



# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

## اسفند ۱۳۸۸



ارزیابی نرخ رشد چین خوردگی با استفاده از سری‌های فوریه در منطقه چلونک (شمال غرب بیرجند)

بعقوب جلیلی شاه‌منصوری، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، [jaliliyaghoob@yahoo.com](mailto:jaliliyaghoob@yahoo.com)

دکتر محمد مهدی خطیب، دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بیرجند، [mkhatib@birjand.ac.ir](mailto:mkhatib@birjand.ac.ir)

دکتر ابراهیم غلامی، استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بیرجند، [eb\\_gholami@yahoo.com](mailto:eb_gholami@yahoo.com)

### چکیده:

در منطقه شمال باختری بیرجند (منطقه چلونک) واحدهای رسوبی تریاری (شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا و توف) دچار چین خوردگی گردیده‌اند. چین‌های حاصله دارای اثر محوری در جهات شمالی - جنوبی، شمال غربی - جنوب شرقی، شمال شرقی - جنوب غربی و شرقی - غربی می‌باشند. به منظور تبیین علت پراکندگی اثر محوری چین‌ها در این منطقه، چین‌ها از نظر دامنه و طول موج و ضخامت واحدهای سنگی با یکدیگر مقایسه گردیده و بر اساس آنالیز فوریه حداکثر و حداقل فرکانس چین‌های منطقه مشخص گردید. بیشترین فرکانس در چین‌هایی مشاهده شد، که راستای اثر محوری آنها به راستای شرقی - غربی نزدیک است. اما چین‌های با اثر محوری شمالی - جنوبی (ناودیس تاج کوه)، شمال غربی - جنوب شرقی (تاق‌دیس شونگان) و شمال شرقی - جنوب غربی (ناودیس چلونک) دارای تغییرات کمتری نسبت به چین‌های با اثر محوری شرقی - غربی (ناودیس حصارسنگی) می‌باشند. بیشترین فرکانس در چین‌های با اثر محوری شرقی - غربی ایجاد شده‌است در حالی که در چین‌های با اثر محوری شمال شرقی - جنوب غربی کمترین فرکانس دیده می‌شود و در چین‌های با اثر محوری شمال غربی - جنوب شرقی و شمالی - جنوبی فرکانس قابل انتظار در چین‌ها وابسته به پهنه‌های برشی می‌باشد که همه اینها نشانگر عملکرد یک دگرشکلی پیشرونده در پهنه ساختاری سیستان می‌باشد.

### Geometry assessment folding used by Fourier analysis in Chelonak area (Northwest Birjand)

#### Abstract:

Tertiary sedimentary rocks (shale, sandstone, conglomerate and tuff) in the northwest of birjand (Chelonak area) has been folded. Folds axes has variations in N-S, NW-SE NE-SW and W-E (Hessarsangi syncline) trends. In order to explanation of distribution of fold axes, we compared amplitude, wave length and thickness changing of folds and determined maximum and minimum frequency of those folds base on fourier analysis. Maximum frequency is observed in the folds with E-W trending axes. But the folds with NW-SE (Shavangan anticline), NE-SW (Chelonak syncline) and N-S (Taj koh syncline) trending axes have minimum frequency. All of these variations and different of frequency in folds are related to progressive deformation in the northwest of Sistan structural zone.

### مقدمه:

گستره مورد بررسی در شمال غرب بیرجند و در ۴۷ کیلومتری جنوب غرب شهر آریز شهر با موقعیت جغرافیایی "۵۸°۴'۵۸" تا ۵۹°۵۹'۳۸" و ۳۳°۱۳'۳۸" تا ۳۳°۳۳' شمالی و در مرز بین ایالات ساختاری سیستان و لوت می‌باشد. بخش جنوبی این محدوده در گستره زبانه‌های زون فلش‌های خاور ایران قرار دارد که توسط کمپ و گریفیس ۱۹۸۲ و تیروول و همکاران ۱۹۸۳ تحت عنوان sistan suture zone معرفی شده است. بخش شمالی در پهنه لوت و از واحدهای سنگی ماسه‌سنگ و ماسه‌سنگ توفی و بخش جنوبی از کنگلومرا شیل و ماسه تشکیل شده است. در این منطقه چین‌هایی با اثر سطح محوری، در راستاهای مختلف تشکیل شده‌اند. راستای محوری این چین‌ها با روند کلی ساختاری ناحیه‌ای همخوانی ندارد. به منظور ارزیابی نرخ رشد چین خوردگی، چین‌های منطقه چلونک به کمک سری فوریه بررسی شدند برای تحلیل این چین‌ها. جهت آنالیز در سری‌های فوریه پس از برداشتهای صحرائی، توابع سری فوریه به منظور بدست آوردن ضرایب فوریه در نرم افزار Rgui محاسبه شدند. با استفاده از ضرایب b و نرم افزار fourier analysis of fold profiles موقعیت و کلاس چین‌ها در نمودار Hullstone (1973a) تعیین شد. راستای اثر سطح محوری چین‌ها در جهات زیر قرار دارند (شکل ۲):

- ۱- ناودیس تاج کوه با روند محوری شمال باختری - جنوب خاوری با موقعیت N56W ۲- تاق‌دیس شونگان با روند شمال، شمال باختری - جنوب، جنوب خاوری با موقعیت N15W ۳- ناودیس چلونک با روند محوری شمال، شمال خاوری



جنوب، جنوب باختری با موقعیت N55E ۴- ناودیس حصارستگی با روند محوری شمال خاوری - جنوب باختری با موقعیت N60E.

آنالیز سری‌های فوریه جهت تحلیل هندسی سطح چین خورده مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر یک سطح چین خورده در مقطع بررسی شود تا اگر یک سطح چین خورده در مقطع بررسی شود، تابع  $y=f(x)$  را نشان می‌دهد، که هر چین متقارن ممتد تابع سری فوریه است:  
 $y = b_1 \sin x + b_2 \sin 3x + b_3 \sin 5x + \dots$  جاییکه  $b_1 > b_2 > b_3 > \dots$  نمودار آنها به شکلی خواهد بود که بصورت نمایی از مقادیر  $b$  کاسته خواهد شد. بوسیله ضرایب فوریه می‌توان نرخ رشد چین خوردگی را بررسی نمود. شکل ۳ مربوط به یک چین می‌باشد که طریقه محاسبه دامنه‌ها و طول و ضرایب  $b$  در آن نشان داده شده است.

### بحث:

جهت تحلیل این چین‌ها از آنالیز سری‌های فوریه کمک گرفته شده است. که بشرح زیر مورد بررسی قرار گرفتند:

۱- ناودیس تاج کوه:

این ناودیس یک چین قائم متقارن سهمی شکل می‌باشد که سطح محوری آن دارای پلانژ و دارای زاویه بین یالی ۴۰ درجه و در کلاس چین‌های باز و از نظر ضخامت یال‌ها نسبت به منطقه لولا و بر اساس ایزوگون‌ها در کلاس IA قرار می‌گیرد. مقادیر  $y$  برای چین شماره ۱ در جدول ۱ آورده شده است. ضرایب  $b$  نیز در جدول ۲ بدست آمد. طبق دیاگرام شکل ۵ چین ناودیس تاج کوه سهمی و نزدیک به سهمی، در گروه D و در ردیف ۳ در قرار می‌گیرد. مقطع این چین در ۳۰ شکل ارائه شده برای آنالیز سری‌های فوریه توسط (Hudston 1973) در شکل ۶ است.

۲- تاقدیس شونگان:

شکل این چین بصورت بیضوی، و یک تاقدیس نامتقارن و خوابیده (فلوتی) و دارای زاویه بین یالی ۴۳ درجه و در رده چین‌های باز قرار دارد. مقادیر  $y$  برای این چین بصورت جدول ۳ بدست آمد. و ضرایب  $b$  برای این چین نیز بصورت جدول ۴ بدست آمد. موقعیت این چین در دیاگرام Hudston نیز بصورت شکل ۷ می‌باشد. طبق دیاگرام شکل ۷ شکل تاقدیس شونگان بین گروه‌های D و C و بین ردیف‌های ۲ و ۳ و در محدوده‌ی چین‌های بیضوی و سهمی شکل قرار می‌گیرد. مقاطع دوبعدی و سه‌بعدی این چین نیز بصورت شکل ۸ می‌باشد.

۳- ناودیس چلونک:

این چین، جناغی و یک ناودیس تقریباً متقارن بوده در تقسیم‌بندی فلوتی از نظر سطح محوری در کلاس چین‌های با میل بسیار کم و با زاویه بین یالی ۴۵ درجه در رده چین‌های باز قرار می‌گیرد. از لحاظ ضخامت یال‌ها نسبت به منطقه لولا در طبقه‌بندی رمزی و موقعیت ایزوگون‌ها در کلاس ۳ قرار می‌گیرد. مقادیر  $y$  و  $b$  برای این ناودیس بصورت جدول ۵ می‌باشد. ضرایب  $b$  نیز بصورت جدول ۶ می‌باشد. در این چین تحلیل فوریه بیانگر یک چین هلالی تا جناغی شکل و بین گروه‌های E و F و در بین ردیف‌های ۲ و ۳ قرار می‌گیرد.

۴- ناودیس حصارستگی:

این چین سهمی شکل و یک ناودیس نامتقارن و خوابیده می‌باشد که یال شمال غربی آن کاملاً برگشته است از نظر موقعیت سطح محوری (فلوتی)، خوابیده و دارای زاویه بین یالی ۴۸ درجه و بسته می‌باشد. مقادیر  $y$  برای این چین بصورت جدول ۷ می‌باشد. ضرایب فوریه نیز بصورت جدول ۸ بدست آمده است. ناودیس حصارستگی بین بیضوی و جعبه‌ای شکل و بین گروه‌های A و B و در بین ردیف‌های ۲ و ۳ قرار می‌گیرد.



تحلیل چین خوردگی:

فرکانس سطح چین خورده ناودیس تاج کوه، ۰.۴۹۵ بدست آمد. فرکانس برای تاقدیس شونگان، ۱.۸ و برای ناودیس چلونک، ۰.۹۷۶ و برای ناودیس حصارسنگی نیز ۴.۶۸ بدست آمد. در ناودیس حصارسنگی که ماکزیمم رشد چین را داشته، با توجه به خمیدگی محور آن، زاویه بین جهات کرنش‌های چند مرحله‌ای رخ داده در این چین، زیاد نبوده اما در ناودیس چلونک که مینیمم رشد چین را داشته، با توجه به وجود تاقدیس شونگان که جهات محوری این دو تقریباً عمود بر یکدیگر است (جهت تنش ناهمسو است)، نرخ رشد چین در مقایسه با ناودیس حصارسنگی، ناچیز است. کرنش‌های بعدی، نرخ رشد چین را در تاقدیس شونگان (که نسبت به ناودیس تاج کوه قدیمی‌تر است) افزایش داده است. واحدهای سنگی ناودیس‌های تاج کوه و چلونک و تاقدیس شونگان، توف قهوه‌ای تا قرمز و ماسه‌سنگ و اندکی شیل و مارن و ناودیس حصارسنگی از کنگلومرای ضخیم تا متوسط لایه قرمز، اندکی ماسه‌سنگ، شیل و آهک تشکیل شده‌است. ضخامت واحدهای چین‌خورده در ناودیس حصارسنگی بسیار زیاد، در تاقدیس شونگان و ناودیس چلونک متوسط اما در ناودیس تاج کوه نازک می‌باشد (تقسیم‌بندی رمزی). بر اساس آنالیز سری‌های فوریه و ارزیابی‌ها و مقایسه‌های بین چین‌های این منطقه بر اساس دامنه چین، طول موج، واحدهای سنگی چین خورده و ضخامت واحدهای چین خورده مشخص شد که نرخ رشد در ناودیس حصارسنگی، حداکثر رشد، و ناودیس چلونک، حداقل رشد را دارا می‌باشند.

نتیجه گیری:

چین‌های منطقه در مقاطع زمانی مختلف در اثر کرنش‌های پیش‌رونده و چند مرحله‌ای در پهنه‌های فشارشی - برشی تکامل پیدا کرده‌اند و متحمل چین خوردگی‌های مکرری شدند. در این منطقه با توجه به پراکندگی محورهای کرنش، ناودیس حصار سنگی با روند اثر محوری شمال شرقی - جنوب غربی بیشترین و ناودیس چلونک نیز با روند اثر محوری شمال شرقی - جنوب غربی کمترین میزان نرخ رشد چین خوردگی را دارا می‌باشند. علت این امر را می‌توان با توجه به روندهای متفاوت ساختاری، به کرنش‌های چند مرحله‌ای در مقاطع زمانی مختلف نسبت داد.

منابع فارسی:

- روشن‌روان، ج. نقشه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی موسوم، منتشر شده، ۱۳۸۵، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

#### References:

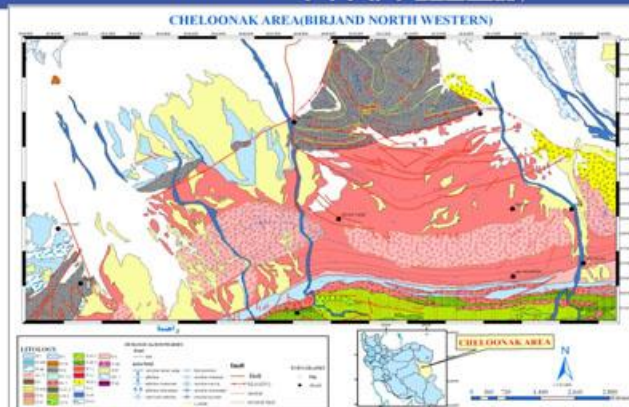
- Fleuty, M.J. (1961). The three fold system in the metamorphic rocks of Upper glen Orrin, Ross-shire. J. Geod. Soc. London 117, 447-479.
- Hudleston, P.J. and Stephansson, O. (1973). Layer shortening and fold shape development in the buckling of single layers. Tectonophysics 17, 299-321.
- Ramsay, J.G., and Huber, M., 1977, The Techniques of Modern Structural Geology, Volume 1: Academic press, London, p 1-308
- Ramsay, J.G., and Huber, M., 1983, The Techniques of Modern Structural Geology, Volume 2: Academic press, London, p 309-700.



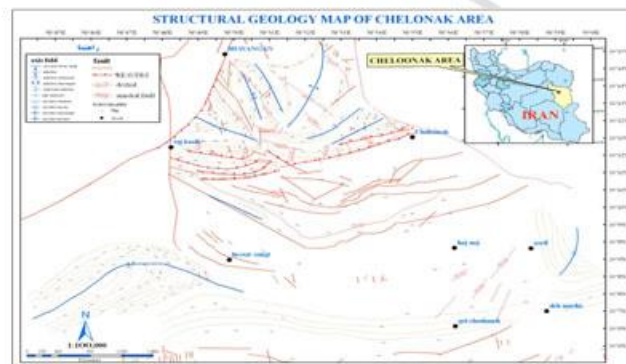
# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

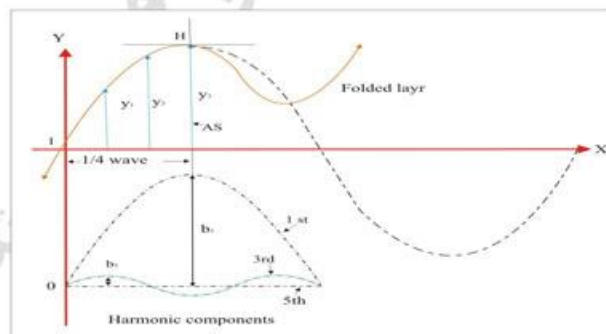
دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد طبس



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه که روند ساختارها همراه با واحدهای سنگی مشخص شده‌است.



شکل ۲- نقشه ساختاری منطقه چلونک - پراکندگی محورهای چین‌ها کاملاً مشخص می‌باشد.



شکل ۳- نمایش ضرایب  $b$  و دامنه در یک مقطعی از یک طول موج چین

استان یزد، شهرستان طبس، میدان دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، دبیرخانه همایش  
تلفن: ۰۳۵۳-۴۲۳۶۱۲۹ (۰۳۵۳) دورنگار: ۴۲۳۶۱۳۳ (۰۳۵۳)  
وب سایت همایش: [www.hamayesh-tabas.ir](http://www.hamayesh-tabas.ir)



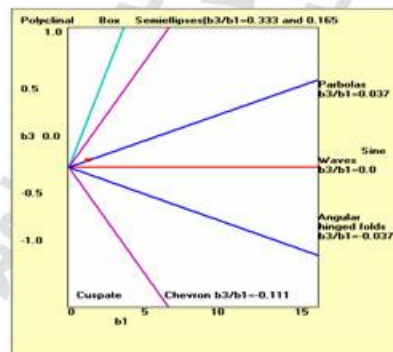
شکل ۴- نمایی از ناودیس تاج کوه در نزدیکی روستای تاج کوه

جدول ۱ - مقادیر  $y$  مربوط به ناودیس تاج کوه

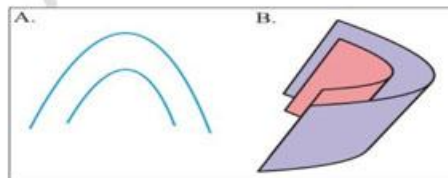
| $y(i)$ | $y(c)(m)$ | ناودیس تاج کوه |
|--------|-----------|----------------|
| ۰.۵۷۸  | ۶۲۳.۵۲    | $y_1$          |
| ۰.۸۹۴  | ۹۶۳.۶۳    | $y_2$          |
| ۱      | ۱۰۷۷      | $y_3$          |

جدول ۲ - مقادیر  $b$  مربوط به ناودیس تاج کوه

| $b_3$  | $b_2$ | $b_1$            | Fold           |
|--------|-------|------------------|----------------|
| ۰.۰۲۸۵ | -۰.۵۲ | ۱.۰۷۱۸۹۳۷۶۲۵۵۸۲۵ | ناودیس تاج کوه |



شکل ۵ - جایگاه چین اول در دیاگرام Hudleston که در محدوده‌ی چین‌های سهمی و نزدیک به سهمی قرار دارد



شکل ۶ - مقاطع دو بعدی و سه بعدی از ناودیس تاج کوه

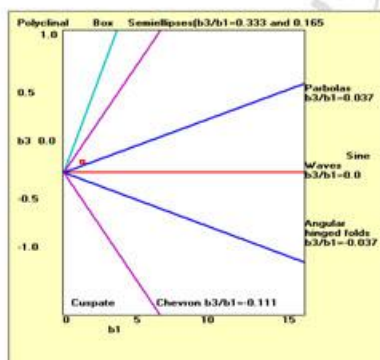


جدول ۳ - مقادیر  $\gamma$  مربوط به تاقدیس شونگان

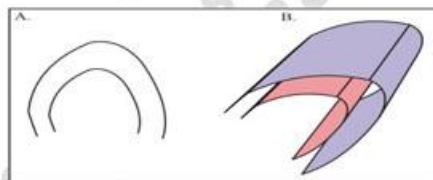
| $\gamma(f)$ | $\gamma(c)(m)$ | تاقدیس شونگان |
|-------------|----------------|---------------|
| ۰.۶۱۵       | ۳۵۸۴.۶         | $\gamma_1$    |
| ۰.۸۴۶       | ۳۵۵۳.۷۷        | $\gamma_2$    |
| ۱           | ۳۲۰۰           | $\gamma_3$    |

جدول ۴ - مقادیر  $b$  مربوط به تاقدیس شونگان

| $b_1$  | $b_2$          | $b_3$           | Fold          |
|--------|----------------|-----------------|---------------|
| ۰.۰۷۱۷ | ۷.۶۶۶۶۶۶۶۶۶۶۶۷ | ۱.۰۶۹۳۷۰۰۵۵۲۲۷۴ | تاقدیس شونگان |



شکل ۷ - جایگاه تاقدیس شونگان در دیاگرام Hudleston که در محدوده‌ی چین‌های بیضوی و سهمی شکل قرار می‌گیرد.



شکل ۸ - مقاطع دو بعدی و سه بعدی از تاقدیس شونگان

ناودیس چلونگ :



شکل ۹ - نمایی از ناودیس چلونگ در نزدیکی روسنای چلونگ



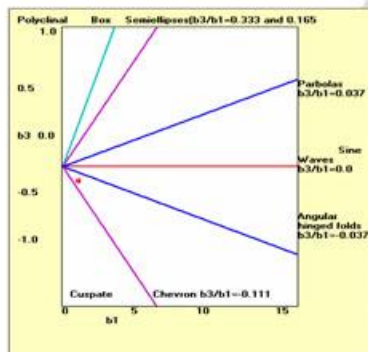
## اسفند ۱۳۸۸

جدول ۵ - مقادیر  $\lambda$  مربوط به ناودیس چلونگ

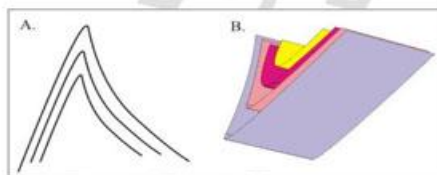
| $y(f)$ | $y(e)(m)$ | ناودیس چلونگ |
|--------|-----------|--------------|
| ۰,۳۴۶  | ۸۳۷,۶۳    | $y_1$        |
| ۰,۷۳۰  | ۱۷۶۸,۳۳   | $y_2$        |
| ۱      | ۲۴۴۰      | $y_3$        |

جدول ۶ - مقادیر  $b$  مربوط به ناودیس چلونگ

| $b_5$   | $b_3$          | $b_1$              | Fold  |
|---------|----------------|--------------------|-------|
| -۱,۰۹۰۰ | -۰,۱۰۲۶۶۶۶۶۶۶۷ | -۰,۹۴۱۹۵۲۹۵۲۸۹۸۲۹۱ | $F_3$ |



شکل ۱۰ - جایگاه ناودیس چلونگ در دیاگرام Hudleston که در محدوده چین‌های جنافی و هلالی قرار می‌گیرد.



شکل ۱۱ - مقاطع دو بعدی و سه بعدی از ناودیس چلونگ

ناودیس حصارسنگی :

جدول ۷ - مقادیر  $\lambda$  مربوط به ناودیس حصارسنگی

| $y(f)$  | $y(e)(m)$ | ناودیس حصارسنگی |
|---------|-----------|-----------------|
| -۰,۹۱۳۹ | ۱۶۲۱۱,۶۸۸ | $y_1$           |
| -۰,۹۷۲۵ | ۱۷۲۶۸,۹۷۲ | $y_2$           |
| ۱       | ۱۷۷۳۹     | $y_3$           |

جدول ۸ - مقادیر  $b$  مربوط به ناودیس حصارسنگی

| $b_5$   | $b_3$              | $b_1$            | Fold  |
|---------|--------------------|------------------|-------|
| -۰,۲۲۸۵ | -۰,۲۷۵۱۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳۳ | ۱,۳۰۷۶۱۵۶۸۱۴۱۱۷۱ | $F_3$ |

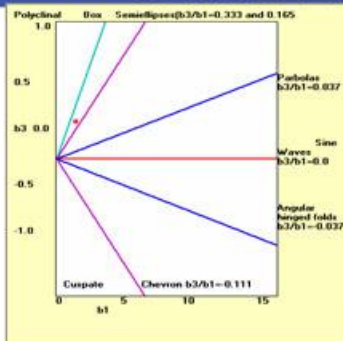


# اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

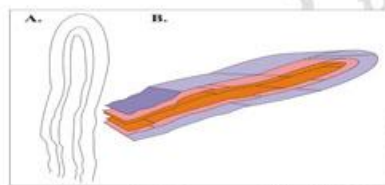


دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد طبس

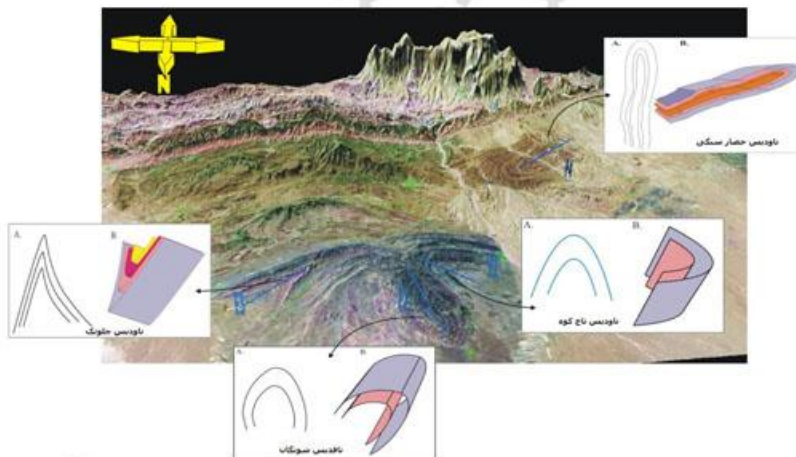
اسفند ۱۳۸۸



شکل ۱۲ - جایگاه ناردیس حصارستگی در دیاگرام Hudleston که در محدوده چین‌های بیضوی و جمعی‌ای قرار می‌گیرد.



شکل ۱۳ - مقاطع دو بعدی و سه بعدی از ناردیس حصارستگی



شکل ۱۴ - مقاطع دو و سه بعدی و موقعیت از چین‌های منطقه مورد مطالعه

استان یزد، شهرستان طبس، میدان دانشگاه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد طبس، دبیرخانه همایش  
تلفن: ۳۲-۴۲۳۶۱۲۹ (۰۳۵۳) دورنگار: ۴۲۳۶۱۳۳ (۰۳۵۳)  
وب سایت همایش: [www.hamayesh-tabas.ir](http://www.hamayesh-tabas.ir)