تأثیر گسله ها در شکل گیری تاقدیس های هزاردره در تپه های عباس آباد تهران

اسماعیل شبانیان بروجنی، کارشناس گروه لرزه زمین ساخت پژوهشکده زلزله شناسی پژوهشگاه
محمدرضا عباسی، استادیار گروه لرزه زمین ساخت پژوهشکده زلزله شناسی پژوهشگاه
یاسمن فربد، کارشناس گروه لرزه زمین ساخت پژوهشکده زلزله شناسی پژوهشگاه

۱- چکیده

هزار دره، قدیمی ترین واحد آبرفتی دشت تهران، عموماً از قلوه سنگ، ماسه و سیلت با جورشدگی خوب تشکیل شده، که خاستگاه ۹۰ درصد آنها از سنگهای ائوسن (سازند کرج) سرچشمه گرفته است. اثرهای پس از کوهزایی در این واحد بخوبی قابل بررسی است. حرکات نو زمین ساختی باعث چین خوردگی و گسلش این واحد آبرفتی شده است. روند ساختارها به صورت عمومی خاوری- باختری و شمال باختری- جنوب خاوری است.

هندسه و زایش چینها تاکنون به صورت کامل مطالعه و معرفی نشده اند؛ زیرا، هر اندازه گیری و شناسایی در ساختار، مستلزم برش و ایجاد دیواره در این واحدهاست. در این پژوهش با استفاده از برشهای ایجاد شده عمود بر روند ساختارها هندسه چینها و ارتباط آنها با گسله های مجاور آنها (گسله عباس آباد و گسله داوودیه) تعیین شده است.

کلیدواژه ها: هزار دره، عباس آباد، گسلش، ریخت زمین ساخت.

۲- مقدمه

آبرفتهای دشت تهران از قدیمی ترین آبرفت آن (سازند هزاردره) تا آبرفتهای کنونی (سری D) به دلیل قرارگیری ابرشهر تهران بر روی آنها مورد توجه پژوهشگران مختلف بوده است.

با افزایش جمعیت این شهر و تأسیسات آن، خطر زمین لرزه و مطالعه آن از دیدگاه نو زمین ساختی ضرورتی انکارناپذیر است. این گونه مطالعات و هر مطالعه دیگری که بر دانش ما در نحوهٔ شکل گیری ساختارهای نو زمین ساختی و ارتباط آنها با یکدیگر بیفزاید، کمک مؤثری در درک بهتر سازوکار گسله های لرزه زا و نحوهٔ فعالیت مجدد آنها خواهد بود.

مشکلی که همواره در بررسی ساختارهای نو زمین ساختی موجود در آبرفتها وجود دارد این است که هرگونه اندازه گیری و شناسایی ساختاری مستلزم ایجاد برش در آبرفت است. از این رو، ترسیم چهره ای کامل از رویدادهای نوزمین ساختی در آبرفتهای تهران تنها با در اختیار داشتن برشهای متعدد و اندازه گیریهای دقیق ممکن خواهد شد. به همین دلیل، هندسه و زایش چینها تاکنون به صورت کامل مطالعه و معرفی نشده اند. در این پژوهش با استفاده از داده های برداشت شده در برشهایی که عمود بر روند ساختارها ایجاد شده است، هندسه و ارتباط چینها با گسله های همسایه آنها تعیین شده است که در این مقاله برای نمونه چین تالقانی و گسله های پیرامون آن (گسله های داوودیه و عباس آباد) آورده شده است.

در مطالعه کنونی ضرورت وجود برشهای متعدد و کار دقیق در آبرفتها به منظور شناخت چهره ای دقیق از نو زمین ساخت (به عنوان نمونه در تپه های عباس آباد) آشکار و مشخص شده است. کار در آبرفت از ویژگیهای خاصی برخوردار است که آن را از کار در واحدهای سنگی متمایز می کند.

در پژوهشهای گذشته محور چینها با توجه به ریخت شناسی آبرفت هزاردره ترسیم شده است و هنوز روشن نیست که این چین خوردگیها از چه هندسه ای برخوردارند و با سایر ساختارها چه ارتباطی دارند. نبود بریدگی در عرض بعضی از گسله های اصلی تهران مانند

گسله داوودیه و عباس آباد سبب شده که ویژگیهای جنبشی و هندسه آنها هنوز بر ما آشکار نباشد. در این پژوهش، با شناسایی هندسه تاقدیس ها تلاش شده است که ارتباط ساختاری بین چین خوردگی و گسلش مشخص شود تا از این راه بتوان در شناسایی نیروهای اعمال شده در هنگام شکل گیری چینها و ویژگیهای جنبشی گسله های پیرامون آنها گامی پیش نهاد.

آبرفت هزار دره در پی برپایی رشته کوههای البرز در حاشیه جنوبی آن نهشته شده است. پراکندگی این آبرفت در سال ۱۳۳۵ پس از تهیه اولین عکسهای هوایی ایران، توسط ریبن معرفی شد. بر این اساس، قلوه های گرد شده تا نیمه گرد شده هزار دره در گسترهٔ کوهپایه ای بین سمنان تا قزوین شناسایی شد. ۹۰ درصد این آبرفت از توفهای سازند کرج سرچشمه گرفته است که در خمیره ای از ماسه، سیلت و رس قرار دارد. جورشدگی نسبتاً خوب این آبرفت گویای اختلاف پتانسیل کم بالا دست و پایین دست حوضهٔ آبرفتی است و بیانگر این حقیقت است که رشته کوههای البرز در هنگام شکل گیری این آبرفت از ارتفاع زیادی برخوردار نبوده است.

ریبن از اولین پژوهشگرانی بود که این آبرفتهای دشت تهران را دسته بندی و نام گذاری کرد [۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶]. بر این اساس، آبرفت هزاردره با نام افق *(A)* جزو قدیمترین واحد آبرفتهای پس از کوهزایی در حاشیه جنوبی البرز مرکزی به شمار می آید. این افق به نام "افق همگن" نیز نامیده شده است. دو واحد مجزا در این افق توسط انگالن و خادم معرفی شده است [۷ و ۸].

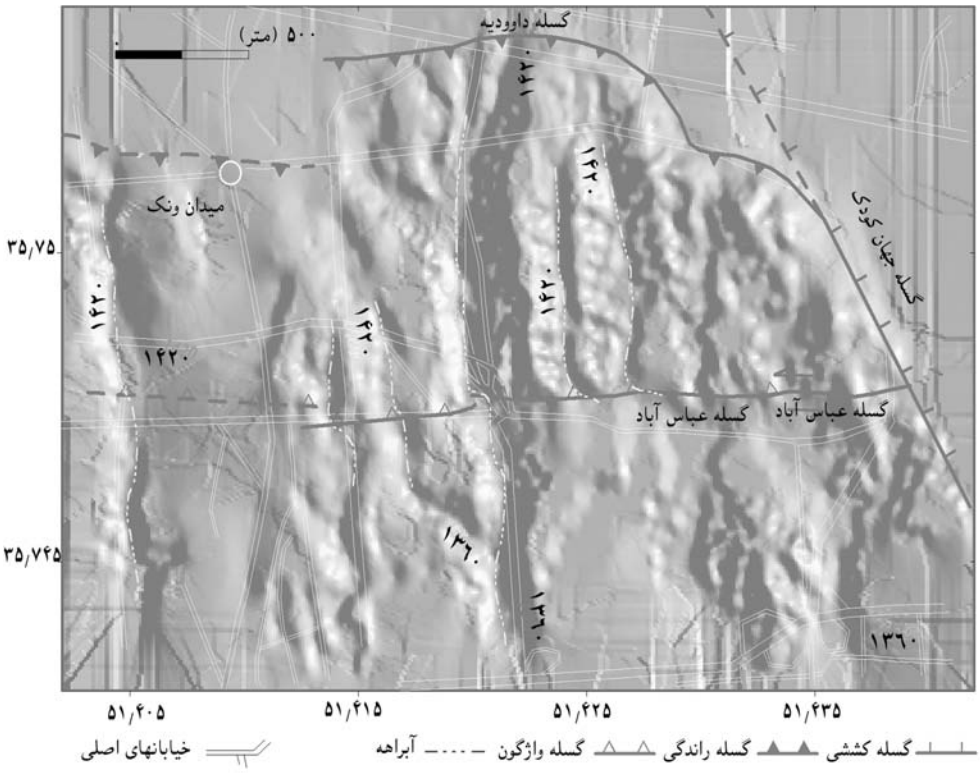
طی رویدادهای پایانی زمین ساختی چرخه آلپی (در اواخر پلیوسن و یا پلیوسن- پلیستوسن) این افقها پذیرای چین خوردگی و گسلش گردیده اند. تپه های کم ارتفاع پهنه کوهپایه ای تهران (تپه های عباس آباد، قیطریه، لویزان و شهرک غرب) پیامد این حرکات زمین ساختی است. مرز شمالی هزار دره راندگی شمال تهران است که سازند کرج را بر روی این آبرفت با شیب رو به شمال رانده- است. از این مرز شیب توپوگرافی به صورت ناگهانی تا بلندترین قله آن (توچال) بالا می رود. مرز جنوبی برونزدهای این افق تا خیابان مطهری قابل پیگیری است.

۳- بررسی کارهای گذشته

ریبن [۳ و ۶] برای اولین بار هفت محور چین خوردگی در آبرفتهای هزار دره در محدوده شهر تهران و پیرامون آن تعیین کرد. انگالن [۷] نیز ضمن ساده کردن نقشه ریبن دوازده محور چین خوردگی معرفی کرده است. بر اساس مطالعات ژئوالکتریکی که برای سازمان آب وقت انجام شد نیز محور چین خوردگی ها معین و معرفی شدند [۹ و ۱۰] چالنکو [۱۱] با حذف دو محور چین خوردگی همان نقشه های چین خوردگی انگالن را ارائه می کند بدون اینکه بر دانش ما از نظر هندسه و ارتباط ساختاری آن با عناصر دیگر ساختاری بیفزاید. محل محور تاقدیس ها در همه پژوهشهای پیشین بر روی بلندترین خط الرأس تپه های نامبرده و محور ناودیس ها در نواحی پست منظور شده است. ویژگیهای مشترکی که پژوهشگران نامبرده برای چینهای موجود در هزار دره در آن اتفاق نظر دارند عبارتند از:

- چینهای آبرفت هزار دره نامتقارن می باشد و شیب یال شمالی بیشتر از یال جنوبی است (یال شمالی دارای شیب زیاد تا برگشتگی به سمت شمال است) [۱۱].
- راستای محور چینها به صورت عمومی به موازات لبه کوه و دشت در شمال تهران قرار می گیرد (تقریباً خاوری- باختری).
- علت چین خوردن آبرفت هزار دره، راندگی کوههای شمال تهران بر روی این آبرفت است.

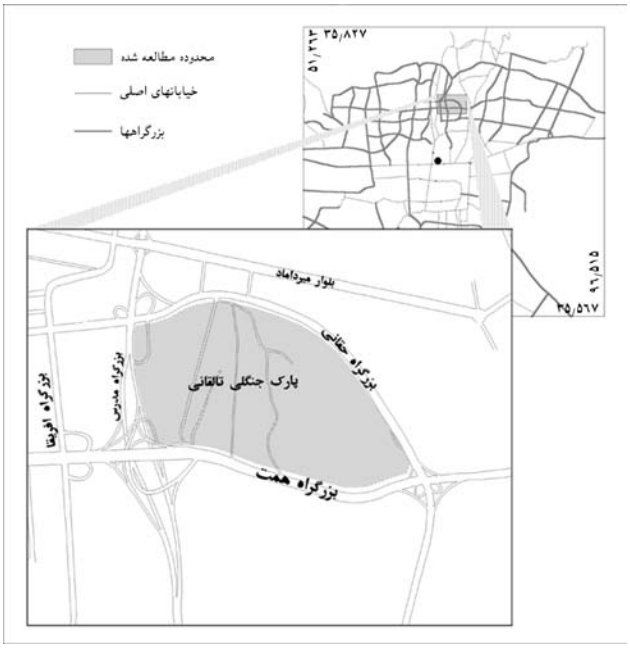
در آخرین پژوهشی که در قالب یک پایان نامه کارشناسی ارشد توسط حسینی [۱۲] انجام شد نیز محل دقیق این چینها، هندسه آنها و ارتباط ساختاری آنها با گسله های تهران مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در این مقاله که تنها بخشی از پژوهش چندین ساله بر روی ساختارهای موجود در هزار دره تهران است، برشهای مربوط به تاقدیس تالقانی، ویژگیهای هندسی آن و ارتباط آن با گسله های عباس آباد و داوودیه، ارائه و بحث شده است. در این راستا تلاش شده تا با بهره گیری از فنّاوری *GPS*، موقعیت دقیق لایه بندیهای برداشت شده و محور چین بر روی نقشه ها نشان داده شود و برشهای زمین شناسی نزدیک به واقعی از آنها ارائه گردد (شکل ۱).



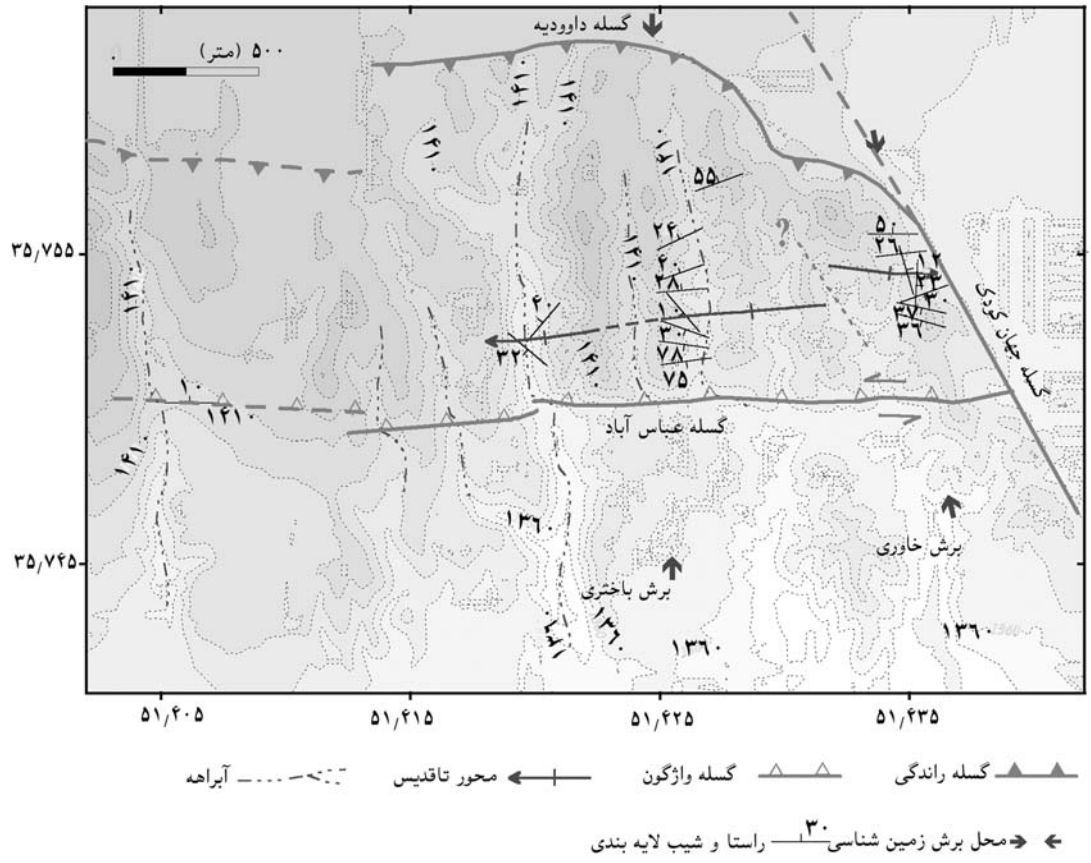
شکل (۱): نقشه برجسته پارک تالقانی و ارتباط ریخت شناسی منطقه با گسله های داوودیه و عباس آباد تا خیابانهای اصلی شهر تهران، در زمینه این شکل آورده شده، اعداد روی نقشه نشان دهنده ارتفاع آن نقطه به متر است.

۴- موقعیت و زمین شناسی ناحیه مطالعه شده

تپه های عباس آباد در محل پارک تالقانی از شمال به بزرگراه حقانی و از جنوب به بزرگراه همت محدود می شود (شکل ۲). بزرگراه مدرس در بخش باختری این پارک با راستای شمالی- جنوبی ناحیه مورد مطالعه را محدود- می کند. این تپه ها پیامد فرایش هزار دره و واحدهای جوانتر روی آن در پی گسلش و چین خوردگی روی داده در کوهزایی پاسادنین و پس از آن پدیدار شده اند. یکی از زیباترین مجموعه های ساختاری کواترنر کوهپایه تهران را در این محل می توان به چشم دید (شکل ۳). این مجموعه ساختاری شامل یک تاقدیس کامل است که با دو پهنه گسله داوودیه در شمال و عباس آباد در جنوب محدود و دگرشکل شده است [۱۳]. تاقدیس مزبور توسط حسینی [۱۲] به نام تاقدیس عباس آباد معرفی شد؛ اما، نبود برشهای مناسب در عرض آن و عدم دقت مکانیابی برداشتها سبب شد که این ساختار به طور دقیق معرفی نشود و در نتیجه ارتباط آن با گسله های پیرامون ناشناخته بماند. این تاقدیس با میانگین شیب ۲۵ درجه برای یال شمالی و ۳۰ درجه برای یال جنوبی، از گونه غیر استوانه ای نامتقارن معرفی گردید و محور آن ۲۸۵/۱۰ به دست آمد [۱۲].



شکل (۲): موقعیت منطقه مطالعه شده در شهر تهران



شکل (۳): نقشه ساختاری پارک تالقانی که موقعیت دقیق تاقدیس تالقانی و لایه بندیها بر روی آن نشان داده شده است. خطوط نقطه چین نازک نمایش دهنده خطوط هم ارتفاع و ارتفاع خطوط مربوطه است. شیب لایه بندیها در کنار راستای آنها با عدد نشان داده شده است

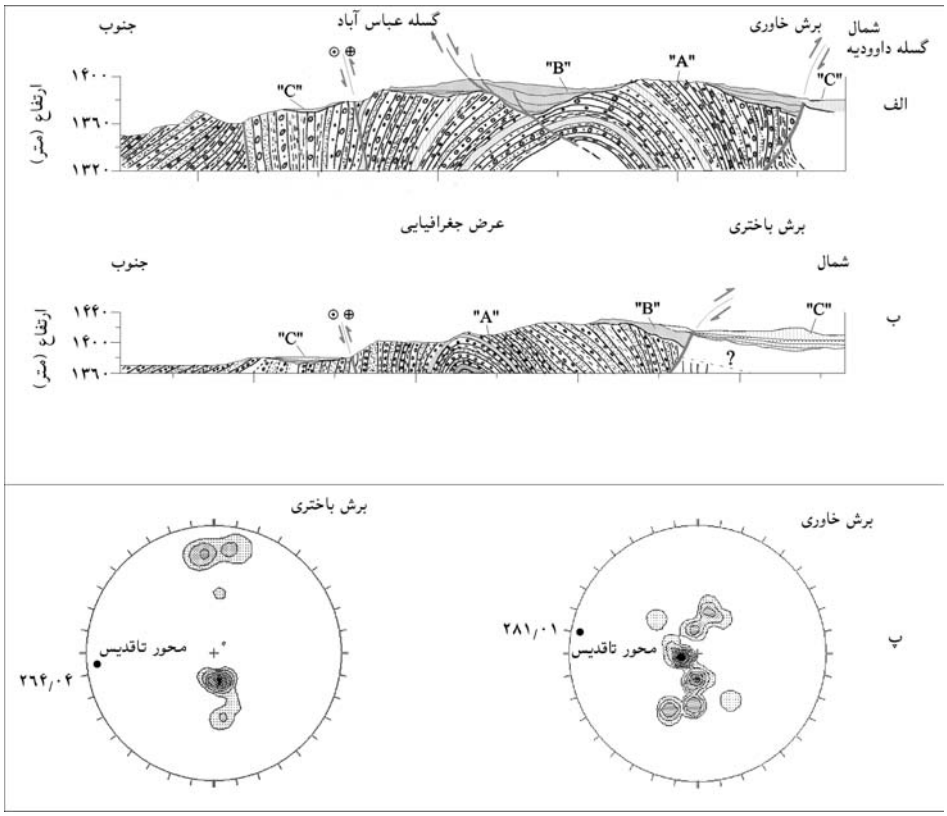
در سالهای اخیر با ایجاد راههای متعدد شمالی- جنوبی و احداث فرهنگستان و کتابخانه ملی در بخش شمالی این تپه، برشهای بیشتری برای مطالعه ساختارهای موجود در این محل فراهم شده است. بازدیدهای صحرایی نشان داد که بیش از یک محور تاقدیس در این محل می گذرد. از این رو، هندسه کامل آنها در طول تمام برشهای ایجاد شده با اندازه گیری لایه بندیهای موجود تعیین شد. هندسه چینها هم در بازدیدهای صحرایی و هم در تحلیل داده ها نشان دادند که سیمای این چینها به طور محسوسی در امتداد محور چین متغیر است. از این رو، برای بررسی هندسه چینهای موجود اطلاعات مربوط به هر برش به صورت جداگانه تحلیل شده و برشهای مطالعه شده از خاور به باختر با نامهای برش باختری و برش خاوری در این مقاله معرفی شده اند. اندازه گیری لایه بندی در آبرفتها نمی تواند به صورت کاملاً دقیق صورت گیرد؛ بنابراین، برای این منظور در هر ایستگاه اندازه گیری ۳ تا ۴ اندازه گیری صورت گرفته تا با داشتن تعداد بیشتر اندازه گیری، خطا به حداقل رسانده شود.

۴-۱- برش خاوری

این برش در خاوری ترین بخش تپه عباس آباد قرار دارد که توسط خروجی از بزرگراه حقانی می توان بدان دست- یافت. برش کاملی از تاقدیس تالقانی در اینجا قابل دسترسی است. در پیمایش از شمال به جنوب در عرض این تاقدیس، لایه های پرشیب یال شمالی در همسایگی گسله داوودیه، به لایه های افقی در محور چین تغییر می کند. یال جنوبی آن با شیب کمتری نسبت به یال شمالی، سیمایی نامتقارن به تاقدیس بخشیده است. لایه های یال جنوبی نیز در همسایگی با گسله عباس آباد پر شیب تر شده، به لایه های شاقولی تغییر وضعیت می دهد (شکل ۴، الف). محور چین و یال جنوبی بخوبی قابل اندازه گیری و مشاهده است. یال جنوبی با گذشتن چندین متر از محور چین توسط مجموعه ای از گسلهای کششی و فشارشی بریده شده است.

در تحلیل هندسی این برش از تاقدیس مشاهده- می شود که تمرکز قطب لایه بندیها در یک الگوی ساده قرار-

نمی گیرد و دارای پراکندگی است. این پراکندگی تمرکز قطب لایه بندیها، در هر دو یال دیده می شود و بیانگر چرخش هر دو یال نسبت به وضعیت نخستین است. این چرخش در هر دو یال شمالی و جنوبی پیامد یک حرکت برشی راستگرد در راستای گسله های محصور کننده چین هنگام شکل گیری این چین می باشد. در شکل (۴، پ) برای هر تمرکز یک صفحه میانگین ترسیم شده است که تعداد آنها به شش عدد می رسد. محل برخورد این صفحات میانگین حاکی از وجود دو محور چین است که اعمال برش راستگرد را در عرض تاقدیس تالقانی تأیید می کند. در تحلیل نهایی، از یک محور کلی به عنوان میانگین این دو محور یاد شده است. محور این تاقدیس با روند ۲۸۱/۰۱ و میل رو به باختر به دست آمده است.

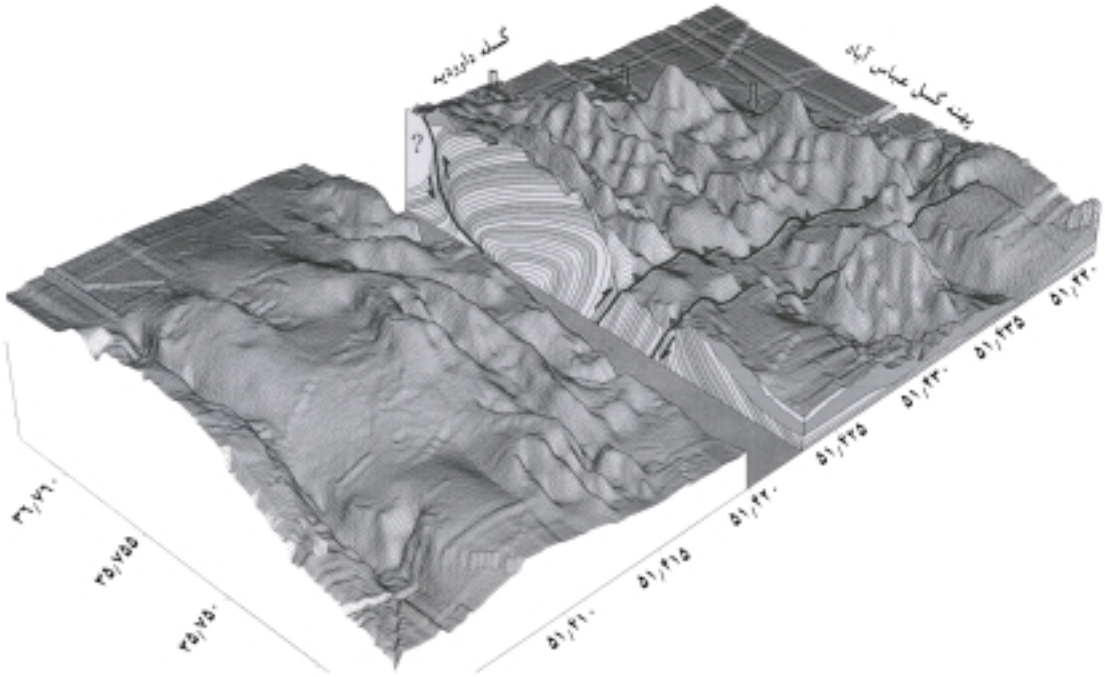


شکل (۴): برشهای خاوری و باختری از تاقدیس تالقانی نمودارهای تمرکز قطب لایه بند و محور تاقدیسهای مزبور

۴-۲- برش باختری

رخنمون این بخش از تاقدیس در دو جاده شمالی-جنوبی ایجاد شده در کارگاه مترو پدیدار است. محور چین در هر دو برش بوضوح دیده می شود. یال شمالی این چین با لایه هایی از افق هزار دره شروع می شود که با شیب ۶۰ درجه توسط لایه هایی از افق A2 به صورت دگر شیب با شیب ۳۰ درجه پوشیده شده است [۸]. یال جنوبی این چین پس از گذر از هسته چین با افزایش تدریجی شیب لایه بندی به گسله عباس آباد منتهی می شود. در این برش، نکات نهفته بیشتری از برش خاوری آشکار می شود. به عبارت دیگر، افزون بر همانندی ساختار عمومی تاقدیس در برشهای خاوری و باختری، سطح محوری تاقدیس در برش باختری بر خلاف برش خاوری، شیبی رو به شمال (سمت خواب رو به جنوب) داشته، تأثیر تغییرشکل برشی راستگرد در یال جنوبی بیش از یال شمالی است. اختلاف در پراکنش قطب لایه بندیهای برداشت شده (شکل ۴، پ) گویای این واقعیت است. وجود ناپیوستگی زاویه دار بسیار مشهود میان بخشهای زیرین و بالایی هزار دره، (واحد A2) با واحدهای قدیمی تر از آن است که این خود نشانه آغاز چین خوردگی پیش از تشکیل A2 در این منطقه است. از آنجایی که ستبرای A2 بر روی یال شمالی کمتر از یال جنوبی است،

اما اختلاف زاویه میان A2 و واحدهای زیرین در یال جنوبی نسبت به یال شمالی کمتر است، می توان چنین نتیجه گرفت که چین خوردگی از یال شمالی و همسایگی گسله داوودیه آغاز شده و پس از تشکیل تاقدیس تالقانی، جنبش در امتداد گسله عباس آباد سبب پر شیب شدن و چرخش راستگرد یال جنوبی شده است. این مجموعه جنبش ها، باعث نزدیک شدن شکل تاقدیس به یک چین جعبه ای *(Box Fold)* گردیده است (شکل ۵).



شکل (۵): نمای سه بعدی (بلوک نمودار) تپه های عباس آباد که در آن جایگاه گسله های داوودیه و عباس آباد و ارتباط آنها با توپوگرافی این تپه ها نشان داده- شده است. برش زمین شناسی در عرض آن با استفاده از داده های صحرایی برداشت شده در محل برش تهیه شده است.

عرض این برش از تاقدیس تالقانی (شکل ۴، ب)، ویژگیهای هندسی آن را به طور کامل مشخص کرده است. بر این اساس، میانگین یالهای شمالی و جنوبی به ترتیب با موقعیتهای یال شمالی ۳۴۹/۲۵، یال جنوبی ۱۷۴/۷۶ به دست آمده، محور چین دارای روند ۲۶۴ و شیب ۴ درجه رو به خاور است. تاقدیس مزبور در این برش از گونه نامتقارن با سطح محوری رو به شمال و از گونه استوانه ای است. پراکندگی قطب لایه بندیها در قلمروهای پیرامون قلمرو اصلی چین، نشانه اعمال دگرشکلی در یالهای این تاقدیس پس از تشکیل و در طی فرگشت آن است (شکل ۵).

۵- ارتباط ساختاری تاقدیس ها و گسله ها

چین های تشکیل شده در طبیعت از دیدگاه فرایشی می توانند دارای علل مختلف باشند. البته چینها نشان دهندهٔ کوتاه شدگی هستند ولی کوتاه شدگی می تواند معلول حرکات امتدادلغز، راندگی و یا حرکات شاغولی پی سنگی باشد. عوامل ذکر شده بویژه در چینهایی که در ابعاد وسیع منطقه ای و یا در کوهپایه ها تشکیل- می شوند نقش بسیار مهمی ایفا می کنند و به طور کلی می توان در این موارد تشکیل چینها را در ارتباط تنگاتنگ با حرکات گسله ها دانست.

تاقدیسی که در این پژوهش تحلیل گردید در ارتباط مستقیم با گسله های مهمی چون عباس آباد و داوودیه فرگشت یافته است. شکل نامتقارن چین و نمودار تمرکز قطب لایه بندیها نه تنها نشان دهندهٔ حرکات شاغولی گسله های پیرامون است؛ بلکه چرخش یالها نسبت به حالت نخستین گویای وجود مؤلفه افقی راستگرد در امتداد این گسله هاست.

پروفیل های ترسیم شده در عرض گسله های داوودیه و عباس آباد نشان می دهد که لایه بندیها با نزدیک شدن به این گسله ها، شاغولی شده و ارتباط زاویه لایه ها را از حالت طبیعی خود دور کرده است، به گونه ای که بر خلاف معمول با

دور شدن از محور چین رو به هر دو سو، لایه ها پر شیب تر می شود.

۶- ریخت شناسی هزار دره چین خورده

پژوهشگرانی که تاکنون سعی در تعیین محل چین خوردگیهای آبرفت هزار دره کرده اند محور تاقدیس ها را مرتبط با بلندترین بخش تپه های برآمده دشت تهران دانسته اند [۷،۴ و ۸]. با اندازه گیریهای وسیعی که از لایه بندیهای موجود در هزار دره صورت گرفته، این ارتباط در بعضی از چینها مشخص شده است [۱۲].

در تپه های عباس آباد کاملاً برخلاف انتظار، محور چینها در پستی ها قرار می گیرند که این پدیده با ریخت شناسی هزار دره و تاقدیس ها مطابقت ندارد (شکل ۳). علت این امر را باید در پخش نیرو در تاقدیسها جست. تاقدیسها در کمان بیرونی خود متحمل کشش می شوند.

در برشهای بررسی شده به خوبی دیده می شود که بلندترین نقاط چین بر روی لایه های پر شیب شده تاقدیس، در پی عملکرد گسله های داوودیه و عباس آباد قرار گرفته است (شکل ۴، الف و ب).

این نیروی کشش در کمان بیرونی، سبب پیدایش درزه های کششی و گسله های کششی و امتدادلغز با مؤلفه کششی شده و از استحکام مواد تشکیل دهنده چین در این بخش می کاهد. در نتیجه مقاومت فرسایشی تاقدیس در این بخش کاهش یافته، آهنگ فرسایش و ویرانی آن بیشتر می شود.

۷- نتیجه گیری

ویژگیهای هندسی تاقدیس تالقانی عبارتند از:

۱- تاقدیس از نوع استوانه ای دگرشکل شده می باشد.

۲- محور تاقدیس دارای روند ۲۸۱/۰۱ است.

۳- زاویه میان یالی به دست آمده در برشها باختری و خاوری ۷۹ و ۱۱۵ درجه بوده، چین از نوع باز است.

۴- یالهایی از تاقدیس که در همسایگی گسله های مهم قرار می گیرند پذیرای چرخش شده اند.

۵- ارتباط زاویه دگرشکلی و ستبرای واحد A2 هزار دره با واحدهای قدیمی تر آن در یالهای شمالی و جنوبی تاقدیس تالقانی، نشانه تشکیل آن در همسایگی گسله داوودیه و دگرشکلی دوباره آن توسط گسله عباس آباد در زمان فرگشت تاقدیس است.

۶- تشکیل و فرگشت این تاقدیس ارتباط مستقیمی با راندگی شمال تهران نداشته، ناشی از فعالیت گسله های کوهپایه ای تهران است.

۷- نقش متقابل ریخت شناسی هزار دره و محور تاقدیسها در مثال تپه های عباس آباد بیانگر این واقعیت است که بلندترین نقاط در تپه های تشکیل-شده از هزار دره بر محور چینها منطبق نیست. از این رو بلندیها و پستی های موجود در هزار دره را نمی توان به سادگی و در همه موارد به محور تاقدیسها و ناودیسها نسبت داد. در این زمینه بررسیهای بیشتری لازم است تا روشن سازد که ریخت شناسی هزار دره تحت تأثیر کدامیک از عناصر ساختاری قرار دارد.

۸- تاقدیسهای تشکیل شده پیوسته نیستند؛ بلکه، آرایشی پله ای دارند که حاکی از حرکات برشی در هنگام شکل گیری یا فرگشت این چینهاست.

۸- مراجع

1.Rieben, E.H., (1953a). "Note Preliminaire Sur Les Terrains Alluviaux De Teheran et Particulierment du Territoire de SHemran", Bull. Lab. Geol. Min. Geophy. Et Mus. Geol. (Univ. Lausanne), Vol. 105, pp. 1-12.

2.Rieben, E.H., (1953b). "Contribution a la Geologie de I' Azerbeidjan Persan", Bull. Soc. Neu. Chateloise Sci. Nat., Neuchatel, Vol. 59, pp. 19-144.

3.Rieben, E.H., (1955), "The Geology of the Tehran Plain", Am. J. Sci. Vol. 253, pp. 617-639.

4.Rieben, E.H., (1960). "Les Terrains Alluviaux de la Region de Tehran", Arid Zone Res. Center, Univ. Tehran, Pub. 4.

5.Rieben, E.H., (1961). "Groundwater Investigations", F.A.O, 1324, Rome.

6.Rieben, E.H., (1966), "Geological Observations on Alluvial Deposits in Northern Iran", Geol. Surv. Iran. Vol. 9, 39p.

7.Engalenc, M.,(1968). "Contribution a La Geologie, Geomorphologie, Hydrogeologie De La Region De

Teheran (Iran)", C.E.R.H., Montpellier, France, 365p.

۸- خادم، نصرالله. "رسوبات آبرفتی گسترهٔ تهران (کوهپایه- دشت)" ، مجله علوم زمین، زمستان ۷۱، سال دوم، شماره ۶، ۱۳۷۱.

9.Knill. J.L., & Jones, K.S., (1968). "Ground Water Conditions in Greater Tehran", Quart. J. Eng. Geol. pp.181-194.

10.S.A.G.P., (Sir Alexander Gibb and Parteners, London), (1958), "Water Resources Survey Tehran Region". Plan Organization, Tehran.

11.Tchalenko, J.S., (1975). "Seismotectonic Framework of the North Tehran Fault", Tectonophysics, Vol. 29, pp. 411-420.

۱۲- حسینی، سیدحسین. "تعیین رابطه چین خوردگی و گسلش در سازند آبرفتی (کنگلومرایی) هزار دره از جاجرود تا قزوین". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۵.

۱۳- بربریان، مانوئل؛ قرشی، منوچهر؛ ارژنگ روش، بهرام؛ مهاجر اشجعی، ارسلان. "پژوهش و بررسی ژرف نو زمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه- گسلش در گسترهٔ تهران و پیرامون"، تهران: سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۵۶، ۱۳۶۴.

14.Tchalenko, J.S., Berberian, M., Iranmanesh, H., Bailly, M., & Arsovsky, M., (1974), "Tectonic Framework of the Tehran Region, In: Materials for the Study of Seismotectonics of Iran; North-Central Iran", Geol. Surv. Iran. Vol. 29, pp. 7-46.

15.Tchalenko, J.S., Berberian, M.j Iranmanesh, H.j Baily, Mj Arsouskym. (1974a), "Tectonic Frame of Tehran Region In: Materials for the Study of Seismotectonics of Iran, North Central Iran", Geol. Surv. Iran. Rep., Vol. 29: pp. 7-46. ◄