Archive of SID

انجمن زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایـــران
TECTONIC & STRUCTURAL GEOLOGY ASSOCIATION OF IRAN

ارزیابی زمین ریختی نقش دیاپیرهای نمکی در رشد و پیوند تاقدیسهای جنوب شرق کمان فارس

◊◊◊◊◊◊◊
◊◊◊◊◊◊◊

چکیده :

در پژوهش حاضر نحوه شکل گیری تاقدیس ها ، سازوکار رشد ، سوی انتشار ،تکه بندی ، نحوه پیوند و عوامل کنترل کننده آنها از دیدگاه ریخت زمین ساختی مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس الگوهای زهکشی و شاخص های زمین ریخت سنجی عوارض حاصل از رشد چین ها در منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره ای و مدل رقومی ارتفاعی منطقه استخراج و ارزیابی گردیده است .

نتایج حاصل نشان می دهد محل تاقدیس های جنینی اولیه بر محل دیاپیرهای نمکی در حال صعود و یا برونزد یافته منطبق می باشد ، از سوی دیگر تاقدیس های مورد بررسی عمدتا به سمت دیاپیرهای مجاور در حال رشد می باشند، بنابراین دیاپیرهای نمکی موجود در منطقه را به عنوان بی نظمی های اولیه مورد نیاز برای آغاز دگرشکلی معرفی شده است، در مرحله بعد نحوه پیوند تکه های مختلف تاقدیس با مدلهای عددی و تجربی صورت گرفته مقایسه که مجددا نشان می دهد نحوه توزیع دیاپیرها و ضخامت افق رسوبی چین خورده تعیین کننده نحوه اتصال تکه های مختلف یک چین به یکدیگر است. در پایان با توجه به موقعیت قرار گیری دیاپیرها نسبت به چین ها در حال شکل گیری به سه گروه تقسیم شده اند و توضیحی برای علت قرار گیری برخی از دیاپیرها در ناودیسها ارائه شده است.

کلید واژه ها: رشد چین، انتشار جانبی، پیوند چین ، تکه بندی، دیاپیر نمکی ، شاخص زمین ریختی.

Geomorphic assessment the role of salt diapirs in the growth and linkage of anticlines in the SE Fars Arc

Arash Jamshidi [1], Ali Faghih [2], Hossein Zarnegari [3]

Abstract:

In present study formation of anticlines, mechanism of growth, propagation direction, segmentation, linkage and their controlling factors from geomorphic point of view has been investigated, so that drainage pattern and morphotectonic indices that resulted from folds growth has been extracted from satellite image and DEM of study area.

Results show that location of initial embryonic anticlines is coincided to location of rising or exposed diapirs, from other hand investigated anticlines propagating toward neighboring diapirs , so that pre- existing salt diapirs of study area introduced as required initial perturbation to start and localize folding, in the next step linkage of different segments of anticline has been compared to proposed numerical and analogue models , which again show distribution of diapirs and thickness of folded sedimentary cover determine how different segments link to gather , at the end based on the position of diapirs in relation to forming folds, diapirs categorized into three groups and explanation for occurrence of some diapirs in synclines is presented.

Keywords: Fold growth, lateral propagation, fold linkage, segmentation, salt diaper, geomorphic indice

◊◊◊◊◊◊◊

مقدمه :

کمربند چین و راندگی زاگرس زنجیره طویلی از چین های مرتبط با گسل است که در پوشش رسوبی ضخیمی رخ داده و تغییرات قابل توجهی از لحاظ ضخامت و ویژگی های رسوبی- رخساره ای در آن مشاهده می شود. این تغییرات تحت کنترل هندسه حوضه ای بوده که رسوبگذاری در آن صورت گرفته که خود نیز متاثر از پهنه های گسلی می باشد(Alavi,2004; Sepehr and Cosgrow ,2004).

پوشش رسوبی زاگرس شامل توالی های کربناته، ماسه سنگی، شیل ، مارن و تبخیری است که در طی کامبرین پیشین تا پلیوسن نهشته شده اند(Stocklin,1968; Colman-Sad, 1978). پوشش رسوبی زاگرس شامل چندین افق جدایشی است که از میان آنها می توان

www.SID.ir

Archive of SID

به نمک هرمز، دشتک، کژدمی، گچساران و رازک اشاره نمود (Sepehr and Cosgrow, 2004) علاوه بر این نمک هرمز با ضخامت ۱-۲ کیلومتر با نفوذ در پوشش رسوبی فوقانی سبب تضعیف آن و سهولت شکل گیری چینها و گسلها پیرامون ساختارهای نمکی شده است(Callot et al.,2007; Jahani et al.,2009). جنوب شرق کمان فارس به عنوان ناحیه تمرکز این مطالعه از شرق توسط گسل میناب و از غرب توسط گسل کازرون احاطه شده است.این ناحیه شامل تاقدیسهای جعبه ای شکل و پشت خوکی است که شدیداً تحت تاثیر دیاپیرهای نمکی قرار گرفته اند(Jahani et al.,2009). نمک هرمز به همراه سایر افقهای جدایش پذیر موجود در ستون چینه شناسی سبب توسعه چینهای جدایشی در این ناحیه شده است (Sepehr and Cosgrow , 2004; Yamato et al.,2011).

با توجه به اهمیت رشد گسلها و چین های وابسته به آنها در ارزیابی ریسک لرزه‌خیزی و تاثیر آنها بر شکل و پیوستگی تله های نفتی، مسیر مهاجرت و تجمع هیدروکربورها و تراکم شکستگی پوش سنگ (collignon et al, 2015) در این پژوهش سعی بر آن است بااستفاده از نشانگرهای زمین‌ریختی حاصل از رشد چینها تکه بندی(segmentation)، انتشار جانبی(Lateral propagation) و نحوه پیوند(linkage)چین‌ها و عوامل کنترل‌کننده این فرایندها در کمربند چین- رانده زاگرس مورد ارزیابی قرار گیرد.

◊◊◊◊◊◊◊

بحث و روش تحقیق: دو ویژگی ساختاری مهم در رابطه با رشد جانبی چین ها عبارت است از کاهش میزان بالا آمدگی تاقدیس و هم چنین سن تاقدیس در جهت انتشار جانبی چین است. این امر از آنجا ناشی می شود که با هر بار افزایش طول تاقدیس بخش های جدیدتری به ناحیه دماغه تاقدیس اضافه می شود که بالاآمدگی تجمعی کمتری را نسبت به سایر نواحی تجربه کرده اند، این دو ویژگی و نحوه تاثیر آنها بر زمین منظرها اساس روش مطالعه رشد چین ها را تشکیل می دهند. در بخش پیش رو پر استنادترین روشهای معرفی شده توسط پژوهشگران برای مطالعه رشد چین ها تتشریح می گردد:

الف) الگوی زهکشی:الگوی زهکشی یکی از حساس ترین عوارض زمین ریختی به فعالیتهای زمین ساختی است و انواع مختلفی از آن تاکنون معرفی شده اند. در این مطالعه الگوی زهکشی چنگالی که در سال ۲۰۰۸ توسط Ramsay و همکاران بر روی تاقدیسهای در حال رشد زاگرس شناسایی و معرفی شده استفاده گردیده است.

ب)شاخص چگالی زهکشی: عبارت است از مجموع طول زهکش ها(ΣL_d) به مساحت حوضه زهکشی(A_d).

$$\text{Drainage Density} = \Sigma L_d / A_d$$

چگالی زهکشی برای هسته اولیه تاقدیس حداکثر و در جهت رشد چین از مقدار آن کاسته می شود، زیرا زهکش ها جوانتر شده و فرصت کافی برای انشعاب و فرسایش یالهای تاقدیس را نداشته اند(Keller et al.,1999; Seong et al.,2011).

ج)شاخص عدم تقارن: این شاخص نشان دهنده کج شدگی حوضه است و عبارت است از مساحت سمت راست حوضهA_r به کل مساحت حوضهA_t.

$$\text{Asymmetry Factor} = (A_r/A_t)100$$

کاهش بالا آمدگی تاقدیس در جهت رشد چین سبب می شود که حوضه های زهکشی نیز به این سمت کج شوند، در نتیجه زهکشهایی که در جهت رشد چین جریان دارند توسعه بیشتری خواهند داشت، مساحت بیشتری به خود اختصاص داده و حوضه نامتقارنی را بوجود می آورند.(Delcailau et al, 2006; Ramsay et al, 2007).

د)شاخص طول گرادیان: عبارت است از شیب محلی بخشی از یک زهکش ($\Delta H/\Delta L$)در فاصله نقطه اندازه گیری تا محل انشعاب (L)

$$SL = (\Delta H/\Delta L)\, L$$

www.SID.ir

Archive of SID

بدلیل کاهش مقدار بالا آمدگی تاقدیس به موازات محور، مقدار شاخص طول-گرادیان زهکش ها(Stream-Length (Hack,1973 (Gradientنیز در جهت رشد چین کاهش می یابد. به عبارت دیگر هر چه به محل تاقدیس جنینی نزدیک تر شویم زهکشها قدیمی تر بوده و دارای مقادیر بیشتری از بالا آمدگی نسبت به قسمتهای دیگر می باشند. بر این اساس با اندازه گیری شاخص طول-گرادیان زهکشهای جاری بر روی یالهای تاقدیسهای مورد مطالعه و بررسی روند تغییرات آن می توان به جهت رشد چین پی برد.از آنجا که تغییرات مقدارSLبه موازات محور چین برای ارزیابی رشد چین لازم است ، نبود زهکش ها در این ناحیهسبب شده مقادیر SLبرای آندرون یابیگردد، سپس نمودار تغییرات SL بر اساس مقادیر درون یابی شده رسم شود.

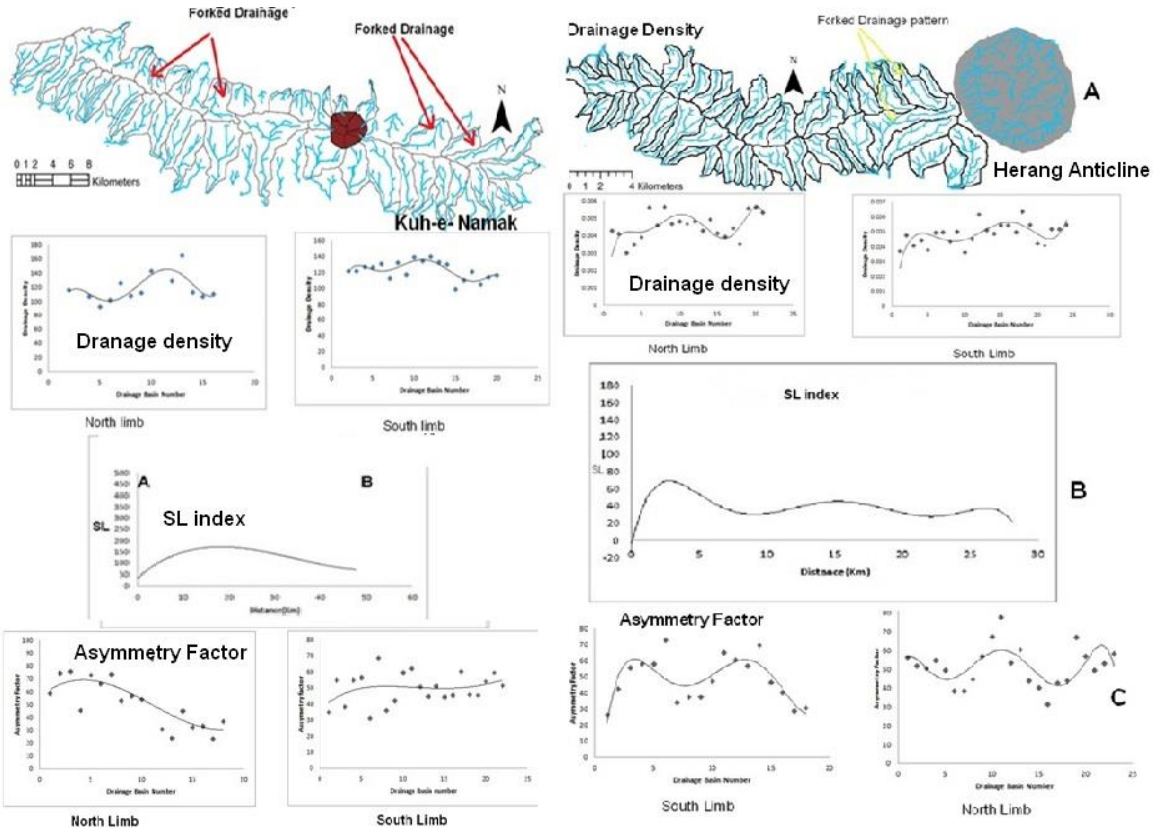
با توجه به مطالبی که در بالا ذکر شد اساس اندازه گیریها وجود شبکه زهکشی و حوضه زهکشی برای منطقه مورد مطالعه است به همین جهت ابتدا مدل ارتفاعی منطقه DEM از تصاویر ماهواره استر با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استخراج گردیده، سپس توسط ابزار Arc Hydroدر محیط نرم افزاری GIS ابتدا جهت شیب ها شناسایی شده ، در مرحله بعد شبکه زهکشی و حوضه ها بصورت رستر استخراج گردیده و آنها را به قالب برداری تبدیل نموده و در مرحله آخر اندازه گیری شاخص های ریخت سنجی که در بخش پیشین شرح داده شد بر روی آنها صورت گرفته است. بمنظورمطالعه چگونگی رشد ، تکه بندی ، انتشار جانبی و نحوهپیوند چینها به یکدیگر، دو تاقدیس هرنگ و کوه نمکی در بخس ساحلی فارس مورد بررسی قرار گرفته اند.

تاقدیس هرنگ :

در الگوی زهکشی چنگالی که در طی رشد جانبی چین‌ها ایجاد می‌شود، نوک چنگال‌ها نشان‌دهنده محل تاقدیس جنینی (جاییکه رشد و ایجاد تاقدیس از آنجا شروع می‌شود) و دسته آن جهت رشد چین را نشان می‌دهد(Ramsay et al ;2008). تغییر جهت در الگوی زهکش‌های چنگالی در طول تاقدیس نشان‌دهنده موقعیت تاقدیس جنینی است(با توجه به الگوی چنگالی موجود در دماغه غربی تاقدیس هرنگ، جهت انتشار جانبی (رشد جانبی) به سمت غرب است. از طرفی با حرکت به موازات محور چین جهت انحراف زهکش نیز تغییر می‌کند. این تغییر الگو سه بار در طول این تاقدیس مشاهده می‌شود.براساس تغییرات حاصل در جهت الگوی چنگالی زهکش در این تاقدیس می‌توان گفت که این تاقدیس حاصل رشد جانبی و اتصال سه تاقدیس جنینی مجزا است که در طی انتشار جانبی به یگدیگر پیوسته اند.در محل تاقدیس جنینی چگالیزهکش دارای بیشترین مقدار است و در جهت رشد جانبی چین از مقدار آن کاسته می‌شود. هم چنین مقدار شاخص طول-گرادیان زهکش در نزدیکی تاقدیس‌های جنینی بیشتر از سایر قسمت‌های تاقدیس است زیرا این بخش‌ها بیشترین مقدار بالاآمدگی را نسبت به سایر بخش‌ها تجربه کرده‌اند.با توجه به وجود سه نقطه اوج در نمودار تراکم زهکش نسبت به فاصله در طول محور تاقدیس هرنگ می‌توان گفت که این تاقدیس باید از سه تاقدیس جنینی تشکیل شده باشد. نمودار مقادیر طول-گرادیان نسبت به فاصله در طول محور تاقدیس نیز این مطلب را تائید می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱)اندازه مقادیر شاخص های تراکم آبراهه ها، شاخص ظول گرادیان و شاخص عدم تقارن حوضه آبریز برای تاقدیس هرنگ (سمت راست) و تاقدیس کوه نمکی (سمت چپ)

شاخص عدم تقارن برای حوضه های یال شمالی(شکل-۴) در صورتی که کج شدگی و جهت انتشار به سمت غرب باشدبیشتر از ۵۰و اگر به سمت شرق باشد کمتر از ۵۰ خواهد بود . این روند برای یال جنوبی دقیقا عکس این حالت خواهد بود زیرا جهت حوضه ها نیز تغییر می کند. در یال شمالی تاقدیس هرنگ حوضه های دماغه شرقی مقدار AF بیشتر از پنجاه و در یال جنوبی مقدار آن کمتر از پنجاه است در هر دو حالت جهت انتشار به سمت شرق است . با حرکت به سمت غرب در قطعه میانی جهت کج شدگی حوضه ها تغییر می کند و کج شدگی به سمت شرق رانشان می دهد . این تغییر جهت در قطعه میانی و دماغه شرقی نیز اتفاق می افتد.

تاقدیس کوه نمکی

با توجه به الگوی زهکشی توسعه یافته در دماغه شرقی و غربی تاقدیس کوه نمکی و در اطراف دیاپیر نمکی موجود در این تاقدیس جهت رشد به سمت شرق و غرب از محل این دیاپیر مشهود است. کاهش میزان چگالی زهکش و مقدار شاخص طول-گرادیان زهکش از محل دیاپیر به سمت دماغه‌های شرقی و غربی تاقدیس کوه نمکی نشان‌دهنده انطباق محل تاقدیس جنینی با دیاپیر نمکی است. هم چنین با توجه به شاخص عدم تقارن حوضه‌های آبریز و تغییر جهت عدم تقارن حوضه‌ها در دو سوی دیاپیر جهت رشد به سمت شرق و غرب از محل این دیاپیر مشهود است.مجموع این شواهد همگی بر منشا گرفتن تاقدیس از دیاپیر کوه نمکی و رشد

www.SID.ir

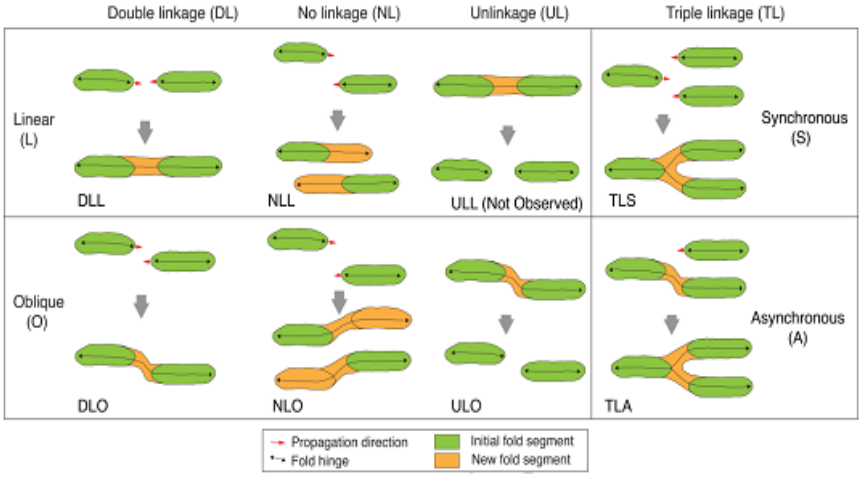
Archive of SID

خطی آن از یک تاقدیس مجزا حکایت دارد که رشد به سمت غرب مقدم بر رشد به سمت شرق است و نمی توان آنها را حاصل پیوند و تداخل چند قطعه مجزا دانست.

الگوی پیوندچین ها:

به طور کلی نتایج حاصل از مدلسازی سه بعدی به روش اجزا محدود چهار حالت مختلف با توجه به طول موج ، فاصله و نحوه قرارگیری بی نظمی های اولیه برای پیوند چین های در حال رشد پیشنهاد می دهد (Fernandez N., Kaus B.J.P,2014):

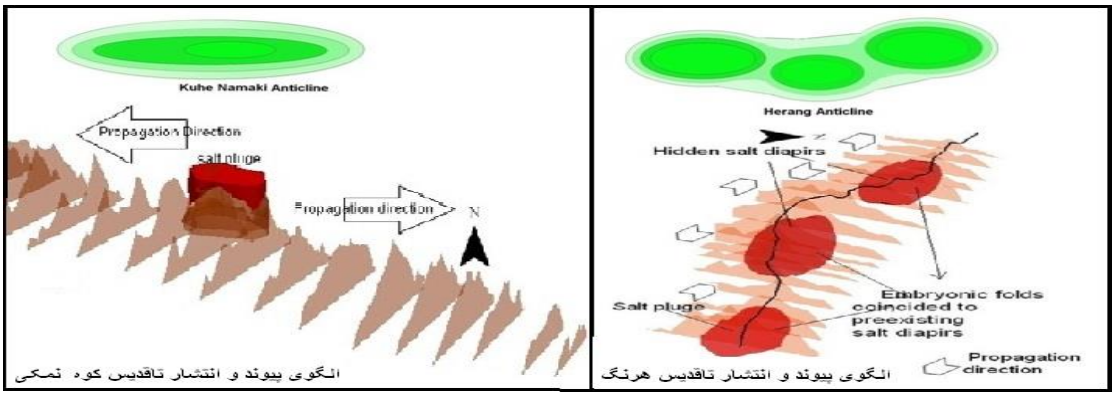
حالت الف)پیوند خطی که حاصل آن یک چین نیمه استوانه ای به همراه ساختار زین اسبی در محل پیوند چینها می باشد.،ب)پیوند مایل که باعث ایجاد چینهای تداخلی نوع دوم می شود (خمیدگی روند چین در محل پیوند) ج) پیوند سه گانه که در آن دو تاقدیس به یک تاقدیس دیگر می پیوندند. د) فاقد پیوند در دو حالت مایل و خطی به دلیل فاصله زیاد هسته های اولیه پیوندی صورت نمی گیرد (شکل -۲).



شکل-۲)نتایج حاصل از مدلسازی سه بعدی رشد و پیوند چین (Fernandez (N., Kaus B.J.P,2014

بر اساس مدلهای مذکور تاقدیسهای منطقه مورد مطالعه به دو دسته تقسیم می شوند:

الف)پیوند مایل : تاقدیس هرنگ حاصل پیوند مایل تکه های جنینی اولیه است. خمش مشاهده شده در روند آن نیز ناشی از نحوه پیوندتکه های جنینی اولیه است. ب) عدم پیوند: تاقدیس کوه نمکی حاصل انتشار خطی یک تکه مجزا می باشد. شواهد زمین ریختی هیچگونه شاهدی دال بر پیوندتکه های مجزا در اختیار قرار نمی دهد (شکل -۳).



شکل -۳) الگوی انتشار و پیوند تاقدیس های هرنگ و کوه نمکی

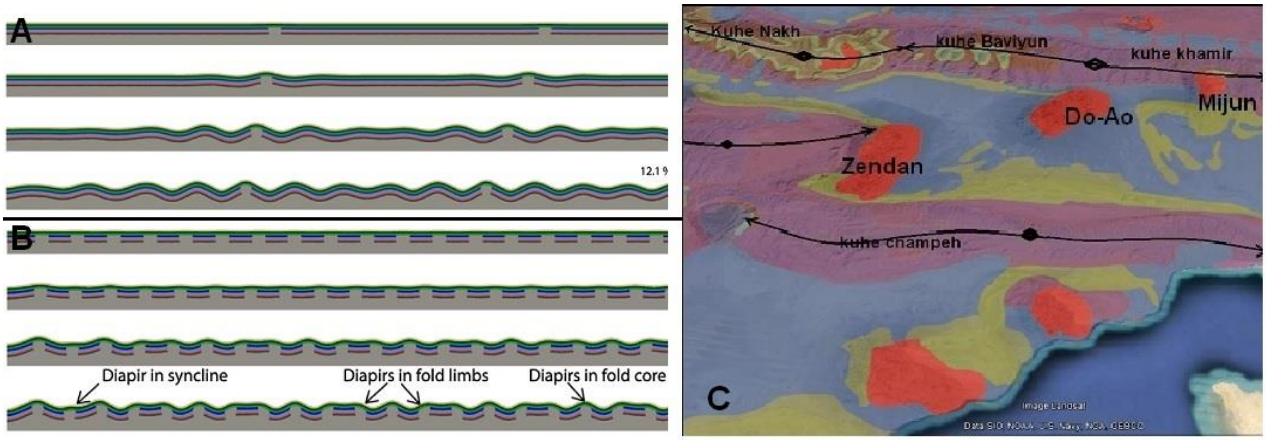
www.SID.ir

Archive of SID

بی نظمیهای اولیه موجود در پیکره تحت دگر شکلی محل تشکیل چین های اولیه هستند(Grasemann and Schmalholz,2012). همچنین فاصله آنها از یکدیگر(Grasemann and schmalholz,2012; Fernandez N., Kaus,2014) و شکل آنها کنترل کننده مراحل بعدی توسعه یک چین می باشد(Letouzey et al,1995; Callot et al,2007). در منطقه مورد مطالعه هسته اولیه تاقدیس های کوه نمکی و تکه شرقی تاقدیس هرنگ منطبق بر محل دیاپیر های نمکی است. بنابراین می توان ساختارهای نمکی از پیش موجود را بی نظمیهای لازم برای تشکیل چین ها در منطقه دانست. این موضوع با نتایج حاصل از مدلسازی های آنالوگ نیز قابل تایید است (Letouzey et al,1995; Nilsen et al,1995;Vendeville and Nilsen,1995;Callot et al, 2007; Hudec and Jackson,2007). در مورد سایر تکه هاساختار نمکی وجود ندارد اما با توجه به شواهد فوق می توان استنباط نمود که شکل گیری آنها نیز با پشته ها ی نمکی در حال صعود که هنوز به سطح نرسیده اند مرتبط است. جهت انتشار تاقدیسها در تمامی موارد به سمت دیاپیرهای مجاور می باشد. به عبارت دیگر تاقدیسها از دیاپیرها منشا می گیرند و به سمت دیاپیرهای مجاور رشد می کنند(Hudec and Jackson,2007). علاوه براین نحوه قرار گیری (مایل یا خطی) ساختارهای نمکی از پیش موجود (بی نظمی اولیه) و فاصله آنها از همدیگر تعیین کننده نوع پیوند تاقدیسها نیز هست.

قرارگیری برخی از دیاپیرها در هسته ناودیس ها:

تاکنون چندین تقسیم بندی برای دیاپیر ها در زاگرس ارائه شده که در جامع ترین آنها بر اساس ریخت شناسی و فعالیت دیاپیرها به شش دسته تقسیم شده اند (Jahani et al , 2007) ، در همان پژوهش با توجه به نحوه قرارگیری دیاپیر ها نسبت به چین ها آنها را در چهار دسته جای داده اند که عبارتند از : از دیاپیرهای واقع در دشت In plain و Coreهسته تاقدیس، Precline دماغه تاقدیس و Syncline ناودیس ، با توجه به انطباق محل تاقدیس های جنینی بر دیاپیر ها و همچنین جهت رشد چین ها به سمت آنها می توان وجود دیاپیرها در هسته و انتهای دماغه تاقدیس ها را توجیه کرد اما به صورت نادر ۵ درصد از دیاپیرهای منطقه از قبیل دیاپیر Do-Aoو Kalat در ناودیس ها واقع می شوند. مدلسازی های عددی سه بعدی نشان می دهد زمانیکه که فاصله بین بی نظمی های اولیه بیشتر از طول موج چین های شکل گرفته باشد تمام بی نظمی های اولیه محل تمرکز دگرشکلی ها و تشکیل تاقدیس ها خواهند بود ، اما در شرایطی که فاصله این بی نظمی ها کمتر از طول موج چین ها باشد ،کوتا شدگی تنها از طریق تشکیل تاقدیس ها بر روی بی نظمی ها صورت نخواهد گرفت و به ناچار برخی از آنها در محل تشکیل ناودیس ها قرار خواهند گرفت(Fernandez and Kaus , 2014)، در مراحل بعد بالا آمدگی و فرسایش تاقدیس ها سبب تجمع رسوبات در ناودیس ها ، بارگذاری بر روی دیاپیر و کمک به صعود نمک و نهایتا گسترش و تداوم فعالیت دیاپیر از طریق فرایند فروسازش (Down Building) خواهد بود(شکل -۴) (Fernandez and Kaus,2014 , Jahani et al,2007).



www.SID.ir

Archive of SID

شکل-۴) تشکیل تاقدیس ها بر روی دیاپیرها در حالتی که فاصله دیاپیرها بیشتر از طول موج چین خوردگی هاست A ، حالت B تشکیل ناودیس در محل دیاپیرهای از پیش موجود زمانیکه فاصله بین دیاپیرها کمتر از طول موج چین خوردگی هاست. تشکیل دیاپیر Do-Ao ذر ناودیس بین دو تاقدیس Baviyun و Champeh.

◊◊◊◊◊◊◊

نتیجه گیری :

نتایج حاصل نشان می دهد وجود دیاپیرها در منطقه به عنوان بی نظمی های از پیش موجود دگر شکلی ها را در پیرامون خود متمرکز نموده اند، بنابراین محل تشکیل تاقدیسها و همچنین سوی رشد آنها را نیزتعیین کرده اند. تغییر پیوند از حالت خطی به مایل از طول موج چین ها و فاصله بین بی نظمی های اولیه منشا چین ها پیروی می کند ، همانطور که در بخش های پیشین ذکر شد در صورتیکه فاصله بین بی نظمی های اولیه بیشتر از طول موج چین ها باشد، یا پیوندی رخ نخواهد داد یا اینکه از نوع خطی خواهد بود، از سوی دیگر فاصله بین بی نظمی ها و یا بعبارتی تراکم آنها تعیین کننده موقعیت آنها نسبت به چین های شکل گرفته در مراحل بعدی نیز خواهد بود، در شرایطی این فواصل کمتر از طول موج چینهای منطقه باشد ، دیاپیرها علاوه بر هسته و دماغه تاقدیسها در محل ناودیسها هم واقع خواهند بود.

◊◊◊◊◊◊◊

References:

Callot, J. P., Jahani, S., Letouzey, J., 2007. The role of pre-existing diapirs in fold and thrust belt development, in Thrust Belt and Foreland Basin, edited by O. Lacombe et al., 307 – 323, Springer, Berlin.

Collignon, M., N. Fernandez, andB. J. P. Kaus (2015), Influence of surface processes and initial topography onlateral fold growth and fold linkage mode,Tectonics.

Delcaillau, B., Carozza, J.M. &Laville, E. 2006. Recent fold growth and drainage development: the Janauri and Chandigarh Anticlines in the Siwalik Foothills, Northwest India. Geomorphology 76, 241-256.

Fernandez N., Kaus B.J.P. (2014) Fold interaction and wavelength selection in 3D models of multilayer detachment folding. *Tectonophysics*. Vol 632, p. 199-217

Fernandez N., Kaus B.J.P. (2014) Influence of pre-existing salt diapirs on 3D folding patterns. *Tectonophysics*. Vol. 637, p.354-369.

Grasemann, B. ,Schmalholz, S. ,2012**.** Lateral fold growth and fold linkage. Geology, 40, 1039-1042.

Hack, J.T., 1973. Stream profiles analysis and stream-gradient index.Journal of Research of the U.S. Geological Survey 1, 421–429.

Hudec, M. R., Jackson, M. P. A., 2007. Terra infirma: Understanding salt tectonics, Earth Science Review 82, 1 –28.

Jahani, S., Callot, J. P., Frizon de Lamotte,V., Letouzey, J. , Leturmy, P., 2007. The salt diapirs of the eastern Fars province (Zagros, Iran): A brief outline of their past and present, in Thrust Belt and Foreland Basin, edited by O. Lacombe et al ,287 – 306, Springer, Berlin.

Jahani, S., Callot, J.P., Letouzey, J., and Frizon de Lamotte, D., 2009. The eastern termination of the Zagros Fold-and-Thrust Belt, Iran: Structures, evolution, and relationships between salt plugs, folding, and faulting: Tectonics 28, TC6004.

Keller, E.A., Gurrola, L., Tierney, T.E., 1999. Geomorphic criteria to determine direction of lateral propagation of reverse faulting and folding. Geology, 27, 515-518.

Letouzey, J., B. Colletta, R. Vially, J. Chermette.C., 1995. Evolution of salt-related structures in compressional settings, in M. P. A. Jackson, D. G. Roberts, and S. Snelson, eds., Salt tectonics: a global perspective: AAPG Memoir 65,41-60.

Nilsen, K.T., Vendeville, B.C., Johansen, J. T., 1995. Influence of regional tectonics on halokinesis in the Nordkapp Basin, Barents Sea. In: Jackson, M.P.A., Roberts, D.G., Snelson, S. (Eds.), Salt Tectonics: A Global Perspective. AAPG Memoir 65, 413–436.

Ramsey, L.A.,Walker, R.T. , Jackson, J. ,2008. Fold evolution and drainage development in the Zagros Mountains of Fars Province, SE Iran. Basin Research 20, 23-48.

Ramsey, L.A.,Walker, R.T. , Jackson, J., 2007. Geomorphic constraints on the active tectonics of southern Taiwan. Basin Research., 16, 16-32.

Seong, Y, B., Kang, H, C,.Ree, J, H., Choi, H, J., Lai, Z., Long, H., Yoon, H, O., 2011. Geomorphic constraints on active mountain growth by the lateral propagation of fault-related folding: A case study on Yumu Shan, NE Tibet. Journal of Asian Earth Sciences 41 , 184–194

Sepehr, M., Cosgrove, J.W., 2004. Structural framework of the Zagros fold-thrust belt, Iran. Marine and Petroleum Geology 21, 829–843.

Sherkati, S., Letouzey, J., 2004. Variation of structural style and basin evolution in the central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran. Marine and Petroleum Geology 21, 535-554.

Trocme, V., Albouy, E.,Callot,j,p.,Letouzey,J.,Rolland,N.,Goodarzi,H., Jahani,S.,2011. 3D structural modelling of the southern Zagros fold-and-thrust belt diapiric province. Geological Magazine 148 , 879–900.

www.SID.ir

Archive of SID

Vendeville, B.C., Nilsen, K.T., 1995. Episodic growth of salt diapirs driven by horizontal shortening. In: Travis, C.J., Harrison, H., Hudec, M.R., Vendeville, B.C., Peel, F.J., Perkins, B.F. (Eds.), Salt, Sediment and Hydrocarbons. Gulf Coast Section Society of Exploration Paleontologists and Mineralogists Foundation 16th Annual Research Conference, 285–295.

www.SID.ir