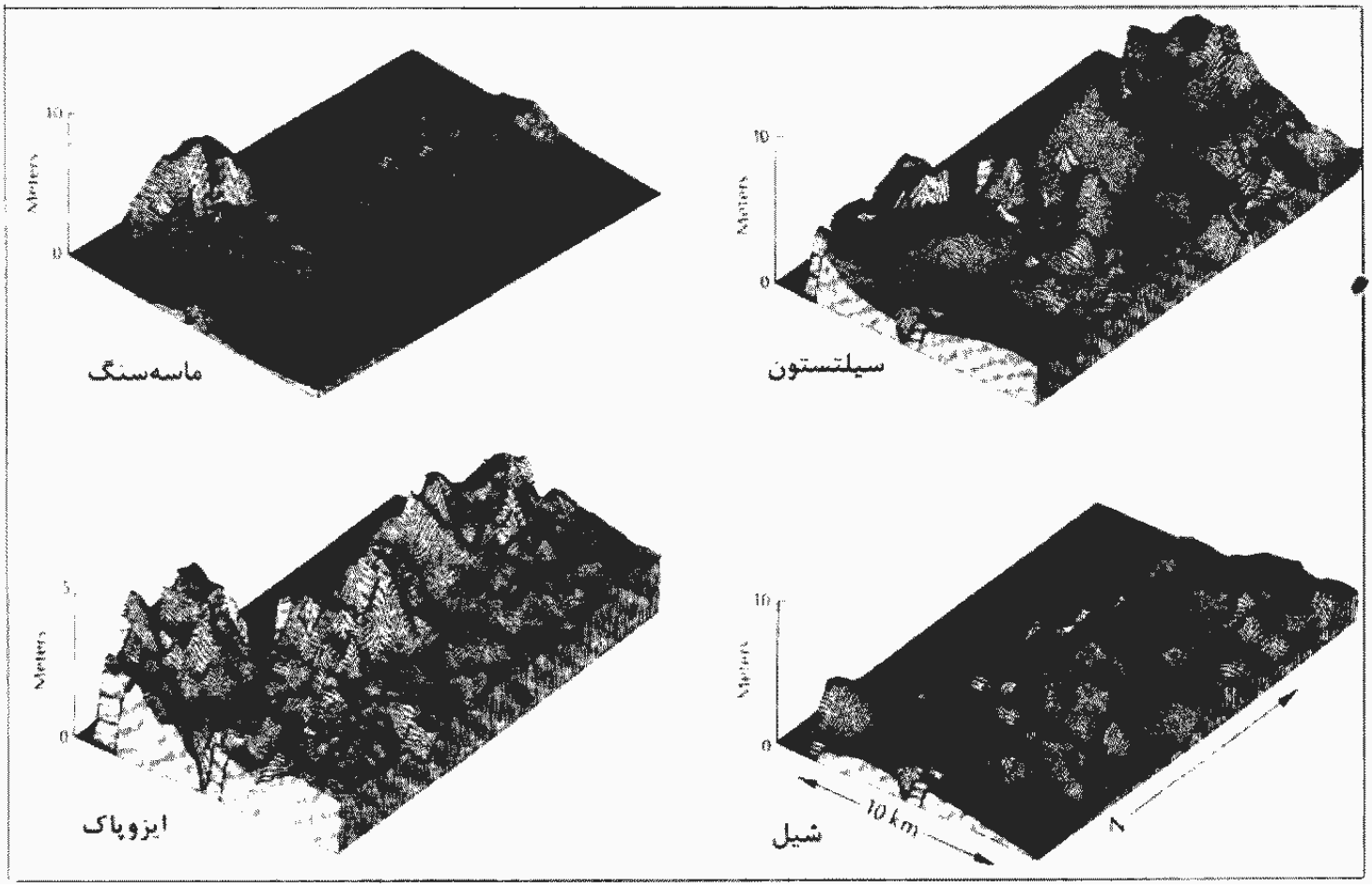
این نقشه‌ها درصدی از بخش انتخابی تشکیل دهنده یک سازند را نسبت به کل ضخامت سازند نشان می‌دهند (مثلاً ضخامت آهک چند درصد از ضخامت کل لیتولوژی است). تفاوت نقشه‌های ایزولیت و نقشه‌های درصدی در این است که نقشه ایزولیت بدون در نظر گرفتن ضخامت کل رسم می‌شود، در حالی‌که نقشه درصدی با در نظر گرفتن ضخامت کل کشیده می‌شود. نقشه درصدی بیشتر جهت تعبیر و تفسیر محیطی کاربرد دارد، در حالی‌که نقشه ایزولیت بیشتر مناسب مطالعه مخزن است.

c) نقشه‌های نسبتی (Ratio Maps)

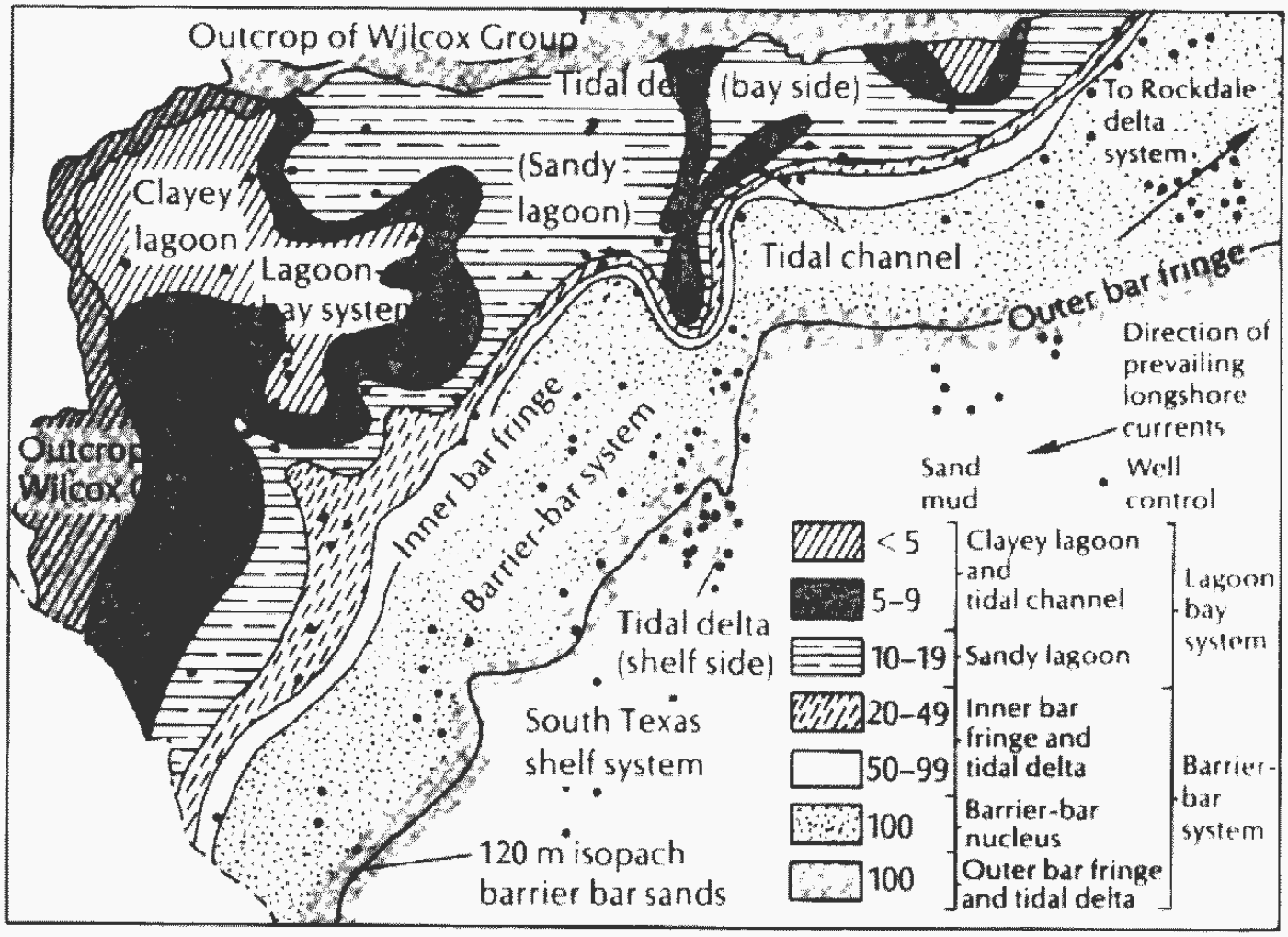
این نقشه‌ها نسبت ضخامت لیتولوژی‌های مختلف را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهند. یکی از مهمترین این نسبت‌ها، نسبت آواری است که در واقع نسبت بین ضخامت سنگ‌های آواری به گروه غیرآواری (یعنی کربنات و تبخیری‌ها) را نشان می‌دهد. انتخاب نوع نسبت کاملاً اختیاری

است و بنا به نوع مطالعه میتواند تغییر کند. به طور مثال این نسبت میتواند نسبت دولومیت به کربنات (آهک+دولومیت) باشد، فرضاً برای مطالعه تغییرات دولومیتی شدن در یک ناحیه، و یا نسبت زغال به شیل و غیره.

شکل ۱۲-۱۳ یک نقشه نسبتی را نشان می دهد که از نسبت ماسه به شیل استفاده شده است. همان‌طوری‌که در شکل پیداست، فواصل کانتوری توسط الگوهای نسبت داده شده در راهنمای نقشه، تزیین شده است. اگر الگوهای لیتولوژیکی به‌صورت استاندارد بکار برده شود، تعبیر و تفسیر چنین نقشه هایی را سهل‌تر می‌نماید.



شکل ۱۲-۱۲ - نقشه‌های سه بعدی هم‌ضخامت و هم‌سنگی که توسط کامپیوتر رسم شده است. نقشه هم‌ضخامت، ضخامت کل و نقشه‌های هم‌سنگی ضخامت بخش‌های ماسه‌سنگی، سیلتستونی و شیلی را مشخص می‌کند

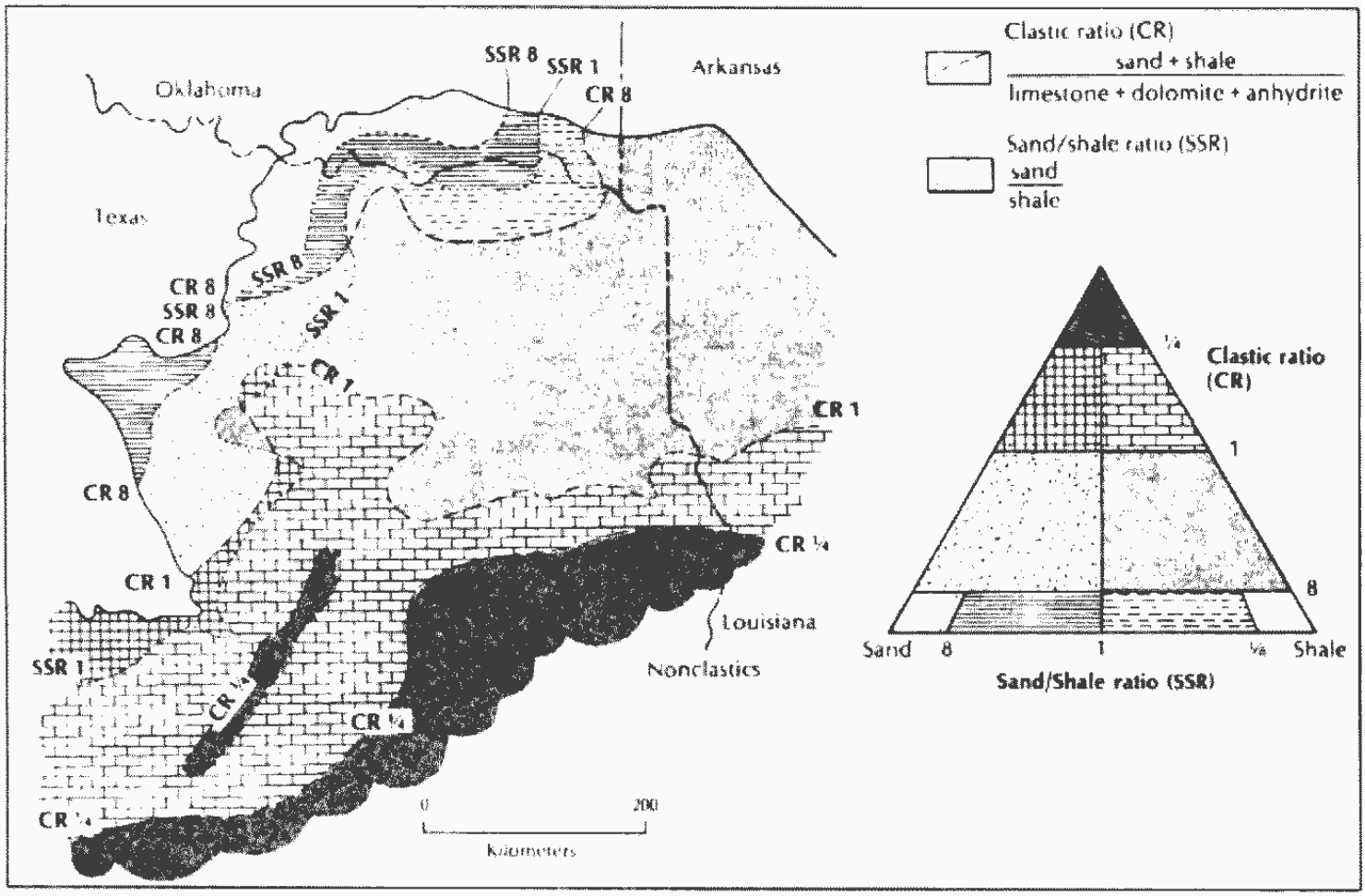


کل ۱۲-۱۳ - یک نقشه نسبتی که از نسبت ماسه به شیل استفاده شده است. این نقشه متعلق به پشته‌های سدی و لاگون پشت آن از رسوبات گروه Wilcox به سن ائوسن در تگزاس است

d) نقشه‌های رخساره‌ای مثلثی (Triangle Facies Maps)

در این نوع نقشه‌ها، به جای استفادهٔ صرف از خطوط کانتوری، از الگوهای لیتولوژیکی در رسم نقشه استفاده می‌شود. برای این منظور از دیاگرام‌های مثلثی با سه مولفه لیتولوژی استفاده می‌شود. حتی اگر بیشتر از سه مولفه وجود داشته باشد، این سه مولفه برای نشان دادن بیشترین بخش‌های سنگ‌های رسوبی کافی هستند، به خصوص اگر مولفه‌ها ترکیبی باشند، مثلاً مولفه کربنات که می‌تواند شامل سنگ آهک و دولومیت باشد.

با داشتن ضخامت سه مولفه یا سه عضو نهایی مثلث، نقطه مورد نظر بر روی دیاگرام مثلثی پلات شده و موقعیت نقطه پلات شده الگوی لیتولوژی آن نقطه را مشخص می‌کند. لذا با داشتن نقاط اطلاعات متعدد می‌توان نقشه نهایی را رسم نمود (شکل۱۲-۱۴). مثلث رخساره‌ای باید به صورتی مفید به نواحی رخساره‌ای بر اساس الگوهای استاندارد لیتولوژی تقسیم شوند.



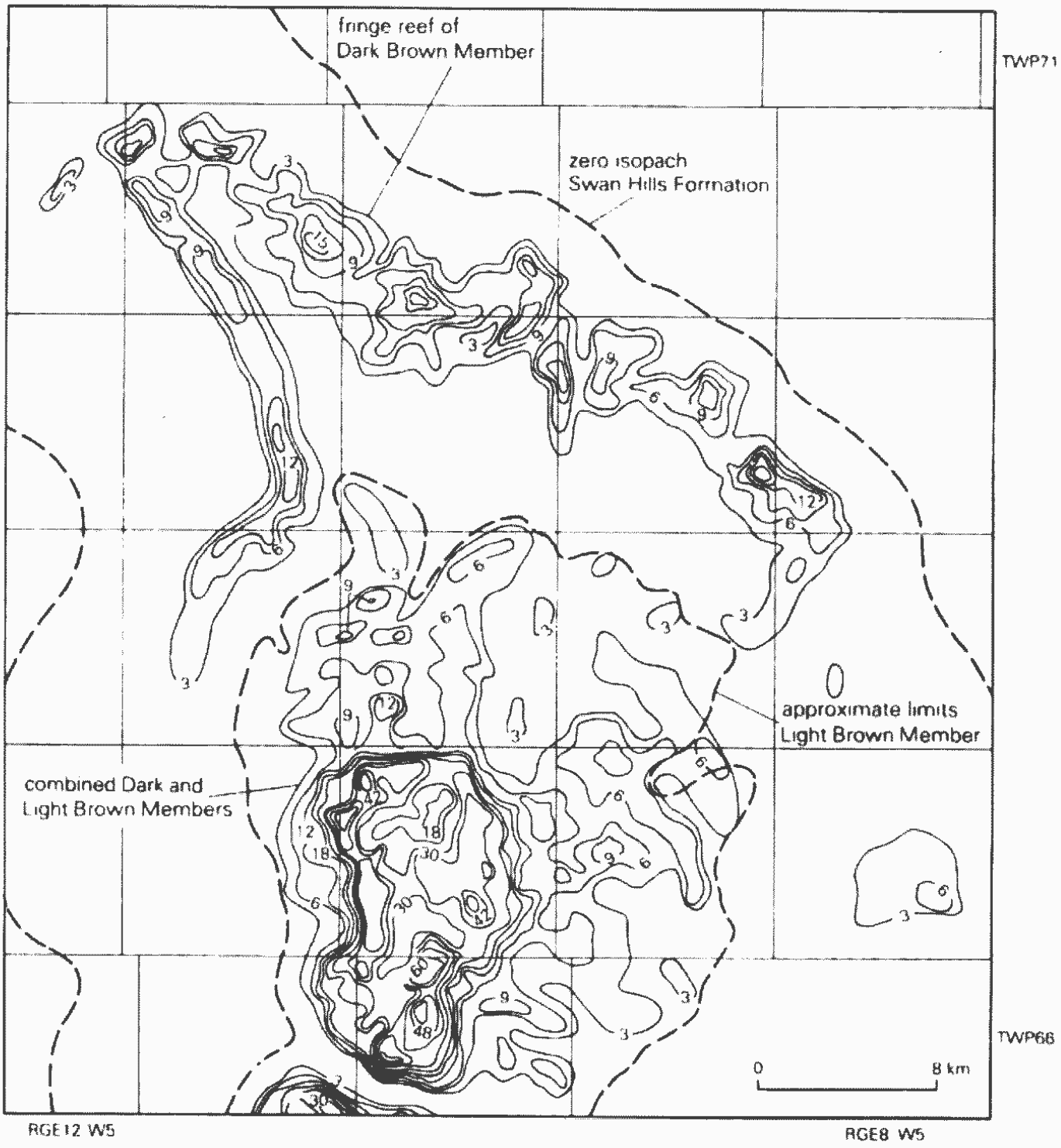
شکل ۱۲-۱۴ - مثالی از یک نقشه رخساره‌ای مثلثی. درصد نسبی سه مولفه (ماسه، شیل و غیرآواری) توسط الگوهای مختلفی، که در راهنمای نقشه تعریف شده، نشان داده شده است

۱۲-۱-۴ نقشه‌های ویژگی درونی

نقشه‌های ویژگی درونی، بیشتر خصوصیات انتخابی یک واحد استراتیگرافی منفرد را نظیر تخلخل، تراوائی، میزان تولید و یا هر ویژگی قابل تعیین دیگر را به نمایش می‌گذارند. نقشه‌های ویژگی داخلی که به طور خیلی معمول استفاده می‌شود شامل موارد زیر است:

a) نقشه‌های هم‌تخلخل (Isoporosity)

این نقشه‌ها، خطوط هم‌تخلخل را در سنگ‌های مخزن نشان می‌دهند. (شکل ۱۲-۱۵). در این نوع نقشه‌ها ماهیت داده‌ها باید مشخص شود. تخلخل ممکن است در آزمایشگاه از مغزه‌ها بدست آمده باشد و یا از نمودارها محاسبه شود یا از داده‌های تولیدی تخمین زده شود.



شکل ۱۲-۱۵ - نقشه هم‌تخلخل سازند Swan Hill در شمال کانادا. تخلخل‌ها توسط نمودارهای چاه‌پیمایی محاسبه شده است. بخش‌های بسیار متخلخل متعلق به ریف‌های تولید کننده نفت است

b) نقشه‌های هم حجم (Isovolume or Isovol Maps)

این نقشه‌ها از تلفیق مقادیر تخلخل و ایزوپک‌ها حاصل شده‌اند و نشان دهنده کانتورهایی با حجم مساوی می‌باشند. به طور مثال یک لایه با ضخامت ۲۰متر و تخلخل ۱۰٪ دارای ارزش مساوی با یک لایه به ضخامت ۱۰متر و تخلخل ۲۰٪ است.

c) نقشه‌های هم تمرکز و هم شوری (Isoconcentration and isosalinity)

این نقشه‌ها شوری آب‌های سازندی را نشان می‌دهند.

d) نقشه‌های هم پتانسیل (Isopotontial map)

نشان دهنده ظرفیت‌های تولید چاه‌ها در واحد زمان هستند.

e)نقشه‌های ایزوبار (Isobar maps)

این نقشه‌ها نشاندهنده فشارهای اندازه گیری شده متداول در چاه‌ها هستند.

۲-۱۲ مقاطع عرضی (Cross Sections)

مقاطع عرضی قادرند تغییرات جانبی لایه‌ها را به خوبی مشخص نمایند.

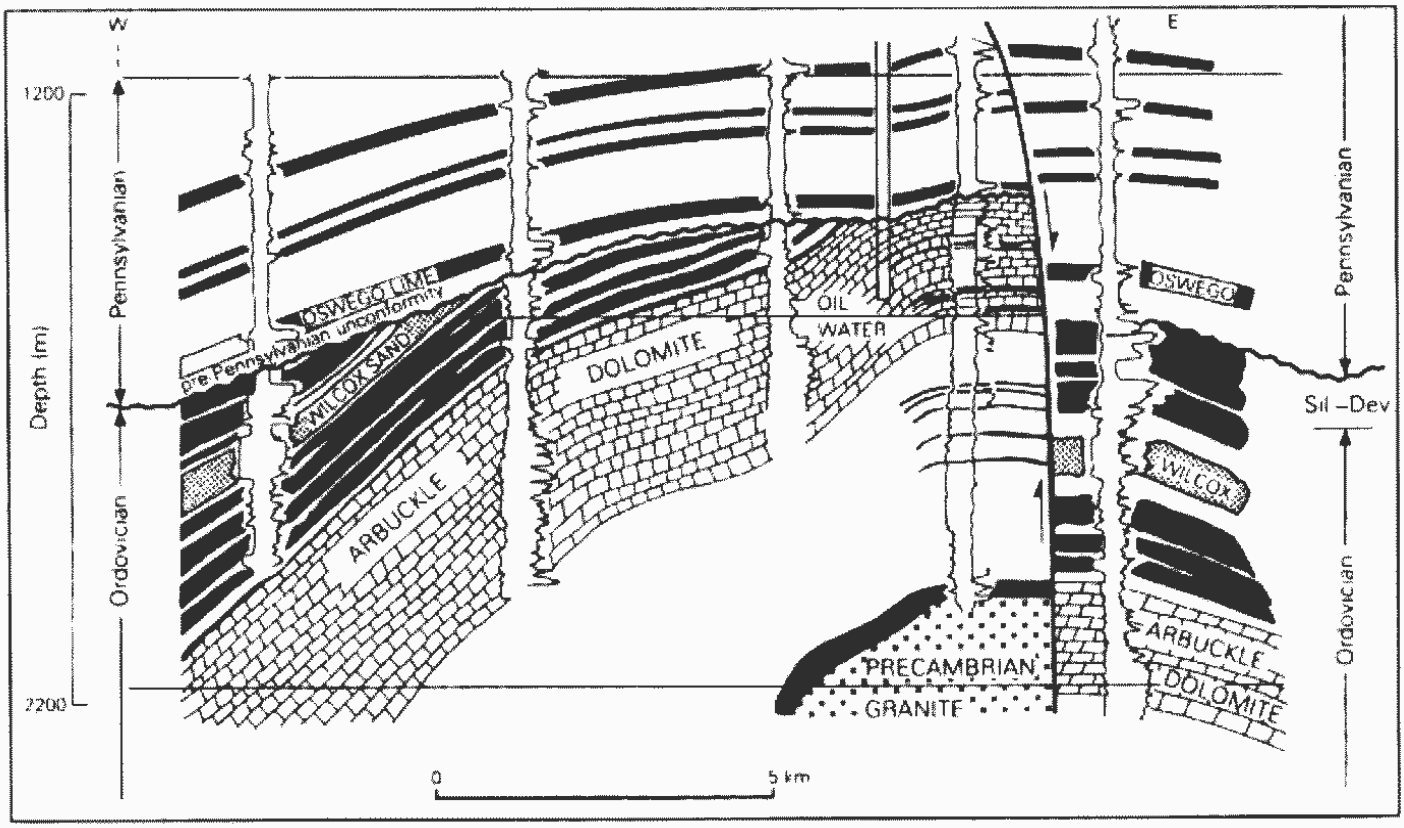
سه نوع مقطع عرضی برای زمین‌شناس نفت ضروری است.

۱- مقاطع عرضی مقایسه‌ای

اولین اشکال زمین‌شناختی هستند که بایستی در مرحله اول حفاری اکتشافی رسم شوند. هدف این مقاطع به طور ساده، این است که زمین‌شناس را قادر می‌سازند تا درباره معادل‌های استراتیگرافی بین چاه‌ها در کنترل‌های اولیه‌اش تصمیم‌گیری کند.

۲- مقاطع عرضی ساختمانی

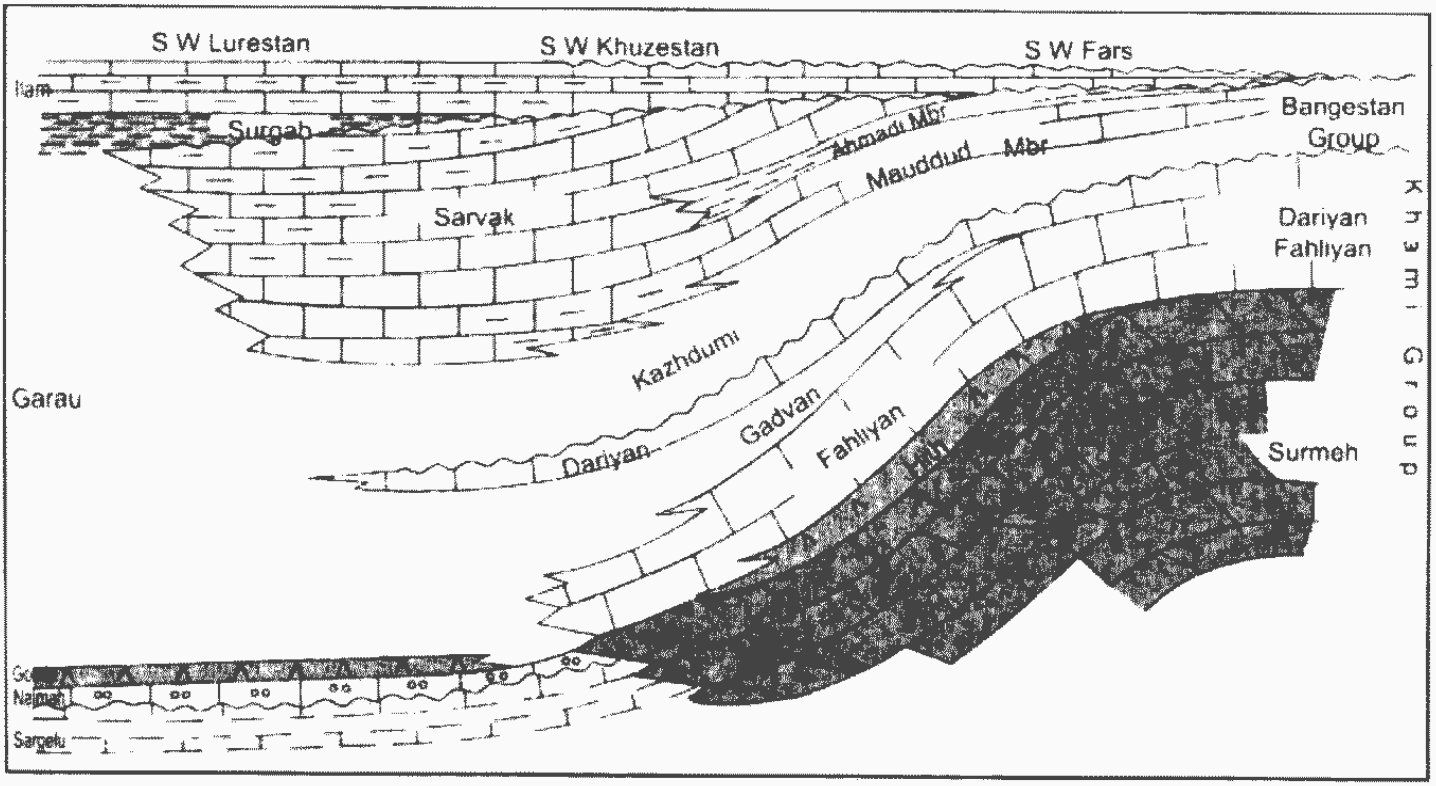
مقاطع عرضی ساختمانی وضعیت ساختمانی کنونی سنگ‌ها را نسبت به سطح دریا (به عنوان یک مبنای افقی) نشان می‌دهند (شکل ۱۲-۱۶).



شکل ۱۲-۱۶ - مقاطع عرضی ساختمانی از یکی از میادین نفتی

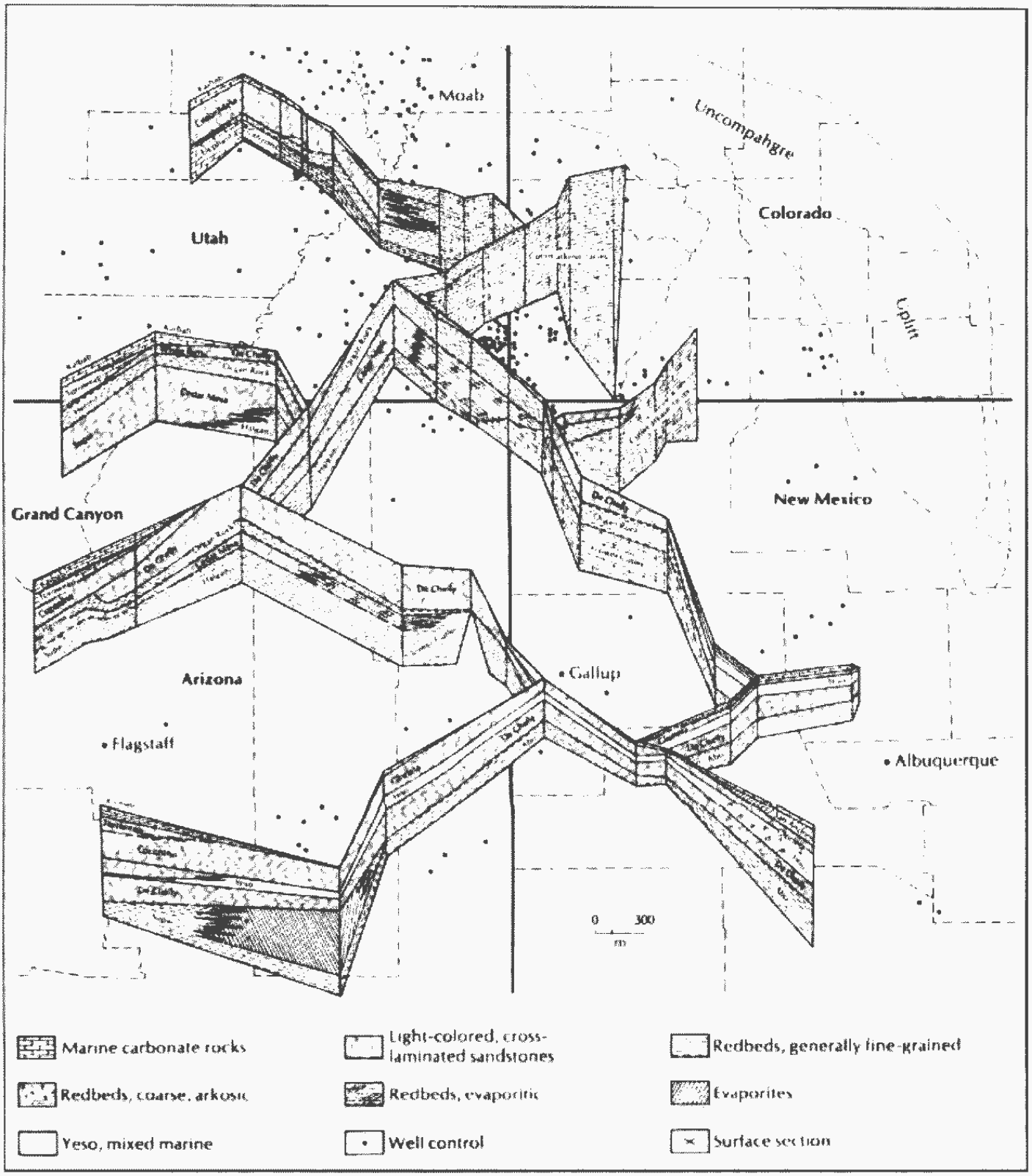
۳- مقاطع عرضی استراتیگرافی

در مقاطع عرضی استراتیگرافی، لایه‌ها با در نظر گرفتن یکی از آن‌ها به عنوان یک مبنای افقی تطابق داده می‌شوند. این مقاطع حالت‌های همه لایه‌های قدیمتر در زمان رسوبگذاری لایه مبنا را مشخص می‌کند. مقاطع عرضی باید در طول خطوط متعدد با نقاط کنترل کافی رسم شوند و نباید صرفاً محدود به جهت شیب (dip) یا امتداد (strike) حوضه شوند. شکل ۱۲-۱۷ مقطع عرضی استراتیگرافی ناحیه خلیج فارس را نشان می دهد.



شکل ۱۲-۱۷ - مقطع عرضی استراتیگرافی در طول خلیج فارس که تغییرات جانبی رسوبات ژوراسیک و کرتاسه را نشان می دهد

گروهی از مقاطع عرضی در راستاهای متفاوت به شکل نمودارهای نرده‌ای (fence diagram) ارائه می‌شوند که یک دید تقریباً سه بعدی نسبت به تغییرات جانبی فراهم می‌کند (شکل ۱۲-۱۸). با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری می توان فواصل خالی نمودارهای نرده‌ای را نیز تکمیل نمود و یک مدل منسجم استراتیگرافی ارائه داد.



شکل ۱۲-۱۸ - مثالی از یک نمودار نرده‌ای. با استفاده از این نوع نمودارها می‌توان تغییرات پیچیده جانبی رخساره ها را مشخص نمود