



دانشگاه تبریز

دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین‌شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی

گرایش تکتونیک

عنوان

تحلیل و تکامل گنبد‌های نمکی و ساختارهای مرتبط با آن با استفاده از

داده‌های لرزه‌ای در تنگه هرمز

استاد راهنما

دکتر بهزاد زمانی

اسرئید مشاور

دکتر علی کدخدائی

دکتر محمود برگریزان

پژوهشگر

سپیده پاژنگ

شهریور 1392

چنین فضل از سوی یکتا خداست که دانایش بس همه خلق راست

اول و آخر، سپاس و شکرگزاری زینده اوست که از جود کرم و رحمت خویش هیچ موجودی را بی نصیب نساخته و وسعت مهربانی و لطفش به اندازه ایست که حتی کافران به خود را نیز از روزی و نعمت‌هایش محروم نگردانیده است.

با نهایت تقدیر و تشکر از تمامی عزیزانی که مرا در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند.

شرکت نفت فلات قاره ایران، که این پایان نامه با حمایت و پشتیبانی این شرکت اجرا شده است.

جناب آقای مهندس امین رفیعی - شرکت تکین رایان

جناب آقای مهندس محسن سیدعلی - شرکت ژئوفیزیک دانا

جناب آقای دکتر محمد حسنپور صدقی - دانشگاه تبریز

جناب آقای دکتر ایرج عبدالهی فرد رئیس بخش ژئوفیزیک مدیریت اکتشاف

جناب آقای دکتر رضا نوزعیم - دانشگاه خوارزمی

جناب آقای دکتر محمود رحمتی ایلخچی - پژوهشکده زمین شناسی

جناب آقای مهندس غلامعلی مهاجر بازنشسته شرکت نفت

و

از خواهر و بردار عزیزم که در تدوین و تکمیل این پروژه یاریم رساندند کمال تشکر را دارم.

سیاسگناری

با تقدیر و تشکر شایسته از جناب آقای دکتر بهزاد زمانی، عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز، که با نکته های دلاویز و گفته های بلند، صحیفه های سخن را علم پرور نمود و همواره راهنما و راه گشای نگارنده در اتمام و اکمال پایان نامه بوده است.

استاد گرانقدر و فرهیخته جناب آقای دکتر علی کدخدائی که زحمت مشاوره این پایان نامه را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید.

استاد و اندیشمند گرانقدر جناب آقای دکتر محمود برگریزان که نکته سنجی و گفته های ارزشمندشان باعث پربار شدن این مطالعه گردید.

الگوی آرامش و اخلاق جناب آقای مهندس محمدرضا یوسف پور، کارشناس ارشد شرکت نفت فلات قاره ایران به پاس رهنمودهای ایشان در مراحل پژوهش.

استاد گرانقدر جناب آقای دکتر محمد حسنپورصدقی، عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز، که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل و دقت نظرشان منجر به وزین تر شدن کار گردید.

تقدیم به

به پاس تعبیر عظیم و انسانی از کلمه ایثار و از خودگذشتگی
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید، بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است
به پاس قلب بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناہشان به شجاعت می‌کراید
و به پاس محبت‌های بی‌دینشان که هرگز فروکش نمی‌کند

این مجموعه را به **مادر** عزیزم تقدیم می‌کنم

نام خانوادگی دانشجو: پاژنگ	نام: سپیده
عنوان پایان نامه: تحلیل و تکامل گنبد های نمکی و ساختار های مرتبط با آن با استفاده از داده های لرزه ای در تنگه هرمز	
استاد راهنما: جناب آقای دکتر بهزاد زمانی	
اساتید مشاور: جناب آقای دکتر علی کدخدائی و جناب آقای دکتر محمود برگریزان	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی
گرایش: تکتونیک	دانشگاه: تبریز
دانشکده: علوم طبیعی	تاریخ فارغ التحصیلی: 1392/06/16
تعداد صفحات: 146	
کلید واژه ها: گنبد های نمکی، تنگه هرمز. تکتونیک منطقه، تفسیر های لرزه ای	
<p>چکیده:</p> <p>هدف اصلی این تحقیق شناسایی گنبد های نمکی موجود در تنگه هرمز با استفاده از داده های تحت الارضی می باشد. در این مطالعه ساختار، مکانیسم تشکیل، موقعیت مکانی، نقش و تأثیر متقابل این گنبدها با تکتونیک حاکم بر منطقه مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند. در این راستا، مدل سازی ساختارها و استفاده از نشانگر های لرزه ای و تلفیق آن با زمین شناسی و تکتونیک منطقه که متاثر از کوهزایی عمان و زاگرس هستند به کار گرفته شده است. چون محدوده مورد مطالعه زیر دریا قرار گرفته است، داده های لرزه نگاری بازتابی دو بعدی مورد استفاده قرار گرفته اند. داده های یاد شده و اطلاعات حاصل از حفاری های عمیق در تنگه هرمز (هشت حلقه چاه) با نرم افزار پترل برای مدل سازی ساختار های زیر زمینی بکار گرفته شده اند. نتایج حاصل نشان داده است که دیاپیریسم نمک در تنگه هرمز، پس از رسوب گذاری سری هرمز شروع شده است. دو مرحله رشد فعال و غیر فعال برای رشد ساختار های مرتبط با دیاپیرهای منطقه مورد مطالعه شناخته شده است. همچنین مشخص شده که تکتونیک منطقه بیشتر تحت تاثیر کوهزایی عمان بوده و کوهزایی زاگرس نقش فرعی تری در تکامل تکتونیک تنگه هرمز بازی کرده است. در این پژوهش پراکندگی 17 گنبد نمکی مدفون و غیر مدفون در تنگه هرمز به نقشه در آمده است و مشخص شده که تشکیل ساختار های مرتبط با حرکت رو به بالای نمک هرمز می تواند با حضور برخی گسل های پی سنگی با امتداد شمال شرق-جنوب غرب ارتباط داشته باشد.</p>	

فهرست مطالب

فصل اول مروری بر ادبیات و پیشینه پژوهش

2	مقدمه
5	1-1 کلیات
5	1-1-1 چگالی نمک
6	2-1-1 رئولوژی نمک
7	3-1-1 انحلال نمک
8	4-1-1 حرکت نمک
8	1-4-1-1 روباره هم ضخامت و همگن
9	2-4-1-1 ضخامت متفاوت روباره
10	3-4-1-1 تغییر چگالی روباره
11	5-1-1 مکانیسم تشکیل گنبد نمکی و اجزای آن
12	6-1-1 مراحل تشکیل گنبد نمکی
15	7-1-1 شکل گنبدهای نمکی
16	8-1-1 اصول و منشأ تشکیل گنبدهای نمکی
17	9-1-1 گنبدهای نمکی از نظر ساختار زمین‌شناسی
17	10-1-1 ساخت‌های ایجاد شده پیرامون گنبدهای نمکی
19	11-1-1 انواع نفتگیرهای حاصل از گنبدهای نمکی
19	1-11-1-1 نفتگیر کلاهدک گنبد نمکی
19	2-11-1-1 نفتگیرهای دامنه‌ای گنبد نمکی
19	3-11-1-1 نفتگیر فوق کلاهدک
20	12-1-1 روش‌های مطالعه گنبدهای نمکی
20	1-12-1-1 ژئوالکترونیک
21	2-12-1-1 گرانی سنجی
21	3-12-1-1 روش‌های لرزه‌ای
23	2-1 پیشینه تحقیق

فصل دوم موقعیت و زمین‌شناسی تنگه هرمز

34	1-2 مقدمه
34	2-2 منطقه مورد مطالعه
36	3-2 تکامل چینه نگاری زمین‌ساختی
39	4-2 زمین‌شناسی ساخ‌تاری منطقه مورد مطالعه
39	5-2 زمین‌ساخت منطقه هرمز
41	6-2 چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه
42	1-6-2 سازند بختیاری
42	2-6-2 گروه فارس
43	1-2-6-2 سازند آغا‌جاری
43	2-2-6-2 سازند میشان
43	3-2-6-2 سازند گچساران
43	3-6-2 بخش آهک‌گوری

44	4-6-2 سازند آسماری.....
44	5-6-2 سازند جهرم.....
44	6-6-2 سازند پایده.....
45	7-6-2 سازند گورپی.....
45	8-6-2 سازند ایلام.....
45	9-6-2 سازند سروک.....
46	10-6-2 سازند کژدمی.....
46	11-6-2 سازند داریان.....
46	12-6-2 سازند گدون.....
47	13-6-2 سازند فهلیان.....
47	14-6-2 سری هرمز.....
49	1-14-6-2 سنگ‌های ماگمائی سری هرمز.....
49	2-14-6-2 دگرگونی در سری هرمز.....

فصل سوم زمین‌ساخت و دیابیریسم نمک در تنگه هرمز

51	1-3 مقدمه.....
51	2-3 تکتونیک و تکامل ساختاری منطقه‌ای.....
52	1-2-3 کوهزایی عمان.....
54	2-2-3 کوهزایی زاگرس.....
56	3-3 تکامل ساختاری و تقسیم بندی ایالت‌های ساختاری در منطقه هرمز.....
57	1-3-3 هرمز مرکزی.....
58	2-3-3 بالا آمدگی هرمز غربی.....
59	3-3-3 فروافتادگی هرمز شرقی.....
59	4-3-3 بلوک رانده مسندام.....
59	4-3 تکتونیک نمک و رشد گنبد‌های نمکی در منطقه مورد مطالعه.....
63	5-3 تاریخچه دیابیریسم در زاگرس و خلیج فارس.....
64	6-3 نیروی رانشی اولیه آغاز حرکت نمک.....
64	7-3 سن آغاز فعالیت و تداوم رشد دیابیرهای نمکی زاگرس.....
65	8-3 تأثیر ساختارهای نمکی بر چین خوردگی زاگرس.....

فصل چهارم روش‌شناسی و تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری منطقه مورد مطالعه

69	1-4 مقدمه.....
69	2-4 نرم افزار پترل.....
70	3-4 پایگاه داده.....
70	1-3-4 اطلاعات چاه.....
71	1-1-3-4 چاه AKN-01.....
72	2-1-3-4 چاه HEE-1.....
73	3-1-3-4 چاه HEE-2.....
74	4-1-3-4 چاه HA-1.....
75	5-1-3-4 چاه HD-1.....
76	6-1-3-4 چاه TFN-ST-1.....

77	.....TUE-1 چاه 7-1-3-4
78	.....TUE-2 چاه 8-1-3-4
79	..... 2-3-4 داده‌های لرزه‌ای
79	..... 1-2-3-4 ژئوفیزیک لرزه‌ای
80	..... 2-2-3-4 شیوه‌های لرزه‌نگاری
81	..... 3-2-3-4 پردازش اطلاعات لرزه‌ای و لرزه‌شناسی اکتشافی
83	..... 4-4 مدل سازی
83	..... 1-4-4 تولید افق یا سطوح زمین‌شناسی
84	..... 2-4-4 مدل سازی گنبد‌های نمکی
86	..... 3-4-4 مدل ساختاری
87	..... 5-4 تفسیر و تحلیل خطوط لرزه‌ای
87	..... 1-5-4 افق‌ها و سطوح زمین‌شناسی
88	..... 1-1-5-4 افق کنگان
88	..... 2-1-5-4 سازند داریان
89	..... 3-1-5-4 رأس گروه بنگستان
90	..... 4-1-5-4 قاعده‌ی نمک فارس
91	..... 5-1-5-4 سازندهای میوسن (معادل Base Ringy Section)
93	..... 6-1-5-4 رأس سازند گچساران
93	..... 7-1-5-4 ناپیوستگی میوسن میانی (میشان)
94	..... 8-1-5-4 بستر دریا
95	..... 2-5-4 تحلیل خطوط لرزه‌ای
96	..... 1-2-5-4 خط لرزه‌ای شماره 19
98	..... 2-2-5-4 خط لرزه‌ای شماره 24
100	..... 3-2-5-4 خط لرزه‌ای شماره 20
102	..... 4-2-5-4 خط لرزه‌ای شماره 33
104	..... 5-2-5-4 خط لرزه‌ای شماره 21
106	..... فصل پنجم بحث، نتایج و پیشنهادات
123	..... فهرست منابع
129	..... ضمائم و چکیده انگلیسی

فهرست جداول

فصل چهارم روش شناسی و تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری منطقه مورد مطالعه

- جدول 4-1- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه AKN-01.....71
- جدول 4-2- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه HEE-1.....72
- جدول 4-3- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه HEE-2.....73
- جدول 4-4- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه HA-1.....74
- جدول 4-5- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه HD-1.....75
- جدول 4-6- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه TFN-ST-1.....76
- جدول 4-7- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه TUE-1.....77
- جدول 4-8- ستون چینه شناسی سازندهای حفاری شده و عمق آنها در چاه TUE-2.....78

فصل پنجم بحث، نتایج و پیشنهادات

- جدول 5-1- مختصات جغرافیایی و عمق گنبد‌های نمکی بلوک E.....111
- جدول 5-2- فراوانی و درصد فراوانی گسل‌ها بر اساس تقسیم بندی شیب گسل.....115
- جدول 5-3- طبقه بندی چین‌ها بر مبنای زاویه بین یالی (طبقه بندی فلیوتی).....118
- جدول 5-4- فراوانی و درصد فراوانی چین‌ها بر اساس طبقه بندی فلیوتی.....119
- جدول 5-5- درصد فراوانی چین‌های ملایم.....119

فهرست شکل‌ها

فصل اول مروری بر ادبیات و پیشینه پژوهش

- شکل 1-1- نمودار چگالی بر حسب عمق نمک و سایر رسوبیت 5
- شکل 1-2- رئولوژی نمک در اعماق مختلف: از بالا به پایین: (I) کمی تثبیت، (II) تثبیت الاستیک و (III) پلاستیک 7
- شکل 1-3- تشکیل حوضه فرونشست مدور در بالای گنبد نمکی در اثر انحلال 8
- شکل 1-4- فشارلیتواستاتیک در نقاط A و B یکسان است. بنابراین، در غیاب تنش قابل توجه تکتونیکی، تحت چنین شرایطی، جنبش نمک امکان پذیر نیست 9
- شکل 1-5- جریان نمک از مناطق پرفشار به کم فشار در اثر تغییر ضخامت روباره و عمق آب 10
- شکل 1-6- با فرض ثابت بودن عمق آب و در غیاب تنش قابل توجه تکتونیکی، تغییرات جانبی رخساره از سنگ آهک به شیل، باعث جریان نمک در جهت رخساره شیل می‌گردد که در آن جهت فشار کمتر است 10
- شکل 1-7- سنگ پوش و تأثیر آن در انحراف خطوط لرزه‌ای از حالت افقی 12
- شکل 1-8- طرح شماتیک مراحل تشکیل گنبد نمکی 14
- شکل 1-9- تشکیل شکستگی و گسل‌های کششی در روباره و نفوذ نمک به داخل آنها 14
- شکل 1-10- اشکال مخنلف ساختاری نمک. a: ساختارهای طویل با منشأهای خطی b: ساختارهایی که از منشأ نقطه‌ای رشد می‌کنند 15
- شکل 1-11- تشکیل ناودیس‌های حاشیه‌ای در اطراف گنبد نمکی 18
- شکل 1-12- انواع نفتگیرهای همراه گنبد نمکی 20

فصل دوم موقعیت و زمین‌شناسی تنگه هرمز

- شکل 1-2- بررسی اجمالی نقشه خلیج فارس، منطقه مورد مطالعه مشخص شده با دایره قرمز 35
- شکل 2-2- پوشش لرزه‌ای تنگه هرمز 35
- شکل 2-3- ستون چینه‌شناسی سواحل خوزستان تا آب‌های هرمز و عمان، نشان دادن عمده واحدهای سنگ‌شناسی و سیستم‌های عمده نفتی 37
- شکل 2-4- موقعیت و عمده عناصر تکتونیکی صفحه عربستان. ساختارهای محدود کننده صفحه عربی با مستطیل‌های سبز و رویدادهای تکتونیکی اصلی با بیضوی‌های قرمز رنگ مشخص شده است 38

فصل سوم زمین‌ساخت و دیپیریسم نمک در منطقه تنگه هرمز

- شکل 1-3- وضعیت جغرافیای دیرینه منطقه هرمز در تریاس پسین تا آلبین 52
- شکل 2-3- مقطع خم لیتوسفری ایده آل. منحنی سمت چپ میزان بالا آمدگی ناپیوستگی تورنین را در مقایسه با پروفیل عمومی ترنج تخمین می‌زند 53
- شکل 3-3- تصویر ماهواره‌ای لندست و مدل تصویری وضعیت ساختاری برجستگی مسندام 54
- شکل 3-4- برجستگی‌های توپوگرافی اصطکاک بالا و اصطکاک پایین ایالت ساختاری زاگرس 55
- شکل 3-5- تصویر ماهواره‌ای لندست در طول ایالت ساختاری فارس شرقی. نشان دادن رخمون خطواره‌های گسلی پی‌سنگی 55
- شکل 3-6- ساختارهای عمده نمکی، اکتشافات و چهار ایالت ساختاری تفکیک شده بر روی نقشه سر بنگستان در منطقه مورد مطالعه هرمز 56
- شکل 3-7- موقعیت ساختارهای هرمز مرکزی 58
- شکل 3-8- گسترش گسل‌های نرمال کششی در بالای سطح خنثی در ساختارهای پشت نهنگی 60
- شکل 3-9- سه مرحله تکتونیکی در توسعه ساختارهای پشت لاک پشتی 61

شکل 3-10- مدل تکاملی دیپیرهای از پیش موجود و نقش آنها در توسعه ساختارهای چین و گسله 67

فصل چهارم روش شناسی و تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری منطقه مورد مطالعه

- شکل 4-1- نقشه پراکندگی چاه‌های بررسی شده در تنگه هرمز 70
- شکل 4-2- تصویر شماتیک برداشت لرزه‌ای دریایی (روش‌های لرزه‌شناسی اکتشافی شامل اندازه‌گیری امواج لرزه‌ای است که در داخل طبقات زمین حرکت می‌کنند) 80
- شکل 4-3- مراحل پردازش اطلاعات حاصل از روش لرزه‌ای 81
- شکل 4-4- طرح کلی خطوط لرزه‌ای استفاده شده در منطقه مورد مطالعه هرمز 82
- شکل 4-5- نمونه‌ای از داده لرزه‌ای با فرمت SEG-Y منطقه‌ی مورد مطالعه (خط 24) 82
- شکل 4-6- رهای سه بعدی افق‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه UGC رأس سازند داریان 83
- شکل 4-7- خط لرزه‌ای شماره 24 به همراه سطوح رسم شده در پنجره تفسیر 84
- شکل 4-8- مشخص کردن محدوده‌ی هر گنبد نمکی در پنجره تفسیر 85
- شکل 4-9- نقشه پراکندگی گنبدهای نمکی تنگه هرمز در پنجره 3D 85
- شکل 4-10- خط لرزه‌ای تفسیر شده‌ی شماره 24 86
- شکل 4-11- نقشه UGC زمان سازند داریان به همراه موقعیت چاه‌های منطقه 89
- شکل 4-12- نقشه هم‌ضخامت رأس بنگستان- رأس داریان 90
- شکل 4-13- نقشه هم‌ضخامت قاعده نمک فارس و رأس بنگستان 91
- شکل 4-14- نقشه هم‌ضخامت قاعده نمک فارس و Base Ringy Section 92
- شکل 4-15- نقشه هم‌ضخامت رأس گچساران - Base Ringy Section 93
- شکل 4-16- نقشه هم‌ضخامت رأس گچساران - ناپیوستگی میشان 94
- شکل 4-17- خط لرزه‌ای تفسیر شده‌ی شماره 19 97
- شکل 4-18- خط لرزه‌ای تفسیر شده‌ی شماره 24 99
- شکل 4-19- خط لرزه‌ای تفسیر شده‌ی شماره 20 101
- شکل 4-20- خط لرزه‌ای تفسیر شده‌ی شماره 33 103
- شکل 4-21- خط لرزه‌ای تفسیر شده‌ی شماره 21 105

فصل پنجم بحث، نتایج و پیشنهادات

- شکل 5-1- پراکندگی گنبدهای نمکی مدفون و برونزد یافته‌ی گستره تنگه هرمز 110
- شکل 5-2- نقشه پراکندگی گنبدهای نمکی جنوب ایران 112
- شکل 5-3- نقشه پراکندگی گنبدهای نمکی جنوب ایران 113
- شکل 5-4- نقشه گسل‌ها، خطواره‌ها اثر محوری تاقدیس‌ها و گنبدهای نمکی هرمز در جنوب خاوری زاگرس 114
- شکل 5-5- نمودار میله‌ای طبقه بندی گسل‌های تنگه هرمز 115
- شکل 5-6- نمودار شعاع تاثیر دلیپیرها بر حسب قطر آنها 116
- شکل 5-7- نمودار طول موج بر حسب دامنه چین‌ها 117
- شکل 5-8- نمودار فراوانی بر حسب زاویه بین یالی چین‌های تنگه هرمز (طبقه بندی فلیوتی) 118
- شکل 5-9- نمودار فراوانی بر حسب زاویه بین یالی چین‌های ملایم 119
- شکل 5-10- نقشه عمقی شیب سازند گچساران در پنجره 3D 120
- شکل 5-11- مقطع لرزه‌ای با فشردگی 20 برابر و تصویر بالا بخش مشخص شده‌ی تصویر پایین با فشردگی 1 122

تحلیل و تکامل گنبد‌های نمکی و
ساختارهای مرتبط با آن با استفاده از
داده‌های لرزه‌ای در تنگه هرمز

فصل اول
مروری بر ادبیات و پیشینه پژوهش

فصل دوم
موقعیت و زمین‌شناسی تنگه هرمز

فصل سوم
زمین‌ساخت و دیاپیریسم نمک در تنگه هرمز

فصل چهارم
روش‌شناسی و تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری منطقه مورد
مطالعه

فصل پنجم
بحث، نتایج و پیشنهادات

مقدمه

مطالعات زمین‌شناسی و تهیه نقشه‌های سطحی و زیر سطحی برای نمایش ساختارهای تکتونیکی و سیر تکاملی وقایع زمین‌شناسی، یکی از مسائلی است که همواره مورد توجه زمین‌شناسان بوده است. مطالعات گسترده و بهره‌گیری از متدهای نوین زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ژئومورفولوژی حجم زیادی از عوامل یا پارامترهای موثر بر شناخت و تقسیم بندی مناطق مختلف را در اختیار محققین علوم زمین قرار داده است.

ایران از نظر رسوبات تبخیری بسیار غنی است و بهترین نمونه‌های گنبد نمکی شناخته شده در دنیا مربوط به جنوب ایران و کویر مرکزی می‌باشد. این گنبدها از آغاز مطالعات زمین‌شناسی در ایران مورد توجه زمین‌شناسان قرار گرفته است اما بیشتر مطالعات محدود به تعیین ابعاد، سن و زمان فعالیت آنها می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه در این بررسی در جنوب ایران و در تنگه هرمز واقع شده است. این منطقه برای شرکت نفت تحت عنوان بلوک E شناخته شده است. با توجه به اهمیت اقتصادی ناحیه مورد نظر، این ناحیه بطور گسترده‌ای تحت پوشش فعالیت‌های اکتشافی از جمله برداشت اطلاعات لرزه‌نگاری قرار گرفته است. برای نمونه به برداشت لرزه‌نگاری سه بعدی در سال‌های اخیر در بخش ایرانی تنگه هرمز می‌توان اشاره کرد.

اطلاعات لرزه‌نگاری دو و سه بعدی منطقه مورد مطالعه حاکی از حضور ساختارهای پیچیده است که ابهامات زیادی از دیدگاه‌های چینه‌شناسی و ساختاری دارند. با توجه به پوشیده بودن منطقه توسط دریا، تعیین هندسه ساختارهای مدفون و موجود در زیر کف خلیج فارس و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر از طریق مشاهدات صحرائی میسر نبوده، و در این میان داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی و اطلاعات حاصل از حفاری‌های عمیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

هدف اصلی این تحقیق شناسایی گنبدهای نمکی موجود در تنگه هرمز با استفاده از داده‌های تحت الارضی می‌باشد. در این مطالعه ساختار، مکانیسم تشکیل، موقعیت مکانی، نقش و تاثیر متقابل این گنبدها با تکتونیک حاکم بر منطقه و تاثیر آنها بر ساختارهای مجاور مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند.

برای این منظور ابتدا جمع‌آوری اطلاعات و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شد. نمی‌توان ادعا نمود که کلیه اطلاعات و داده‌های موجود در شبکه گسترده جهانی (اینترنت) در این نوشتار آورده شده است، لیکن می‌توان ادعان نمود که بخش بسیار وسیعی از داده‌ها و اطلاعات مرتبط جمع‌آوری شده و پس از پالایش و خلاصه کردن از آن استفاده شده است. همزمان با انجام مراحل فوق، با برخی از اساتید و متخصصان علوم زمین ارتباط برقرار شد و یافته‌ها و نظریات آنان مدنظر قرار داده شد. نتایج این بررسی‌ها در قالب فصل اول با عنوان " مروری بر ادبیات و پیشینه پژوهش " ارائه شده است. در فصل دوم با عنوان " موقعیت و زمین‌شناسی منطقه " ابتدا توضیحاتی پیرامون موقعیت منطقه مورد مطالعه آورده شده است و سپس به بررسی ژئوتکتونیک منطقه و نحوه شکل‌گیری آن از پرکامبرین تا عهد حاضر پرداخته و در انتها سازندهای موجود در منطقه مورد مطالعه بررسی شده‌اند. در فصل سوم با عنوان " زمین‌ساخت و دیپایریم نمک در تنگه هرمز " ابتدا به بررسی رویدادهای تکتونیکی موثر بر منطقه و تقسیم بندی تنگه هرمز به چهار ایالت ساختاری پرداخته و سپس تکتونیک نمک و نظریات پیرامون دیپایریم زاگرس و خلیج فارس بررسی شده‌اند. در فصل چهارم با عنوان " روش‌شناسی و تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری منطقه مورد مطالعه " توضیحاتی در ارتباط با داده‌های استفاده شده در این تحقیق که شامل داده‌های لرزه‌ای دو بعدی بلوک E، داده‌های هشت چاه موجود در منطقه و نقشه

UGC رأس سازند داریان آورده شده است. در ادامه کلیاتی در ارتباط با نرم افزار استفاده شده در این پروژه که پترل است، نوشته شده و نیز به بیان روش مطالعه که مدل سازی و استفاده از نشانگرهای لرزه ای و تلفیق آن با تفسیر زمین شناسی و تکتونیکی سازندها برای رسیدن به اهداف مد نظر بود، پرداخته شده است. در خاتمه در فصل پنجم با عنوان " نتایج و پیشنهادات " یافته ها و دست آوردهای جدید این کار بیان و همچنین پیشنهاداتی برای کارهای آتی آورده شده است.

فصل اول

مروری بر ادسکیت و تکنیک آموزش

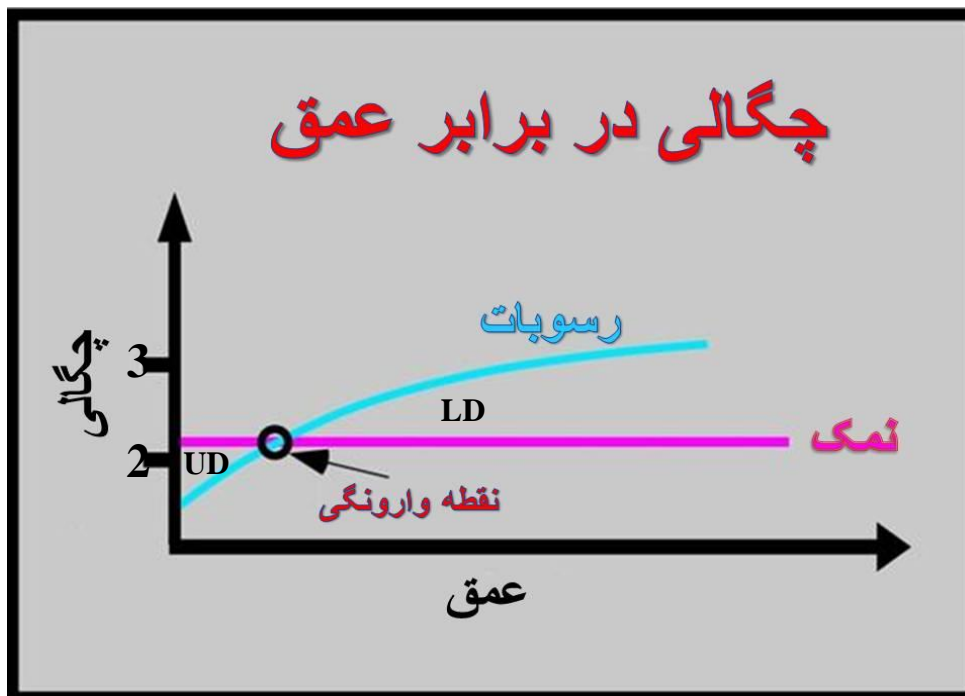
1-1 کلیات

یکی از پدیده‌های زمین‌شناسی منحصر به فرد در فلات قاره ایران وجود نمک‌های خروجی در نواحی مختلف زمین‌شناسی آن نظیر کمربند چین خورده- رانده زاگرس، بلوک ایران مرکزی و نواحی جنوب شرقی ایران است. در این نواحی توده‌های نمک تحت تأثیر نیروهای شدید زمین‌شناسی، مانند یک سیال عمل کرده و از اعماق چندین کیلومتر زیر زمین بالا آمده و ارتفاعی ده تا چند صد متر نسبت به رسوبات پیرامون خود پیدا می‌کنند. در این بخش ابتدا به ذکر اصول اساسی و اولیه نمک پرداخته و سپس پیرامون گنبد‌های نمکی توضیحاتی آورده شده است.

1 1 1 چگالی نمک

در علوم پایه چگالی، مقدار **Error! Bookmark not defined.** موجود در واحد حجم ماده می‌باشد و آن را با علامت اختصاری ρ نشان می‌دهند و از رابطه $\rho = m/V$ بدست می‌آید. که در دستگاه SI، ρ چگالی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب، m جرم ماده بر حسب کیلوگرم و V حجم ماده بر حسب متر مکعب می‌باشد.

با افزایش عمق، چگالی سنگ‌های رسوبی به علت فشردگی و کاهش حجم، افزایش می‌یابد. اما این قانون در مورد نمک‌ها صدق نمی‌کند چراکه چگالی نمک به ترکیب آن بستگی دارد و بین $2/15 \text{ kg/m}^3$ - $2/17$ متغیر است (شکل 1-1). برای مثال چگالی نمک تشکیل شده از تبخیر شورآب‌های گرمابی کمی بیشتر از نمک ایجاد شده از تبخیر شورآب‌های جوی است (Cramez,2006).



شکل 1-1- نمودار چگالی بر حسب عمق نمک و سایر رسوبات

در قسمت کم عمق حوضه رسوبی بین سطح و عمق 1500 متر، چگالی نمک، که کم و بیش ثابت است، بالاتر از چگالی سایر رسوبات قرار می‌گیرد (برگرفته از Cramez,2006).

با توجه به نمودار، تعریف دو حوزه مختلف را داریم:

(I) حوزه بالا (Upper Domain=UD)، که در آن چگالی نمک بیشتر از چگالی رسوبات است و (II) حوزه پایین (Lower Domain=LD)، که در آن چگالی رسوبات بالاتر از چگالی نمک است.

در حوزه بالا، فشار نمک با فشار رسوبات رویی در تعادل نبوده و نمک تمایل به جریان جانبی دارد. در حوزه پایین، نمک گرایش به جریان رو به بالا دارد، زیرا، در همان سطح، فشار همه جانبه در رسوبات همیشه بالاتر از نمک است. این گواهی است بر این فرضیه که گنبد‌های نمکی با پهلوهای عمودی امکان تشکیل فیزیکی ندارند.

2 1 1 رئولوژی نمک

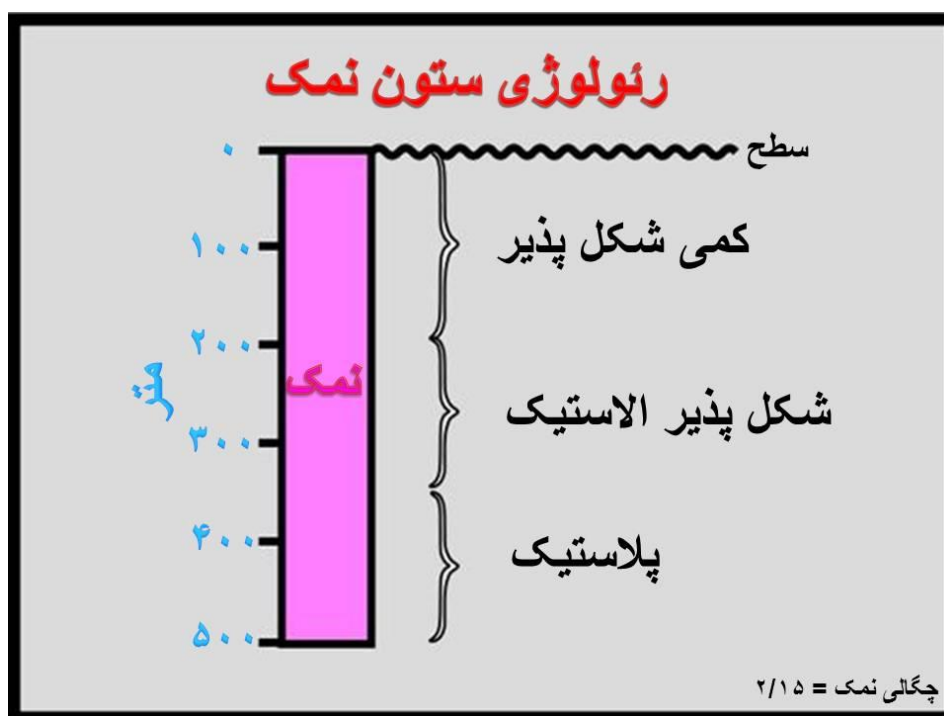
رئولوژی به مکانیسم مطالعه جریان مواد در مایعات، جامدات نرم و جامدات در حالت موم‌سان می‌پردازد. بطور کلی خواصی که مربوط به جاری شدن و تغییر شکل سیال باشد، رئولوژی نامیده می‌شود.

نمک همچون یک ماده شکل‌پذیر¹ رفتار می‌کند. اگر تنش اعمال شده کمتر از تنش بحرانی² باشد تغییر شکل دائمی نیست. این ویژگی زمانی که تنش اعمال شده، برابر و یا کمی بالاتر از تنش بحرانی باشد، به آسانی تغییر پیدا می‌کند. شروع تغییر شکل نمک در محدوده بین 50 تا 150 بار (بسته به ماهیت و ترکیب نمک) است، به عنوان مثال نمک Louan (در خلیج مکزیک) تحت فشار پایین‌تر نسبت به نمک Messinian (در حوضه مدیترانه) شروع به تغییر شکل می‌کند (Cramez, 2006).

در فشار معمولی، نمک در درجه حرارت 960 درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. با توجه به مقدار آب تبلور که در ساختمان آن وجود دارد با افزایش فشار، درجه حرارت ذوب آن کاهش می‌یابد. بنابراین اگر نمک در عمق 10 کیلومتری در زیر رسوبات قرار داشته باشد که فشار در این عمق معادل 2700 بار و درجه حرارت تقریباً 300 درجه خواهد بود، که خود نقش مهمی در سیال شدن و به حرکت درآمدن نمک خواهد داشت (درویش زاده، 1369).

¹ - Plastic

² - Yield Stress



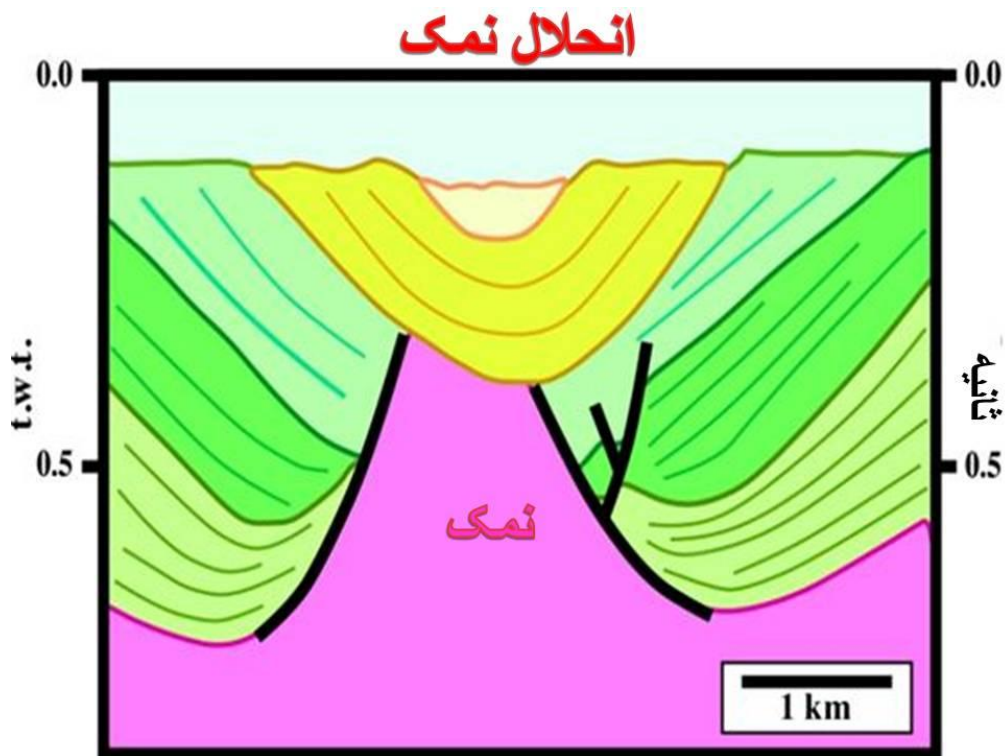
شکل 1-2- رنولوژی نمک در اعماق مختلف: از بالا به پایین: (I) کمی شکل پذیر (II) شکل پذیر الاستیک (III) پلاستیک (برگرفته از Cramez, 2006).

در ستون 500 متری نمک، با فرض چگالی نمک $2/15 \text{ kg/m}^3$ ، فشار لیتواستاتیک در عمق 230 متر، 50 بار و در عمق 500 متر 107 بار است. بنابراین، تغییر شکل پلاستیک نمک می‌تواند در داخل یک لایه نمک حتی در غیاب فشار روباره رخ دهد. به عنوان مثال ستون 500 متری نمک را می‌توان یک انطباق عمودی از نظر سه رنولوژی نمک در نظر گرفت (شکل 1-2). از بالا به پایین: (I) کمی شکل پذیر (II) شکل پذیر الاستیک و (III) پلاستیک.

3 1 1 انحلال نمک

انحلال نمک بر روی زمین و بر روی داده های لرزه ای شناخته شده است. آربنز (Arbenz, 1968) و لوهمان¹ (1972) در دریای شمال، ساختارهای رایج مرتبط با انحلال نمک را در خطوط لرزه‌ای بررسی کرده‌اند. در آب و هوای مرطوب، اگر گنبد نمکی به سطح یا کف دریا بوسد، در معرض انحلال قرار می‌گیرد. در بخش مرکزی گنبد که برجسته و همراه بلشکستگی است، فرورفتگی مدور که اغلب در نتیجه انحلال نمک با آب جوی است، تشکیل می‌شود. پس از مدتی این فرورفتگی گسترده شده و به عمق نمک نفوذ می‌کند و یک حوضه گسترده‌ی انحلال نمک همراه تلی از مواد نامحلول ایجاد می‌کند. انحلال نمک سطح مبنای محلی ایجاد می‌کند و باعث افزایش فضای رسوب گذاری در بالای آن می‌شود (شکل 1-3). اصطلاحاً به این حوضه‌های تشکیل شده، حوضه‌های کوچک (Mini Basin) گفته می‌شود (Cramez, 2006).

¹ - Lohmann



شکل 1-3- تشکیل حوضه فرونشست مدور در بالای گنبد نمکی در اثر انحلال نمک

(برگرفته از Cramez,2006).

4 1 1 حرکت نمک

حرکت نمک به ضخامت و چگالی رسوبات رویی بستگی دارد . براین اساس سه موقعیت مختلف زمین‌شناسی را می‌توان در نظر گرفت که از لحاظ ضخامت و چگالی متفاوت هستند: (Cramez,2006).

1. حالتی که روباره هم ضخامت و همگن باشد 2. حالتی که با ضخامت متفاوت روباره مواجه باشیم 3. تغییر در چگالی روباره را داشته باشیم.

1-4-1-1 روباره هم ضخامت و همگن

در غیاب روباره یا زمانی که روباره هم ضخامت و همگن است ، تفاوت فشار بین دو نقطه A و B مشخص شده در (شکل 1-4) زیاد نیست و فشار در لایه نمک (با خواص پلاستیکی)، صفر است، و نمک هیچ حرکتی ندارد.