

کاوش‌های نفتی

آمار مقایسه‌ای و چشم‌انداز اقتصادی

تهیه کننده
مهندس محمود احتشام‌زاده افشار
معلم دانشکده فنی

پیش‌گفتار :

وفور ئیدروکربورها در یک ناحیه یا یک حوزه رسوبی بسیار متغیر است. مقدار کلی نفت قابل استفاده که بسطح رسوبی برگردانده میشود در هر کیلومتر مربع زمین ممکن است از چند ده مترمکب تا چند صد کیلو مترمکب (برای ایالت‌های نفت‌خیز) تغییر نماید.

چنین نتایجی بقیمت سالها کوشش تحقیق مخصوصاً حفاریهایی که در ده یا پانزده سال اخیر انجام گرفته بدست آمده است. این حفاریها از چند چاه تا بیش از هزار چاه در هر ۱ کیلومتر مربع تغییر میکنند وغالباً ممکن است از نظر اقتصادی بزیان مملکت تجسس کننده تمام شده باشد.

از مقایسه نتایج ووسایل بکار برده شده سنجش‌های مختلفی مانند مقدار نفت یا گاز مکشوفه درازای چاههای حفر شده میتوان انجام داد که مقدار بهره‌وری ' یک حوزه وهزینه‌های تحقیق وتغییر وتکمیل روشهای تجسس را در طی دوره کاوش ئیدروکربورها معین میدارد.

باین ترتیب تکمیل عمومی وگسترش تحقیق وتجسس ئیدروکربورها را میتوان در معرض نمایش قرار داد که بترتیب شامل یک دوره گسترش ، یک مرحله کمال ویک دوره انحطاط میباشد.

چنین مقایسه‌ای که اجازه میدهد موقعیت ایالت‌های مختلف نفتی بهتر تعیین شود میباشد بعداً بابررسی‌های خیلی دقیقتر تکمیل گردد تا بدانوسیله بتوان عوامل مختلف زمین‌شناسی را که وفور ئیدروکربورها با آن بستگی دارد مشخص نمود.

نفت خیلی بیش از آنچه که در چند ده سال اخیر تصور میشده در سربهای رسوبی پراکنده است. انتشار و پراکندگی ئیدروکربورها در دنیا یکسان نیست در حال حاضر هفت کشور دنیا که چهار مملکت آن از کشورهای خاورمیانه است ۸۵٪ از ذخایر و تولید نفت دنیا را دارا میباشند. ذخایر نفتی بتدریج کشف شده و میشود لکن مناطقی هستند با نفت یا گاز خیلی کم که اکثراً کشف آنها از نظر اقتصادی برای مملکت اکتشاف کننده مقرون بصرفه نبوده است.

انتشار و پراکندگی ئیدروکربورها را با چند مثال و چند رقم میتوان نشان داد. یک بررسی خوب از زمان حال گاهی میتواند نقاط مبهم و تاریک آینده را روشن سازد از اینرو نکات زیر را بترتیب مورد توجه قرار میدهیم:

۱- نتایج بدست آمده - یعنی اکتشافات جمعی^۱ (جمع تولید باضافه ذخایر موجود ثابت شده) که بامقدار نفت یا گاز در کیلومترمربع زمین رسوبی بیان میشود - این نتایج وفور ئیدروکربورها و ایالت های نفتی را مشخص میسازد.

۲- بررسی وسایل بکار رفته برای کشف این ذخایر - شدت نیروی تحقیق و کاوش که معمولاً^۲ برحسب هفته های کار یک اکیپ سیسمیک و یا با تعداد حفاریهای اکتشافی در ۱۰۰۰ مترمربع بیان میشود.

۳- بالاخره مقایسه ی نتایج حاصله از وسایل بکار برده شده میباشد که راندمان تحقیق و سودآوری^۳ آن را معین میدارد.

I نتایج بدست آمده

برای مقایسه وفور ئیدروکربورها در ایالت های مختلف نفتی معمولاً اکتشافات جمعی را به نسبت حجم یا غالباً سطح رسوبی مفید حساب می کنند که در حقیقت عبارت خواهد بود از تراکم^۳ ئیدروکربورها گرافیک های ضمیمه اجازه میدهد برای بعضی از مناطق یا ایالت های نفتی اکتشافات جمعی نفت و گاز را در کیلو مترمربع زمین رسوبی بدون اینکه ابعاد حوزه ها را از نظر دور داشته باشیم مقایسه نمائیم.

اکتشافات جمعی که برحسب میلیون تن یا مترمکعب برای نفت و برحسب میلیارد مترمکعب برای گاز بیان میشود روی محور طول ها و سطح رسوبی برحسب کیلومترمربع روی محور عرض ها برده شده ابا کهای مختلف گرافیک را با خطوط مستقیمی که نشان دهنده مقدار مساوی نفت یا گاز در کیلومترمربع میباشد تقسیم مینماید: ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۰۰ تن یا مترمکعب در کیلومترمربع (شکل ۱)

۱- نفت

ابتدا میتوان ایالت های کم حاصل از نظر نفت یعنی آنهایی که دارای کمتر از ۰.۰ تن نفت در کیلومترمربع میباشد تشخیص داد. این ایالت ها بعنوان مثال عبارتند از دراروپا: بریتانیا - فرانسه مخصوصاً

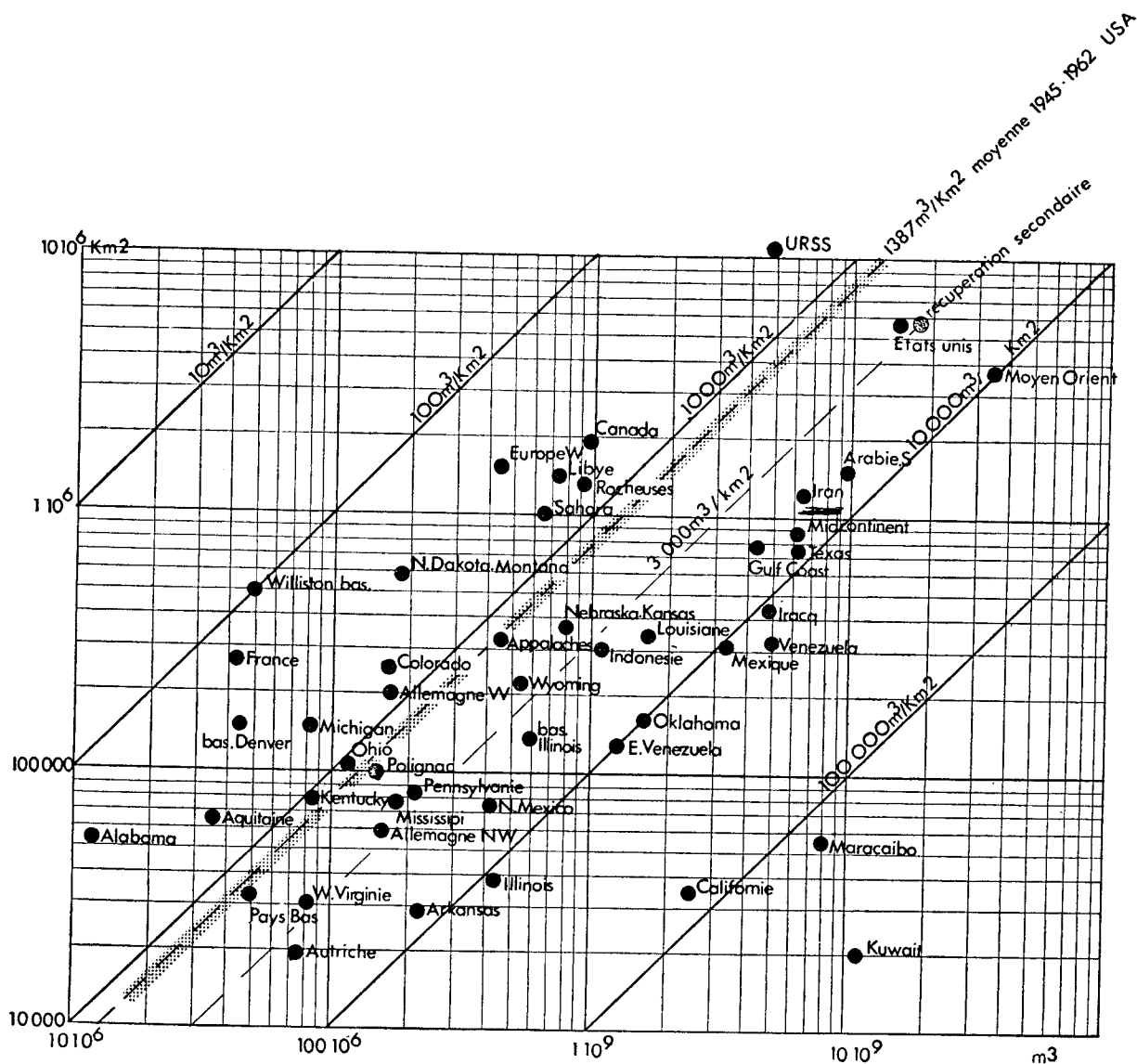
۱ - découvertes Cumulées

۲ - Rentabilité

۳ - densité

مجموعه گودال‌رنا^۱ در ایالات متحده آمریکا: میشیگان، کلرادو، داکوتا، مونتانا شمالی و حوزه‌های دنور^۲ و ویلستون

از نقطه نظر زمین‌شناسی این ایالت‌ها یا حوزه‌های دگرشیب^۳ ممتد دارای عمق نسبتاً کم مطابقت مینمایند. حرکات زمین‌ساختی^۴ در این مناطق غالباً آرام بوده و در نتیجه تا قدیس‌های گنبدی شکل با شعاع انحنای زیاد بوجود آمده است که میتواند منبع انباشتگی‌های زیادی باشد. تراکم نسبتاً کم ئیدروکربورها در این نقاط با سطح رسوبی زیاد آنها تعدیل میگردد.



شکل ۱ - مقدار نفت کشف شده در کیلومتر مربع

ایالت‌های نسبتاً غنی یعنی آنهایی که وفور متوسط نفت ۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر مکعب در کیلومتر مربع

۱ - fossé Rhenant

۲ - Denver

۳ - bassins discordants

۴ - Tectonique

میباشد غالباً حوزه‌های بابعاد بزرگ و معمولاً از نوع دگرشیب یا میوژئوسنکلینال^۱ میباشند این ایالت‌ها عبارتند از:

- در ممالک متحده آمریکا: ایالت‌های آپالاش، روشوز، کنتوکی، اهایو، ویومینگ و حوزه‌های وینتا^۲ و ویندریور. همچنین کانادا.

- در نیمکره شرقی: آلمان فدرال، هلند و صحرای الجزیره

در حدود تراکم متوسطی برابر ۲۰۰۰ متر مکعب در کیلومتر مربع ایالت‌های نفت‌دار غنی هستند که غالباً از نقطه نظر زمین‌شناسی بخوبی مشخص شده‌اند مانند اتریش، حوزه شمال غربی آلمان، حوزه پولینیاک^۳ (در صحرای الجزیره)، مکزیک، اندونزی، حوزه ونزوئلا شرقی و ایالت‌های مختلف ممالک متحده: پنسیلوانیا، اکلاهما، تکزاس و ساحل خلیج.

بیش از ۱۰۰۰۰ متر مکعب در کیلومتر مربع ایالت‌های بسیار غنی میباشند: خاورمیانه، ایلینویز^۴ ونزوئلا و کالیفرنیا.

از نقطه نظر زمین‌شناسی معمولاً حوزه‌های بین رشته کوهها یا از نوع میوژئوسنکلینال اند که نسبتاً محدود ولی خیلی فرونشین^۵ بوده و تغییرات رخساره‌ای زیادی نشان میدهند. نسبت ذخیره تقریباً زیاد و محفظه‌ها^۶ بانواع مختلف میباشند.

و فور نفت در حوزه‌های زیر تقریباً استثنائی است:

حوزه پرمین در آمریکا	۸۰۰۰	مترمکعب در کیلومتر مربع
حوزه سن جواکین ^۷ در کالیفرنیا	۳۰۰۰۰	»
حوزه ماراکیبو ^۸ در ونزوئلا	۶۷۰۰۰	»
حوزه لس آنجلس در کالیفرنیا	۳۰۰۰۰۰	»

خاورمیانه بایک تراکم در حدود ۱۱۰۰۰ متر مکعب در کیلومتر مربع در مساحتی برابر ۳،۶۰۰،۰۰۰ کیلومتر مربع وضع و موقعیت کاملاً استثنائی دارد.

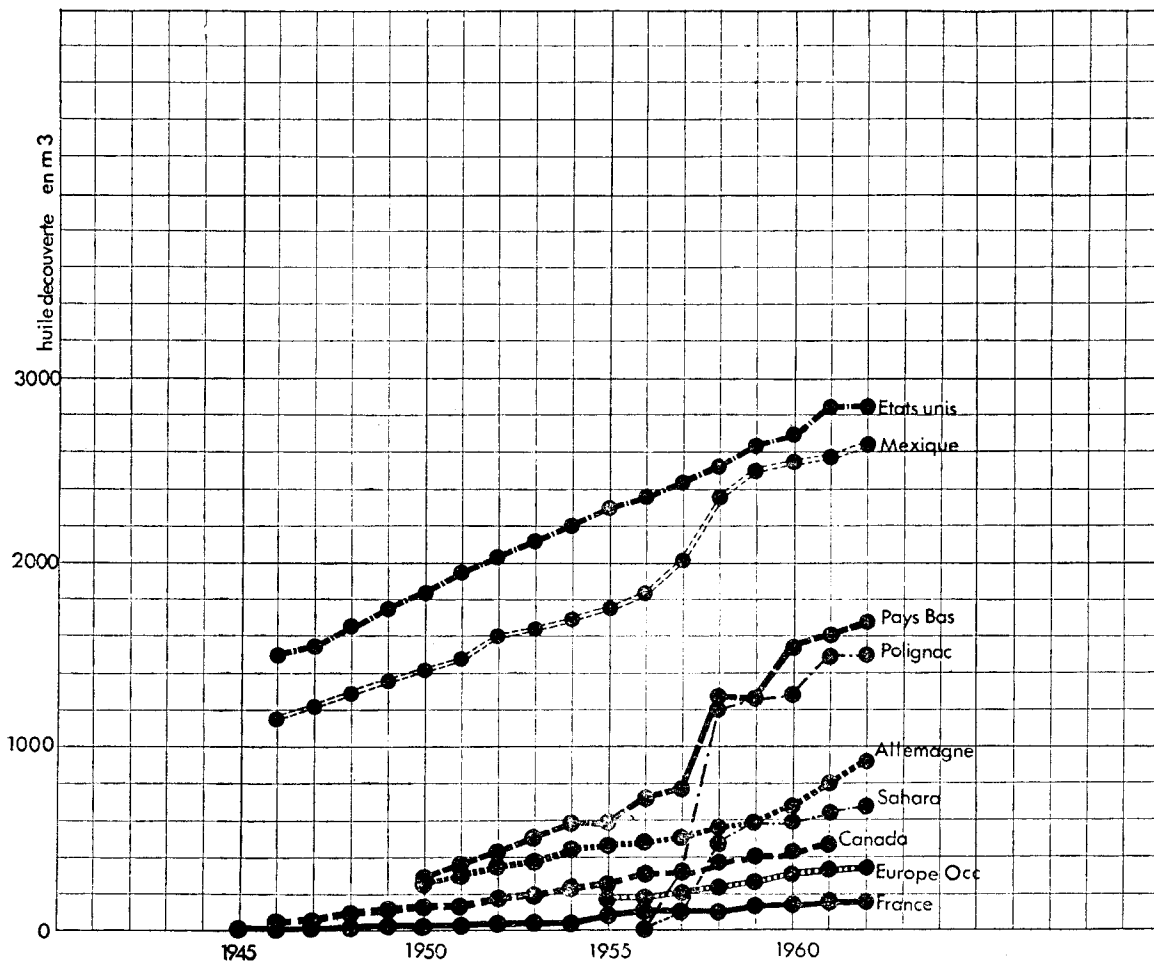
تغییرات مقدار نفت کشف شده در کیلومتر مربع بر حسب زمان (شکل ۲) برای بعضی از کشورها اجازه مقایسه بین آنها را میدهد.

ممالک متحده آمریکا یک افزایش کندولی منظمی در حدود ۰ درصد در ده سال نشان میدهد: و فور نفت ممالک متحده آمریکا در ۱۹۴۶ از تراکم متوسط مجموع حوزه‌های رسوبی دنیا در ۱۹۶۰ بیشتر است. از برآورد ذخایر نهائی نفت بوسیله بعضی از زمین‌شناسان آمریکائی تصور می‌رود که ممالک متحده آمریکا در طی ده‌ها سال آینده نیز این افزایش تراکم را نشان بدهد. برآوردی که بوسیله K. Hubbert انجام

۱ - Miogéosynclinal	۲ - Uinta	۳ - Polignac
۴ - Illinois	۵ - Subsident	۶ - Piéges
۷ - San Joaquin	۸ - Maracaibo	

گرفته از رقم ۲۷ میلیارد متر مکعب تجاوز می کند برطبق این برآورد هنوز ۹ میلیارد متر مکعب برای کشف باقی میماند که با یک تراکم متوسط نهائی ۴۸۰۰ متر مکعب در کیلومتر مربع مطابقت می نماید.

وفور نفت در ونزئلا که در سال ۱۹۴۸ به ۲۰۰۰ تن در کیلومتر مربع بالغ میگشته در کمتر از ده سال دو برابر شده و امروز به ۱۰۰۰۰ تن در کیلومتر مربع رسیده است. برآورد زمین شناسان ونزئلائی حاکی از این است که در آینده باز هم این رقم دو برابر خواهد شد.



شکل ۲ - مقدار نفت کشف شده در کیلومتر مربع

مکزیک پیشرفت سریعی از نظر وفور متوسط نشان میدهد در ده سال اخیر با ضریب ۲/۵ افزایش یافته تا اینکه در ۱۹۶۲ به ۲۶۰۰ متر مکعب بالغ گردیده است.

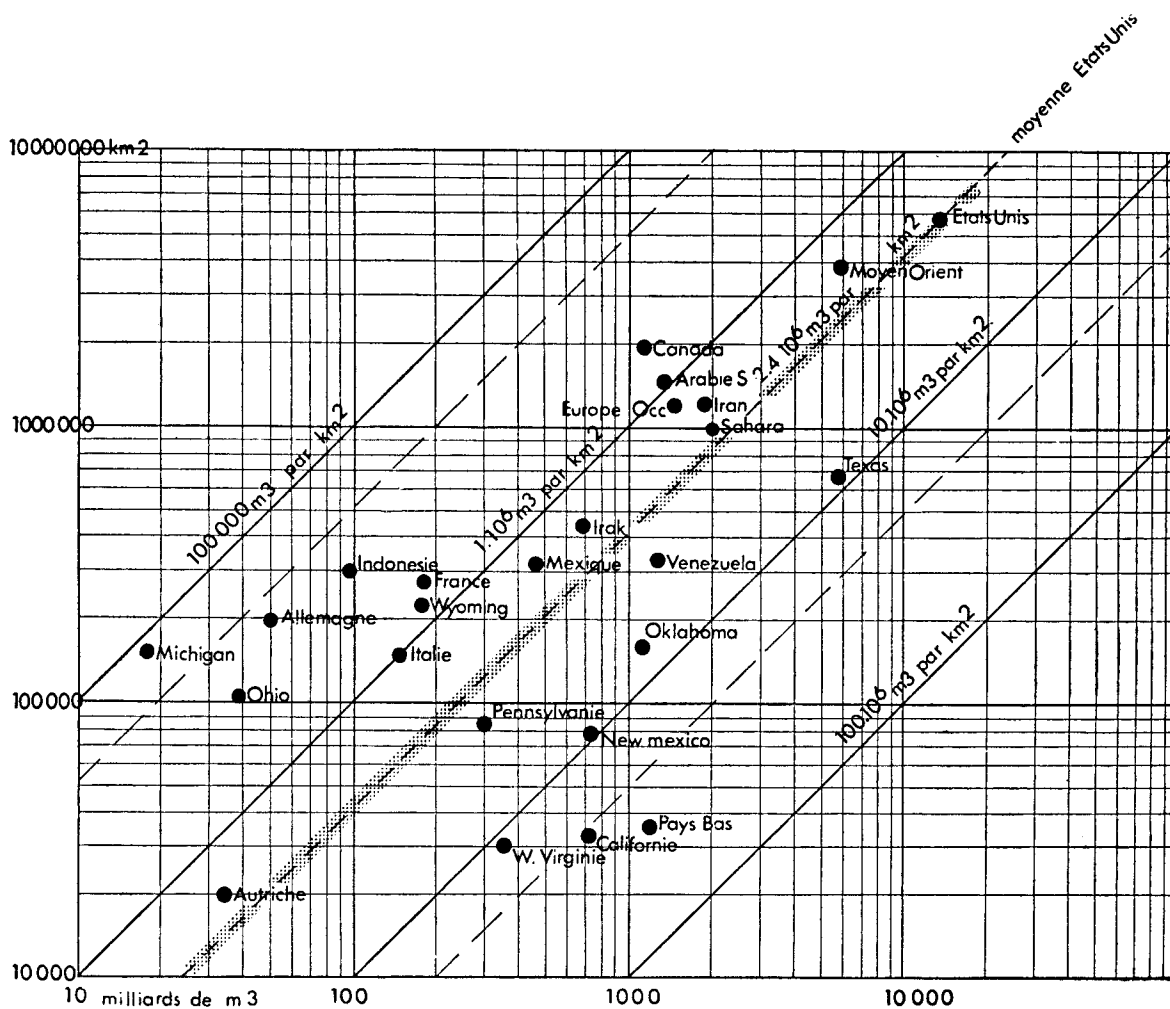
اتحاد جماهیر شوروی و کانادا هر دو دارای سطح رسوبی وسیعی میباشند لکن بنظر میآید تراکم نفت در این نقاط چندان زیاد نباشد (بمیزان ۵۰۰ تن در کیلومتر مربع). صحرا در چند سال اخیر از آلمان پیشی گرفته در صورتیکه حوزه پولینیاک از این نقطه نظر با هلند میتواند قابل مقایسه باشد.

مجموع کشورهای اروپای غربی که به بیش از ۳۰۰ تن نمیرسیده است در مدت ده سال اخیر افزایش قابل ملاحظه ای نشان میدهد لکن امکان این افزایش در سالهای آینده خیلی کم است با اینحال

Weeks ذخایر کلی این کشورها را به ۳ میلیارد مترمکعب برآورد مینماید که بایک و فور برابر ۲۰۰۰ تن در کیلو مترمربع تطبیق میکند - این مقدار برابر و فور نفت متحده آمریکا در سال ۱۹۵۲ میباشد .

۲- گاز

(شکل ۳) انتشار گاز را در کیلو مترمربع مخصوصاً برای ممالک مختلف آمریکا و اروپا نشان میدهد . میانگین گاز برای ممالک متحده آمریکا خیلی بالاتر از ئیدرو کربورهای مایع میباشد . پائین تر از یک میلیون مترمکعب در کیلو مترمربع ، اتریش ، فرانسه ، کانادا ، اندونزی و در ممالک متحده چند ایالت شرقی : میشیگان ، کنتوکی و همچنین ویومینگ قرار میگیرند .

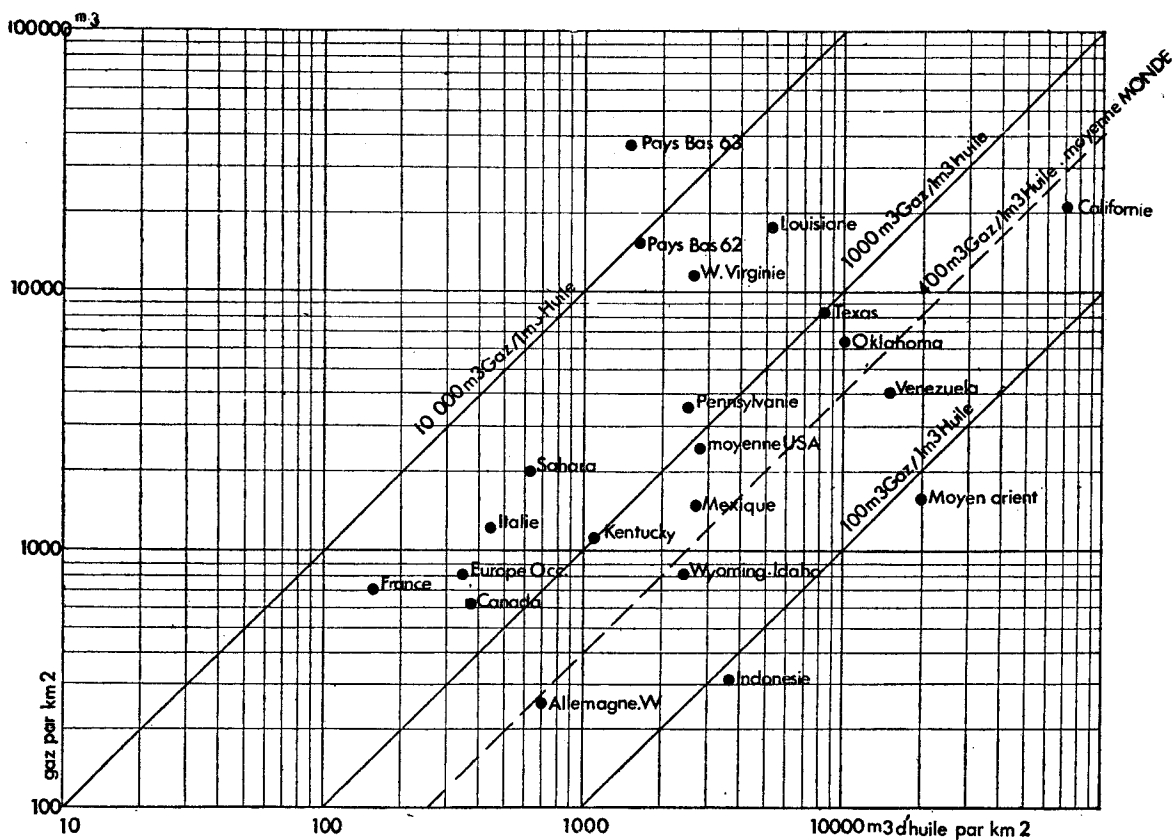


شکل ۳ - مقدار گاز کشف شده در کیلو مترمربع (ممالک متحده آمریکا از ۱۹۰۲ تا ۱۹۶۲ اروپا

از آغاز کشف تا ۱۹۶۰)

بین یک و ده میلیون مترمکعب در کیلو متر مربع غالب ایالات شمالی (و فور متوسط گاز برای ممالک متحده ۲/۴ میلیون متر مکعب در فاصله سالهای ۱۹۰۲ و ۱۹۶۲ بوده است) و مناطق اصلی تولید کننده نفت مانند کشورهای خاورمیانه - صحرا - مکزیک ، ونزوئلا و همچنین ایتالیا را میتوان نام برد .

بیش از ده میلیون مترمکعب در کیلومتر مربع کشور هلند و چینیاای غربی و کالیفرنیا هستند.
 از مقایسه اشکال ۱ و ۳ (نمودار شکل ۴) چنین برمیآید که فوورئیدروکربورهای مایع و گازی در ممالک متحده آمریکا از نقطه نظر انرژی معادل (بادرحدود ۱۰۰۰ مترمکعب گاز درازای یک مترمکعب نفت خام کشف شده) قابل مقایسه است.



شکل ۴ - مقدار نفت و گاز در کیلومتر مربع

در تمام دنیا نسبت گاز-نفت برای تولید جمعی و همچنین ذخایر تقریباً برابر ۱۰۰۰ مترمکعب گاز به مترمکعب نفت میباشد. این مقدار نسبتاً کم با اشکالات مصرف گاز در بسیاری از کشورها بستگی دارد. همین نمودار نشان میدهد که کشورهای تولیدکننده اروپای غربی: فرانسه، ایتالیا، هلند همچنین صحرا، کانادا و لویزیانا از نظر گاز نسبتاً غنی هستند برعکس آلمان فدرال و نروژ، و یومینگ، کالیفرنیا، لیبی، خاورمیانه و اندونزی در ردیف پائینتر از میانگین جهانی قرار میگیرند.

میانگین فوورئیدروکربورها برحسب مملکت یا مجموعه جغرافیائی وسیع از نظر آماری اجازه مقایسه حوزه‌های مختلف را میدهد.

چنانکه ۷۰ مترمکعب در کیلومتر مربع برای آلمان فدرال وسعت زیادی را دربرمیگیرد که تقریباً عقیم بوده و نیز حوزه‌هایی را شامل است که از نظر فوورئیدروکربور غنی میباشند مانند حوزه‌های زیر:

۱- از نقطه نظر انرژی یک مترمکعب نفت تقریباً با ۱۰۰۰ مترمکعب گاز برابری مینماید یا ۱۰۰۰ مترمکعب گاز با ۱۰۰ مترمکعب نفت (تقریباً یک تن) برابر میباشد.

مترمکعب در کیلومتر مربع	۷۰۰۰	ساکس
» »	۱۲۵۰۰۰	گیفهورن ^۱
» »	۱۵۰۰۰	هولشتاین ^۲

بدیهی است از نظر کلی هرچه سطح انتخاب شده محدودتر تلقی گردد تراکم ئیدروکربورها بیشتر و مناطق بررسی شده نیز مشخصتر میباشد. باین ترتیب تراکم نفت یا گاز یا هردو در بعضی حوزه‌ها یا در بعضی قسمت‌های یک حوزه تصور ایالت نفتی را بوجود می‌آورد. بسیاری از زمین‌شناسان امروز معتقدند که ئیدروکربورها یکی از اجزاء تشکیل دهنده حوزه‌های رسوبی میباشند ولی مسلم است که اجتماع یا تمرکز بعضی عوامل مختلف زمینه‌شناسی و زمین‌ساختی استکه وفور یا بی‌حاصلی یک ایالت نفتی را مشخص می‌سازد، میدانیم که^۴ اکتشافات جمعی در کمتر از ۵ درصد از حوزه‌های رسوبی دنیا متمرکز میباشد.

بمقیاس حوزه رسوبی نیز انتشار ئیدروکربورها یکسان نیست ملاحظه میشود که نیمی از ذخایر فقط در ۵ درصد میدان یک حوزه متمرکز گردیده برعکس نیمی از میدانها جز ۵ درصد از مجموع ذخایر را شامل نیست در چنین شرایطی میتوان شانس و اتفاق را در مورد کاوش‌های نفتی پیش‌بینی کرد. حال باید دید چگونه این نتایج بدست آمده‌اند.

II وسایل بکار برده شده یا برآورد نیروی تحقیق

کاوش ئیدروکربورها معمولاً در دو زمان انجام میگردد:

- تعیین محل حفاری بوسیله دانسته‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیک و احیاناً حفاریهای سبک.
- انجام حفاریهای اکتشافی.

بدیهی است هر دو مرحله مخصوصاً کاوش‌های ژئوفیزیکی (سیسمیک) و حفاریها مستلزم هزینه‌های سنگین میباشد.

برآورد نیروی تحقیق با محاسبه تعداد هفته‌های کار یک اکیپ سیسمیک و تعداد حفاری‌های اکتشافی در ۱۰۰۰۰ کیلو مترمربع انجام میگردد اعدادی که باین ترتیب بدست می‌آید عبارت از دانسته نیروی تحقیق میباشد.

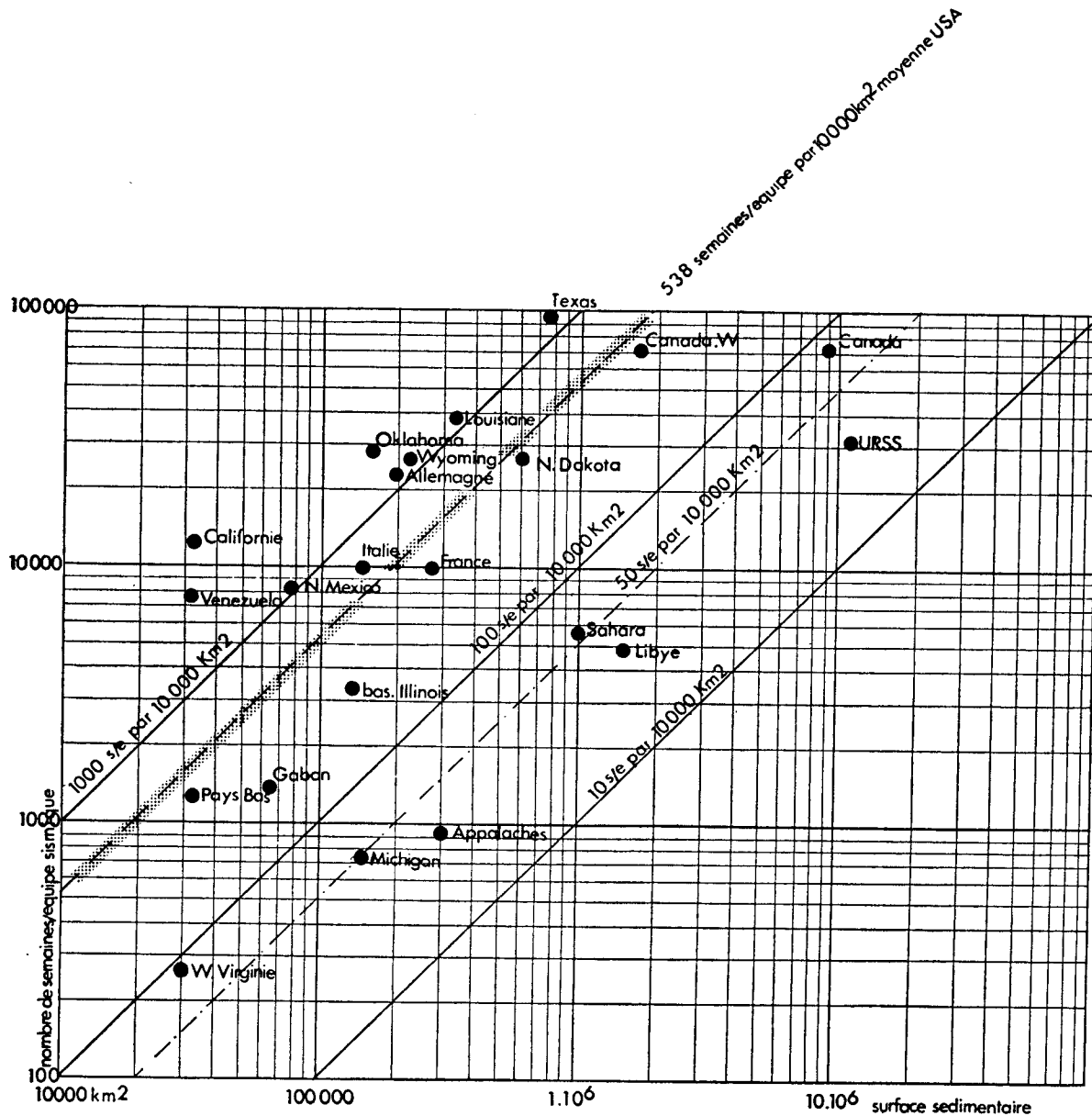
۱- کاوش‌های ژئوفیزیکی

در کاوش‌های ژئوفیزیکی سیسمیک در درجه اول اهمیت قرار دارد. برآورد خوبی از عملیات ژئوفیزیکی با مقایسه تعداد هفته‌های کار یک اکیپ سیسمیک در ۱۰۰۰۰ کیلو متر مربع حاصل میشود. البته خیلی دقیقتر میباشد اگر عملیات ژئوفیزیکی بر حسب کیلومتر پروفیل انجام شده بیان میشد لکن دانسته‌ها در این مورد کافی نبوده الزاماً میباشد به واحدهای زمان اکتفا نمود.

۱- Gifhorn

۲- Holstein

از نمایش ترسیم (شکل ۵) که بدون ضریب راندمان نشان داده شده نیروی تقریبی کاوش های انجام شده بوسیله سیستمیک در تعداد معینی از کشورها (در فاصله سالهای ۱۹۴۰ و ۱۹۶۱ برای ممالک متحده آمریکا و ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۱ برای کشورهای دیگر) معلوم میگردد. روی محور طول ها سطح رسوبی



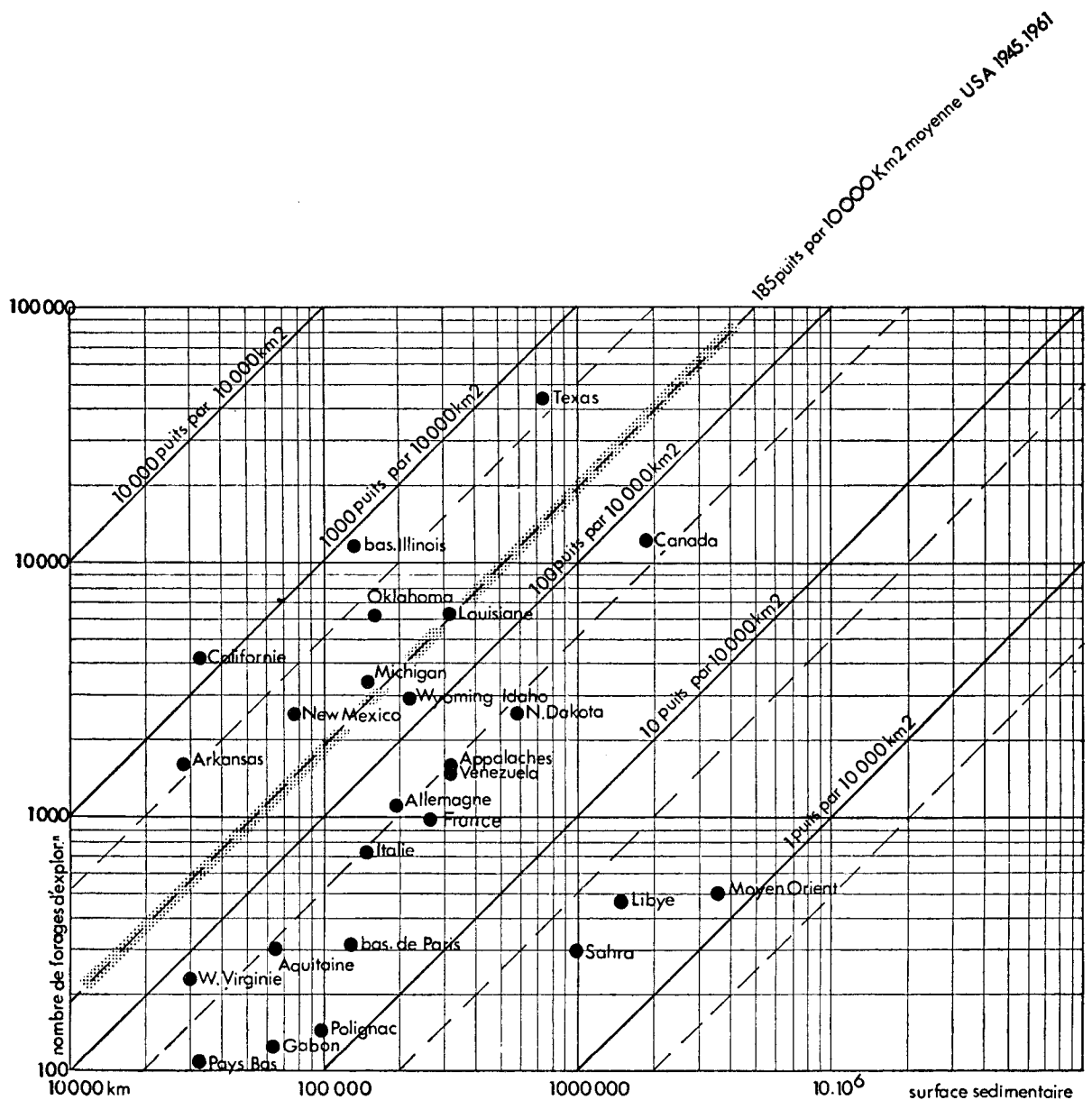
شکل ۵ - تعداد هفته های کار یک اکیپ سیستمیک (S/e) در ۱۰۰۰۰ کیلو متر مربع (ممالک متحده آمریکا از ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۱ سایر کشورها از ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۲)

و در محور عرض ها تعداد هفته های کار اکیپ سیستمیک برده شده. دانسیته متوسط ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ هفته - اکیپ سیستمیک در ده هزار کیلومتر مربع بوسیله ایاک ها داده شده اند.

۱ - Semaines/équipe/10000 Km² (S/e)

ابتدا بادانسیته خیلی کم سیسمیک در حدود ۰ هفته - اکیپ سیسمیک در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع بعضی از ایالت‌های مختلف آمریکا را میتوان یافت که از دیر باز مورد پژوهش و بررسی قرار گرفته‌اند مانند ایالت‌های آپالاش و میشیگان همچنین کشور لیبی.

در حدود ۱۰۰۰ هفته - اکیپ سیسمیک در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع به صحرا - بریتانیا و آرکانزاس برمیخوریم دانسیته متوسط ممالک متحده آمریکا در فاصله ۵۸-۱۹۴۵ تقریباً ۶۳ هفته - اکیپ در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع میباشد این دانسیته را مخصوصاً در مناطق روشوز، مغرب کانادا، ایلینویز، ایتالیا، فرانسه و هلند میتوان یافت.



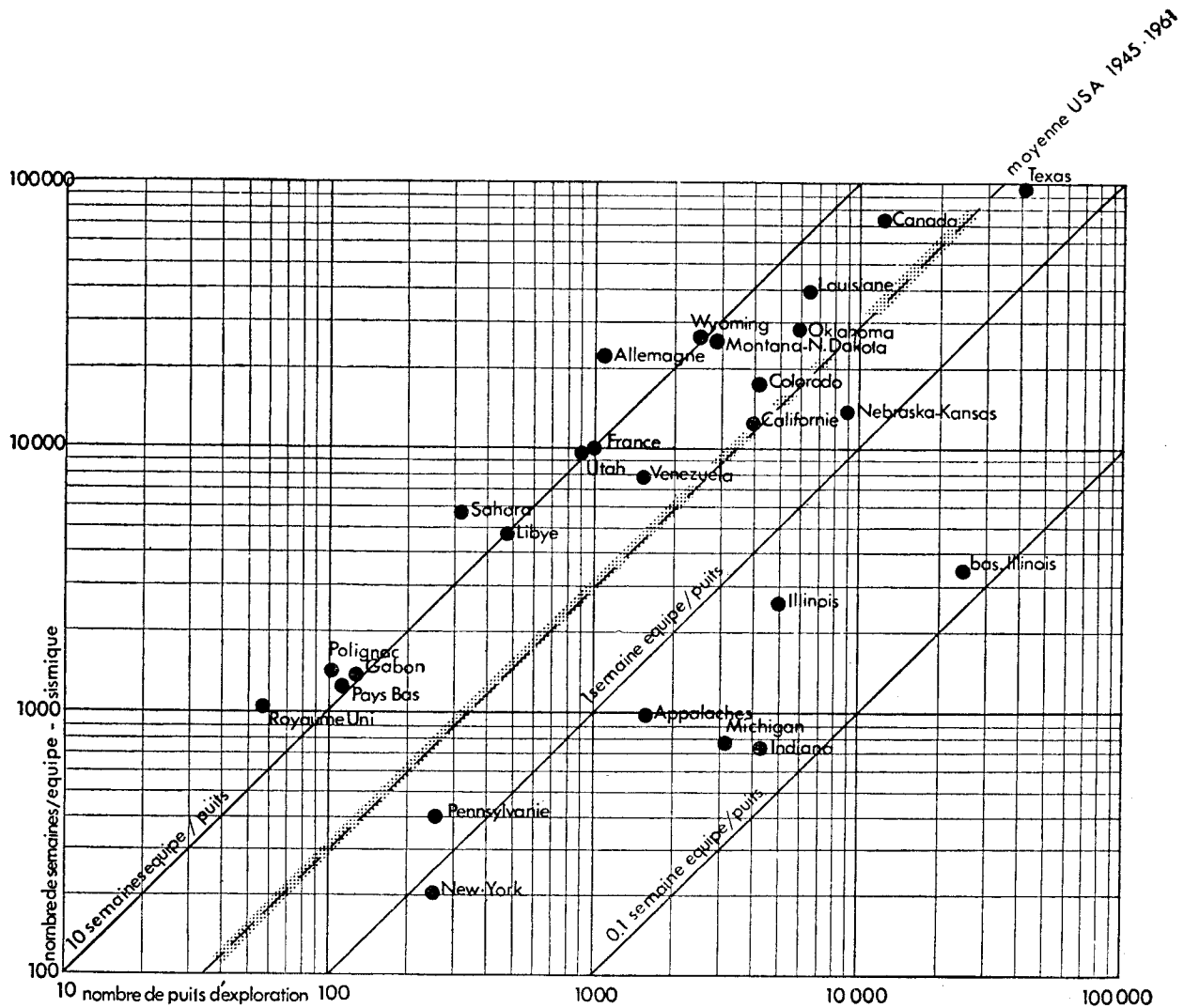
شکل ۶ - تعداد حفاریهای اکتشافی در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع (ممالک متحده آمریکا از ۱۹۴۵ تا ۱۹۶۱ و سایر کشورها از ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۲)

۲- حفاریهای اکتشافی

روی گرافیک (شکل ۶) که با قبلی قابل مقایسه است تعداد حفاریهای اکتشافی در ۱۰۰۰۰ کیلو متر مربع در طی ده یا پانزده سال اخیر نشان داده شده است. بطوریکه ملاحظه میشود کشورهای مختلف روی شبکه خیلی وسیعی قرار میگیرند که از چند حفاری تا بیش از ۱۰۰۰ حفاری در ده هزار کیلو متر مربع تغییر میکنند.

در حوضه‌های مختلف سمالک متحده تعداد حفاریها در ده هزار کیلومتر مربع خیلی زیاد میباشد مخصوصاً در حوضه‌های ایلینویز، تکزاس، اکلاهما و کالیفرنیا.

کشورهای با دانسیته زیاد سیمیک نیز همانهایی هستند که نسبت حفاریهای آزمایشی در آنجا زیاد بوده است.



شکل ۷- تعداد هفته‌های اکیپ سیمیک به نسبت چاههای اکتشافی (ممالک متحده آمریکا):

۱۹۴۰ تا ۱۹۶۱ سایر کشورها از ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۲ لیبی و صحرا: ۱۹۵۶ تا ۱۹۶۲

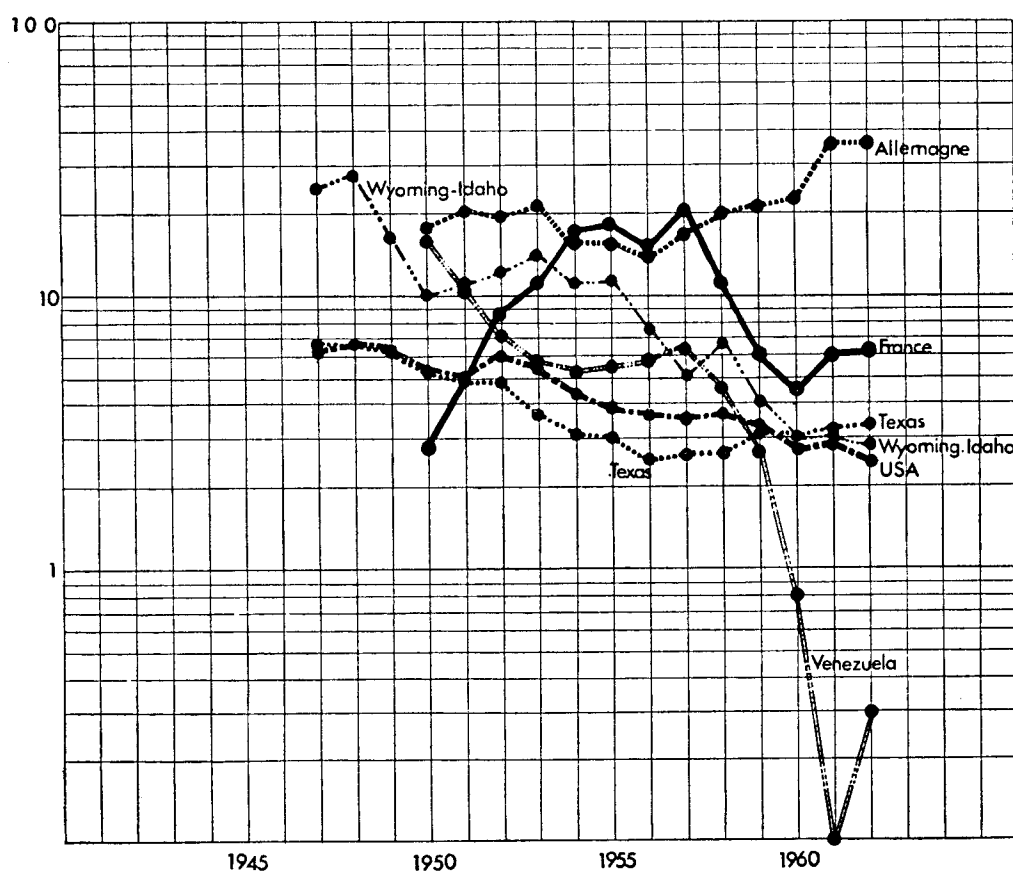
تعداد چاههای آزمایشی در حوزه‌های روشوز، میشیگان، لویزیانا که حد واسطی در بین ایالات متحده پیدا می‌کنند به ۱۸۰ چاه در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع در فاصله سالهای ۶۱-۱۹۴۵ بالغ می‌گردد. ممالک اروپائی و حوزه پولینیاک (در الجزیره) همچنین کانادا، ونزوئلا، روشوز و آپالاش با دانسیته متوسط بین ۱۰ و ۵۰ چاه در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع در ردیف بعدی قرار می‌گیرند.

بالاخره حوزه‌های وسیع صحرا، لیبی، خاورمیانه در ردیف آخر می‌باشند که از چند چاه اکتشافی در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع تجاوز نمی‌کند.

۳- مقایسه سیمیک - حفاری

از روی (شکل ۷) مقایسه مستقیمی از تعداد هفته‌ها - اکیپ سیمیک بنسبت چاههای اکتشافی انجام می‌گیرد در میان ایالت‌های نفتی دو خانواده بزرگ فوری ظاهر میشوند:

اولی ممالک متحده آمریکا است که از نظر اکتشاف سابقه قدیمی دارد. نسبت هفته‌های اکیپ سیمیک بچاههای اکتشافی آن در فاصله سالهای ۵۸-۱۹۴۵ خیلی کم و در حدود ۱/۱۰ می‌باشد بعبارت دیگر بطور متوسط کمتر از یک روز سیمیک در مقابل یک چاه اکتشافی بوده است. و در حال حاضر سه هفته اکیپ درازای یک چاه اکتشافی می‌باشد.



شکل ۸ - تغییرات هفته - اکیپ سیمیک به نسبت حفاریهای اکتشافی

در حدود ده هفته - اکیپ درازای یک چاه اکتشافی غالب ممالک اروپائی ، صحرا ، کانادا و بعضی از ایالت‌های آمریکا میباشد .

تغییرات هفته - اکیپ سیسمیک به نسبت حفاریهای اکتشافی در طول زمان در (شکل ۸) نشان داده شده درفرانسه این نسبت از ۱۹۵۰ تا ۱۹۵۷ از ۳ به ۲ افزایش یافته و سپس درسال ۱۹۶۰ به ۵٫۰۰ پائین آمده است درآلمان برعکس درهمین فاصله زمانی نسبت تقریباً ثابت میماند . درممالک متحده آمریکا از ۶ درسال ۱۹۴۷ به ۲٫۵ درسال ۱۹۶۲ پائین آمده (تکراس از ۶ به ۲٫۵ ویومینگ از ۲۰ به ۳ دراکلاهما از ۲۰ به یک)

باینترتیب بادانستن مثلاً دانسیته عملیات حفاری که در مدت زمان معین انجام گرفته و همچنین هزینه متوسط آن و درصد هزینه حفاری نسبت به مجموع هزینه اکتشاف میتوان برآورد اولیه‌ای که نشان دهنده مجموع سرمایه‌گذاری اکتشافی و هزینه تحقیق باشد بدست آورد .

III - نتایج بدست آمده یا سودآوری تحقیق

در بعضی از کشورها مانند ممالک خاورمیانه که از نظر منابع ئیدروکربورها بسیار غنی هستند حفاریهای آزمایشی به نسبت خیلی کم بوده در صورتیکه در بعضی دیگر از مناطق نفت خیز مانند کالیفرنیا - ئیدروکربورها جز با هزینه گزاف بدست نیامده است . در حالت کلی صرف داشتن یک کاوش با اصطلاحات اکتشاف ، استخراج ، حمل و نقل ، مالیات و غیره بیان میشود . در اینجا مخصوصاً درباره اکتشاف و استخراج که با زمین شناسی بیشتر ارتباط پیدا می کند بطور اختصار بحث مینمائیم .

۱- اکتشاف .

در مورد اکتشاف برای یک دوره معین و بر حسب زمان عوامل زیر را میتوان بررسی نمود :

۱- درصد موفقیت و مخصوصاً درصد اکتشافاتی که از نظر اقتصادی سودآور بوده است .

۲- مقدار متوسط نفت کشف شده به نسبت چاههای اکتشافی یا بر حسب تعداد مترهای حفر شده .

الف - درصد موفقیت .

درصد موفقیت بر حسب ناحیه مورد اکتشاف و وفور یک حوزه تغییر میکند . جدول زیر درصد موفقیت

را برای بعضی از کشورها در یک دوره ده ساله (۱۹۵۰ - ۶۰) نشان میدهد :

فرانسه	درصد
ممالک متحده آمریکا	« ۱۳
اروپای غربی بر رویهم	« ۱۴
کانادا غربی	« ۲۷
صحرا و لیبی	« ۳۰
نیجریه	« ۶۰
عربستان سعودی	« ۷۵

این درصد موفقیت جز تقریبی اولیه نمیباشد چون اکتشاف بعد اکتشاف انجام میگیرد و در این صید فوق العاده، گاهی ساردین و بالن باهم جمع میشوند و لذا بایستی موضوع کمی دقیقتر مورد توجه قرار گیرد. آمریکائی ها با یکبار بردن همین آمار برای یک دوره سه ساله موضوع را دقیقتر نگرینسته اند بدین ترتیب تعدادی از موفقیتها بدون وارد شدن فردا در عمل معین میشود.

برای دوره ۱۹۴۳ تا ۱۹۵۳ فقط یک چهارم چاههای اکتشافی تولید کننده نفت بوده و نصفی از چاههای دارای گاز ابتدا مثبت و بعد قابل استخراج تلقی گردیده اند. مشاهده میشود که در حقیقت فقط دو چاه اکتشافی از صد چاه اجازه کشف یک انباشتگی ئیدروکربور را میدهد که از نظر اقتصادی سودآور بوده باشد یعنی ذخایر نفتی که بیش از ۱۶۰۰۰ متر مکعب نفت داشته باشد. این مقدار هنر ز در بعضی از کشورها سودآور تلقی نمیگردد.

نمایش دیگر موفقیت تحقیق بوسیله تعداد چاههای اکتشافی لازم برای کشف یک میدان با ابعاد مشخص میباشد باین ترتیب در آمریکا حساب شده است بطور متوسط باید چاههایی به تعداد زیر برای کشف یک میدان مشخص حفر گردد.

۲۸ چاه برای کشف یک میدان با محصول یک میلیون باریل (۱۶۰۰۰ متر مکعب).

۸۴ چاه برای کشف یک میدان با محصول ۱۵ « « (۱۶ میلیون)

۲۱۹ چاه برای کشف یک میدان با محصول بیش از ۴ میلیون متر مکعب.

۴۲۲ چاه برای کشف یک میدان با محصول برابر ۵ میلیون باریل (۸ میلیون متر مکعب).

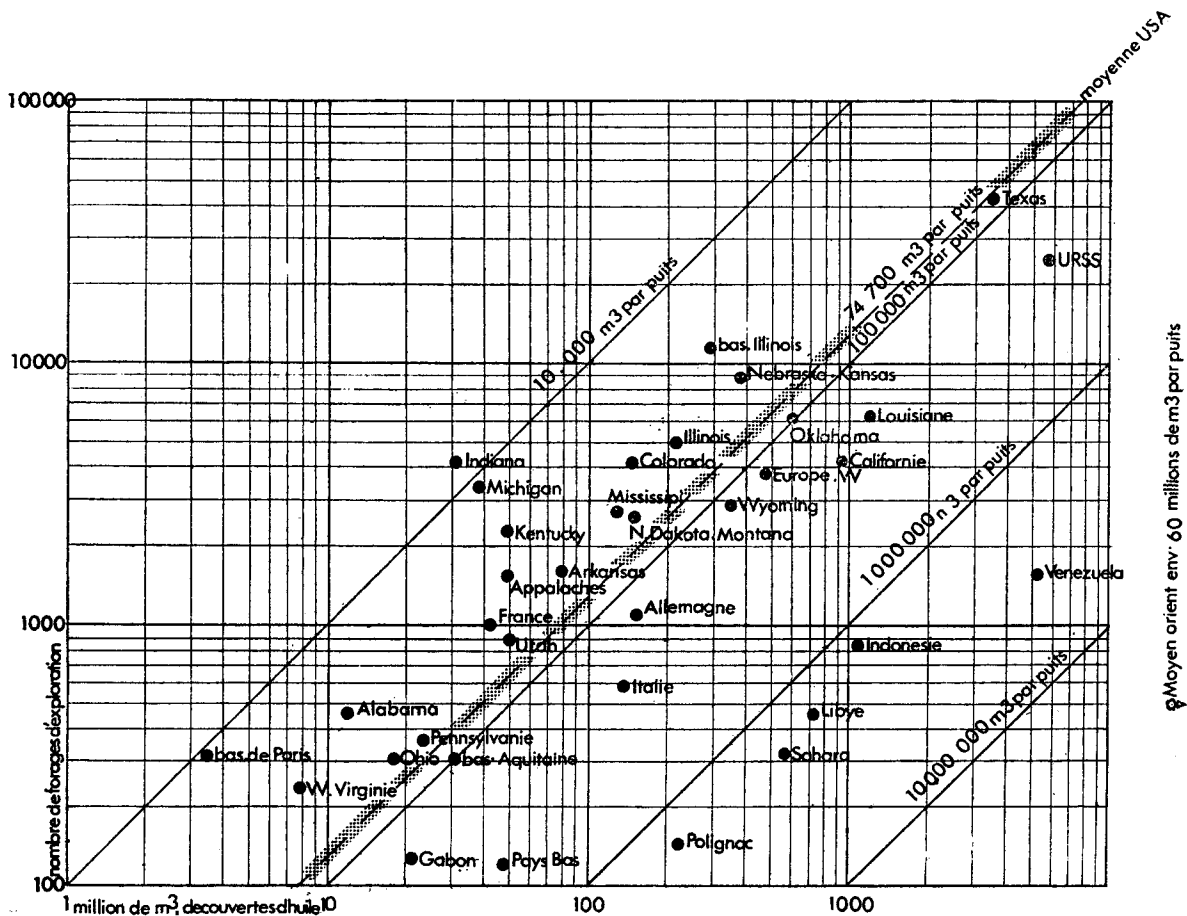
اگر تغییرات درصد موفقیت بر حسب زمان نیز در نظر گرفته شود برای ممالک متحده آمریکا در دوره ۱۹۴۵ تا ۱۹۶۲ درصد چاههای اکتشافی مثبت خیلی ثابت بنظر میآید در حدود ۱۱ درصد. میتوان تصور کرد که پیشرفت تکنیک تقلیل و خشک شدن ذخایر را تلافی نموده است با اینحال تغییر کوچکی در نسبت چاههای تولید کننده گاز و نفت ملاحظه میشود بطوریکه درصد اولی نسبت بدومی در فاصله سالهای ۱۹۴۵ و ۱۹۶۲ از ۲۵ درصد تقریباً به ۴ درصد میرسد (J. Ben carsg ۱۹۶۲). برعکس درصد اکتشافاتی که حقیقتاً قابل استخراج بوده باشد در حال کاهش دائمی است. در ممالک متحده آمریکا از ۱۹۴۵ درصد در سال ۱۹۴۵ به ۲۴ درصد در سال ۱۹۵۲ رسیده است. درصد این اکتشافات سودمند نسبت به مجموع اکتشافات در همین زمان از ۳۶ درصد به ۲۰ درصد پائین آمده است.

ب - متوسط اکتشافات.

میتوان با تقریب اولیه راندمان متوسط تحقیق را بر حسب مقدار نفت یا گاز مکشوفه در ازای چاههای اکتشافی بیان نمود که از تقسیم افزایش اکتشافات جمعی در طول مدت معین به تعداد حفاری های اکتشافی حاصل میشود.

گرافیک (شکل ۹) مقدار نفت ثابت شده در ازای چاههای حفر شده را برای دوره‌های زیر معین
 میدارد :

- ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۲ برای کشورهای آمریکائی .
- ۱۹۰۰ تا ۱۹۶۲ برای کشورهای اروپائی و سایر کشورها .



شکل ۹ - مقدار نفت ثابت شده در ازای چاه اکتشافی

آمار بدست آمده بشرح زیر میباشد :

در حدود ۷۰۰ مترمکعب در ازای یک چاه اکتشافی :

ممالک متحده آمریکا : آپالاش ، میشیگان و ایلینویز .

اروپا : حوزه پاریس و میدلند .

در حدود ۱۰۰۰۰ تن بازای یک چاه اکتشافی :

آمریکا : اکلاهما - حوزه روشوز - لویزیانا - تکزاس - کالیفرنیا و کانادا .

اروپای غربی : هلند ، فرانسه و آلمان .

افریقا : گابون .

۲ تا ۳ میلیون تن بازای یک چاه اکتشافی :

ونزوئلا : صحرا ، حوزه پولینیاك ، لیبی و اندونزی .

۶۰ میلیون تن بازای یک چاه اکتشافی : خاورمیانه .

بطریق فوق ممکن است مقدار نفت کشف شده برحسب متر حفاری را حساب کرد یعنی تعداد مترهائی که برای بدست آوردن مقدار معینی نفت حفر شده است . باین ترتیب برای کشف ۱۰۰ متر مکعب نفت مترهای حفاری :

در شمالک متحده آمریکا در فاصله	در نیمکره شرقی در فاصله
سالهای ۱۹۴۰ و ۱۹۶۲	سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰
۵ / ۹ متر در میشیگان	۱۴ متر در انگلستان
۴ / ۲ « در اپالاش	۴ / ۴ « « فرانسه
۹ / ۱ « تکزاس	۲ « آلمان
۲ / ۱ « ایلینویز	۳ / . « هلند
۵ / ۱ « لویزپانا	۱۲ / . « صحرا
۵۰ / . « کالیفرنیا	۶ / . « اتحاد جماهیر شوروی
	۳ / . « خاورمیانه (از آغاز تولید)

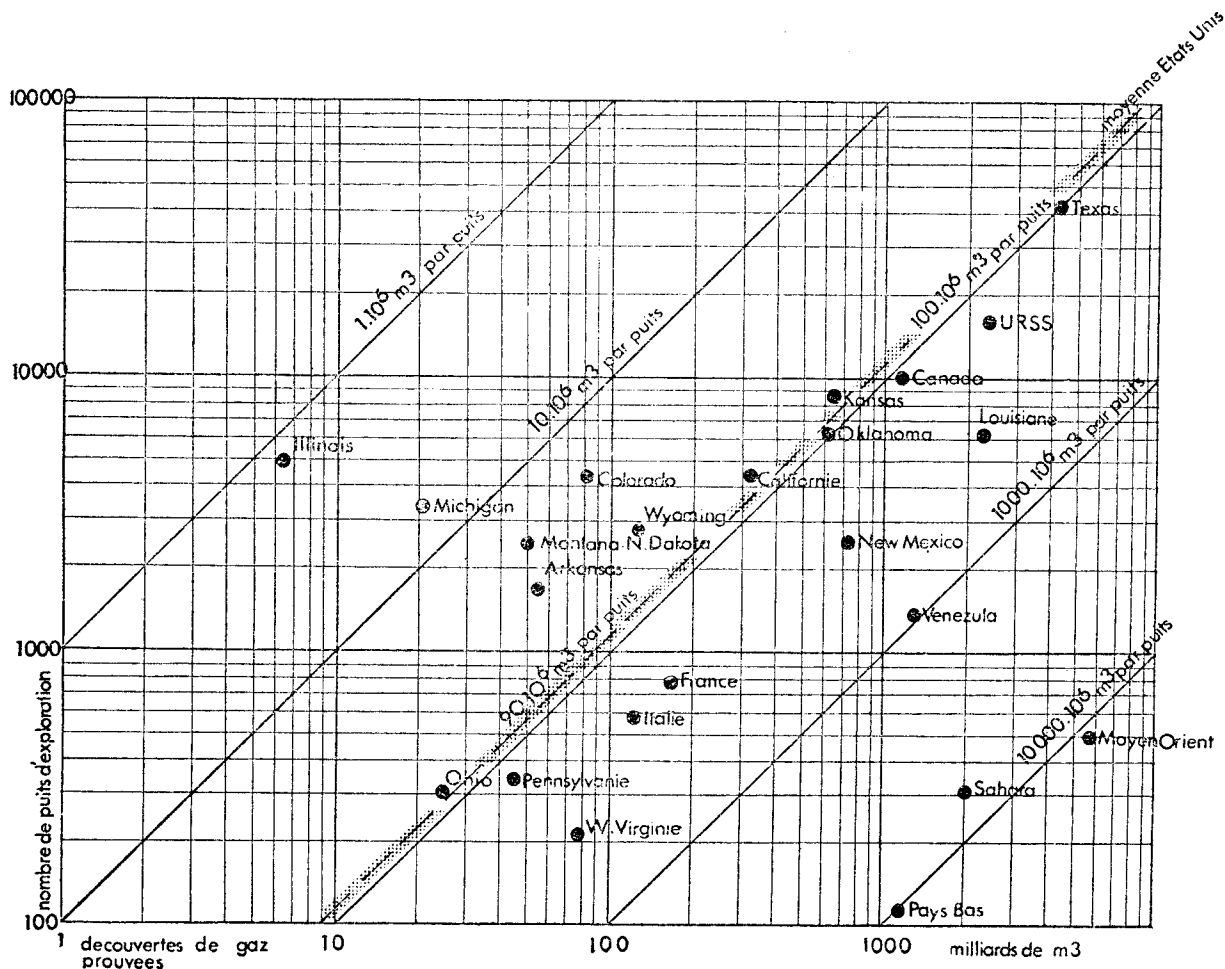
هر چاه اکتشافی همچنین اجازه کشف مقدار معینی گاز همراه با نفت یا گاز مستقل را میدهد (شکل ۱۰) .

در ممالک متحده آمریکا اکتشاف متوسط گاز دره ۱۹۴ از نقطه نظر انرژی معادل ۱/۶ برابر بیشتر از نفت بوده است . در اروپای غربی نیز نسبت گاز بیش از نفت میباشد برعکس در دو منطقه بزرگ نفت خیز دنیا یعنی خاورمیانه و ونزوئلا نسبت ئیدروکربورهای مایع فزونی دارد .

مقدار نفت و گاز کشف شده در حقیقت از نقطه نظر منبع انرژی با هم جمع میشود . براساس انرژی معادل در (شکل ۱۱) مقدار ئیدروکربور کشف شده در کیلومتر مربع برحسب دانسیته حفاری اکتشافی در طی دوره های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۲ برای ممالک متحده آمریکا و ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ برای سایر کشورها نشان داده شده است .

این شکل مناطقی را که بطور استثنائی از نظر ئیدروکربورها غنی هستند خواه از نظر نفت (خاورمیانه - اندونزی و لیبی) و خواه از نظر گاز (صحرا ، هلند و مکزیک) بطور واضح مشخص میسازد .

تعداد معینی از کشورها در حدود میانگین برابر ۱۰۰۰ مترمکعب درازای یک چاه اکتشافی قرار میگیرند بعضی از آنها دارای تراکم معادل ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ مترمکعب در کیلومتر مربع میباشند : کشورهای اروپای غربی - ممالک متحده آمریکا (آپالاش - روشوز) و مکزیک . بعضی دیگر که از نظر کاوش سابقه بیشتری دارند . تراکم متغیری بین ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰۰ مترمکعب در کیلومتر مربع نشان میدهند : ساحل خلیج - کالیفرنیا مقدار نفت کشف شده بر حسب چاه یا متر حفاری نه تنها نسبت بمکان بلکه بر حسب زمان هم تغییر مینماید .

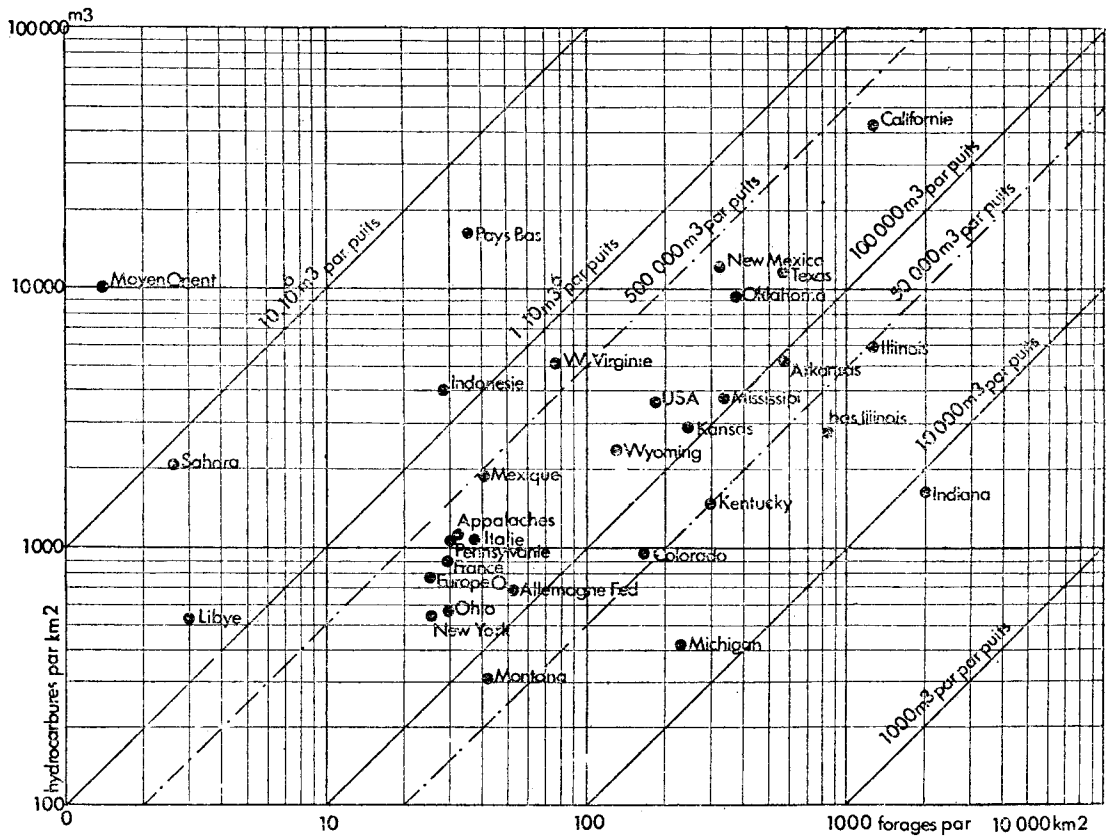


شکل ۱ - مقدار گاز ثابت شده درازای چاه اکتشافی

(ممالک متحده آمریکا : ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ سایر کشورها : ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰)

بعد از یک دوره کورمالی و تحقیق کم و بیش طولانی موفقیت خیلی مهم بدست آمده : قسمت های مشخص و بهره ور اکثر آ خیلی زود کشف شده اند درصد موفقیت زیاد شده و مقدار اکتشاف ثابت شده بر حسب چاه یا متر حفاری افزایش یافته و در نتیجه بهای تمام شدن نفت بر حسب تن بسیار کم بوده است . باین ترتیب

در سال ۱۹۲۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمکعب نفت به نسبت چاههای خشک بدست آمده است. اکنون در سالهای ۳۸ - ۱۹۳۷ بیش از ۷۰۰۰ مترمکعب نفت به نسبت چاههای خشک بدست آمده است. اتحاد جماهیر شوروی در این مرحله توسعه قرار دارد. فعالیت اکتشافی در این مملکت بطور منظم افزایش یافته مقدار نفت مکشوفه بر حسب چاه زیاد بوده و ذخایر نفتی خیلی سریعتر از تولید جمعی بالا میرود بطور



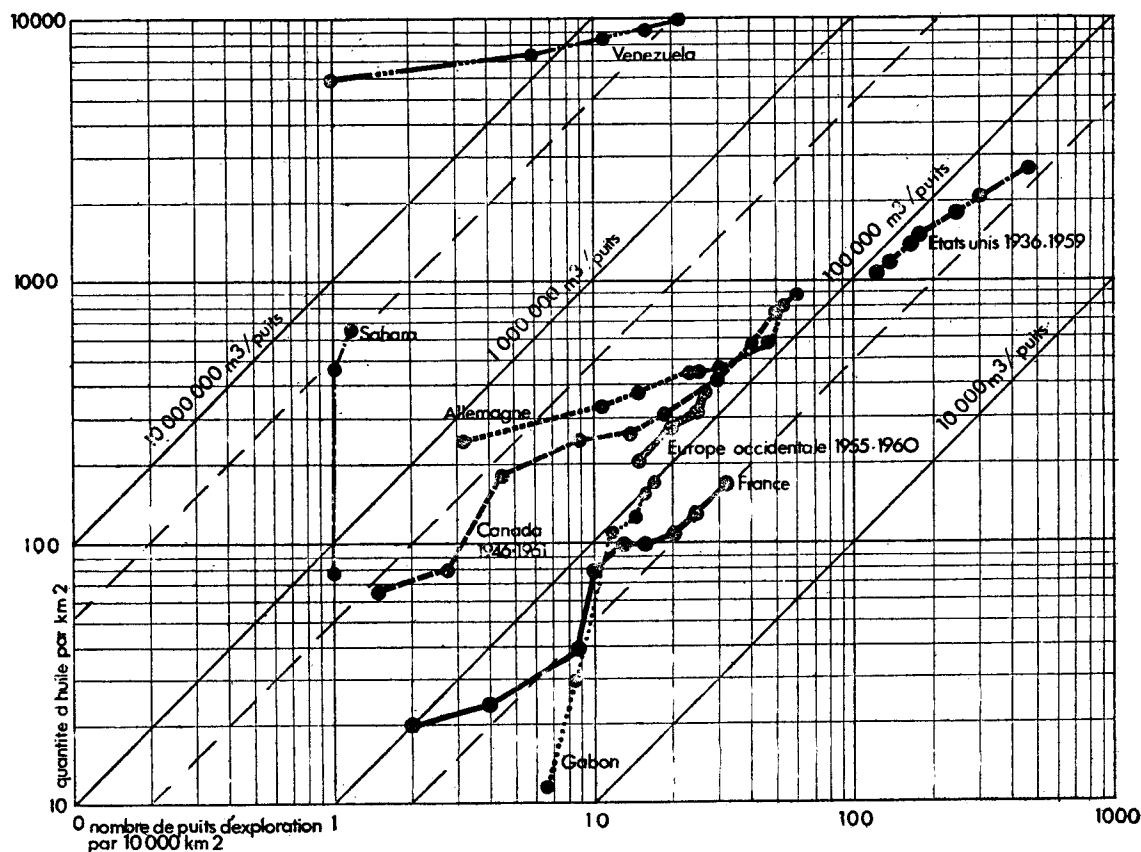
شکل ۱۱ - مقدار نئیدروکربور کشف شده در کیلومتر مربع بر حسب دانستیه حفاری

متوسط در فاصله سالهای ۱۹۵۱ تا ۱۹۵۸ از ۱۹۰۰۰ تن در سال و در سالهای ۶۰ - ۱۹۵۹ از ۲۶۰۰۰ میلیون در سال تجاوز نموده است (بنابر R. E. Ebel ۱۹۶۲). تعداد مترهای حفر شده برای اکتشاف یک تن نفت بترتیب زیر پائین آمده است.

۱۹۵۰	۵ / متر
۱۹۵۵	۲۴ / متر
۱۹۶۱	۲۱ / متر

این مرحله بسیار خوب جای خود را با سرعت کم و بیش و زیاد بیک دوره تثبیت میدهد و بعد از آن کاهش تدریجی آغاز میگردد. بعلت خشک شدن منظم محفظه های ساختمانی بابعاد بزرگ و کم شدن ضخامت انباشتگی نئیدروکربورها درصد موفقیت پائین آمده دوره انحطاط شروع میشود. در طی این مرحله از مقدار نفت یا گاز کشف شده بر حسب چاه یا متر حفاری بطور منظم کاسته میگردد.

در ممالک متحده آمریکا اکتشاف متوسط بر حسب چاه خشک از ۷۰۰۰ متر مکعب در ۱۹۳۸ به ۲۰۰۰۰ متر مکعب در ۱۹۶۰ پائین آمده است (شکل ۱۲) و نیز برای اکتشاف ۱۰۰ متر مکعب نفت در سال ۱۹۴۵ یک متر حفاری و در سال ۱۹۶۰ تقریباً ۸ متر حفاری شده است.



شکل ۱۲ - تغییرات مقدار نفت کشف شده در کیلومتر مربع بر حسب حفاریهای اکتشافی در ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع. (تعداد حفاریهای جمعی از ۱۹۵۰)

همچنین بیفایده نیست که تغییرات مقدار نفت کشف شده در طول زمان بر حسب چاه با در نظر گرفتن تراکم نسبی نفت یا حفاری نشان داده شود بدین ترتیب از نمودار (شکل ۱۲) برای بعضی از ممالک نتایج زیر حاصل میشود:

- ونزوئلا منطقه غنی از نظر نفت که تا کنون بخوبی اکتشاف شده است کاهش راندمان خیلی مشخص از ۱۰ به ۵ میلیون متر مکعب.
- صحرا، دوره گسترش بایک افزایش سریع.
- کانادا و فرانسه، انعطافی بشکل S که بایک دوره گسترش، افزایش و کمال تطبیق مینماید.
- ممالک متحده آمریکا، یک انعطاف راندمان منطبق با دوره کمال که اکتشاف متوسط را از ۷۰۰۰۰ در سال ۱۹۳۶ به ۶۰۰۰۰ متر مکعب در ۱۹۵۰ برمیگرداند.

۲- بهره‌برداری واستخراج .

معیار اصلی سودآوری از حیث استخراج بهره‌وری چاهها است ، به نسبتی که مقدار محصولات خام مهمتر و در یک دوره کوتاهتر بدست آمده باشد یعنی تولید به نسبت چاه بمقدار یا لاتر بوده باشد استهلاك سرمایه بکار رفته در کاوش واستخراج سریعتر است. میدانیم که این بهره‌وری مستقیماً تابع $K h$ یعنی نفوذ پذیری و ارتفاع آغشتگی میباشد .

بدیهی است که بهره‌وری متوسط برحسب زمان بطور خیلی محسوس تغییر مینماید در طی دوره استخراج منظم پائین میآید . یک تولید مهم از میدانهای قدیمی باعث پائین آمدن میانگین کلی میگردد .

جدول زیر دانسته‌های جغرافیائی وتاریخی را کامل کرده وبرآوردی از بهره‌وری متوسط روزانه را برای بعضی از کشورها بدست میدهد :

ممالک متحده آمریکا	۲ متر مکعب در روز بازای یک چاه
آلمان فدرال	۴ « « « «
کانادا	۶ « « « «
هلند واتحاد جماهیرشوروی	۱۳ « « « «
آمریکای جنوبی	۱۸ « « « «
فرانسه	۲۸ « « « «
گابون	۴۰ « « « «
صحرا والجزیره	۲۰ تا ۳۰ « « « «
لیبی	۴۰۰ تا ۶۰۰ « « « «
کشورهای نفت خیز خاورمیانه	۵۰۰ تا ۸۰۰ « « « «

فوری ملاحظه میشود که کشورهای تولید کننده اصلی از نظر کاوش هم خیلی جواتر میباشد .

در اینجا عامل زمان بشرايط جغرافیائی وزمین شناسی اضافه میشود .

عوامل دیگر مانند چگونگی استحصال^۱ - نوع نفت خام یا گاز که بررسی آن در اینجا خیلی بطول

میانجامد مسلماً رل عمده‌ای در سودآوری تحقیق وبهره‌برداری بازی می کنند .

۳- نتایج اقتصادی .

تغییرات راندمان تکنیک وشرايط زمین شناسی مستقیماً روی بهای^۲ تمام شدن محصول؛ وسودآوری تحقیق^۳ منعکس میگردد . بهای تمام شدن نفت خام در مناطقی که در طی مدتی نصفی از چاههای حفر شده بهره‌ور^۴ بوده و در ازای^۵ هرچاه اکتشافی چند میلیون تن نفت کشف شده باشد کمتر از حوزه‌هائی است که شانس^۶ موفقیت کم ونتایج حاصله ناچیز است .

معمولاً بهای تمام شدن یا جابجا کردن نفت از تقسیم مجموع سرمایه گذاری^۱ برای اکتشاف، گسترش و بهره‌برداری بمقدار ئیدروکربور کشف شده در همین زمان حاصل میشود. با ضرب قیمت تمام شده در مقدار نفت بر حسب مترمکعب در کیلومتر مربع میتوان بازیافتی اکتشاف را بدست آورد.

در هر منطقه‌ای سودآوری اکتشاف به نسبت تحولات زمان بر حسب مراحل مختلف تغییرات و تکامل تحقیق تغییر مینماید.

در اتحاد جماهیر شوروی که هنوز کاوش‌های نفتی در مرحله شدت گسترش خود میباشد هزینه تولید یک تن نفت از ۱۰ در سال ۱۹۵۰ به ۵۲ در سال ۱۹۶۱ رسیده است (بنابر O. L. Notkin، ۱۹۶۲) برعکس در ممالک متحده آمریکا که اکتشاف بمرحله کمال خود رسیده راندمان و سودآوری تحقیق شروع بکاهش نموده است.

آمار نشان میدهد که در ممالک متحده آمریکا در فاصله ۳۸ - ۱۹۳۶ در مقابل یک دلار سرمایه گذاری اکتشاف بطور متوسط ۱/۲۷ تن نفت کشف شده لکن در فاصله ۵۹ - ۱۹۵۷ این مقدار فقط ۱/۴ تن بوده است. باین ترتیب در کمتر از ۲ سال راندمان دلار ۹ دفعه کاهش یافته و موجب شده که بهای تمام شدن نفت ۹ برابر گردد.

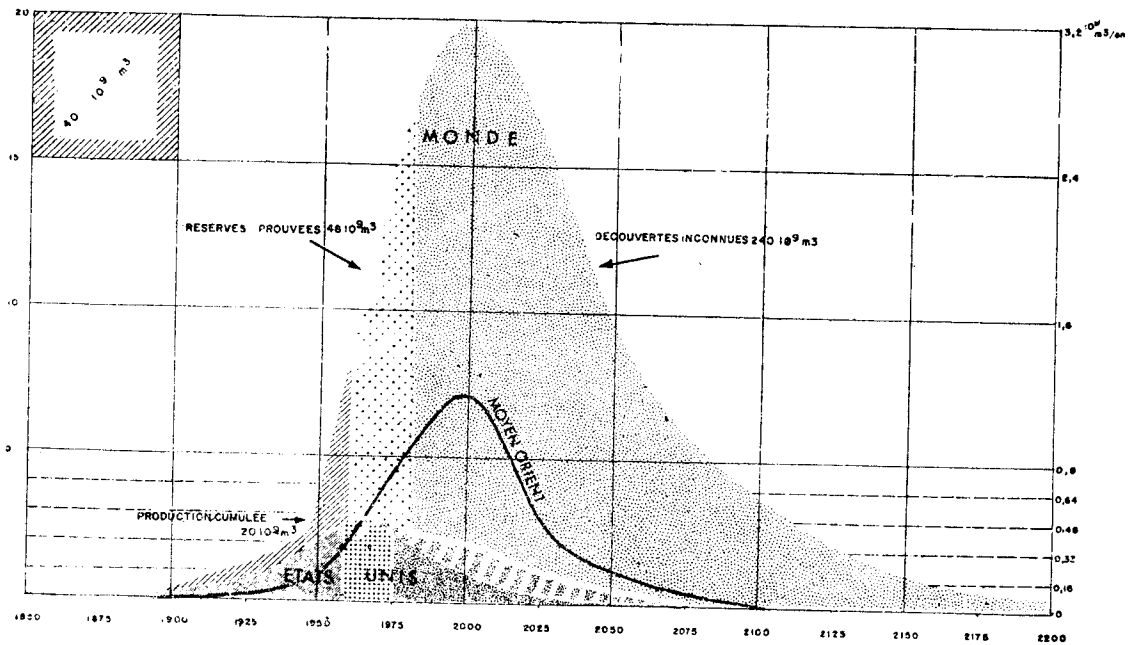
پائین آمدن راندمان و افزایش بهای تمام شدن ناشی از آن بچند علت میتواند باشد: ابتدا با افزایش تعداد چاهها و مترهای حفاری لازم برای کشف انباشتگی‌های جدید ئیدروکربور و ژیزمانهای خیلی کمیاب و عمیق که کشف آنها بسیار مشکل است تعبیر میگردد و سپس پائین آمدن تدریجی بهره‌وری میدانهای در دست استخراج را بیان مینماید.

فوتیچه

این بررسی مجمل و سریع از چند کشور نفت خیز نهایت درجه ناهماهنگی و اختلاف بین ایالت‌های مختلف رسوبی را مشخص میدارد. بیشتر حوزه‌ها دارای نفت یا گاز هستند لکن تعداد کمی از آنها تشکیل ایالت‌های نفتی را میدهند، ئیدروکربورها معمولاً در حوزه‌های رسوبی تشکیل شده و اکثراً فقط در طی دوره‌های رسوبی و دیاستروفیک^۲ در موقعی که با بعضی پدیده‌های چینش‌شناسی و زمین‌ساختی همراه بوده حفظ گردیده است. درست مانند آنچه که Levorsen نوشته است هر ایالت و هر محفظه پایان یک سری حوادث زمین‌شناسی است و بنابراین میتواند منحصر بفرد تلقی گردد.

بدون شک چنین بررسی مقایسه‌ای اجازه محاسبه امکانات نهائی یک حوزه را مانند آنچه که - L. C. Weeks بیان داشته است نمیدهد با اینحال القاء کننده بسیاری از تصورات است محققاً هنوز ئیدروکربورهای زیادی برای اکتشاف باقی میماند. تخمین و برآوردهای مختلفی که در ظرف چند سال اخیر انجام گرفته اعداد

ارقام را بـمعـرض نـمـایش گـذاشته اسـت : ۱۸۰ تا ۵۰۰ مـیـلیـارد مـتر مـکعب و طـبق بـرآورد K. Hubbert و سـازمـان زمـین شناسی مـمالک مـتـحـده آمـریکا). این ذخایر نامعین میبایست اجازه یک تولید برابر ۲/۵ تا ۳/۵ میلیارد متر مکعب را در حدود سال ۲۰۰۰ میلادی بدهد که بعد از آن مقدار تولید متدرجاً روبه نقصان خواهد گذاشت (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ - برآورد ذخایر نهائی دنیا

باین مقدار نفت خام بایستی ۲۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی را اضافه کرد. مقدار مهم محصولات نفتی که در سالهای آینده بطور حتم بدست خواهد آمد انباشتگی سنگهای بیتومن دار است که بعضی از مؤلفین ذخایر تحقیقی آن را به ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلیارد متر مکعب و ذخایر احتمالی آن را به ۲۰۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد مینمایند.

اولین سئوالی که پیش میآید اینست که کجا اینهمه ذخایر ناشناخته نهفته است.

طبق برآورد بعضی از زمین شناسان حداقل ۴ میلیارد متر مکعب در فلات قاره و دریاهای داخلی یافت میشود. محدوده دریاها مخصوصاً که هنوز خیلی کم شناخته شده اند بسیار نوید دهنده است همچنین میتوان روی امکانات نفتی بعضی از حوزههای ماقبل کامبرین بررسی نمود. در ایالت های بررسی شده نیز ئیدروکربورها باز هم بمقدار زیاد کشف خواهند شد مخصوصاً در طبقات عمقی که در آنجا ممکن است انباشتگی های گاز تحت فشار فوق العاده بوده باشد.

در سایه تکمیل دائمی تکنیک حدود استحصال نیز بالا خواهد رفت و مقدار ئیدروکربور جدیدتری در اختیار بشر خواهد گذاشت.

بطور کلی طبق برآورد L. C. Weeks بیش از ۲/۳ ذخیره نهائی دنیا در نیمکره شرقی نهفته است که

۱- Plateau continental

۲- Précambrien

تولید جمعی آن در حال حاضر به بیش از ۳ درصد بالغ نمیگردد (در حدود ۰.۴ درصد در خاورمیانه و نزدیک ۲۲٪ در اتحاد جماهیر شوروی).

باید اطمینان داشته باشیم که آسانترین اکتشافات تاکنون بانجام رسیده و مسائلی که برای ما باقی مانده مشکلترین و پرهزینه‌ترین آنها است در این شرایط جا دارد تصور نمائیم که بیش از پیش مسائل بهای تمام شدن قبل از خشک شدن منابع ئیدروکربورها در کارکرد مدخلیت پیدا میکند لکن این عامل اقتصادی مانند عوامل کاملاً فنی خود بستگی زیاد به پیشرفت‌های تکنولوژی و علمی دارد.

جز بایک نیروی تحقیق و تکنیک مهمتر از پیش نمیتوان مقدار استحصال را بالا برد و سنگهای بیتومن دار و عمیقترین انباشتگی‌های ئیدروکربورها را استخراج کرد و یا بطور خلاصه از منابع انرژی که دنیای جدید با حرص و ولع زیاد در انتظار آنست بهره‌برداری نمود در این میان فقط آینده میتواند پاسخگوی تمایلات و احتیاجات روزافزون بشر گردد.