

برآورد جنبائی حاشیه شمالی البرز میان چالوس تا رودسر برپایه شاخص های مورفوتکتونیک (شاخص های سه بعدی)

محمد رضا امیریان چافجیری^۱ و دکتر منوچهر قرشی^۲

چکیده

هدف اصلی علم زمین ریخت شناسی زمین ساختی بررسی رژیم تکتونیک حاکم بر زمین منظرها از طریق ارائه روابط ریاضی و عددی بنام شاخص می باشد. بررسی ۲۱ حوضه آبریز اصلی و فرعی در حاشیه شمال البرز بین چالوس و رودسر بکمک شاخص های سه بعدی پیشنهادی نشان می دهد که:

۱ - حوضه های آبریزی که راستای آنها بین N 45 E و N 45 W می باشند، خط الراس تنه سمت چپ آنها فرازش یافته است، این امر شامل حوضه ها آبریز فرعی حوضه های آبریز اصلی نیز می شود.

۲ - حوضه های آبریزی که راستای آنها بین E - W و N 45 E می باشند، خط الراس تنه سمت راست آنها فرازش یافته است، این امر شامل حوضه ها آبریز فرعی حوضه های آبریز اصلی نیز می شود.

راستای N 45 E می تواند بیانگر راستای کنونی تنش اصلی حاکم بر رشته کوه البرز باشد که همانند نیروی وارده بر مهره ها در بازی دومینو سبب می گردد تا پی سنگ حوضه های آبریز با نظم خاصی در راستا های مشخصی فرازش یا فرونشست یابد.

کلیدواژه ها: حوضه آبریز، فرازش، فرونشست، پی سنگ، خط الراس، البرز.

Tectonic Activity of Northern Part of the Alborz between Chalous and Rudсар based on Morphotectonic Indices (Three Dimensional Indices)

Mohammad-Reza Amiryan-Chafjiri and Dr. Manoochehr Ghorashi

Abstract

The main goal of tectonic geomorphology is investigation of landscapes in tectonically active areas by numerical mathematical relationships which are named tectonic geomorphology indices. Investigation of 21 major and minor drainage basins of the Alborz mountain range by using 3D indices shows:

1) The left crest lines of the drainage basins which their strikes are between N 45 E and N 45 W, have been uplifted.

E.MAIL: MACH_110@YAHOO.COM

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

^۲ عضو هیئت علمی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

2) The right crests lines of the drainage basins which their strikes are between N 45 E and E - W, have been uplifted.

Therefore, it is believed that N 45 E direction can be the recent main stress on the Alborz mountain range. The recent main stress, such as a force on domino plates, causes the basements of the drainage basins to be uplifted or subsided in a special order that depend on their strikes.

Keywords: drainage basin, subsidence, uplift, basement, crest line, Alborz

مقدمه:

مانند عامل تقارن توپوگرافیکی عرضی:

$$T = Da / Dd \text{ (Cox R.T., 1994)}$$

(T) عامل تقارن توپوگرافیکی عرضی، (Da) فاصله خط وسط حوضه آبریز تا خط وسط کمربند مه آندری فعال و (Dd) فاصله خط وسط حوضه از خط تقسیم حوضه می باشد.

ب) شاخص هائی که با اندازه گیری سطوح بیان می شوند، مانند عامل عدم تقارن آبراهه ها در حوضه آبریز:

$$AF = (Ar / At) * 100 \text{ (Hare P.W. and Gardner T.W., 1985)}$$

(AF) عامل عدم تقارن آبراهه ها در حوضه آبریز، (Ar) مساحت تنه راست حوضه آبریز و (At) مساحت کل حوضه آبریز می باشد.

۱ - ۲: شاخص های دو بعدی همراه با تاثیر

ناپیوسته ارتفاع:

الف) شاخص هائی که با اندازه گیری خطوط همراه با تاثیر ناپیوسته ارتفاع بیان می شوند، مانند شاخص شیب

$$SL = (\Delta H / \Delta L) * L \text{ رود:}$$

(Stewart I.S. and Hancock P.L., 1994)

(SL) شاخص شیب رود، $(\Delta H / \Delta L)$ شیب محلی رود و (L) مسافت افقی از خط تقسیم آبراهه تا مرکز بخشی است که شیب آن محاسبه شده است.

ب) شاخص هائیکه با اندازه گیری سطوح همراه با تاثیر ناپیوسته ارتفاع بیان می شوند، مانند منحنی فرازنا و انتگرال فرازنا در حوضه آبریز:

منحنی فرازنا، یک منحنی توصیفی در دستگاه مختصات دو بعدی است که، محور Y بیانگر ارتفاع نسبی بوده و محور X بیانگر مساحت نسبی می باشد (Strahler. A. N, 1950). مقادیر عددی انتگرال

رشته کوه البرز در شمال ایران، منطقه ای باتغییرشکل فعال در درون ناحیه وسیع برخورد عربی- اوراسیائی می باشد. رشته کوه البرز در طول خود از شرق به غرب در امتداد جنوبی صفحه کاسپین بصورت کمائی شکل بوده و به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی تقسیم بندی می شود. اساس تقسیم بندی رشته کوه البرز به سه بخش شرقی، مرکزی، و غربی، روند غالب ساختارهای موجود می باشد، بطوریکه در البرز شرقی روند غالب ساختارها شمال شرقی- جنوب غربی، در البرز مرکزی روند غالب ساختارها شرقی- غربی و در البرز غربی روند غالب ساختارها شمال غربی- جنوب شرقی می باشد. البرز مرکزی در واقع بعنوان یک ناحیه گذرجهت تغییر روند ساختارهای موجود از البرز شرقی به البرز غربی محسوب می شود.

وجود عناصر زمین ساختی با فعالیت آشکار در کواترنری، نظیر گسل شمال البرز و گسل کاسپین (مازندران - خزر) نشانگر رژیم ناپایدار تکتونیک حاکم بر حاشیه شمالی البرز می باشد. با توجه به پوشش گیاهی و کوهستانی بودن منطقه و همچنین کمبود داده های لرزه ای دستگاهی جهت تعیین ساز و کار کانونی زمین لرزه ها، بررسی رژیم تکتونیک حاکم بر منطقه مورد مطالعه به وسیله شاخص های زمین ریخت شناسی زمین ساختی، اهمیتی ویژه پیدا می کند.

۱: رده بندی شاخص های زمین ریخت شناسی زمین ساختی:

۱ - ۱: شاخص های دو بعدی: الف) شاخص هائی که با اندازه گیری دو بعدی خطوط بیان می شوند،

۲ - ۳: ترسیم سه بعدی خط الراس های محدود کننده حوضه های آبریز، رودخانه ها، خطوط اثر گسل ها، محورهای طاقدیس ها و ناودیس ها:

با استفاده از دستور چندخطی های سه بعدی و روش درون یابی در محیط نرم افزارهای رایانه ای، چند خطی های سه بعدی را از روی چندخطی های دوبعدی خط الراس های محدود کننده حوضه های آبریز، رودخانه ها، خطوط اثرگسل ها، محورهای طاقدیس ها و ناودیس ها رسم می کنیم.

۲ - ۴: بررسی رژیم تکتونیکی حاکم بر منطقه مورد مطالعه بوسیله شاخص های سه بعدی پیشنهادی زیر:

۱ - شاخص سه بعدی حوضه آبریز. ۲ - شاخص سه بعدی مقایسه ای عدم تقارن حوضه آبریز نامتقارن. ۳ - شاخص سه بعدی رودخانه.

۳: شاخص های سه بعدی پیشنهادی:

۳ - ۱: شاخص سه بعدی حوضه آبریز:

این شاخص در واقع درصد نسبی طول دو بعدی خط الراس محدود کننده حوضه آبریز در سطح مبنا به طول سه بعدی خط الراس محدود کننده حوضه آبریز می باشد، لازم به ذکر است که طول دو بعدی خط الراس محدود کننده حوضه آبریز در واقع طول تصویر خط الراس سه بعدی حوضه آبریز در سطح مبنا می باشد.

$$3DI.DB = (2DL.CL / 3DL.CL) * 100$$

3DI.DB: شاخص سه بعدی حوضه آبریز، 2DL.CL: طول دو بعدی خط الراس محدود کننده در سطح مبنا و 3DL.CL: طول سه بعدی خط الراس محدود کننده می باشد. مقدار عددی این شاخص برابر با ۱۰۰٪، دال بر رژیم تکتونیکی پایدار حاکم بر حوضه آبریز بوده و بیانگر دوران پیری حوضه آبریز می باشد. اما هر چقدر مقدار عددی این شاخص نسبت به ۱۰۰٪ کوچکتر باشد، از نظر زمین ساختی حوضه آبریز فعال تر بوده و دال بر ناپایداری بیشتر حوضه آبریز از نظر رژیم تکتونیکی حاکم بر آن می باشد. شکل شماره (۵A) موقعیت حوضه آبریز رودخانه تپله رود را در منطقه مورد مطالعه نشان

فرازنا نیز جهت تفسیر منحنی فرازنا استفاده می شود، بطوریکه مقادیر عددی بزرگ برای انتگرال بیانگر توپوگرافی جوان، مقادیر عددی کوچک بیانگر توپوگرافی پیر و مقادیر عددی متوسط بیانگر توپوگرافی بالغ می باشد (Mayer L., 1990).

۱ - ۳: شاخص های سه بعدی:

این شاخص ها در واقع نسبت بین اندازه سه بعدی اجزاء زمین منظر به اندازه دوبعدی تصویر آنها در سطح مبنا بوده که به معرفی آنها خواهیم پرداخت.

۲: روش کار:

۲ - ۱: تهیه نقشه رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه و تعیین حدود حوضه های آبریز:

شکل شماره (۱) نگاه قائم از نقشه رقومی ارتفاعی حاشیه شمالی البرز بین چالوس تا رودسر با مقیاس (۱/۵ ۰,۰۰۰) را نشان می دهد (سازمان جغرافیائی نیرو های مسلح جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۴). شکل شماره (۲) موقعیت حوضه های آبریز و آبراهه ها را در نقشه رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه نشان می دهد.

۲ - ۲: استفاده از نقشه های زمین شناسی چالوس و رامسر با مقیاس (۱/۱ ۰۰,۰۰۰) بعنوان اساس مطالعات زمین شناسی انجام شده بصورت یک لایه از نقشه رقومی ارتفاعی:

شکل شماره (۳) نقشه زمین شناسی چالوس و رامسر با مقیاس (۱/۱ ۰۰,۰۰۰) و موقعیت حوضه های آبریز در حاشیه شمالی البرز بین چالوس تا رودسر را نشان می دهد (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۲، پایگاه ملی داده های علوم زمین <http://www.ngdir.ir>). شکل شماره (۴) موقعیت حوضه های آبریز، گسل ها و محورهای طاقدیس ها و ناودیس ها را که از نقشه های زمین شناسی چالوس و رامسر به نقشه رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه انتقال یافته اند، نشان می دهد.

۳ - اگر شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت راست بیشتر از شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ باشد، حوضه آبریز نا متقارن بوده و کج شدگی تکتونیک در مقیاس حوضه آبریز وجود دارد. در این حالت پی سنگ حوضه آبریز حول رودخانه اصلی دوران داشته، بطوریکه پی سنگ در سوی تنه سمت راست فرونشسته و در سوی تنه سمت چپ فرازش می یابد.

$$3DI.RTCL > 3DI.LTCL$$

شکل شماره (۶A) موقعیت حوضه آبریز رودخانه ولم رود را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. شکل شماره (۶B) بخوبی عدم تقارن آبراهه های فرعی را در طرفین رودخانه اصلی نشان می دهد. شکل شماره (۶C) نمائی سه بعدی از خط الراس های تنه سمت چپ و راست، رودخانه اصلی، آبراهه فرعی رودخانه از خط تقسیم آبراهه و رود تا خط الراس و سطح مبنا را نشان می دهد. درنمای سه بعدی از پهلوی سمت راست، بخوبی دیده می شود که خط الراس تنه سمت فرازش یافته (سمت چپ) مرتفع تر از خط الراس تنه سمت فرونشسته (سمت راست) می باشد. مقدار عددی شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ معادل ۹۶/۵۳٪ و مقدار عددی شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت راست برابر ۹۸/۳۶٪ می باشد. با توجه به اینکه مقدار عددی شاخص سه بعدی تنه سمت چپ کمتر از مقدار عددی شاخص سه بعدی تنه سمت راست می باشد. نتیجه می گیریم که، پی سنگ حوضه آبریز رودخانه ولم رود دارای حرکت دورانی حول رودخانه ولم رود بوده، بطوریکه تنه سمت چپ تحت تاثیر فرازش و تنه سمت راست تحت تاثیر فرونشست قرار می گیرد. این امر بیانگر کج شدگی تکتونیک در مقیاس حوضه آبریز رودخانه ولم رود می باشد.

۳ - ۳: شاخص سه بعدی رودخانه:

شاخص سه بعدی رودخانه، درصد نسبی طول دو بعدی رودخانه در سطح مبنا به طول سه بعدی رودخانه می باشد. لازم به ذکر است که طول دو بعدی رودخانه در

می دهد. شکل شماره (۵B) نمائی سه بعدی از حوضه آبریز تپه رود را نشان می دهد. شاخص سه بعدی حوضه آبریز برای حوضه آبریز تپه رود معادل ۹۷/۴٪ محاسبه می گردد.

۳ - ۲: شاخص سه بعدی مقایسه ای عدم تقارن حوضه آبریز نامتقارن:

این شاخص در واقع مقایسه مقدار عددی درصد نسبی طول دو بعدی خط الراس تنه سمت راست به طول سه بعدی خط الراس تنه سمت راست، با مقدار عددی درصد نسبی طول دو بعدی خط الراس تنه سمت چپ به طول سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ می باشد.

$$3DI.RTCL = (2DL.RTCL / 3DL.RTCL) * 100$$

$$3DI.LTCL = (2DL.LTCL / 3DL.LTCL) * 100$$

3DI.RTCL: شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت راست، 2DL.RTCL: طول دوبعدی خط الراس تنه سمت راست در سطح مبنا، 3DL.RTCL: طول سه بعدی خط الراس تنه سمت راست، 3DI.LTCL: شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ، 2DL.LTCL: طول دوبعدی خط الراس تنه سمت چپ در سطح مبنا و 3DL.LTCL: طول سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ می باشد. برای شاخص سه بعدی مقایسه ای عدم تقارن حوضه آبریز، سه حالت زیر قابل پیش بینی می باشد: ۱ - اگر شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت راست برابر با شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ باشد، حوضه آبریز متقارن بوده و کج شدگی تکتونیک پی سنگ وجود ندارد. $3DI.RTCL = 3DI.LTCL$

۲ - اگر شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت راست کمتر از شاخص سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ باشد، حوضه آبریز نامتقارن بوده و کج شدگی تکتونیک در مقیاس حوضه آبریز وجود دارد. در این حالت پی سنگ حوضه آبریز حول رودخانه اصلی دوران داشته، بطوریکه پی سنگ در سوی تنه سمت راست فرازش یافته و در سوی تنه سمت چپ فرو نشست می یابد. $3DI.RTCL < 3DI.LTCL$

شرق به غرب (از چالوس به رودسر) عبارتند از: حوضه های آبریز رودخانه های کرکرو، چالوس، سرداب رود، تیله رود، کاظم رود، ازارود، ولم رود، سه هزار، نوشا، تیرم، چالکرود و صفا رود. ضمناً ۹ حوضه آبریز فرعی نیز از حوضه های آبریز اصلی فوق، انتخاب شده و به کمک روش های سه بعدی مورد بررسی قرار گرفته اند. این حوضه ها عبارتند از: حوضه های آبریز رودخانه های نک رود، کته رود، دریاسر، پلتان، رودآرمو، لاکتراشان، لکارود، جلیسان و سیم رود.

۵: نتایج حاصله از بررسی سه بعدی حاشیه شمالی رشته کوه البرز بین چالوس و رودسر:

جدول شماره (۱) رژیم تکتونیکی حاکم بر ۲۱ حوضه آبریز اصلی و فرعی در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.

۵ - ۱: تقسیم بندی حوضه های آبریز، بر اساس شاخص سه بعدی حوضه آبریز و شاخص سه بعدی رودخانه:

بطور کلی براساس مقادیر عددی شاخص های سه بعدی حوضه آبریز و شاخص سه بعدی رودخانه، می توان حوضه های آبریز را از نظر رژیم تکتونیکی حاکم بر حوضه آبریز و رودخانه به چهار دسته زیر تقسیم بندی نمود: ۱ - حوضه های آبریز نوع اول: حوضه های آبریزی که شاخص سه بعدی حوضه آبریز و شاخص سه بعدی رودخانه در آنها بیانگر رژیم تکتونیکی پایدار حاکم بر حوضه آبریز و رودخانه می باشند. پی سنگ چنین حوضه های آبریزی بالاترین پایداری تکتونیکی را نشان داده و می تواند بیانگر دوران پیری حوضه های آبریز باشد. بررسی جدول شماره (۱) نشان می دهد که در حاشیه شمالی البرز بین چالوس تا رودسر، حوضه آبریزی با چنین ویژگی دیده نمی شود. ۲ - حوضه های آبریز نوع دوم: حوضه های آبریزی که شاخص سه بعدی حوضه آبریز و شاخص سه بعدی رودخانه در آنها بیانگر رژیم تکتونیکی ناپایدار حاکم بر حوضه آبریز و رودخانه

واقع طول تصویر رودخانه سه بعدی، در سطح مبنا می باشد. $3DI.R = (2DL.R / 3DL.R) * 100$

3DI.R: شاخص سه بعدی رودخانه، 2DL.R: طول دو بعدی رودخانه در سطح مبنا و 3DL.R: طول سه بعدی رودخانه می باشد. مقدار عددی شاخص سه بعدی رودخانه ها می تواند بیانگر تعادل دینامیکی حاکم بر رودخانه ها باشد. به کمک این شاخص می توانیم رودخانه های مختلف را از نظر تعادل دینامیکی بررسی و مقایسه نمائیم. بطوریکه هر چقدر مقدار عددی این شاخص کمتر باشد، رودخانه دارای تعادل دینامیکی بیشتری می باشد. با توجه به اینکه تعادل یا عدم تعادل دینامیکی بیانگر پایداری و یاناپایداری رژیم تکتونیکی حاکم بر رودخانه است، بنابراین مقدار عددی این شاخص نیز می تواند بیانگر رژیم تکتونیکی حاکم بر رودخانه باشد. مقدار عددی این شاخص برابر با ۱۰۰٪، دال بر رژیم تکتونیکی ناپایدار حاکم بر رودخانه می باشد، اما هر چقدر مقدار عددی این شاخص نسبت به ۱۰۰٪ کوچکتر باشد، از نظر زمین ساختی رژیم تکتونیکی حاکم بر رودخانه پایدارتر می باشد. شکل شماره (۷) بررسی و مقایسه شاخص سه بعدی رودخانه کرکرو (A)، ولم رود (B) و تیله رود (C) را نشان می دهد. با توجه به مقایسه مقادیر عددی شاخص سه بعدی رودخانه های کرکرو (۹۹/۲٪)، ولم رود (۹۸/۵٪) و تیله رود (۹۷/۴٪)، می توان نتیجه گرفت که از نظر تعادل دینامیکی حاکم بر رودخانه ها رودخانه کرکرو کمترین تعادل دینامیکی، و رودخانه تیله رود بیشترین تعادل دینامیکی را دارد. به عبارتی دیگر، از نظر رژیم تکتونیکی حاکم بر رودخانه ها رودخانه کرکرو بیشترین ناپایداری تکتونیکی، و رودخانه تیله رود بیشترین پایداری تکتونیکی را نشان می دهد.

۴: بررسی سه بعدی حوضه های آبریز حاشیه شمالی البرز بین چالوس و رودسر:

در منطقه مورد مطالعه ۱۲ حوضه آبریز اصلی وجود دارند که با روش های سه بعدی مورد بررسی قرار گرفته اند. با توجه به شکل شماره (۲)، این حوضه ها از

نوع چهارم درحاشیه شمالی البرز بین چالوس و رودسر می باشند.

۵ - ۲: نتایج حاصله از بررسی های سه بعدی خط الراس تنه سمت چپ و راست حوضه های آبریز در حاشیه شمالی رشته کوه البرز بین چالوس و رودسر به کمک شاخص سه بعدی مقایسه ای عدم تقارن حوضه آبریز نامتقارن:

جدول شماره (۲) مقایسه شاخص های سه بعدی خط الراس های تنه چپ و راست، راستها وخط الراس های تنه فرازش یافته ۲۱ حوضه آبریز اصلی و فرعی را در حاشیه شمالی البرز بین چالوس و رودسر نشان می دهد. نتایج حاصله از جدول شماره (۲) عبارتند از: ۱- اختلاف مقادیر عددی شاخص های سه بعدی خط الراس های تنه چپ و راست در حوضه های آبریزی که راستای آنها تقریباً شمالی - جنوبی است، بسیار ناچیز بوده و این حوضه ها دارای بیشترین تقارن می باشند. به عبارتی دیگر پی سنگ آنها کمترین کج شدگی تکتونیک و دوران حول رودخانه اصلی را نشان می دهد ۲- حوضه های آبریز که راستای آنها بین $N 45 E$ و $N 45 W$ می باشند، خط الراس تنه سمت چپ آنها فرازش یافته است. این امر شامل حوضه های آبریز فرعی نیز می شود. ۳- حوضه های آبریز که راستای آنها بین $N 45 E$ و $E - W$ می باشند، خط الراس تنه سمت راست آنها فرازش یافته است. این امر شامل حوضه های آبریز فرعی نیز می شود. ۴- اختلاف مقادیر عددی شاخص های سه بعدی خط الراس های تنه سمت چپ و راست در اکثر حوضه های آبریز بسیار ناچیز می باشد. ۵ - بیشترین اختلاف بین مقادیر عددی شاخص سه بعدی خط الراس های تنه چپ و راست مربوط به حوضه آبریز رودخانه ولم رود با راستای $N 25 W$ بوده که معادل (۱/۸۳٪) می باشد. این امر دال براین است که پی سنگ حوضه آبریز رودخانه ولم رود بیشترین دوران را حول رودخانه اصلی نسبت به سایر حوضه های آبریز

می باشند. پی سنگ این حوضه ها از تکه های کوچکتری تشکیل شده و حرکات مجزای تکه های کوچک تشکیل دهنده پی سنگ و فعالیت گسل های مرتبط با آنها، سبب ناپایداری رژیم تکتونیک حاکم برحوضه آبریز و رودخانه می گردد. حوضه های آبریز رودخانه نوشا و رودخانه سیم رود ازحوضه های فرعی رودخانه صفارود نمونه هایی از حوضه های آبریز نوع دوم در حاشیه شمالی البرز بین چالوس و رودسر می باشند. ۳ - حوضه های آبریز نوع سوم: حوضه های آبریزی که شاخص سه بعدی حوضه آبریز آنها بیانگر رژیم تکتونیک ناپایدار حاکم بر حوضه آبریز بوده، اما شاخص سه بعدی رودخانه آنها بیانگر رژیم تکتونیک پایدار حاکم بر رودخانه می باشند. پی سنگ این حوضه ها از تکه تقریباً واحدی تشکیل شده و حرکات یکپارچه تکه واحد تشکیل دهنده پی سنگ، سبب پایداری رژیم تکتونیک حاکم بر رودخانه می گردد. حوضه های آبریز رودخانه چالکروود نمونه هایی از حوضه های آبریز نوع سوم در حاشیه شمالی البرز بین چالوس و رودسر می باشند. ۴ - حوضه های آبریز نوع چهارم: حوضه های آبریزی که شاخص سه بعدی حوضه آبریز آنها بیانگر رژیم تکتونیک پایدارحاکم بر حوضه آبریز بوده، اما شاخص سه بعدی رودخانه آنها بیانگر رژیم تکتونیک ناپایدار حاکم بر رودخانه می باشند. پی سنگ این حوضه ها از تکه های کوچکتری تشکیل شده و حرکات مجزای تکه های کوچک تشکیل دهنده پی سنگ و فعالیت گسل های مرتبط با آن سبب ناپایداری رژیم تکتونیک حاکم بر رودخانه می گردد. ازطرفی دیگر براینده حرکات تکه های پی سنگی بنحوی است که خط الراس محدود کننده حوضه آبریز فرازش نمی یابد. درنتیجه شاخص سه بعدی حوضه آبریز، رژیم تکتونیک پایدارحاکم برحوضه آبریز را نشان می دهد. حوضه های آبریز رودخانه کرکرو و رودخانه سرداب رود نمونه هایی ازحوضه های آبریز

دارد. بررسی جدول شماره (۲) نشان می دهد که دو حوضه آبریز کرکرو و چالوس از نظم کلی حاکم پیروی نمی کنند، به راستی علت چیست؟

۱ - چرا دوران پی سنگ حوضه آبریز رودخانه چالوس با راستای (N 20 E) برخلاف نظم کلی حاکم بر دوران پی سنگ سایر حوضه های آبریز می باشد؟ شکل شماره (۸A) نقشه زمین شناسی گستره حوضه آبریز رودخانه چالوس رود در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که از نقشه زمین شناسی چالوس با مقیاس (۱/۱ ۰۰,۰۰۰) اقتباس گردیده است. شکل شماره (۸B) نقشه زمین شناسی گستره حوضه آبریز رودخانه سرداب رود در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که از نقشه زمین شناسی چالوس با مقیاس (۱/۱ ۰۰,۰۰۰) اقتباس گردیده است. از شکل (۸A) در می یابیم که، گسل شمال البرز در گستره حوضه آبریز رودخانه چالوس از نظر جابجائی یک گسل چرخشی می باشد. با توجه به اینکه گسل های چرخشی نیز می توانند سبب کج شدگی تکتونیکی در مقیاس حوضه آبریز گردند. جابجائی چرخشی گسل شمال البرز سبب می گردد تا خط الراس تنه سمت راست فرازش یافته و خط الراس تنه سمت چپ فرونشست یابد. این امر سبب می گردد تا کج شدگی تکتونیکی پی سنگ حوضه آبریز چالوس مغایر با نظم کلی حاکم بر کج شدگی پی سنگ سایر حوضه های آبریز باشد. با توجه به شکل شماره (۸B) در می یابیم که در گستره حوضه آبریز رودخانه سرداب رود نیز گسل شمال البرز از نظر جابجائی یک گسل چرخشی بوده، اما جهت چرخش آن بصورتی است که سبب می گردد تا خط الراس تنه سمت چپ فرازش یافته و خط الراس تنه سمت راست فرو نشست یابد. چون عملکرد کج شدگی تکتونیکی گسل شمال البرز در گستره حوضه آبریز سرداب رود همسو با نظم کلی حاکم می باشد، بنابراین مغایرتی ایجاد نمی گردد. ۲ - چرا دوران پی سنگ حوضه آبریز رودخانه کرکرو با راستای (N 05 E) بر خلاف نظم کلی حاکم بر دوران پی سنگ سایر

حوضه های آبریز می باشد؟ ابتدا پاسخ گوئی به یک سوال ضروری به نظر می رسد. به راستی چرا گسل شمال البرز، از نظر جابجائی در گستره حوضه های آبریز سرداب رود و چالوس بصورت یک گسل چرخشی عمل می نماید؟ شکل شماره (۹) موقعیت ۲۱ حوضه آبریز اصلی و فرعی را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. نوشته درون حوضه های آبریز شامل امتداد حوضه آبریز بوده و حرف داخل پرانتز نیز بیانگر خط الراس تنه ای است که فرازش می یابد. راستای N 45 E، راستای تنش مایلی است که سبب می گردد تا پی سنگ حوضه های آبریز در منطقه مورد مطالعه با نظم خاصی کج شدگی تکتونیکی را نشان داده و خط الراس تنه سمت چپ و یا راست آنها فرازش و یا فرونشست یابد. رشته کوه البرز در طول خود از شرق به غرب در امتداد جنوبی صفحه کاسپین بصورت کمائی شکل می باشد. ۲۱ حوضه آبریز بررسی شده در سمت مرکزی تا غربی کمان رشته کوه البرز واقع می باشند. حوضه های آبریز کرکرو، چالوس و سرداب رود در انتهای شرقی منطقه مورد مطالعه بوده و به قسمت مرکزی کمان رشته کوه البرز نزدیک می شوند. قسمت میانی کمان رشته کوه البرز می توان بعنوان یک ناحیه گذر از قسمت شرقی کمان رشته کوه البرز به قسمت غربی کمان رشته کوه البرز باشد. با توجه به نظم خاصی که در کج شدگی پی سنگ حوضه های آبریز در کمان غربی رشته کوه البرز دیده شد، بایستی در کمان شرقی رشته کوه البرز کج شدگی پی سنگ حوضه های آبریز بصورت معکوس نسبت به کمان غربی رشته کوه البرز عمل نماید. در قسمت میانی کمان رشته کوه البرز، یا به عبارتی دیگر در ناحیه گذر، پی سنگ حوضه های آبریز تمایل به کج شدگی براساس نظم حاکم بر قسمت شرقی و یا قسمت غربی کمان رشته کوه البرز را دارند. در این صورت عملکرد جابجائی گسل شمال البرز در گستره حوضه های آبریز چالوس و سرداب رود بصورت گسل چرخشی، و نیز فرازش پی سنگ حوضه آبریز رودخانه کرکرو بر خلاف پی سنگ

northern Iran - Journal of Structural Geology 25 (2003) 659-672.

- Cox, R.T., 1994, Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible quaternary tilt-block tectonics: An example from the Mississippi Embayment; Geological Society of America Bulletin, v. 106, p.571-581.
- Hare, P. W. and Gardner, T. W. (1985) Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: M. Morisawa and J. T. Hack (Eds.), Tectonic Geomorphology: Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium, September 1984. Allen and Unwin, Boston, pp. 75-104.
- Strahler A. N., 1950 - Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Bulletin of the Geological Society of America 63 (1), 1117-1141.
- Stewart I. S. and Hancock P. L., 1994 - Neotectonics, continental Deformation - Pergamon press.
- Mayer L., 1990 - Introduction to Quantitative Geomorphology. Printice Hall: Englewood Cliffs, NJ.

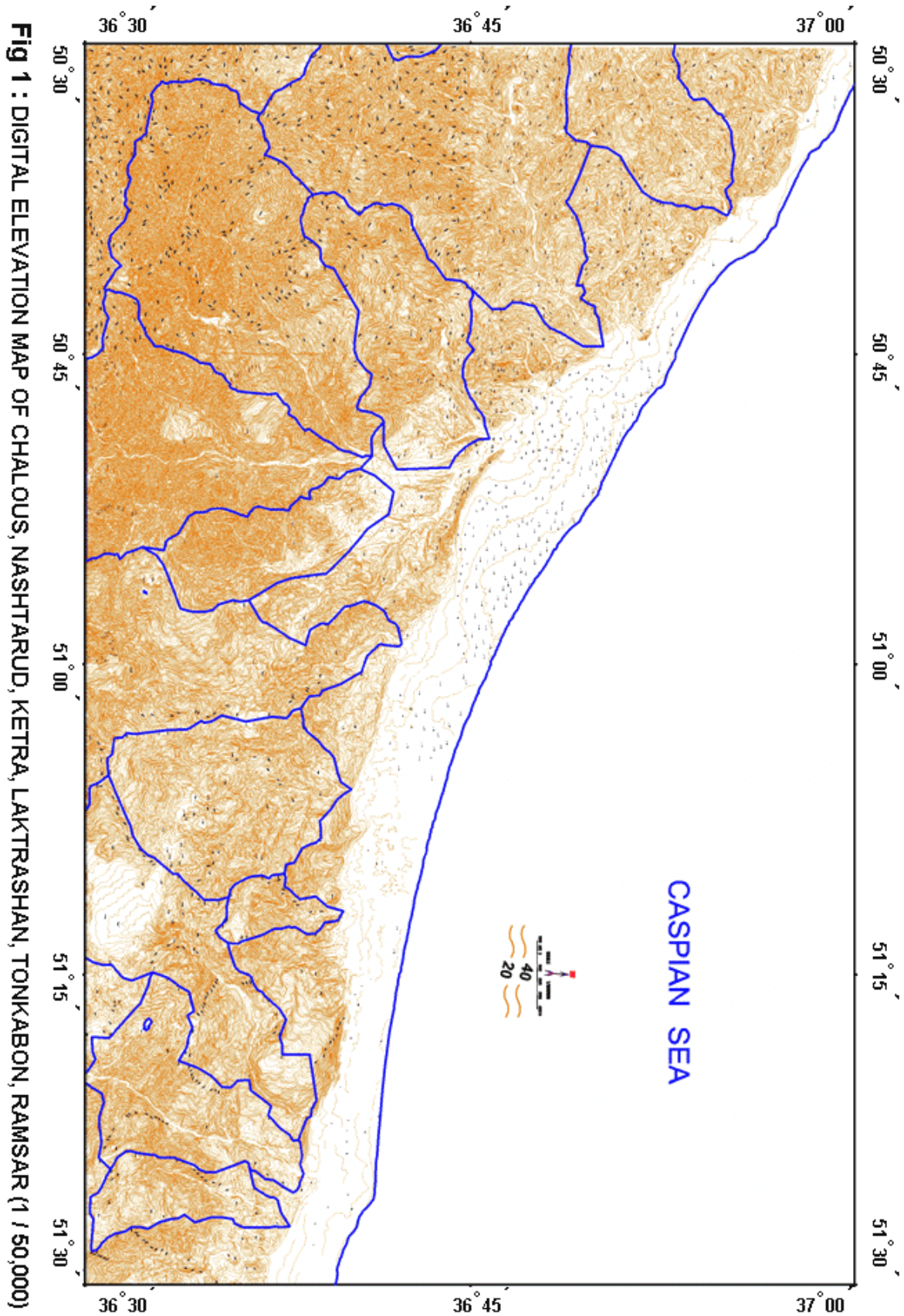
سایر حوضه های آبریز در کمان غربی، در نزدیکی ناحیه مرکزی کمان بوسیله ناحیه گذر قابل توجهی می باشد.

شکل شماره (۱۰) روند تکاملی رشته کوه البرز را در اواخر سنوزوئیک نشان می دهد، (Allen M.B. et al, 2007) (A) میوسن: تغییر شکل فشاری با گسلش امتداد لغز همراه بوده و احتمالاً بصورت گسلش چپ لغز و راست لغز مزدوج می باشد. راستای تنش فشاری استتاجی شمالی- جنوبی است. (B) اواخر پلیوسن: تغییر شکل فشاری با گسلش امتداد لغز چپ لغز در امتداد طول رشته کوه البرز همراه بوده و راستای تنش فشاری چپ لغز مایل می باشد.

منابع:

- پایگاه ملی داده ها علوم زمین کشور <http://www.ngdir.ir>
- نقشه رقمی ارتفاعی چالوس، نشتارود، کترا، لاکتراشان، تنکابن، رامسر با مقیاس (۱/۵۰,۰۰۰) در شکل DGN سازمان جغرافیائی نیرو های مسلح جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۴.
- نقشه زمین شناسی چالوس و رامسر با مقیاس (۱/۱۰۰,۰۰۰) سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۲.

- Allen M. B., Ghassemi M. R., Shahrabi M. and Qorashi M., 2007 - Accommodation of late cenozoic oblique shortening in the Alborz range,



شکل (۱) نگاه قائم به نقشه رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که شامل نقشه های رقومی ارتفاعی چالوس، نشتارود، کترا، لاکتراشان، تنکابن و رامسر با مقیاس (۱/۵۰,۰۰۰) می باشد (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۴).

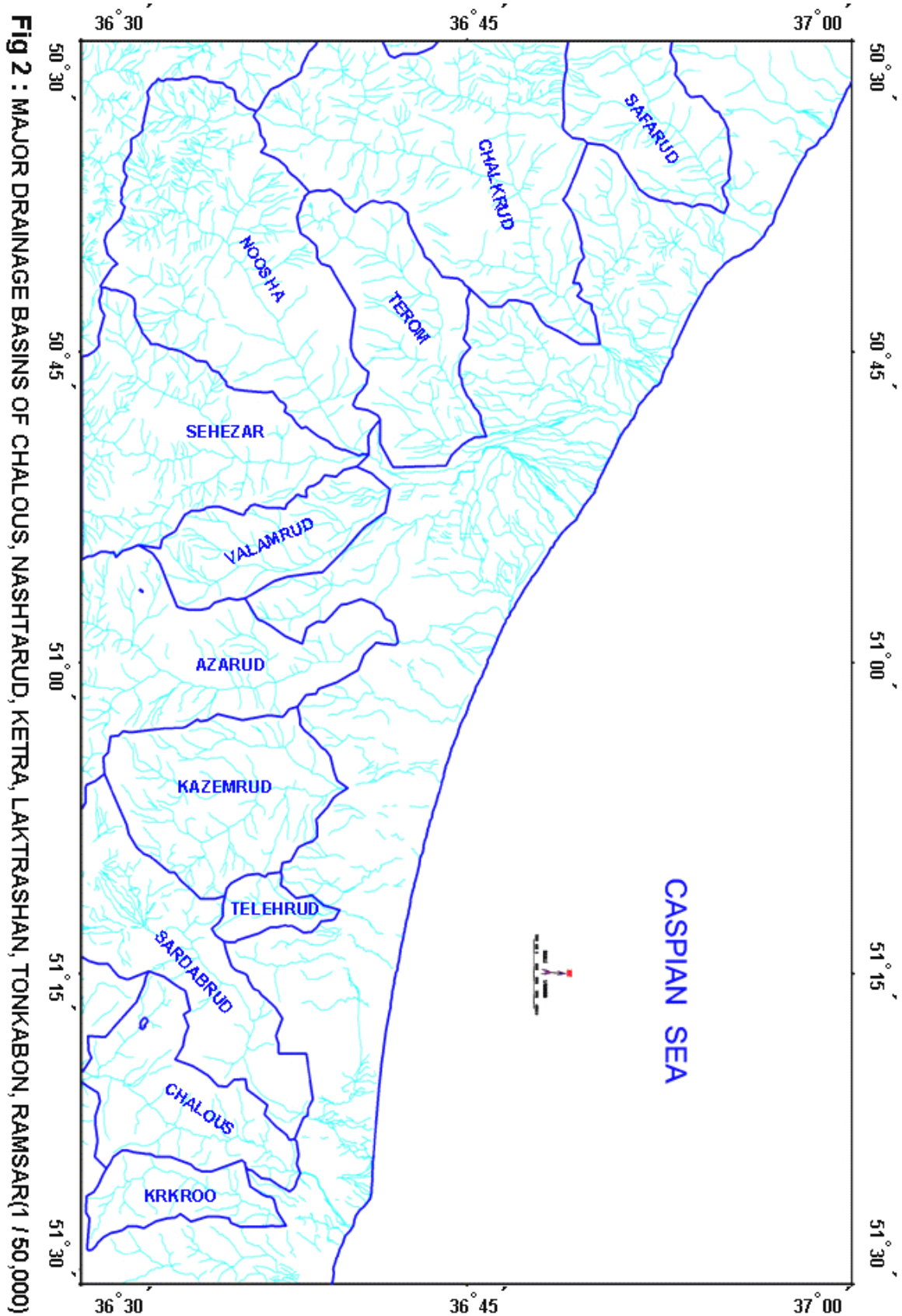


Fig 2 : MAJOR DRAINAGE BASINS OF CHALOUS, NASHTARUD, KETRA, LAKTRASHAN, TONKABON, RAMSAR(1 / 50,000)

شکل (۲) شبکه آبراهه ها و حدودحوضه های آبریز را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که از نقشه های رقومی ارتفاعی چالوس، نشتارود، کترا، لاکتراشان، تنکابن و رامسر با مقیاس (۱/۵۰,۰۰۰) استخراج گردیده است (سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۴).

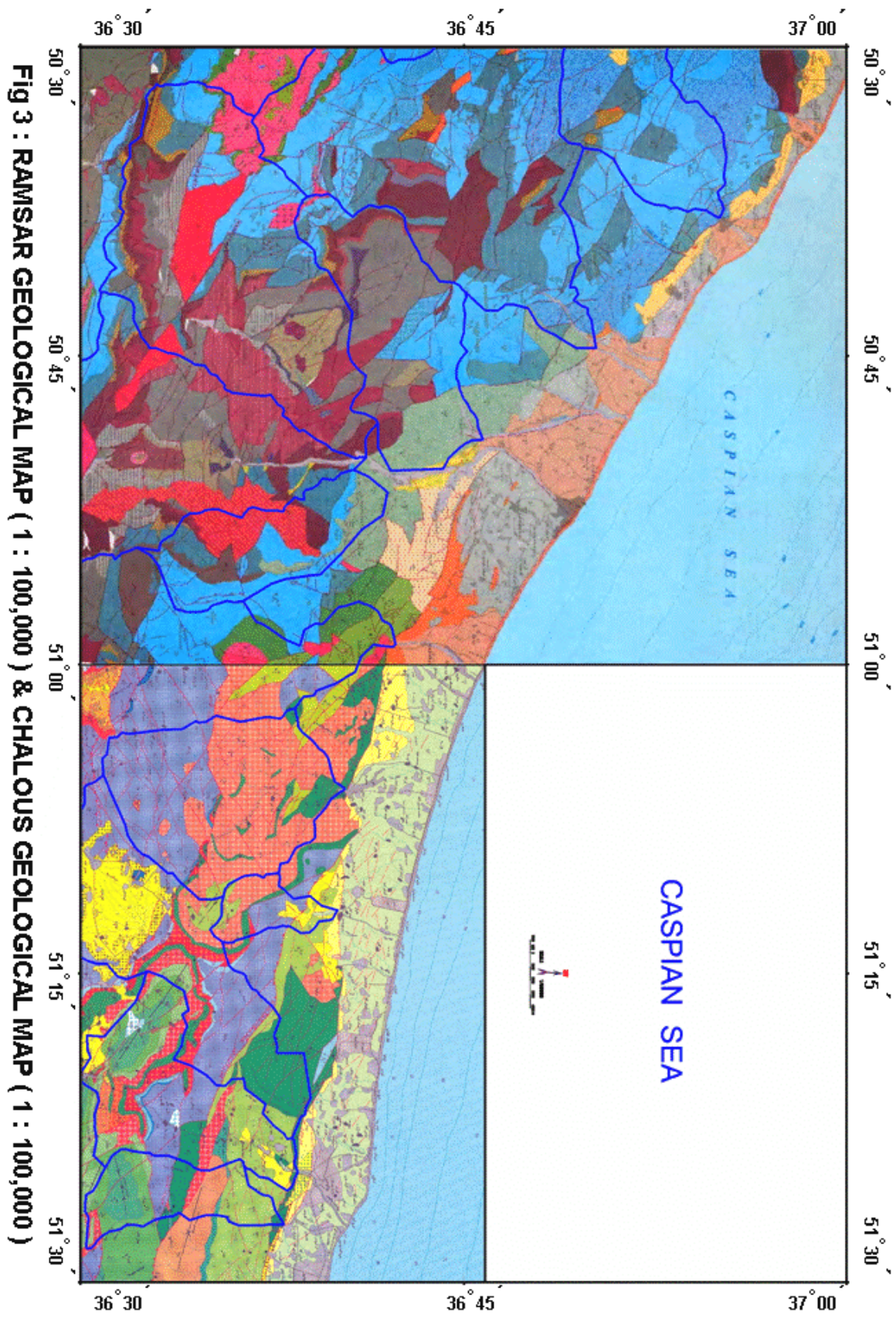


Fig 3 : RAMSAR GEOLOGICAL MAP (1 : 100,000) & CHALOUS GEOLOGICAL MAP (1 : 100,000)

شکل (۳) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که شامل نقشه زمین شناسی چالوس و رامسر با مقیاس (۱/۱۰۰,۰۰۰) می باشد (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۲).

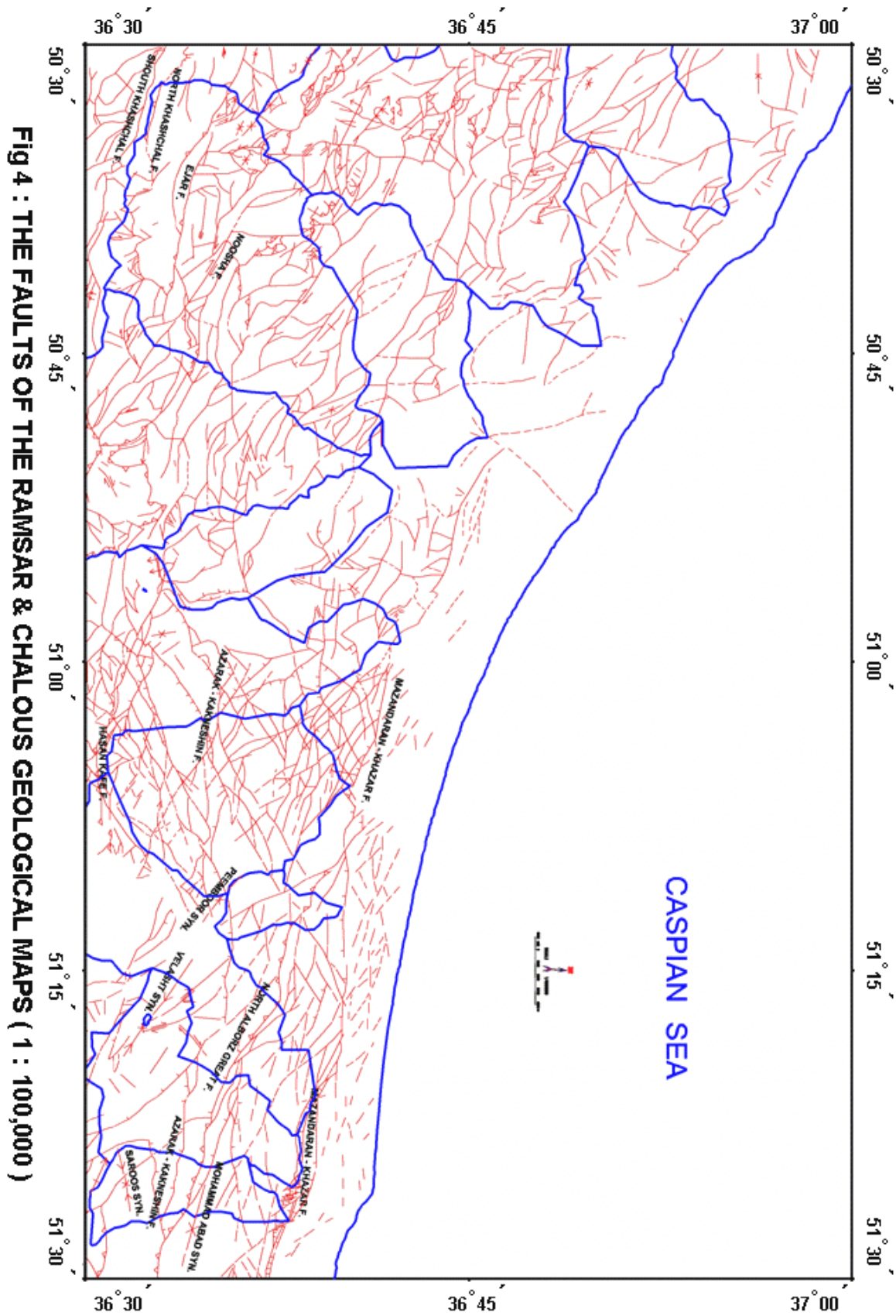
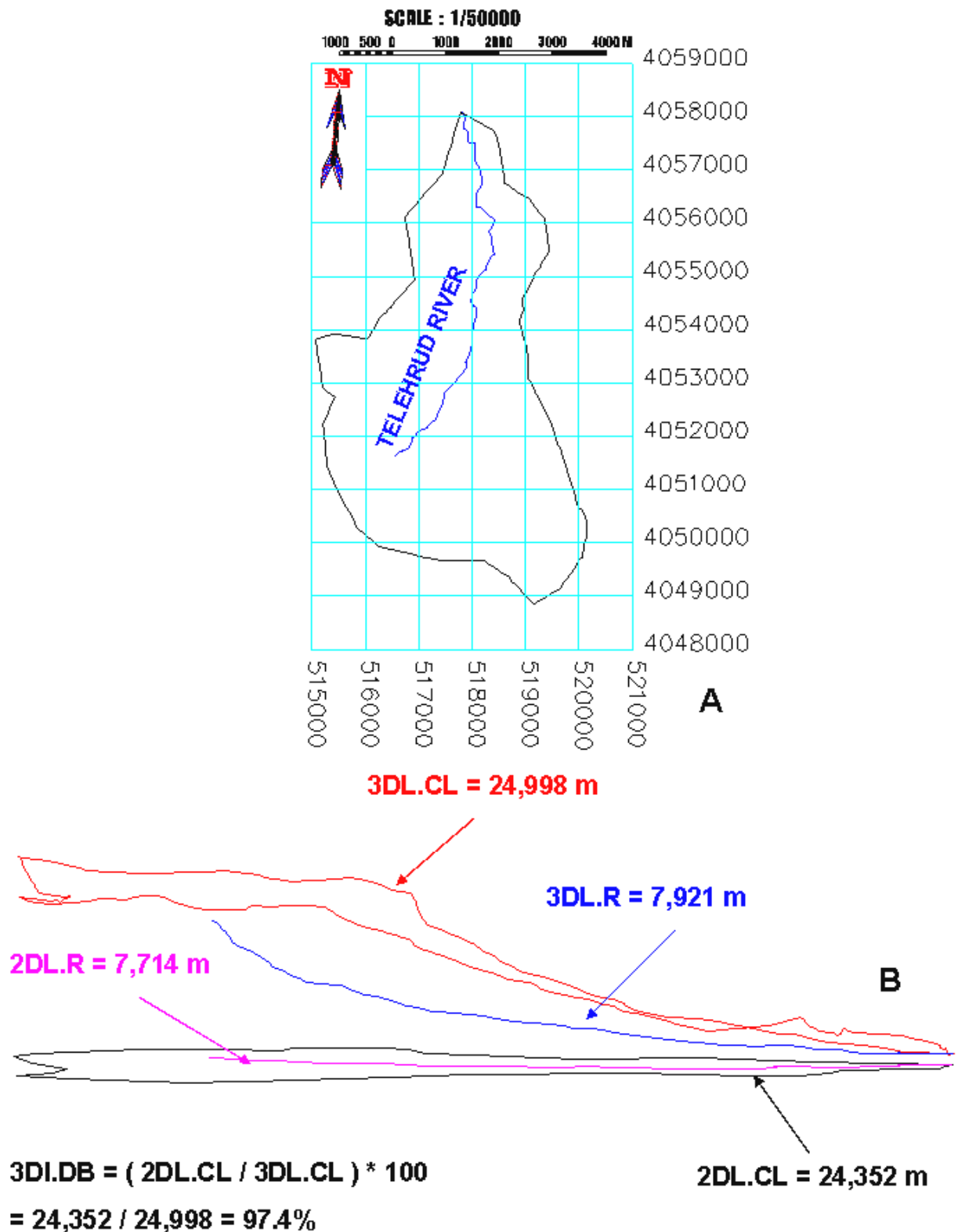


Fig 4 : THE FAULTS OF THE RAMSAR & CHALOUS GEOLOGICAL MAPS (1 : 100,000)

شکل (۴) گسل های منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد که از نقشه های زمین شناسی چالوس و رامسر با مقیاس (۱ / ۱۰۰,۰۰۰) استخراج گردیده است (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۲).

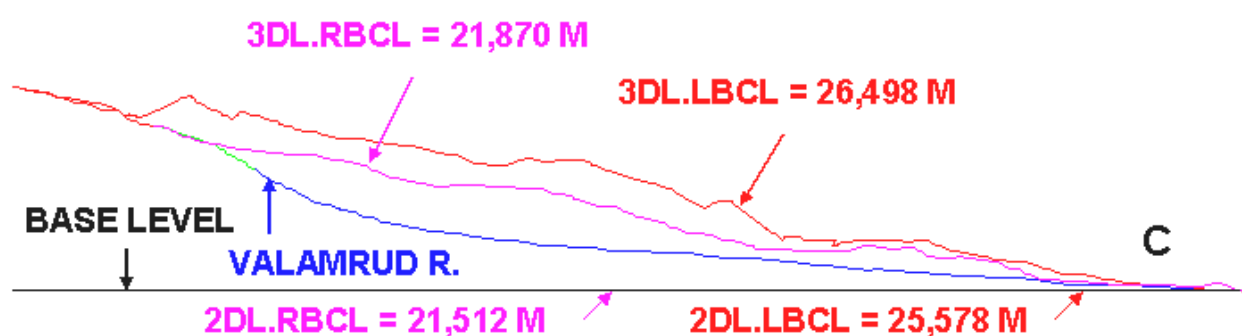
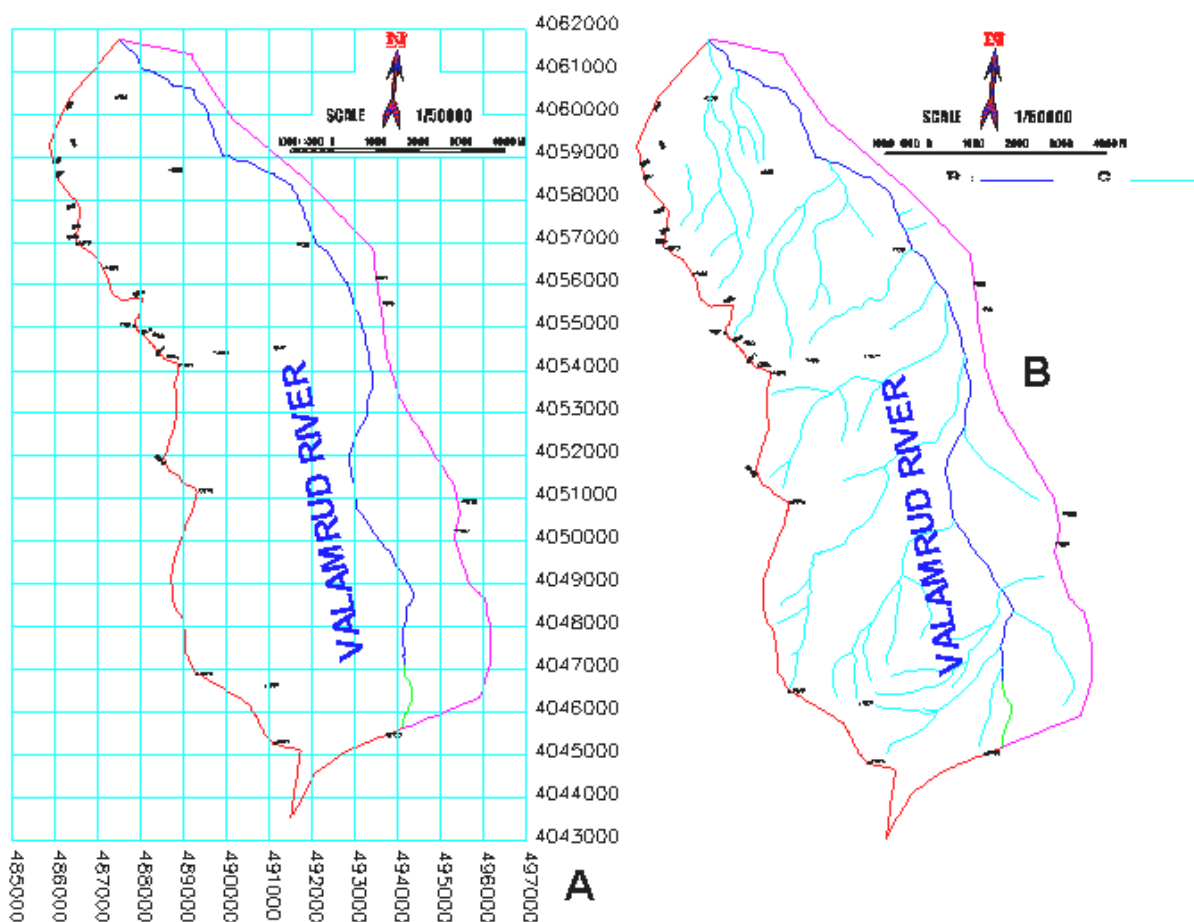
Fig : 5

TELEHRUD DRAINAGE BASIN



شکل (۵A) موقعیت حوضه آبریز رودخانه تپله رود را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. شکل (۵B) نمائی سه بعدی از رودخانه تپله رود و خط الراس محدود کننده حوضه آبریز تپله رود را جهت محاسبه شاخص سه بعدی حوضه آبریز نشان می دهد.

Fig : 6 VALAMRUD DRAINAGE BASIN



$2DL.CL=47,090M, 3DL.CL=48,367M \Rightarrow 3DI.DB= 97.36\%$

$2DL.LTCL=25,578M, 3DL.LTCL=26,498M \Rightarrow 3DI.LTCL= 96.53\%$

$2DL.RTCL=21,512M, 3DL.RTCL=21,870M \Rightarrow 3DI.RTCL= 98.36\%$

AVERAGE

UPLIFT

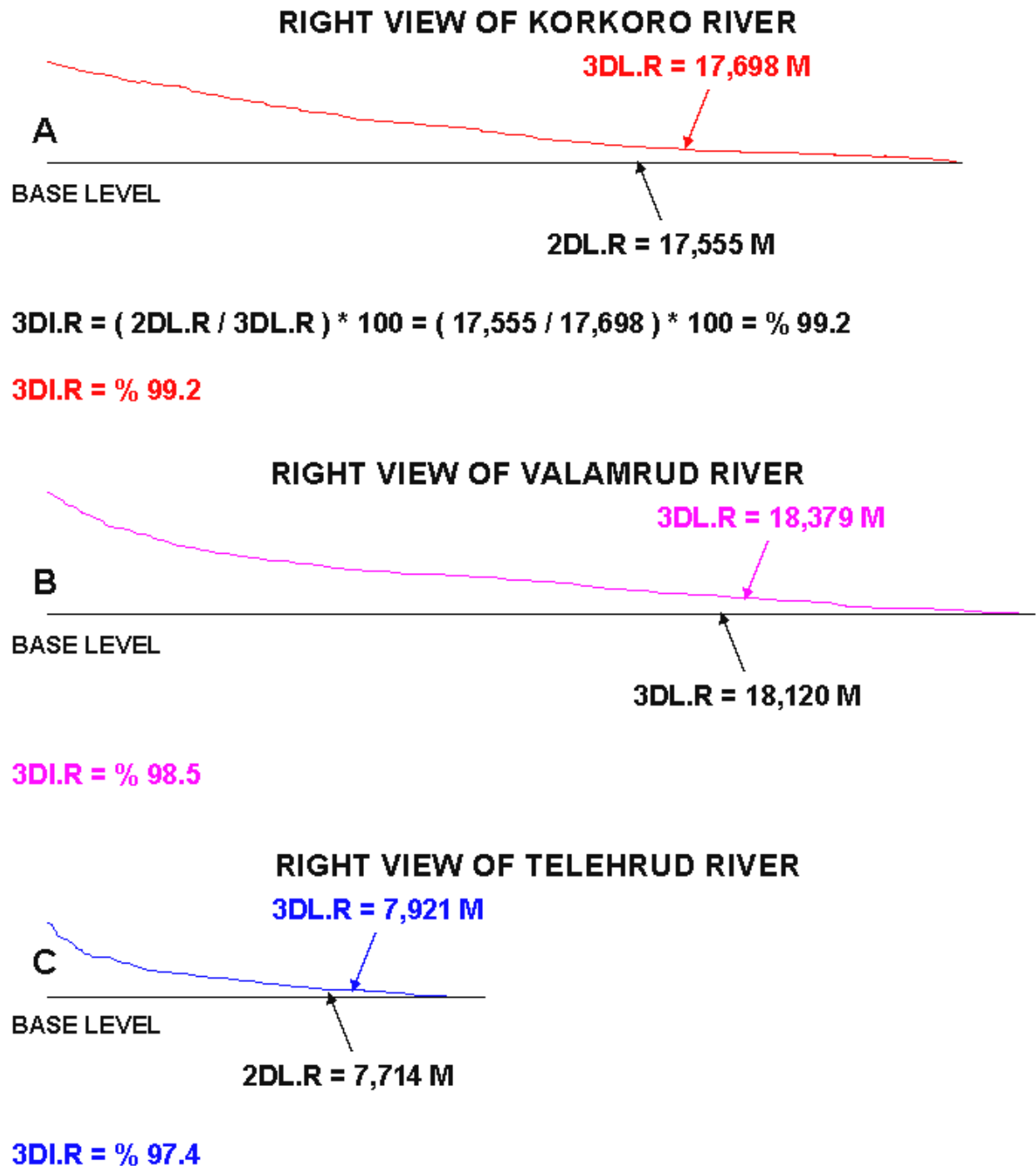
SUBSIDENCE

۶) بخوبی عدم تقارن آبراهه ها را در طرفین ۶B) موقعیت حوضه آبریز رودخانه ولم رود را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. شکل A) شکل

۶) نمائی سه بعدی از رودخانه ولم رود و خط الراس محدود کننده حوضه آبریز رودخانه ولم رود را C) رودخانه ولم رود نشان می دهد. شکل

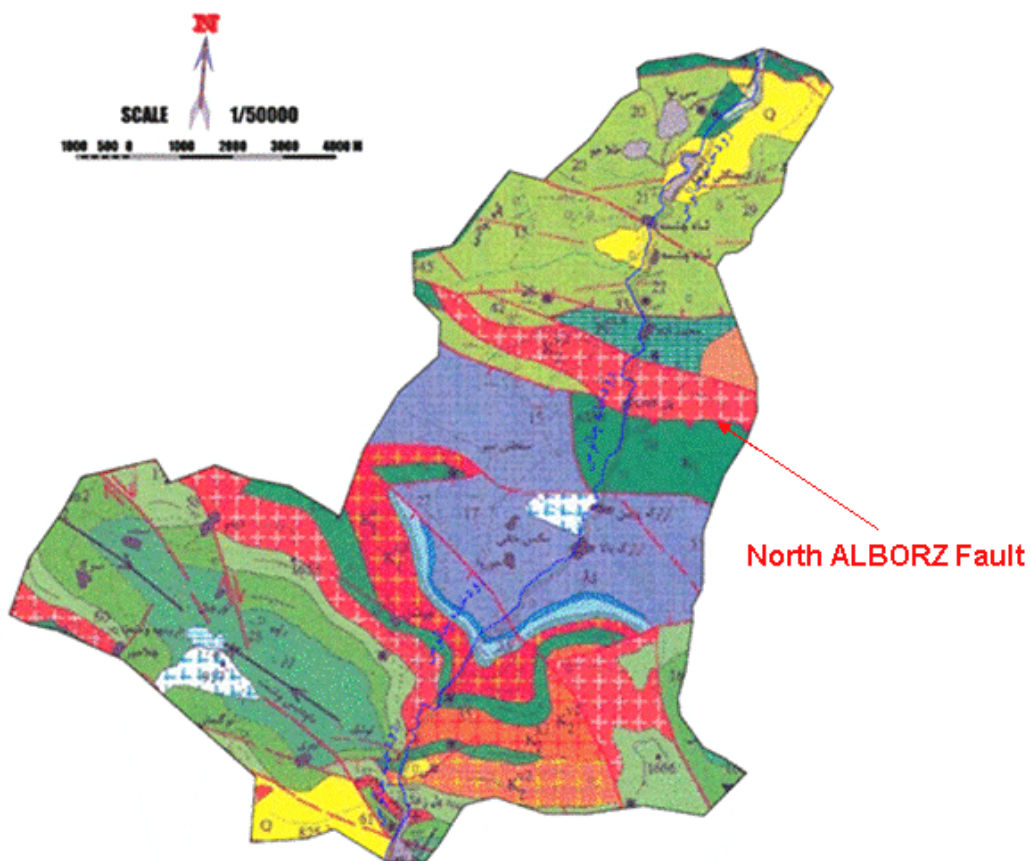
جهت محاسبه شاخص سه بعدی مقایسه ای عدم تقارن حوضه آبریز نشان می دهد.

Fig : 7 **COMPARE 3D.INDEX OF RIVERS**

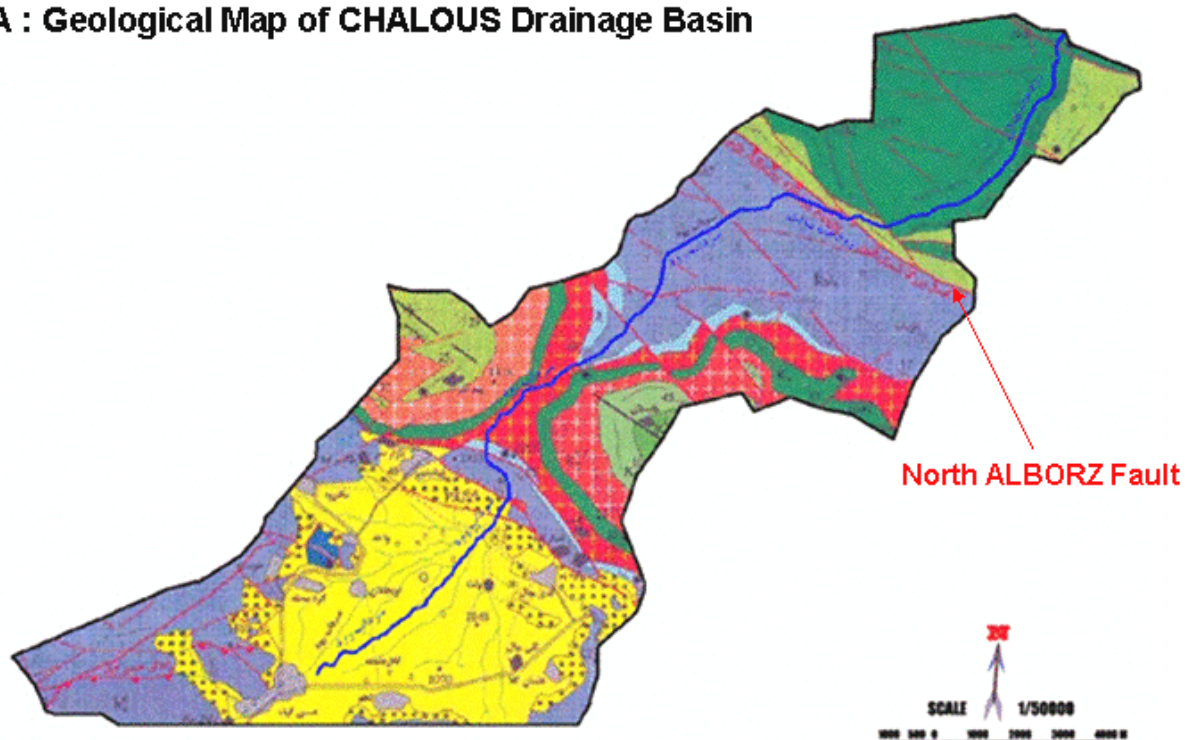


شکل (۷) نمائی سه بعدی از رودخانه های کرکرو، ولم رود و تيله رود را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. مقایسه شاخص های سه بعدی رودخانه ها نشان می دهد که رودخانه تيله رود بیشترین و رودخانه کرکرو کمترین تعادل دینامیکی را دارند.

Fig : 8



A : Geological Map of CHALOUS Drainage Basin



B : Geological Map of SARDABRUD Drainage Basin

شکل (۸A) نقشه زمین شناسی گستره حوضه آبریز رودخانه چالوس و شکل (۸B) نقشه زمین شناسی گستره حوضه آبریز رودخانه سرداب رود را همراه با موقعیت گسل شمال البرز در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که از نقشه زمین شناسی چالوس با مقیاس (۱/۱۰۰,۰۰۰) جدا گردیده است (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۲).

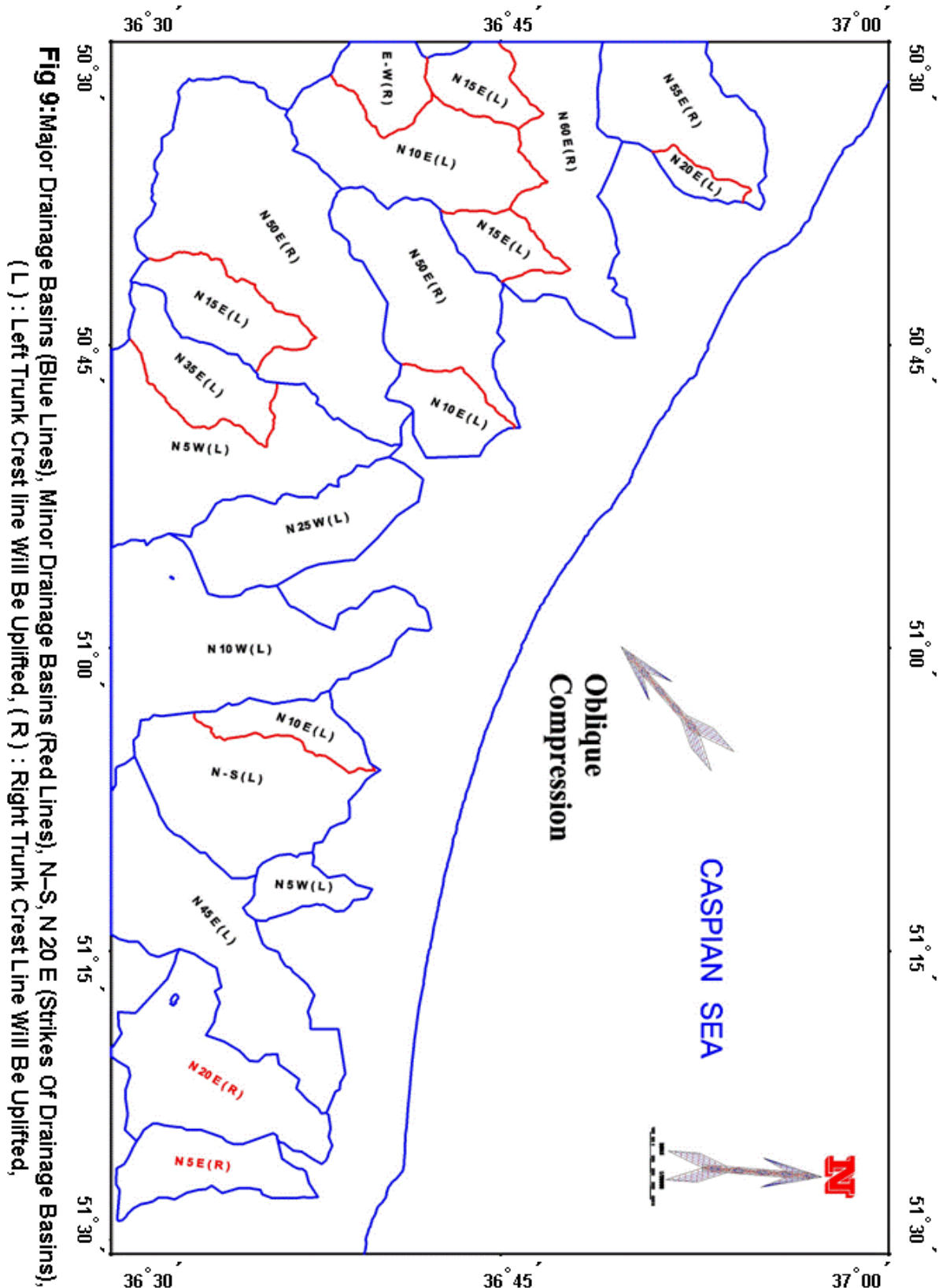


Fig 9: Major Drainage Basins (Blue Lines), Minor Drainage Basins (Red Lines), N-S, N 20 E (Strikes Of Drainage Basins), (L) : Left Trunk Crest line Will Be Uplifted, (R) : Right Trunk Crest Line Will Be Uplifted,

شکل (۹) موقعیت ۲۱ حوضه آبریز اصلی و فرعی را در حاشیه شمالی البرز بین چالوس و رودسر نشان می دهد. حروف و اعداد داخل حوضه های آبریز مانند N20E و N-S نمایانگر امتداد حوضه آبریز، حرف داخل پرانتز (R) فرازش خط الراس تنه سمت راست و (L) فرازش خط الراس تنه سمت چپ را نشان می دهد. راستای N45E می تواند راستای تنش فعلی حاکم بر رشته کوه البرز باشد که سبب می گردد تا، پی سنگ حوضه های آبریز با نظم خاصی بر اساس راستای شان فرازش یا فرونشست یابد.

Table: 1

D.B.N	3DI.DB	3DI.R	D.B.S
KRKROO	98.23%	99.19%	N5E
CHALOUS	98.02%	-----	N20E
SARDABRUD	97.98%	99.76%	N45E
TELEHRUD	97.42%	97.39%	N5W
KAZEMRUD	97.86%	98.45%	N-S
NAKRUD	97.72%	98.78%	N10E
AZARUD	97.98%	-----	N10W
VALAMRUD	97.36%	98.49%	N25W
SEHEZAR	96.63%	-----	N5W
KATEHRUD	95.80%	97.12%	N35E
NOOSHA	97.17%	98.94%	N50E
DARYASAR	95.30%	97.92%	N15E
TEROM	97.62%	98.37%	N50E
PALTAN	97.92%	98.86%	N10E
CHALKRUD	95.64%	-----	N60E
RUDARMO	95.59%	97.84%	N15E
LAKTARASHAN	96.44%	98.13%	N10E
LAKARUD	95.78%	-----	E-W
JALISAN	96.00%	97.09%	N15E
SAFARUD	97.32%	-----	N55E
SEEMRUD	97.52%	99.36%	N20E

Table: 2

D.B.N	3DI.LTCL	3DI.RTCL	D.B.S	U.T.C.L
KRKROO	98.25%	98.21%	N5E	R.B.C.L
CHALOUS	98.07%	97.96%	N20E	R.B.C.L
SARDABRUD	97.65%	98.26%	N45E	L.B.C.L
TELEHRUD	97.29%	97.49%	N5W	L.B.C.L
KAZEMRUD	97.67%	98.02%	N-S	L.B.C.L
NAKRUD	97.28%	98.45%	N10E	L.B.C.L
AZARUD	97.80%	98.16%	N10W	L.B.C.L
VALAMRUD	96.53%	98.36%	N25W	L.B.C.L
SEHEZAR	96.43%	96.86%	N5W	L.B.C.L
KATEHRUD	95.59%	95.80%	N35E	L.B.C.L
NOOSHA	97.34%	97.03%	N50E	R.B.C.L
DARYASAR	95.17%	95.39%	N15E	L.B.C.L
TEROM	97.75%	97.50%	N50E	R.B.C.L
PALTAN	97.74%	98.10%	N10E	L.B.C.L
CHALKRUD	97.56%	94.49%	N60E	R.B.C.L
RUDARMO	95.00%	95.93%	N15E	L.B.C.L
LAKTARASHAN	96.42%	96.45%	N10E	L.B.C.L
LAKARUD	96.45%	95.14%	E-W	R.B.C.L
JALISAN	95.65%	96.57%	N15E	L.B.C.L
SAFARUD	97.32%	96.91%	N55E	R.B.C.L
SEEMRUD	97.48%	97.60%	N20E	L.B.C.L

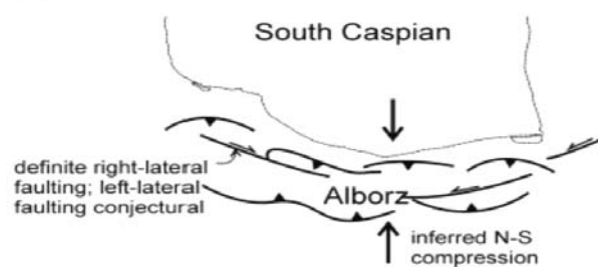
D.B.N: Drainage Basin Name
3DI.DB: Three Dimensional Index of Drainage Basin
3DI.R: Three Dimensional Index of River
D.B.S: Drainage Basin Strike
3DI.LTCL: Three Dimensional Index of Left Trunk Crest Line
3DI.RTCL: Three Dimensional Index of Right Trunk Crest Line
U.T.C.L: Uplifted Trunk Crest Line

جدول (۱) رژیم تکتونیک حاکم بر منطقه مورد مطالعه را بوسیله مقایسه شاخص های سه بعدی حوضه آبریز و رودخانه در ۲۱ حوضه آبریز نشان می دهد.
 جدول (۲) ارتباط بین خط الراس تنه فرازش یافته و امتداد حوضه آبریز را در ۲۱ حوضه آبریز اصلی و فرعی منطقه مورد مطالعه نشان می دهد.

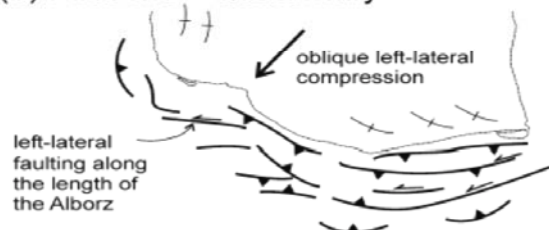
Fig : 10

Allen M.B. et al., 2007

(a) Miocene



(b) Pliocene - Quaternary



شکل (۱۰) روند تکاملی البرز را در اواخر سنوزوئیک نشان می دهد. (A) میوسن، (B) اواخر پلیوسن (Allen M.B. et al, 2007).