

# تلفیق پارامترهای حاکم بر کیفیت مخزنی سازند آسماری میدان درود در خلیج فارس با استفاده از سیستمهای اطلاعاتی مکانی (GIS)

محسن زینالی (دانشگاه تهران)  
دکتر علیرضا بشری (شرکت نفت فلات قاره)  
دکتر محمود رضا دلاور (دانشگاه تهران)

مقدمه

حوضه رسوبی خلیج فارس به علت دارا بودن لایه های رسوبی ضخیم و دارا بودن شرایط سنگ منشا، سنگ مخزن و پوش سنگ، گستردگی ناحیه و وضعیت استراتژیک، یکی از اقتصادی ترین حوضه های هیدروکربوری جهان به شمار می رود. میدان نفتی درود (داریوش سابق) یکی از میادینی است که بخشی از آن در خشکی (جزیره خارگ) و بخش دیگر آن در دریا در حوضه خلیج فارس واقع گردیده است. سنگهای مخزنی این میدان را سازند آسماری و سازند قهلیان تشکیل می دهند. شکل ساختمانی سازند آسماری این میدان تاقدیسی با امتداد شمال شرق - جنوب غرب است. در این مقاله سعی گردید که با استفاده از تکنولوژی GIS زونهای بهره ده (pay zone) شناسایی گردیده و اولویت بندی گردند.

## تجزیه و تحلیل داده ها

برای درصد تخلخل و اشباع آب، زونهای بهره ده (zone pay) در هر چاه شناسایی شده و محاسبات آماری مربوط به هر زون نیز انجام گرفت (جدول شماره ۲). لازم به ذکر است که این سری از عملیات (شناسایی و اعمال حد آستانه ای برای داده ها) با توجه به توانایی فیلتر کردن داده ها که در GIS وجود دارد به وسیله نرم افزار Arc View بر روی داده های چاههای این میدان صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل داده ها بخش عمده این مطالعه را شامل می شود. در مرحله تجزیه و تحلیل، پس از اخذ داده ها، انواع زونهای موجود در سازند آسماری میدان درود شناسایی شدند. محاسبات آماری بر روی اطلاعات ۱۲ حلقه چاه به فواصل عمقی یک فوت انجام شده و فواصل غیرمجاز براساس میزان رس، درصد تخلخل و درصد اشباع آب مشخص گردید (جدول شماره ۱). بنابراین با اعمال مقدار حد آستانه ای

WELLS	G-H(f)	VCL%	SW%	POR%	SND%	VLM%	VDOL%	VAH%
D#1	363.0	11.2	57.0	16.4	45.2	8.5	56.9	2.1
D#2	331.0	8.8	55.0	12.3	44.8	7.0	66.4	0.3
D#5	345.0	7.3	33.0	20.8	50.8	14.5	59.5	2.2
KHG#1	390.0	34.2	76.9	8.6	*	12.7	51.8	43.7
KHG#2	407.0	10.2	63.0	13.3	58.1	20.8	67.8	14.9
KHG#6	345.0	23.4	78.0	15.8	*	24.0	54.3	49.9
KHG#7	386.0	10.9	69.0	16.5	16.2	51.9	24.2	*
KHG#8	371.0	8.9	86.0	13.2	54.8	8.1	66.7	8.7
KHG#9	383.9	11.4	74.0	12.5	*	32.9	74.9	29.5
KHG#13	388.0	11.9	67.0	11.9	35.0	20.0	67.9	10.2
KHG#14	381.0	18.9	78.0	15.8	23.4	10.6	61.3	*
KHG#17	381.0	11.3	62.0	15.3	37.8	24.3	50.5	11.6

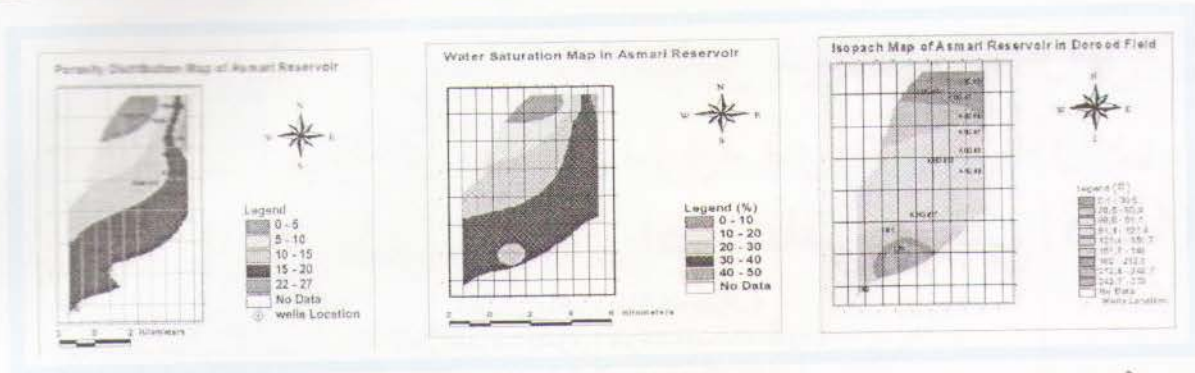
WELL NO.	PAY H R	VCL%	SW%	POR%	SND%	VLM%	VDOL%	VAH%
D#1	138.0	10.3	34.0	19.9	41.7	3.4	46.4	1.9
D#2	124.0	9.0	39.0	14.9	43.0	6.2	60.4	0.4
D#5	281.0	4.8	27.0	20.6	48.7	10.2	59.8	2.3
KHG#1	26.0	19.4	31.0	15.7	*	14.8	52.9	0.0
KHG#2	64.0	8.3	38.0	19.9	55.3	17.0	62.0	12.8
KHG#6	31.0	20.0	37.0	28.0	*	25.6	41.2	0.0
KHG#7	69.0	5.8	39.0	20.4	23.6	22.5	45.6	*
KHG#8	4.0	3.4	45.0	22.5	0.0	0.0	55.8	18.3
KHG#9	68.9	6.2	36.0	16.1	*	45.2	75.3	50.1
KHG#13	106.0	7.5	33.0	15.7	38.4	17.3	69.4	6.6
KHG#14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KHG#17	93.0	8.9	33.0	19.5	37.5	23.7	50.6	50.6

جدول ۱ و ۲: جدول محاسبات آماری مربوط به زون ناخالص و بهره ده سازند آسماری چاههای میدان درود

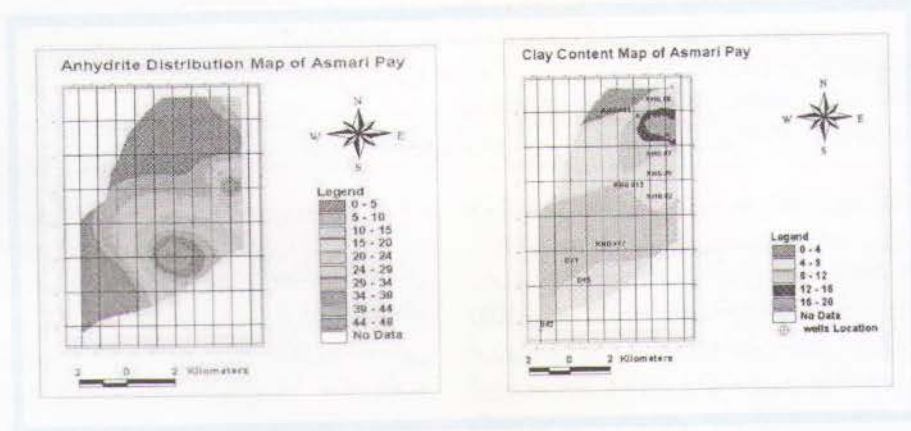
## تهیه نقشه پارامترهای مخزنی

تخلخل و درصد انیدریت زون بهره ده هر ۱۲ حلقه چاه در نرم افزار Surfer ترسیم گردید. سپس اطلاعات وارد GIS و پس از طبقه بندی (Classification)، روند تغییرات هر کدام از پارامترها در محیط Arc View نمایش داده شدند (شکل شماره ۱ الی ۵).

اصولا کیفیت یک مخزن هیدروکربوری تابع چندین پارامتر مهم مخزنی است که در گستره مخزن توزیع شده اند. با محاسبه میانگین مقادیر هر پارامتر مخزنی در هر چاه نقشه های هم ضخامت، درصد حجم رس، درصد اشباع آب، درصد



شکل ۱ و ۲ و ۳: لایه اطلاعاتی تخلخل و درجه اشباع آب و هم ضخامت زون بهره ده سازند آسماری میدان درود

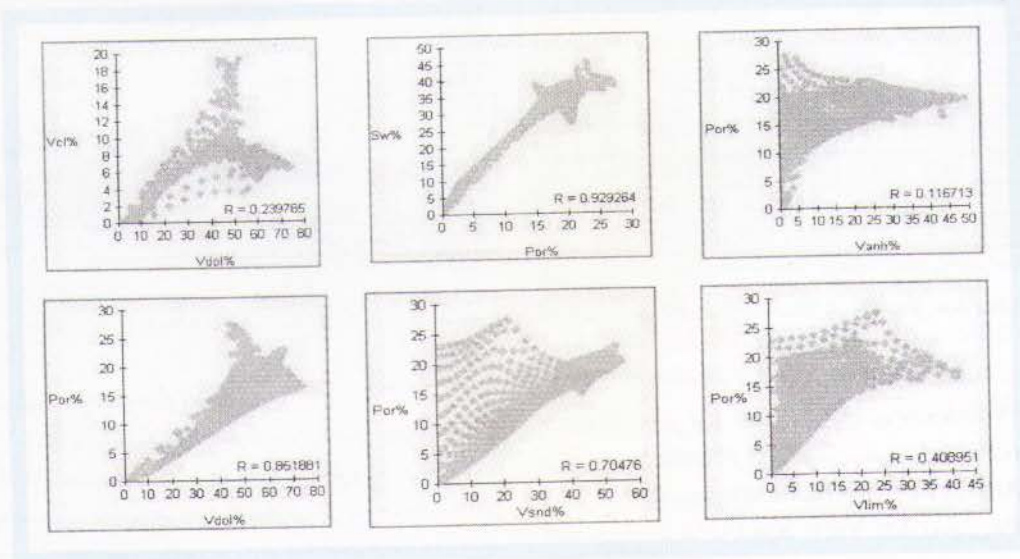


شکل ۴ و ۵: لایه اطلاعاتی انیدریت و محتوی رس زون بهره ده مخزن آسماری میدان درود

### همبستگی پارامترهای مخزنی

در این بخش از تحقیق روابط بین انواع سنگهای مخزنی موجود در زون بهره ده اعم از درصد ماسه سنگ، درصد آهک و درصد دولومیت با درصد اشباع آب و درصد تخلخل مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسیها مشخص گردید که در زون بهره ده درصد تخلخل و اشباع آب و درصد دولومیت رابطه مستقیم با همدیگر دارند (شکل شماره ۶). نظر به اینکه ماسه سنگ نیز جزو سنگ مخزن محسوب می گردد، لذا بررسی نشان داد که رابطه ضعیفی بین درصد ماسه سنگ و درصد اشباع آب وجود دارد که احتمالاً حاصل فرایند دیازنز و یا وجود انواع کانیهای رسی در این مخزن است.

در این بخش از تحقیق روابط بین انواع سنگهای مخزنی موجود در زون بهره ده اعم از درصد ماسه سنگ، درصد آهک و درصد دولومیت با درصد اشباع آب و درصد تخلخل مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسیها مشخص گردید که در زون بهره ده درصد تخلخل و اشباع آب و درصد دولومیت رابطه مستقیم با همدیگر دارند (شکل شماره ۶). نظر به اینکه ماسه سنگ نیز جزو سنگ مخزن محسوب می گردد، لذا بررسی نشان داد که رابطه ضعیفی بین درصد ماسه سنگ و درصد اشباع آب وجود دارد که احتمالاً حاصل فرایند دیازنز و یا وجود انواع کانیهای رسی در این مخزن است.



شکل ۶: همبستگی انواع پارامترهای مخزنی

## تهیه لایه های نشانگر

متفاوتی به خود می گیرند، ضمن اینکه هر کدام از لایه ها نیز دارای وزنهایی هستند، امتیاز متوسط هر سلول برابر است:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

در این رابطه  $W_i$  وزن  $i$  امین نقشه ورودی و  $S_{ij}$ ،  $Z$  امین کلاس از  $i$  امین نقشه است، مقدار  $Z$  به کلاس واقعی موجود در موقعیت جاری بستگی دارد. در این روش علاوه بر اینکه با توجه به اهمیت هر کدام از لایه ها (نقشه ها) وزن داده می شود، به هر کلاسی از آن نقشه نیز وزن جداگانه ای داده می شود و نهایتاً  $Z$  نمایانگر ارزش هر سلول یا پلیگون است.

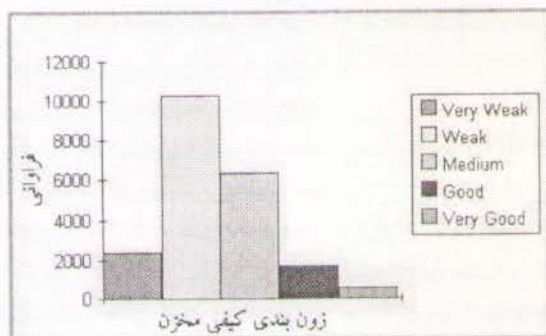
## خروجی داده ها

پس از تلفیق لایه های مورد نظر در GIS، نقشه نهایی زونهای مخزنی ترسیم گردید (شکل ۷).

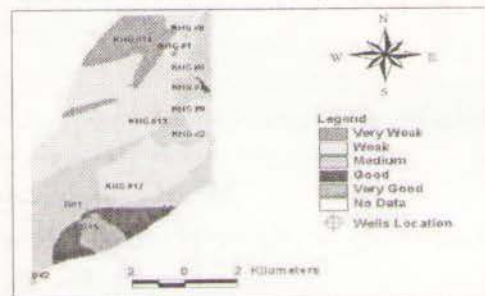
جهت تهیه لایه های نشانگر (Data Layer) از بین نقشه ها، نقشه هم ضخامت و درصد تخلخل به عنوان فاکتور مثبت و نقشه های درصد اشباع آب، درصد حجم رس و درصد حجم آیدریت به عنوان فاکتور منفی بر روی کیفیت مخزن مدنظر قرار گرفتند. لذا جهت ساختن لایه های اطلاعاتی، هر کلاس از هر نقشه، ارزش و برای هر کدام از نقشه ها با توجه به اهمیتشان وزنهایی اختصاص داده شد و بدین طریق لایه های اطلاعاتی جهت تلفیق مهیا گردیدند.

## تلفیق لایه ها

متمدهای زیادی برای تلفیق لایه ها (Data Integration) در GIS وجود دارد. بنابراین مدل تلفیقی با روی هم قرارگیری شاخص با نقشه های چند کلاسه (Index Overlay With Multi-Class Maps) برای تلفیق لایه های اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفت. در این مدل کلاسهای نقشه ای موجود بر روی هر نقشه ورودی امتیازهای



Final Zonation Map of Asmari Pay In Dorood Field



شکل ۷ و ۸: طبقه بندی کیفی مخزن و هیستوگرام فراوانی کیفیت زونهای بهره ده سازند آسماری میدان درود

۲) تلفیق انواع لایه های اطلاعاتی پارامترهای مخزنی، به وسیله GIS نشان دادند بخشهای جنوبی نسبت به بخشهای شمالی مخزن دارای کیفیت بهتری هستند.

۳) GIS می تواند به عنوان ابزاری جدید و خیلی قدرتمند در فعالیتهای اکتشاف نفت و منابع معدنی به کار گرفته شود.

۴) نظر به اینکه متمدهای تخمین زمین آماری توسعه قابل توجهی در سالهای اخیر داشته اند، لذا استفاده از این تکنیکهای پیشرفته جهت تهیه نقشه های پارامترهای مخزنی می تواند حائز اهمیت باشد.

۵) نظر به اینکه اکثر مخازن هیدروکربوری کشورمان از نوع کربناته شکافدار هستند نقشه تراوایی و نقشه شکستگیهای مخزن به عنوان لایه های اطلاعاتی جهت تلفیق و شناسایی زونهای بهره ده مورد استفاده قرار می گیرد.

نقشه پهنه بندی زونهای بهره ده نشان می دهد که بخشهای جنوبی مخزن دارای بهترین کیفیت و بخشهای شمال غربی مخزن دارای کمترین کیفیت بوده و جزو نامناسبترین بخشهای مخزن تقسیم بندی می شوند. حداکثر فراوانی زونها متعلق به بخشهای با کیفیت ضعیف و حداقل فراوانی مربوط به زونهای خیلی خوب است که با استفاده از نتایج تلفیق لایه های اطلاعاتی در GIS تهیه گردیده است (شکل ۸). با توجه به هیستوگرام می توان نتیجه گرفت که روی هم رفته، مخزن آسماری در میدان درود کیفیت مخزنی ضعیفی دارد هر چند در برخی از نقاط دارای کیفیت خیلی خوبی نیز هست.

## نتیجه گیری

۱) نقشه نهایی کیفی مخزن نشان می دهد که سازند آسماری دارای پتانسیل مخزنی ضعیفی است.