

# اشکال مختلف مخروطافکنه‌ای در اطراف توده کوهستانی میشوداغ (شمال غرب ایران) با تأکید بر نقش فعالیت‌های تکتونیکی کواترنر در ایجاد آنها

داود مختاری<sup>۱\*</sup>، فریبا کرمی<sup>۲</sup>، مریم بیاتی خطیبی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- استادیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استادیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

پذیرش: ۸۶/۱/۲۷

دریافت: ۸۴/۱۱/۵

## چکیده

در امتداد جبهه کوهستانی دامنه شمالی و جنوبی رشته کوهستانی میشوداغ، واقع در شمال غرب ایران، مخروطافکنه‌هایی شکل گرفته‌اند که تشکیل آنها بی ارتباط با عوامل محیطی، از قبیل فعالیت‌های تکتونیکی نیست. در این تحقیق، فعالیت‌های تکتونیکی در بخش‌های مختلف رشته کوهستانی میشوداغ (۳۷ مخروطافکنه کواترنری در قالب چهارگروه)، به عنوان مهمترین عامل ایجادکننده فضای مناسب برای رسوبگذاری فرض شده است و برای اثبات این فرضیه و دستیابی به اهداف آن که همانا تعیین نقش فعالیت‌های تکتونیکی در ایجاد اشکال مخروطافکنه‌ای است، ابتدا مخروطافکنه‌های واقع در دو سوی کوهستان و حوضه‌های مربوط شناسایی، و سپس ویژگی‌های مورفولوژیکی و شاخص‌های مورفومتری آنها از طریق کارهای میدانی، تحلیل نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و تفسیر عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای استخراج و ارتباط بین این ویژگی‌ها از طریق روش‌های آماری بررسی شده‌است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نقش فعالیت‌های تکتونیکی در کنترل سازوکارهای مؤثر در

E-mail: d.mokhtari@tabrizu.ac.ir

\* نویسنده مسؤول مقاله:



مورفولوژی و مورفومتری سیستمهای مخروط افکنه‌ای منطقه، نقشی دوگانه بوده است. این فعالیتها از یک سو موجبات جابه‌جاییهای تکتونیکی را در حوضه‌های آبریز فراهم کرده‌اند و از سوی دیگر، با ایجاد حرکات عمودی و راستالغز در پایکوههای شمالی و جنوبی میشوداغ، تفاوت‌هایی را در نوع فضای رسوبگذاری در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه پدید آورده‌اند. در کل، اثر این فعالیتها بر سیستمهای مخروط افکنه‌ای منطقه به صورت تغییر در زاویه رفت و روب، ویژگیهای نیمرخ طولی و عرضی سطح، چندبخش‌شدگی، بریدگی رأس، تشکیل خندقهای فرسایشی، بالآمدگی رسوبات کواترنری، تشکیل مخروط افکنه‌های تلسکوپی، ویژگیهای ساختمان زیرین مخروط افکنه‌ها و همچنین کشیدگی حوضه‌های آبریز تغذیه‌کننده، تغییرات شیب در جبهه کوهستانی، وجود آلومتری مثبت در رابطه بین مساحت مخروط افکنه‌ها و مساحت حوضه‌های آبریز در برخی از گروههای مخروط افکنه‌ای و تشکیل حوضه‌های رسوبی جدید، ظاهر شده است.

**کلید واژه‌ها:** اشکال مخروط افکنه‌ای، فعالیت‌های تکتونیکی کواترنری، مورفومتری مخروط افکنه‌ها، توده کوهستانی میشوداغ، شمال غرب ایران

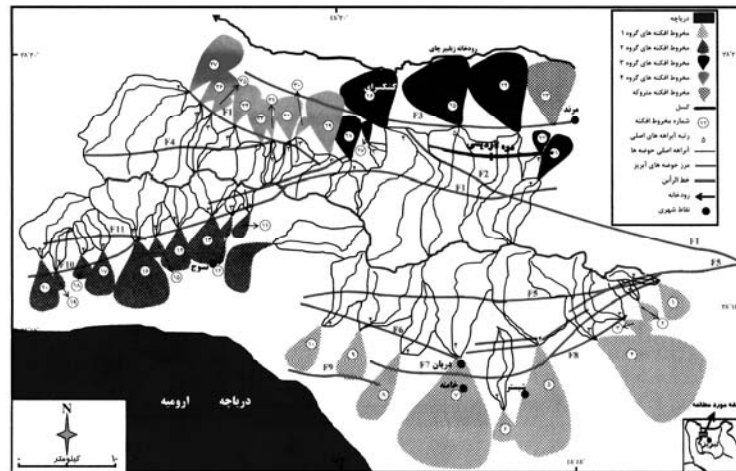
## ۱- مقدمه

پایکوهها و جبهه‌های کوهستانی ایجاد شده در اثر فعالیت‌های تکتونیکی، مثل گسلش، در کنار معلومات ما در مورد نحوه تکامل دامنه‌ها و فرایندهای فعال در آنها، اساس تحلیلهای آثار متقابل تکتونیک و فرسایش را در ایجاد اشکال خاص تشکیل می‌دهند [۱، ص ۲۵۷]. در این بین، مورفولوژی مخروط افکنه‌ها خود می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی را در مورد جریان تکاملی آنها در اختیار بگذارد [۱، ص ۲۷۱؛ ۲، ص ۳۱؛ ۳، ص ۷۵]. از دیدگاه مورفولوژیکی، مخروط افکنه‌ها اشکالی مخروطی و طاق‌مانند هستند که مواد تشکیل دهنده آنها عمدتاً درشت دانه‌اند [۴، ص ۵۷]، لکن مورفولوژی سطح هر کدام از این مخروط افکنه‌ها ویژگیهای مخصوص به خود دارد. اشکال گوناگون مخروط افکنه‌ها از جمله معیارهایی است که برای شناسایی فرایند مورفولوژیکی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل مخروط افکنه در واقع، نتیجه چگونگی رسوبگذاری، به هنگام خارج شدن رودخانه از آبراهه و پخش آن در سطح مخروط افکنه است [۵ و ۶، ص ۱۸۲]. لذا وجود محل مناسب برای

رسوبگذاری عناصر به وسیله رودخانه در محل خروج از آبراهه، شرط لازم برای انباشت رسوب است. از این محل، به عنوان «فضای مناسب برای رسوبگذاری»<sup>۱</sup> یاد می‌شود. دامنه‌های دو سوی رشته کوهستانی میشوداغ از این حیث دارای موقعیت برتر و منحصر به فردی هستند. با توجه به حاکمیت رژیم آب و هوایی نیمه خشک بر منطقه، فعالیتهای تکتونیکی آن موجب حرکات عمودی با مقادیر بسیار متفاوت بالاآمدگی در بخشهای مختلف شده است. نتیجه عملکرد این فعالیتهای به همراه سایر فرایندهای محیطی و ژئومورفولوژیک، تحمیل سازوکارهای کنترلی متعددی بر چگونگی نهشته‌گذاری در مخروط‌افکنه‌های منطقه بوده است. تغییر در الگوی شبکه آبراهه‌ای منطقه در اثر انحرافها و اسارت‌های ناشی از فعالیتهای تکتونیکی و در نتیجه، تغییر در مسیر انتقال رسوب از یک محل به محلی دیگر، از جمله شاخصترین آثار فعالیتهای تکتونیکی است [۷، ص ۸۰]. با توجه به مجاورت مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی میشوداغ با دریاچه ارومیه، تکامل آنها به‌ویژه در پایین‌دست آنها، مستقل از تغییرات سطح دریاچه نبوده است.

در این مقاله، اشکال مختلف مخروط‌افکنه‌ای موجود در بخشهای مختلف پایکوههای میشوداغ (شکل ۱) مورد بررسی قرار گرفته و روابط موجود بین مخروط‌افکنه‌ها و حوضه‌های آبریز تغذیه‌کننده آنها تحلیل می‌شود. در محدوده مورد مطالعه، تمام مخروط‌افکنه‌ها در امتداد جبهه کوهستانی دامنه شمالی و جنوبی میشوداغ گسترش دارند، لکن تمام این مخروط‌افکنه‌ها حاصل عمل فرسایش رودخانه‌ها در کوهستان میشو هستند که در حد فاصل جبهه کوهستانی و رودخانه زلیبیرچای در شمال کوهستان، و جبهه کوهستانی و دریاچه ارومیه و پلایاهای جنوب جلگه تبریز در جنوب آن جای گزیده‌اند و با توجه به اینکه در مواردی مخروط‌افکنه‌ها خود را به دشتهای سیلابی مجاور رسانده‌اند، لذا مرز انتهایی آنها چندان شیب‌دار نیست.



شکل ۱ گسلهای مهم، حوضه های آبریز، آبراهه های اصلی و مخروط افکنه های محدوده مورد مطالعه، گسلهای مختلف با علامت F مشخص شده اند.

## ۲- روش تحقیق

مطالعات محققین دیگر و همچنین نگارندگان در مورد مخروط افکنه ها و گسلهای منطقه مورد مطالعه، از جمله انگیزه ها و محرکهای محققین در بررسی این اشکال در دو سوی کوهستان میشوداغ بوده است. بررسی نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی، عکسهای هوایی و از همه مهمتر بازدیدهای میدانی، ابزار کار محققین را تشکیل می دهند. داده های کمی و کیفی مربوط به مخروط افکنه ها و حوضه های آبریز مربوط که از مراجع فوق به دست آمده و در تحلیلها مورد استفاده قرار گرفته اند، در جدول ۱ و ۲ آمده است. با توجه به موقعیت اشکال مخروط افکنه ای مورد مطالعه در دامنه شمالی و جنوبی میشوداغ و همچنین تفاوت های لیتولوژیک، ژئومورفولوژیک و زمین شناختی کوهستان در بخشهای شرقی و غربی آن، این اشکال در قالب چهار گروه مورد بررسی قرار گرفته اند (شکل ۱) و ویژگیهای مورفولوژیک آنها نیز هم جداگانه و هم در ارتباط با یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱ شاخصهای مورد استفاده در تجزیه و تحلیلهای مورفومتری مخروطافکنه‌ها و حوضه‌های آبریز

علامت	شاخص	واحد	مفهوم
Fa	مساحت مخروطافکنه	کیلومتر مربع	مجموع مساحت پلانیمتریک هر کدام از مخروطافکنه‌ها
Da	مساحت حوضه آبریز	کیلومتر مربع	مجموع مساحت پلانیمتریک هر کدام از حوضه‌های آبریز
Fs	شیب مخروطافکنه	بی بعد	شیب اندازه‌گیری شده در امتداد محور هر کدام از مخروطافکنه‌ها یا در امتداد هر کدام از زبانه‌های انباشتی
Ds	شیب حوضه	بی بعد	$D_s = (H_{max} - H_{min}) / \sqrt{A}$ که حداکثر ارتفاع حوضه (کیلومتر)، $H_{min}$ حداقل ارتفاع حوضه (کیلومتر) و $A$ مساحت حوضه آبریز است.
Gi	ضریب گراولیوس	بی بعد	$G_i = 0.28 P / \sqrt{A}$ که در آن $P$ محیط حوضه و $A$ مساحت حوضه است.
Cs	شیب آبراهه تغذیه‌کننده	بی بعد	شیب در امتداد قسمتهایی از آبراهه تغذیه‌کننده
WLF	نسبت عرض به طول مخروطافکنه	بی بعد	بیانگر کشیدگی مخروطافکنه
WLD	نسبت عرض به طول حوضه آبریز	بی بعد	بیانگر کشیدگی حوضه
As	زاویه رفت و روب	درجه	زاویه موجود بین دو آبراهه واقع در سطح مخروطافکنه در منتهی‌الیه طرفین آن
ICP	در صد آبراهه‌های بریده شده	درصد	در صدی از شعاع مخروطافکنه که به وسیله آبراهه‌ها بریده شده است.



از آنجا که نگرش سیستمی در مطالعات مخروط‌افکنه‌ای نیز مورد توجه قرار می‌گیرد و حوضه آبریز، آبراهه تغذیه‌کننده رأس مخروط‌افکنه، آبراهه بریده شده، آبراهه‌های پخش‌کننده، نقطه عطف، زبان‌ه انباشتی فعال و خندق‌های در معرض فرسایش قهقرایی، از جمله اجزای اصلی سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای تلقی می‌شوند [۸، ص ۳۵۶]، لذا در این تحقیق سعی شده‌است مورفولوژی حوضه‌های تغذیه‌کننده، مخروط‌افکنه و روابط بین آن دو از طریق روش‌های مورفومتری مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

### ۳- مخروط افکنه‌ها

#### ۳-۱- شکل ظاهری

تلاقی مخروط‌افکنه‌ها، ویژگی و شاخص اصلی تمام گروه‌های مخروط‌افکنه‌ای منطقه است. با این حال، مورفولوژی سطحی آنها در بخش‌های مختلف متفاوت است. در بخش شمالی میشو شرقی، مخروط‌افکنه‌ها دارای مورفولوژی نیم دایره‌ای با زاویه رفت‌وروب<sup>۱</sup> نسبتاً زیاد هستند (جدول ۲، ستون ۱)، در حالی که در همین بخش و در مخروط‌افکنه‌های دامنه جنوبی، این زاویه کمتر و مورفولوژی آنها قدری کشیده‌تر است. در میشو غربی، برعکس میشو شرقی، تعداد مخروط‌افکنه‌هایی که در دامنه جنوبی دارای زاویه رفت‌وروب زیاد هستند بیشتر از دامنه شمالی است.

به طور کلی اگر یک مخروط‌افکنه از طرفین خود (کناره‌ها) به وسیله مخروط‌افکنه‌های دیگر محدود نشده باشد شکلش نزدیک به نیم دایره خواهد بود.

محدودیت از طرفین معمولاً ناشی از وجود مخروط‌افکنه‌های مجاور است که موجب می‌شود مخروط‌افکنه در جهت شعاعی و عمود بر جبهه کوهستانی گسترش یابد. رشد شعاعی مخروط‌افکنه نیز ممکن است به وسیله دریاچه‌ها یا خلیجها، پهنه‌های ماسه‌ای و یا رودخانه‌ها محدود شود که قسمت انتهایی مخروط‌افکنه را فرسایش می‌دهند [۸، ص ۳۸۹]. ضمناً فرایند تکاملی به سوی مخروط‌افکنه‌هایی با شعاع زیاد و زاویه رفت‌وروب کم، نتیجه وجود یک افزایش در نسبت تدارک رسوب بر مقدار فروروی در یک زمان خاص است [۲، ص ۳۱].

---

1. Sweep angle

جدول ۲ داده‌های حاصل از برآورد شاخصهای مورد اشاره در جدول ۱ برای تجزیه و تحلیل‌های مورفومتری

ICP	As	WLD	WLF	Cs	Gi	Ds	Fs	Da	Fa	نام مخروط افکنه	
										گروه ۱	
۱۰۰	۱۰۰°	-/۲۸۸	-/۶۲۵	۱۵/۳۱	۱/۳۹	۳۸/۱۶	۸/۹	۵/۸	۷/۱	چای دره سی	۱
۲۸	۱۱۵°	-/۳۳۳	-/۶۸۰	۲۶/۴	۱/۲۹	۵۹/۶	۷/۱	۲/۳	۳/۱	جوت دره	۲
۵۰	۶۰°	-/۵۸۳	-/۴۸۴	۱۴/۰۹	۱/۱۴	۲۷/۸۵	۳	۱۴/۴	۳/۷	کندروچای	۳
۳۵	۸۵°	-/۵۸۸	-/۶۴۰	۱۱/۸	۱/۴۷	۲۵/۱۱	۲/۷	۲۸/۴	۵۴/۴	علی‌چای (سیس چای)	۴
۳۳	۵۷°	-/۶۰۷	-/۶۱۹	۱۰/۴۳	۱/۲۸	۲۰/۳۶	۳/۳	۴۳/۳	۴۱/۳	چای دره (شانجان چای)	۵
-	۵۰°	-/۳۲۰	-/۷۱۴	۶/۵۷	۱/۴۹	۱۷/۴۴	۲/۴	۱۲/۸	۴/۳	تنگین دره	۶
-	۵۳°	-/۵۴۱	-/۸۵۰	۱۱۴/۵	۱/۲۵	۱۷/۶۴	۴/۴	۴۹/۶	۶۱/۶	کبوتران چای (دریان چای)	۷
-	۳۳°	-/۳۳۷	-/۳۱۲	۱۳/۷۵	۱/۳۱	۳۱/۳	۴/۹	۱۴/۷	۱۱/۲	مشنق چای	۸
۵۵	۱۲۰°	-/۶۶۳	-/۳۴۶	۱۰/۵	۱/۱۹	۲۴/۴۵	۴	۲۹/۲	۷/۶	الوچای (هریس چای)	۹
۵۰	۶۵°	-/۴۴۴	-/۳۱۵	۱۴/۴	۱/۳	۳۱/۰۹	۵/۵	۱۸/۶	۹/۵	دره زن	۱۰
گروه ۲											
۸۰	۳۳°	-/۶۰۰	-/۳۵۷	۲۱/۷۷	۱/۲۳	۴۴/۱۶	۵/۶	۲/۹	۳/۸	آغ چای ۱	۱۱
۵۰	۵۰°	-/۷۲۰	-/۳۷۷	۲۷/۲	۱/۱۴	۴۴/۲۲	۵/۶	۲/۸	۱/۵	آغ چای ۲	۱۲
۵	۹۰°	۱/۰۰۰	-/۵۰۰	۱۸/۱۲	۱/۱۲	۲۲/۴۳	۴/۳	۱۳/۲	۱۰/۴	انگشتجان	۱۳

ادامه جدول ۲

۱۴	امستجان	۶/۶	۹	۵/۳	۳۳/۹	۱/۱۲	۱۹/۱	۰/۵۲۰	۰/۶۶۶	۱۰۰°	-
۱۵	گل دره سی	۱/۸	۲/۷	۳	۵۴/۱۶	۱/۴۵	۲۱	۰/۴۸۰	۰/۳۷۵	۱۵۸°	-
۱۶	چهرگان	۲۶/۴	۲۷/۵	۳/۱	۲۲/۶۲	۱/۲۳	۱۲/۲۳	۰/۵۱۱	۱/۰۴۱	۱۳۰°	-
۱۷	چرز دره سی	۸/۱	۶/۵	۵	۴۱/۹۲	۱/۲۱	۲۰/۹۸	۰/۳۰۰	۰/۴۴۴	۱۰۰°	۳۵
۱۸	چشمه کتان	۳	۴	۵/۱	۴۴/۲۵	۱/۲۳	۲۲/۱۲	۰/۶۳۳	۰/۴۲۸	۵۰°	۲۵
۱۹	توپچی	۲/۲	۵/۴	۳/۵۵	۳۷/۹۵	۱/۳۳	۱۱/۲۵	/۵۰۰	۰/۳۰۰	۶۳°	-
۲۰	قرلجه	۶/۷	۲۱/۱	۴	۲۳/۲۷	۱/۳۴	۱۲	۰/۴۲۵	۰/۳۸۸	۳۸°	۵۰
گروه ۳											
۲۱	کلجار	۶	۱۳/۵	۳/۵	۳۵/۴۶	۱/۲۹	۱۲/۴	۰/۵۰۰	۰/۵۵۵	۷۰°	-
۲۲	حسن بیگ گلی	۱/۸	۴	۳/۵	۱۶	۱/۱۹	۹/۱۴	۰/۷۵۰	۱/۰۰۰	۷۰°	۱۰۰
۲۳	دیزج یکان	۲۷		۱/۹				۰/۵۵۶	۰/۵۵۵	۸۳°	۲۵
۲۴	فار فار	۳۵	۳۴/۲	۲/۴	۲۷/۳۹	۱/۵۴	۹/۸۲	۰/۶۱۱	۰/۶۲۲	۸۰°	-
۲۵	دیزج حسین بیگ	۳۴/۳	۵۷/۴	۲/۴	۲۱/۹۳	۱/۳۴	۱۰/۴	۰/۸۴۰	۰/۷۵۰	۱۱۰°	-
۲۶	کشکسرای	۴۴/۵	۷۷	۱/۲	۲۱/۷۱	۱/۹۱	۷/۲۵	۰/۵۲۲	۰/۴۸۳	۱۵۰°	-
۲۷	شور دره	۱	۳/۱	۵/۳	۴۰/۰۴	۱/۱۱	۲۴/۰۵	۰/۴۱۲	۰/۴۴۴	۶۳°	-
۲۸	باغزار	۱۱	۱۲/۸	۴	۴۳/۵۵	۱/۲۹	۲۴/۱۶	۰/۳۹۷	۰/۴۰۶	۸۵°	۵
گروه ۴											
۲۹	تمرچین	۱۸/۳	۱۷/۳	۲/۶	۲۴/۳۸	۱/۲۶	۹/۳۳	۰/۴۲۷	۰/۴۲۵	۴۰°	۳۰
۳۰	چولمکی دره	۲/۲	۵/۳	۴/۲	۲۷/۸	۱/۰۹	۱۶/۶۶	۰/۵۰۰	۰/۵۸۳	۹۰°	۱۰
۳۱	کردچای	۸	۴/۵	۳/۸	۴۵/۰۷	۱/۳۳	۲۱/۱۸	۰/۵۷۶	۰/۵۶۰	۵۵°	۱۵
۳۲	سرخه	۲/۴	۴/۹	۵/۹	۴۴/۹۹	۱/۲۹	۱۸/۲۲	۰/۳۷۷	۰/۳۵۲	۴۰°	۱۰



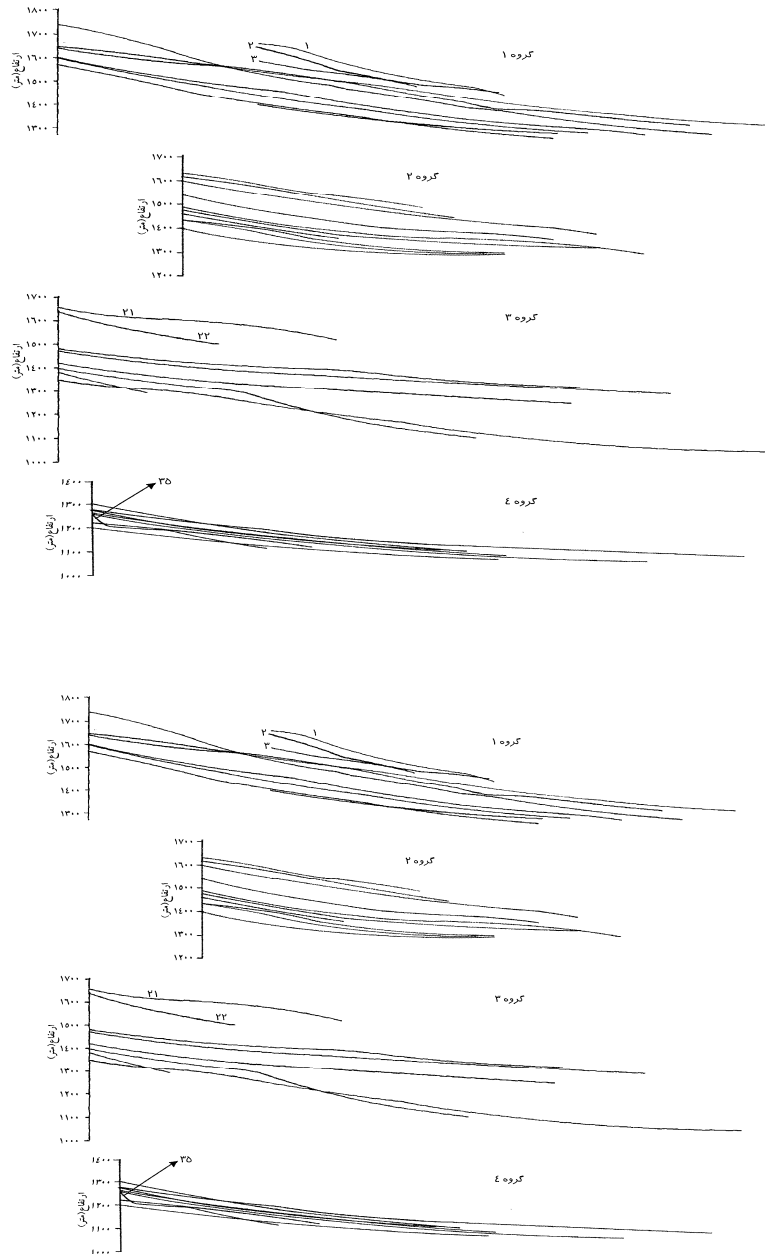
## ادامه جدول ۲

۳۳	قره آغاج چای	۹/۱	۱۰/۷	۳/۴	۳۴/۹۱	۱/۲۴	۱۷/۶۷	۰/۵۴۵	۰/۵۳۶	۵۳°	-
۳۴	گزافر	۷/۶	۱۴	۳/۳	۳۰/۸۷	۱/۱۹	۱۸/۸۳	۰/۴۱۳	۰/۴۶۱	۸۷°	-
۳۵	زنجیره	۲/۳	۸/۵	۶/۵	۳۹/۷۹	۱/۲۸	۱۶	۰/۶۵۲	۰/۶۶۶	۱۳۰°	۷۵
۳۶	شکرچمن	۱۱/۸	۲۵/۵	۲/۳	۲۶/۹۷	۱/۳	۱۲/۹۷	۰/۴۲۴	۰/۵۰۰	۷۰°	-
۳۷	شورچای	۱۸/۵	۶۸/۵	۱/۵	۱۷/۹۵	۱/۱۵	۱۱/۷۶	۰/۴۰۰	۰/۴۰۴	۴۸°	-

## ۳-۲- نیمرخ طولی

شکل ۲ نیمرخهای طولی مخروطافکنه‌های منطقه را در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد که در امتداد شعاعی بخش فعال مخروطافکنه‌ها تهیه شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود نیمرخ سطح مخروطافکنه‌ها در اکثر قریب به اتفاق آنها، مقعر است، ولی این تقعر در بالادست مخروطافکنه‌های سه گروه اول به حداقل می‌رسد که با قرارگیری بخش فعال آنها در رأس مخروطافکنه در ارتباط است و در مخروطافکنه‌های گروه چهار که عمدتاً مخروطافکنه‌های چندبخشی جانبی هستند، تقعر نیمرخ تا بالادست مخروطافکنه ادامه می‌یابد.

با کمی تأمل می‌توان دید که در سه گروه اول مخروطافکنه‌ای، ارتفاع رأس مخروطافکنه‌ها متفاوت است و از این نظر می‌توان لاقلاً دو دسته مخروطافکنه‌ای را در هر یک از این گروه‌ها تشخیص داد، پدیده‌ای که در گروه ۴ دیده نمی‌شود. چنین وضعی در گروه ۴ نشانگر وجود نوعی وحدت در عامل تأثیرگذار در استقرار و شکل‌گیری مخروطافکنه‌ها در یک جبهه کوهستانی است. مطالعات قبلی [۹] نشان داده است که مخروطافکنه‌های گروه ۴ در امتداد گسل شمالی میشوداغ که گسلی راستالغز است، شکل گرفته‌اند و مورفولوژی تمام مخروطافکنه‌های این گروه، به غیر از مخروطافکنه زنجیره (شماره ۳۵) (شکل ۱) تابع عملکرد این گسل بوده‌اند. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، مخروطافکنه اخیر از نوع چندبخشی شعاعی است و به نظر می‌رسد مورفولوژی آن، علاوه بر گسل شمالی میشو (گسل F<sub>۱</sub>) از گسل F<sub>۳</sub> نیز متأثر شده است.



شکل ۲ نیمرخهای طولی مخروط افکنه‌ها

مسلماناً در سه گروه اول مخروط‌افکنه‌ها موقعیت و حتی طول مخروط‌افکنه‌ها متأثر از عملکرد گسل‌های متعدد در بخش‌های مختلف دامنه‌ای میشو داغ است. این مسئله در مخروط‌افکنه‌های میشو شرقی (گروه ۱ و ۳) به خوبی مشهود است. مخروط‌افکنه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ در گروه ۱ و مخروط‌افکنه‌های ۲۱ و ۲۲ از گروه ۳ از جمله مخروط‌افکنه‌هایی هستند که در موقعیتی متفاوت از مخروط‌افکنه‌های مجاور واقع شده‌اند و به نظر می‌رسد شکل‌گیری آنها نتیجه فعالیت‌های تکتونیکی کوتاه‌تر است که علاوه بر رسوبات پلیو-پلئیتوسن، حتی نهشته‌های پلیستوسن میانی منطقه را نیز متأثر ساخته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳ رسوبات مربوط به پلیستوسن میانی (Q۳) که در اثر فعالیت‌های تکتونیکی متمایل شده‌اند (موقعیت: سر راه روستای هارونیه)

لازم به یادآوری است که از نظر شکل نیمرخ‌ها، نوعی شباهت بین گروه‌های ۱ و ۳ و گروه‌های ۲ و ۴ وجود دارد که وجود مشترکاتی را از نظر لیتولوژی و ژئومورفولوژی در بخش‌های شرقی و غربی میشو داغ نشان می‌دهد.

### ۳-۳- نیمرخ عرضی

مقاطع توپوگرافیکی عمود بر محور طولی مخروط‌افکنه‌ها، نیمرخ محذب رو به بالا را نشان می‌دهند (شکل ۴). این مشخصه در بخش بالادستی مخروط‌افکنه‌ها نسبت به بخش پایین‌دستی آنها مشهودتر است که دلیل آن، تلاقی مخروط‌افکنه با مخروط‌افکنه‌های



مجاور در پایین دست آنها است. برخی از مخروط‌افکنه‌ها دارای شکلی نامتقارن هستند و در آنها یکی از جناح‌های مخروط‌افکنه نسبت به دیگری بیشتر توسعه یافته است. این پدیده در مناطق فعال تکتونیکی، حاکی از حرکت راست‌الغز گسلها است [۱، ص ۲۷۱].

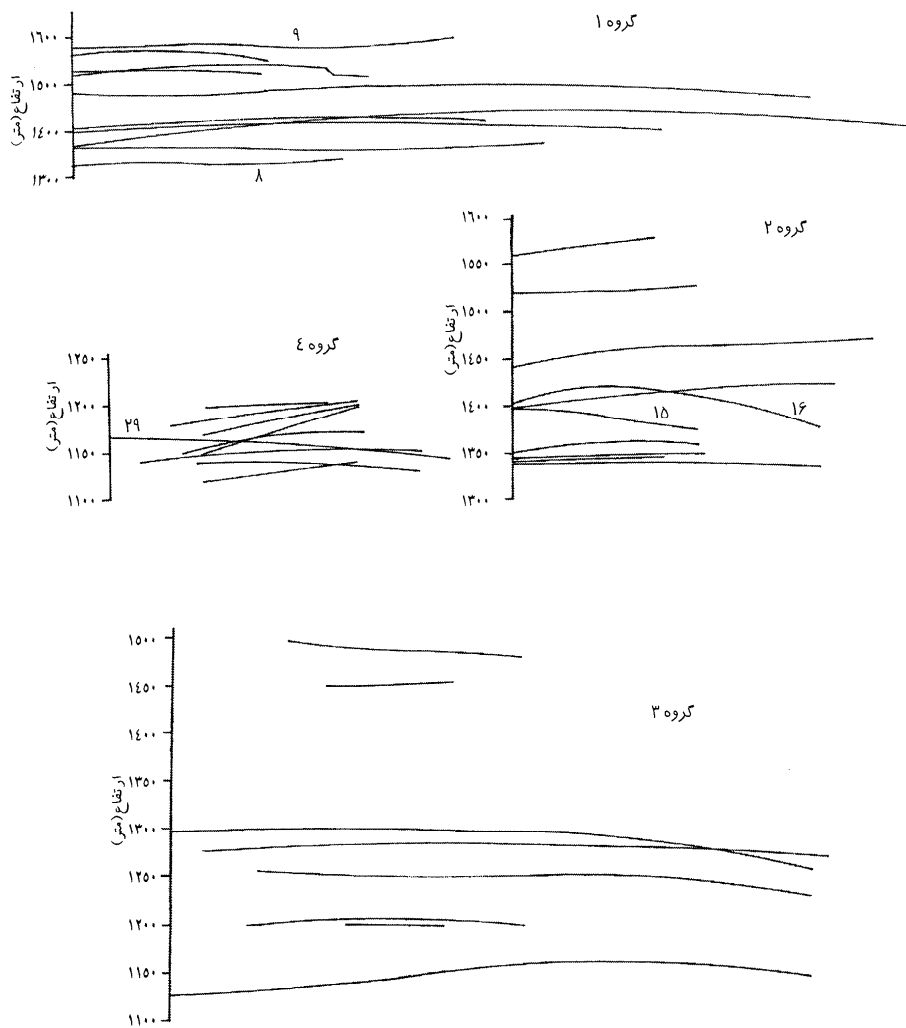
از بررسی نیمرخهای عرضی گروه اول چنین بر می‌آید که مخروط‌افکنه‌های این بخش از الگوی خاصی تبعیت نمی‌کنند. نیمرخ برخی مخروط‌افکنه‌ها، مثل مخروط‌افکنه‌های ۹ و ۱۰ دارای شکلی نامتعادل است که بخشی از آن محدب و بخشی دیگر مقعر است. قسمت مقعر این مخروط‌افکنه‌ها با قسمت فعال آنها که تاحدودی بریده شده نیز هست، مطابقت دارد. به نظر می‌رسد این پدیده ناشی از عملکرد گسل F۹ است که موجب فروافتادگی زمینهای واقع در جنوب خود شده است. در پی این رویداد، جریان سطح مخروط‌افکنه‌ها به طرف جناح جنوبی مخروط‌افکنه‌های منطقه متمایل شده، آبراه‌ای بریده شده را در این بخش از مخروط‌افکنه‌ها که تا ۵۰ درصد آنها را در بر می‌گیرد ایجاد کرده‌اند.

مشخصه اصلی نیمرخ عرضی مخروط‌افکنه‌های گروه دوم، تمایل نیمرخها به سمت غرب و نامتقارن بودن آنها است. این پدیده را می‌توان به عملکرد راست‌الغز با مؤلفه راست‌رو گسل تسوج (F۱۰) نسبت داد. این وضعیت در مخروط‌افکنه چهارگان (شماره ۱۶) دیده نمی‌شود، ولی در حال حاضر، بخش فعال این مخروط‌افکنه نیز در غرب بخش قدیمی قرار گرفته‌است که مورد فوق را تأیید می‌کند. متفاوت بودن جهت تمایل نیمرخ در مورد مخروط‌افکنه گل دره سی (شماره ۱۵) به دلیل جوان بودن آن است.

در بین مخروط‌افکنه‌های گروه ۳ نیز نوعی عدم تقارن در نیمرخ عرضی دیده می‌شود. در این بخش، جناح شرقی مخروط‌افکنه‌ها، نیمرخ مقعر و یا نزدیک به صاف دارند و نیمرخ جناح غربی آنها در بیشتر موارد محدب است. این وضعیت به احتمال زیاد به دلیل بالآمدگی کلی شرق میشو و دشتهای اطراف آن است که احتمالاً بازشدگی دره ناودیسی شمال میشوداغ (شکل ۱) نیز به آن کمک کرده است.

عدم تقارن در طرفین مخروط‌افکنه‌های منطقه مورد مطالعه در گروه ۴ به حداکثر می‌رسد و تمام مخروط‌افکنه‌های این بخش به غیر از تمرچین (شماره ۲۹) به طرف شرق متمایل شده‌اند. به عبارت دیگر، بخش فعال مخروط‌افکنه‌ها در ضلع شرقی مخروط‌افکنه‌ها واقع شده است. این

وضعیت، ویژگی راستالغز بودن گسل شمالی میشو را که با شاخصهای دیگر نیز به دست آمده تأیید می‌کند. علت ناهماهنگی مخروطافکنه تمرچین، تأثیرپذیری آن از گسلهایی غیر از گسل شمالی میشو است.



شکل ۴ نیمرخهای عرضی گروههای مخروطافکنه‌ای

### ۳-۴- بریدگیهای سطح مخروط افکنه‌ای و تشکیل زبانه‌های انباشتی

وجود آبراهه بریده شده در بخش بالادستی مخروط افکنه‌ها، پدیده‌ای شایع در اکثر مخروط افکنه‌های منطقه است (جدول ۲، ستون ۱۲ و شکل ۵). به طوری که در برخی از آنها، مثل مخروط افکنه‌های چای دره‌سی و حسن بیگ‌گلی، کل شعاع مخروط افکنه به وسیله آبراهه بریده شده‌است، درحالیکه در سطح تعدادی از مخروط افکنه‌های منطقه از این گونه آبراهه‌ها خبری نیست. طبیعتاً وجود چنین آبراهه‌هایی خود خبر از تشکیل زبانه‌های انباشتی می‌دهند که در محل تلاقی بستر آبراهه بریده شده (نقطه عطف) و سطح مخروط افکنه تشکیل می‌شوند. چنین وضعیتی، نشأت گرفته از دینامیک انباشتی و کاوشی حاکم و مورفولوژی مخروط افکنه است [۱۰، ص ۷۸].



شکل ۵ بریدگی سطح مخروط افکنه‌ها، الف) قسمت میانی مخروط افکنه علی چای (سیس چای) از گروه ۱ و ب) رأس مخروط افکنه زنجیره از گروه ۴

در میان مخروط افکنه‌های گروه ۱ به غیر از مخروط افکنه‌های ردیف ۶، ۷ و ۸ بقیه مخروط افکنه‌ها بیشترین بریدگی را در میان چهار گروه مخروط افکنه‌ای دارند. از این حیث، کمترین مقدار بریدگی در مخروط افکنه‌های گروه ۳ دیده می‌شود. نکته قابل توجه در مورد مخروط افکنه‌های دو سوی میشو داغ در این رابطه، این است که نوعی مشابهت از نظر بریدگی سطح، در مخروط افکنه‌هایی که حوضه‌های آنها از یک بخش از توده کوهستان تغذیه می‌کنند وجود دارد. مخروط افکنه‌های کبوتران چای و مشنق چای در گروه ۱ با مخروط افکنه‌های فار فار، دیزج حسین بیگ و کشکسرای در گروه ۳ و امستجان، چهرگان و انگشتجان (با نادیده گرفتن بریدگی ۵ درصدی) در گروه ۲ با مخروط افکنه‌های قره آغاج چای، گزافر، شکرچمن و شورچای در گروه ۳ چنین وضعیتی دارند.

نکته مهم دیگر، قرارگیری مخروط افکنه‌های با بریدگی و بدون بریدگی در کنار همدیگر است که نشانگر تأثیر عوامل اوتوسیكلیک، از جمله تکتونیک است که در قسمت‌های مختلف توده کوهستانی عملکردی متفاوت داشته، واکنش ناهمسان سیستم‌های مخروط افکنه‌ای مجاور را به دنبال داشته است.

### ۳-۵- تشکیل خندق‌های فرسایشی در بخش‌هایی از سطح مخروط افکنه‌ها

فعالیت کاوشی جریان‌های سطحی در سطح مخروط افکنه‌ها موجب ایجاد خندق‌هایی در بخش‌های قدیمی آنها شده است (شکل ۶ الف). این پدیده در مخروط افکنه‌هایی که بخش‌های فعال و غیر فعال در آنها به صورت موازی در کنار هم قرار گرفته‌اند شایعتر از مخروط افکنه‌هایی است که بخش قدیمی آنها در پایین دست مخروط افکنه قرار دارد. دلیل این امر را باید در دوری و نزدیکی این بخش‌ها به جبهه کوهستان جستجو نکرد. در مخروط افکنه‌های چندبخشی جانبی که بخش قدیمی مخروط افکنه از جبهه کوهستان آغاز و تا انتها و یا قسمت میانی مخروط افکنه ادامه می‌یابد، شیب زیاد سطح مخروط افکنه موجب افزایش قدرت فرسایشی آب‌های سطحی می‌شود، در حالی که در مخروط افکنه‌های چندبخشی شعاعی که بخش فعال در پایین دست مخروط افکنه قرار دارد، شیب ناچیز سطح بخش قدیمی از تمرکز آب‌های سطحی جلوگیری کرده و بریدگی قابل توجهی نیز در آنها دیده نمی‌شود. بریدگی بخش انتهایی مخروط افکنه‌ها در کنار دریاچه ارومیه در گروه ۲ همانند آنچه در گزارش هاروی و همکاران<sup>۱</sup> [۱۱، ص ۱۹] در مورد مخروط افکنه‌های جنوب شرق اسپانیا آمده، می‌تواند ناشی از پایین رفتن سطح اساس دریاچه باشد.

در برخی موارد، تمرکز آب‌های سطحی سطوح مخروط افکنه‌ای در آبراهه‌های بین مخروط افکنه‌ای نیز موجب ایجاد بریدگی‌هایی در این گونه آبراهه‌ها می‌شود (شکل ۶ ب).

1. Harvey et al.



شکل ۶ الف) آبراهه‌های ایجاد شده بر روی مخروط‌افکنه‌های ترمچین از گروه ۱ و ب) آبراهه بین مخروط‌افکنه‌ای بریده شده در بین مخروط‌افکنه‌های انگشتجان و امستجان در گروه ۲ مخروط‌افکنه‌ای

### ۳-۶- چندبخشی شدگی

همان‌طور که مطالعات انجام شده در سایر مناطق دنیا [۱۲، ص ۱۷۹] نشان می‌دهد در مناطقی مثل اطراف رشته کوهستانی میشو داغ که مخروط‌افکنه‌ها با هم تلاقی کرده، دوره تکاملی طولانی را پشت سر گذاشته‌اند، وجود مخروط‌افکنه‌های چندبخشی نشده، دور از انتظار است و بجز چند مخروط‌افکنه کوچک، مثل حسن بیگ گلی و تنگین دره که آغاز تشکیل آنها به اواسط پلیستوسن برمی‌گردد و حوضه‌های آنها بر روی تشکیلات پلیستوسن قرار گرفته‌است، بقیه مخروط‌افکنه‌های منطقه از نوع چندبخشی هستند (جدول ۳).

مخروط‌افکنه‌های چندبخشی در دو گروه چندبخشی شعاعی و چندبخشی جانبی جای می‌گیرند که در هر دو مورد، نقش فعالیت‌های تکنونیک کارساز است. چندبخشی شدگی شعاعی، نتیجه وجود حرکات عمودی در منطقه و چندبخشی شدگی جانبی، نشانگر حرکات راستالغز در امتداد گسل واقع در جبهه کوهستانی است. با این توصیف، تعاریف ارائه شده از هر یک از مخروط‌افکنه‌ها می‌تواند بیانگر عملکرد فعالیت‌های تکنونیک در منطقه باشد. از این حیث، عمده حرکات تکنونیک در جبهه کوهستانی در هر دو سوی میشو شرقی (گروه‌های ۱ و ۳) عمدتاً حرکاتی عمودی بوده، در دو سوی میشو غربی و به‌ویژه در دامنه شمالی از نوع راستالغز بوده‌است.



نهشته‌های قدیمی مخروط‌افکنه‌ها، نشانگر جغرافیای دیرینه نواحی کوهستانی هستند [۱۳، ص ۴۹]. در برخی موارد به هنگام وقوع فعالیتهای تکتونیکی، مخروط‌افکنه‌های قدیمی در اثر فرایندهای کوه‌زایی از بین رفته، به صورت بخشی از جبهه کوهستانی در می‌آیند [۱۴، ص ۱۴۱]. در منطقه مورد مطالعه نیز علاوه بر نهشته‌های جدید مخروط‌افکنه‌ای، رسوبات مربوط به اوایل کواترنر (کنگومرای نیمه متراکم پلیو- پلیستوسن) نیز وجود دارند که در محیطهای مخروط‌افکنه‌ای دیرینه بر جا گذاشته شده‌اند. وجود کنگومراهای نیمه متراکم در پایکوههای میشوداغ، حاکی از وجود چنین محیطهایی در پلیو- پلیستوسن است. این عقیده با نظر اکثر محققین که نهشته‌های مخروط‌افکنه‌ای را مترادف با کنگومراها می‌دانند [۱۳، ص ۵۱] و وجود کنگومراها و افزایش ضخامت یکباره عناصر درشت‌دانه در حوضه‌های رسوبی را به فعالیتهای تکتونیکی نسبت می‌دهند [۱۵، ص ۲۹؛ ۱۶، ص ۱۹] هماهنگی دارد. علاوه بر این، عدم امکان تشخیص مسیر آبراهه‌ها بر روی نهشته‌های قدیمی منطقه نیز حاکی از حاکمیت محیط مخروط‌افکنه‌ای در محل وجود رسوبات کنگومراهای نیمه متراکم در منطقه است، زیرا آبراهه‌های سطح مخروط‌افکنه‌ها می‌تواند از انواع گسترده، مستقیم یا ماندری باشد و به همین دلیل، تشخیص مسیر آبراهه‌ها بر روی نهشته‌های قدیمی بسیار دشوار است [۱۳، ص ۵۲]. در صورت باور به واقعیتهای فوق باید پذیرفت که در دوره‌های گذشته، مخروط‌افکنه‌های منطقه در میشو شرقی در موضعی بالاتر از موقعیت فعلی قرار داشته‌اند. رسوبات مخروط‌افکنه‌ای مورد اشاره در طول کواترنری در اثر نیروهای تکتونیکی بالآمده، از هم گسیخته و بریده شده‌اند که نتیجه آنها در دامنه شمالی میشو شرقی به صورت تشکیل مخروط‌افکنه‌های تلسکوپیی (تودرتو) و در دامنه جنوبی همین بخش از میشوداغ، تشکیل ناهمواریهایی کم ارتفاع در بین مخروط‌افکنه‌های منطقه بوده است.



جدول ۳ وضعیت چند بخش‌شدگی در مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه

گروه ۲		گروه ۱	
وضعیت	نام مخروط افکنه	وضعیت چندبخشی‌شدگی	نام مخروط افکنه
چندبخشی‌شدگی		چندبخشی جانبی- شعاعی	چای دره سی
چندبخشی جانبی	آغ چای ۱	چندبخشی جانبی	جوت دره
چندبخشی جانبی	آغ چای ۲	چندبخشی جانبی	کندرودچای
چندبخشی جانبی	انگشتجان	چندبخشی جانبی- شعاعی	علی چای(سیس چای)
چندبخشی شعاعی	امستجان	چندبخشی شعاعی	چای دره(شانجان چای)
چندبخشی شعاعی	گل دره سی	تکبخشی ساده	تنگین دره
چندبخشی شعاعی-جانبی	چهرگان	چندبخشی شعاعی	کبوتران چای(دریان چای)
چندبخشی جانبی	چرز دره سی	چندبخشی شعاعی	مشق چای
چندبخشی جانبی	چشمه کنان	چندبخشی جانبی-شعاعی	الوچای(هریس چای)
چندبخشی جانبی	توپچی	چندبخشی جانبی-شعاعی	دره زن
چندبخشی جانبی	قزلجه	گروه ۳	
گروه ۴		تکبخشی ساده	کلجار
چندبخشی جانبی-شعاعی	تمرچین	تکبخشی ساده	حسن بیگ گلی
چندبخشی جانبی	چولمکلی دره	تلسکوپی چندبخشی شعاعی	دیزج یکان
چندبخشی جانبی	کردچای	تلسکوپی چندبخشی شعاعی	فار فار
چندبخشی جانبی-شعاعی	سرخه	تلسکوپی چندبخشی شعاعی	دیزج حسین بیک
چندبخشی شعاعی	قره‌آغاج چای	تلسکوپی چندبخشی شعاعی	کشکسرای
چندبخشی جانبی	گزارفر		

## ادامه جدول ۳

چندبخشی شعاعی-جانبی	زنجیره		چندبخشی جانبی	شور دره
چندبخشی جانبی	شکرچمن		چندبخشی جانبی	باغلار
چندبخشی جانبی	شورچای		-	-

## ۳-۷- ساختمان

تاریخچه تکتونیکی یک ناحیه کوهستانی را می‌توان با ژئومتری نهشته‌های مخروطافکنه‌ای در دوره‌های بلندمدت بازسازی کرد. بال<sup>۱</sup> [۱۷] با استفاده از مقاطع تهیه شده در امتداد پروفیل طولی مخروطافکنه‌ها سه نوع اصلی نهشته‌ها و ارتباط آنها با فعالیت‌های تکتونیکی را تشخیص داده است:

- ۱- نهشته‌های گوه‌مانند که قسمت ضخیم آنها در جبهه کوهستانی و قسمت نازک‌ترشان دورتر از جبهه کوهستانی واقع شده‌اند. از نظر تکتونیکی، این مناطق قبل از نهشته‌گذاری در مخروطافکنه‌ها، دستخوش یک بالآمدگی شدید شده‌اند.
- ۲- اشکال عدسی‌مانند که در نزدیکی جبهه کوهستانی و در پایین‌دست مخروطافکنه نازک‌تر بوده، در قسمت میانی ضخیم‌تر هستند، وجود چین و وضعی، نشانگر آن است که در طول نهشته‌گذاری مخروطافکنه، بالآمدگی ادامه داشته است.
- ۳- اشکال گوه‌مانند که قسمت نازک آنها در نزدیکی جبهه کوهستانی و قسمت ضخیم آنها در فواصل دورتر قرار دارد. وجود چین وضعی، حاکی از توقف فعالیت‌های تکتونیکی و فرسایش مواد سطح مخروطافکنه و انباشت آنها در پایین‌دست مخروطافکنه است که احتمالاً در نهایت به تشکیل پدیمنت می‌انجامد.

1. Bull



بررسیهای انجام شده بر روی مقاطع تهیه شده از محل مخروط افکنه‌های گروه ۱، ۳، ۴ و ۱ نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، ساختمان مخروط افکنه‌های منطقه از نوع اول و دوم است؛ بدین ترتیب که در مخروط افکنه‌های گروه اول و سوم، شکل ساختمان مخروط افکنه‌ها از نوع عدسی‌مانند است و در مخروط افکنه‌های گروه ۴ از نوع اول، و این مسئله با فعالیت‌های شدید تکنونیک‌ی قسمت شرقی میشو که در کواترنر نیز از شدت بالایی برخوردار بوده، بی‌ارتباط نیست. لازم به ذکر است که بررسی مقاطع ژئوفیزیک و ژئوالکتریک گروه ۲ مخروط افکنه‌ای به دلیل فقدان این مقاطع برای دست‌اندرکاران طرح امکان‌پذیر نبود.

#### ۴- حوضه‌های آبریز

##### ۴-۱- اندازه، شکل و الگوهای شبکه زهکشی

مساحت حوضه‌های آبریز از ۲/۳ تا ۷۷ کیلومتر متغیر است که به ترتیب به مخروط افکنه‌های جوت دره در گروه ۱ و قره چای در گروه ۳ تعلق دارند. ژئومتری حوضه‌ها از طریق ضریب گراولیوس محاسبه شده که بر اساس آن، این ضریب برای حوضه‌های منطقه بین ۱/۰۹ در حوضه چولمکی دره در گروه ۳ تا ۱/۹۱ در حوضه قره چای در همین گروه متغیر است. بالاترین مقادیر، مربوط به حوضه‌هایی با ژئومتری کشیده است که در گروه ۳ مخروط افکنه‌های منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود.

همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود تغییرات ضریب گراولیوس در حوضه‌های مجاور هم در حوضه‌های میشو شرقی (گروه‌های ۱ و ۳) نسبت به حوضه‌های میشو غربی (گروه‌های ۲ و ۴) بسیار چشمگیرتر است. در این میان، بیشترین ضرایب، متعلق به حوضه‌های گروه ۳ است که بی‌ارتباط با تشکیل دره ناودیسی و بازشدگی منطقه در امتداد این دره [۲۳، ص ۱۷۲] نیست.

۱. مقاطع ژئوالکتریک و ژئوفیزیک دشت مرند و جلگه شبستر از طریق منابع موجود که عمدتاً به منظور بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی تهیه شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این مقاطع برای دشت مرند از روی سه گزارش وزارت نیرو [۱۸، ۱۹، ۲۰] و گزارش مهندسین مشاور توان آب [۲۱] و برای جلگه شبستر از روی پایان‌نامه دکتری رضایی مقدم که از منابع مختلف [۲۲] جمع‌آوری نموده است، مورد بررسی قرار گرفته‌اند و برای جلوگیری از افزایش حجم مقاله از آوردن این مقاطع پرهیز شده است. البته لازم به ذکر است که در پایان‌نامه دکتری نویسنده اول مقاله [۹] نیز بخشی از این مقاطع مربوط به دشت مرند آورده شده‌اند.

رتبه رودخانه‌های تغذیه‌کننده منطقه مورد مطالعه بین ۲ تا ۵ متغیر است که بیشترین مقدار، متعلق به حوضه شیخ چای (دیزج حسین بیگ) است (شکل ۱). لازم به یادآوری است که رتبه بالای آبراهه تغذیه‌کننده مخروطافکنه، همان‌طور که در منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود، به معنای زیاد بودن مساحت حوضه آبریز نیست. در حوضه‌های شرقی گروه ۱ علی‌رغم وسعت زیاد حوضه‌ها، تراکم شبکه زهکشی به دلیل کمی آبراهه‌هایی با رتبه ۱ پایین است که این وضعیت می‌تواند ناشی از وجود تشکیلات آهکی و کارستی بودن منطقه باشد.

#### ۴-۲- ناهمواری

شیب متوسط حوضه‌های آبریز منطقه بین ۱۶ تا ۵۹/۶ متغیر است که بیشترین مقادیر آن در حوضه‌های آبریز گروه ۲ و ۴ که حوضه‌های میشوغربی را در هر دو دامنه آن شامل می‌شوند، دیده می‌شود که در تمام آنها بجز حوضه آبریز شورچای بیش از ۲۰ درصد است. مورد دیگری که در معماری مخروطافکنه‌های منطقه نیز جلب توجه می‌کند شیب زیاد سطح مخروطافکنه‌هایی مثل چای دره‌سی (۸/۹)، جوت‌دره (۷/۱) سرخه (۵/۹) و زنجیره (۶/۵) است که بی‌ارتباط با نوع تدارک رسوب از طرف حوضه‌های آبریز نبوده، در مقایسه با سایر سیستم‌های مخروطافکنه‌ای عمدتاً با روانه‌های خرده‌سنگی<sup>۱</sup> نیز، به‌ویژه در بخش بالادست خود، تغذیه می‌شوند. مقدار ضریب همبستگی بین شیب حوضه‌ها و شیب سطح مخروطافکنه‌ها ۰/۵۷ است که با ضریب اطمینان ۹۹ درصد معنادار است. مقادیر کم شیب در امتداد بسیاری از آبراهه‌های اصلی تغذیه‌کننده مخروطافکنه‌ها با مقادیر کم ضریب تراکم زهکشی حوضه‌ها همراه است.

#### ۵- روابط مورفومتری بین حوضه‌ها و مخروطافکنه‌ها

##### ۵-۱- ویژگی‌های محل تلاقی مخروطافکنه‌ها با حوضه‌های آبریز آنها

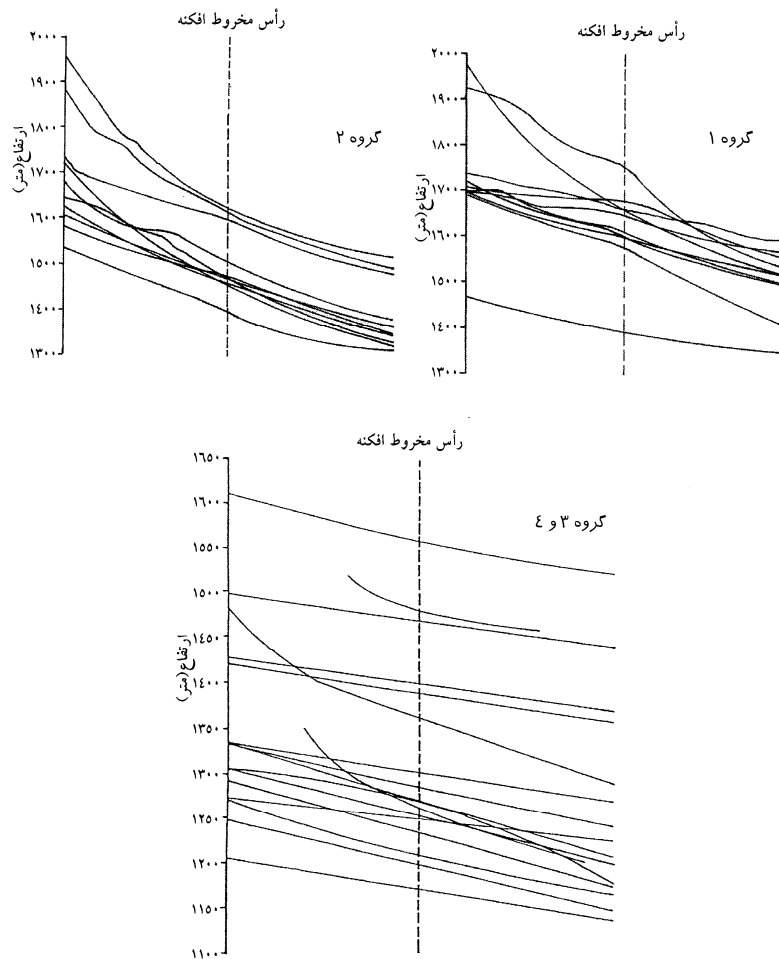
مطالعات صورت گرفته در مورد مخروطافکنه‌ها حاکی است که شیب آبراهه تغذیه‌کننده در نزدیکی‌های رأس مخروطافکنه فقط اندکی بیشتر از شیب قسمت بالادست مخروطافکنه است [۲۴]. این پدیده، نشانگر آن است که آن طور که ما تصور می‌کنیم آغاز نهشته‌گذاری

1. Debris flows



تحت تأثیر تغییرات شیب بین کوهستان و دشت نیست، بلکه نتیجه تغییراتی است که در ژئومتری جریان اتفاق می‌افتد. در مطالعاتی از این قبیل نباید این اختلاف شیب را نادیده گرفت؛ زیرا همان‌طور که در شکل ۷ دیده می‌شود شیب اندازه‌گیری شده در فاصله ۲ کیلومتری بالادست (به طرف حوضه) و پایین‌دست (به طرف مخروط افکنه) رأس مخروط افکنه‌های گروه‌های مختلف مخروط افکنه‌ای، متفاوت است. این تفاوت بین نیمرخهای گروه اول با سایر گروه‌ها محسوس‌تر است؛ زیرا اکثر قریب به اتفاق نیمرخهای این گروه، نوعی تغییر شیب ناگهانی را در محل جبهه کوهستان (رأس مخروط افکنه) نشان می‌دهند که می‌توان آن را با عملکرد فشاری گسل‌های منطقه و در پی آن، تداوم بالآمدگی بلوک‌های تکتونیکی مرتبط دانست. البته پایین رفتن سطح اساس دریاچه ارومیه نیز احتمالاً در تشدید این وضعیت بی‌تأثیر نبوده است.

پدیده دیگر قابل توجه در محل تلاقی مخروط افکنه‌ها با حوضه‌های آبریز آنها، چیزی است که بیشتر در مخروط افکنه‌های گروه ۴ دیده می‌شود و آن، وجود یک آبراهه بریده شده است که نسبت به آبراهه اصلی تغذیه‌کننده به طرف غرب جابه‌جا شده است. این مورد را می‌توان شاهدهی بر فعالیت‌های تکتونیکی جوان در منطقه محسوب کرد.



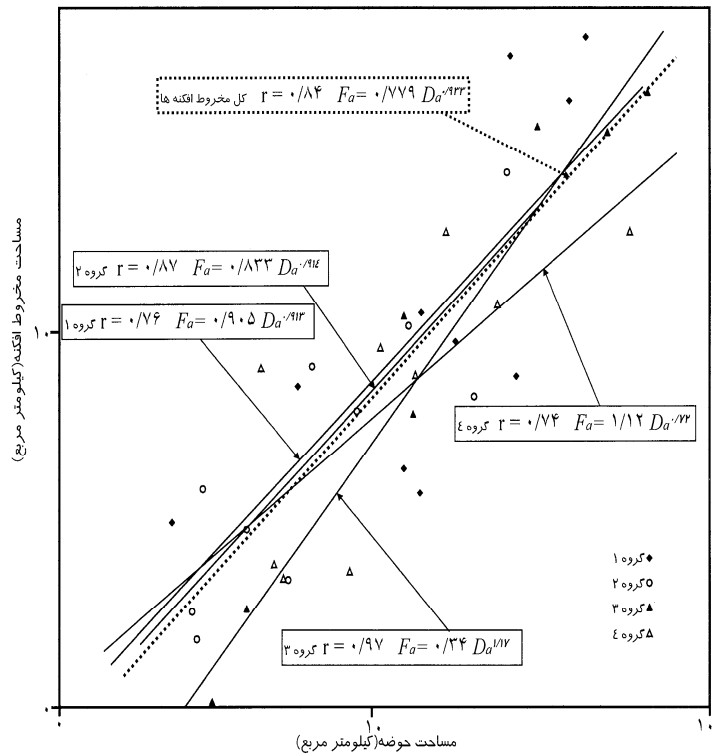
شکل ۷ نیمرخ طولی رودخانه‌ها در ۲ کیلومتری بالادست و پایین‌دست جبهه کوهستانی

#### ۵-۲- رابطه بین مساحت مخروط‌افکنه‌ها و حوضه‌های آبریز

مقایسه این دو شاخص از روابط شناخته شده مطالعات مخروط‌افکنه‌ای است. با نشان دادن این رابطه در یک نمودار دو لگاریتمی (شکل ۸)، درمی‌یابیم که گرچه می‌توان یک تابع توانی را برای کل مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه تعریف کرد، ولی با عنایت به اینکه در صورت



تعریف توابع جداگانه برای هر گروه، میزان ضریب همبستگی افزایش یا کاهش می‌یابد، لذا برای هر گروه، نموداری جداگانه ترسیم شده است (شکل ۸).



شکل ۸ رابطه مساحت مخروط افکنه‌ها با مساحت حوضه‌ها برای کل مخروط افکنه‌های مورد مطالعه و گروه‌های مختلف مخروط افکنه‌ای

شکل ۸ رابطه بین مساحت مخروط افکنه‌ها ( $Fa$ ) و مساحت حوضه‌های آبریز ( $Da$ ) بخش‌های مختلف دامنه‌های شمالی و جنوبی میشو داغ را نشان می‌دهد. در این شکل، نمودار لگاریتمی رابطه  $Fa$  با  $Da$  برای کل حوضه‌ها و مخروط افکنه‌ها و حوضه‌ها و مخروط افکنه‌های گروه ۱ تا ۴ به تفکیک نشان داده شده است که مقدار ضریب  $n$  (b) برای کل حوضه‌ها و مخروط افکنه‌ها ۰/۹۳۳، برای گروه اول ۰/۹۱۳، برای گروه دوم ۰/۹۱۴، برای گروه سوم ۱/۱۷، و برای گروه چهارم ۰/۷۲ است. واضح است که نقاط به دست



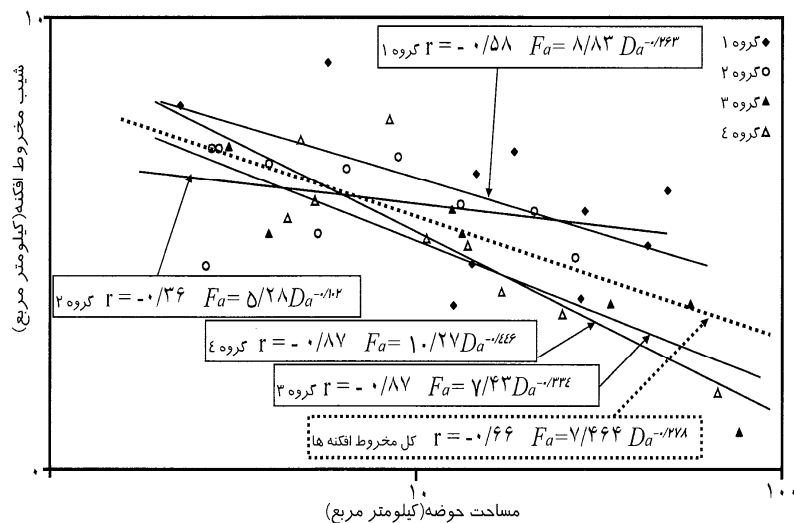
آمده برای هر یک از گروه‌های مخروط‌افکنه‌ای که در اطراف خط رگرسیون قرار گرفته‌اند، هر کدام به یک بخش از سیستم منطقه مورد مطالعه با ویژگیهای ژئومورفولوژیک خاص آن بخش تعلق دارد. در این میان، توان  $1/17$  برای  $Da$  در گروه ۳ قدری قابل تأمل است و نشانگر زیادی غیرمتعارف اندازه مخروط‌افکنه‌ها در رابطه با حوضه‌های آبریز تغذیه‌کننده آنها است. به عبارت دیگر، آلومتری مثبت در گروه سوم و آلومتری منفی در بقیه گروه‌ها نشانگر آن است که در گروه سوم، افزایش اندازه مساحت مخروط‌افکنه سریعتر از حد معمول بوده، در سایر گروه‌ها کندتر از آن است. واژه «آلومتری» برای نشان دادن آثار تغییر در مقادیر یک ضریب در نسبت متغیرها در یک سیستم به کار برده می‌شود. به عقیده کوستاشوک و همکاران<sup>[۲۵، ص ۴۷۸]</sup> شاخص «b» در رابطه  $y=ax^b$  (شکل کلی معادله‌های مربوط به روابط حوضه‌های آبریز و ویژگیهای مورفومتری مخروط‌افکنه‌ها) ضریب ثابت نسبت  $\frac{y}{x}$  است. اگر  $b=1$  باشد نسبت ثابت است و هیچ تغییری در مقادیر نسبی اتفاق نمی‌افتد. در این حالت گفته می‌شود رابطه از نوع غیرآلومتریک یا ایزومتریک است. اگر  $b>1$  باشد مقدار  $y$  نسبت به  $x$  افزایش یافته، بر روی  $y$  آلومتری مثبت روی می‌دهد. در صورتی که  $b<1$  باشد مقدار  $x$  نسبت به  $y$  فزونی یافته، آلومتری منفی را بر روی  $y$  خواهیم داشت [۲۶، ص ۴۰]. هاروی [۲۷، ص ۲۶۳] در نتیجه مطالعاتی که در مورد مخروط‌افکنه‌های مختلف انجام داده معتقد است که توان  $Da$  در تابع رگرسیونی بین  $0/7$  تا  $1/1$  متغیر است.

در مقایسه مقادیر ضریب  $(b)n$  در گروه‌های مختلف مخروط‌افکنه‌ای، می‌توان تفاوت آنها را به ویژگیهای لیتولوژیکی و تکتونیکی حوضه‌های تغذیه‌کننده نسبت داد. آنچه مسلم است این است که فعالیتهای تکتونیکی، به ویژه در کوتاه‌تر در میشو شرقی بسیار بیشتر و فعالتر از میشو غربی بوده است [۲۸، ص ۸۱۱؛ ۹، ص ۱۹۸؛ ۲۹، ص ۸۲] و همین عامل، با تأثیری که در شیب دامنه‌ها گذاشته، در افزایش مقدار عناصر رسیده به مخروط‌افکنه‌ها در میشو شرقی بسیار مؤثر بوده است.

1. Kostaschuk et al.

### ۳-۵- رابطه بین مساحت مخروط افکنه‌ها و شیب آنها

رابطه بین این دو شاخص برای کل مخروط افکنه‌های اطراف میشوداغ با وجود ضریب همبستگی پایین ( $r = -0.166$ )، می‌تواند از طریق یک تابع توانی،  $F_s = 7.764 Da^{-0.278}$  نشان داده شود (شکل ۹)؛ ولی زمانی که این رابطه، همانند رابطه مساحت مخروط افکنه‌ها و مساحت حوضه‌های آبریز، برای هر گروه مخروط افکنه‌ای جداگانه محاسبه می‌شود، ضریب همبستگی نسبت به کل مخروط افکنه‌ها افزایش یا کاهش را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه، زیاد بودن ضریب همبستگی در مخروط افکنه‌های دامنه شمالی (گروه‌های ۳ و ۴) نسبت به مخروط افکنه‌های دامنه جنوبی (گروه‌های ۱ و ۲) است که به نظر می‌رسد ناشی از اثر عامل اقلیم در دامنه‌های رو به آفتاب جنوبی و دامنه‌های پشت به آفتاب شمالی باشد. توان  $Da$  برای گروه‌های مخروط افکنه‌ای میشو شرقی (گروه‌های ۱ و ۳) به ترتیب  $-0.263$  و  $-0.334$  است که در محدوده مقادیر تعیین شده از طرف محققین مختلف و برای نقاط گوناگون روی زمین (بین  $-0.35$  تا  $-0.15$ ) قرار دارند؛ در حالی که مقادیر گروه‌های مربوط به میشو غربی (گروه‌های ۲ و ۴) به ترتیب  $-0.102$  و  $-0.446$  در خارج از این محدوده قرار می‌گیرند. این مقدار در مورد گروه ۲ نشانگر شیب زیاد سطح مخروط افکنه‌ها نسبت به مساحت مخروط افکنه و در مورد گروه ۴ نشانگر عکس آن است.



شکل ۹ رابطه مساحت مخروط افکنه‌ها با مساحت حوضه‌ها برای کل مخروط افکنه‌های مورد مطالعه و

گروه‌های مختلف مخروط افکنه‌ای

## ۶- بحث: سازوکارهای فضاساز برای نهشته‌گذاری و ویژگیهای مخروط‌افکنه‌ها

مخروط‌افکنه‌ها و حوضه‌های آبریز آنها به واسطه وجود و ماندگاری جبهه‌های کوهستانی تند، یکی از اشکال شناخته شده نواحی فعال تکتونیکی هستند [۳۰، ص ۲۰۲]. الگوهای رشد اشکال انباشتی- منطقه مورد مطالعه، همانند سایر حوضه‌های رسوبی عرضهای میانی- می‌تواند ناشی از اثر متقابل و پیچیده تکتونیک، فروروی، تدارک رسوب و ایزوستازی باشد [۳۱، ص ۷۰]. در مطالعات انجام شده قبلی در مورد منطقه مورد مطالعه، ثابت شده که همانند سایر حوضه‌های رسوبی مناطق چین‌خورده، تکامل محیطهای رسوبی، ضخامت و فرایند عمودی آنها قویاً به فعالیت تکتونیکی از نوع فشارشی وابسته است. فعالیت‌های تکتونیکی، شرایط را برای گسترش و ایجاد نواحی منبع رسوبی، موقعیت جغرافیایی و جهت‌گیری ناهمواریهای همجوار حوضه و کانونهای رسوبگذاری، و مقادیر فرونشست و رسوبگذاری در قالب زمان و مکان فراهم می‌کنند [۳۱، ص ۸۵؛ ۳۲، ص ۱۳۲؛ ۳۳، ص ۲۴۸؛ ۳۴، ص ۴۰۴؛ ۳۵، ص ۱۷۵؛ ۳۶، ص ۷۸؛ ۳۷، ص ۸۵؛ ۳۸، ص ۲۹۷؛ ۳۹، ص ۱۵۱؛ ۴۰، ص ۳۰۷] و نقش عوامل اقلیمی تنها در میزان تدارک رسوب می‌تواند باشد [۳۹، ص ۸۲].

چهار گروه مخروط‌افکنه‌ای مورد مطالعه در این طرح دارای وجوه مشترکی مثل سن (پلئستوسن- هولوسن) و اقلیم حاکم بر منطقه (نیمه خشک) هستند. از نظر لیتولوژی حوضه‌های آبریز نیز مشابهت‌هایی بین مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی و جنوبی میشو شرقی در یک طرف و مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی و جنوبی میشو غربی در طرف دیگر، وجود دارد. با این حال، آنچه در مورد این مخروط‌افکنه‌ها جالب توجه است، تفاوت در عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی در ایجاد فضای مناسب برای رسوبگذاری در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه است و تفاوت‌های مورفومتریک موجود، این مسأله را بیان می‌کند.

فعالیت‌های تکتونیکی، ماهیت عملکرد ناحیه منبع و کیفیت سازوکارهای فروروی را تنظیم می‌کنند. در کنار مهمترین اثر فعالیت‌های تکتونیکی کوتاه‌تری، یعنی ایجاد مخروط‌افکنه‌هایی با اشکال متفاوت، نقش این فعالیت‌ها در ایجاد اشکال مختلف ناهمواری در حوضه‌های آبریز نیز اساسی بوده و بی‌نظمی‌های موجود در امتداد نیم‌رخهای طولی آبراهه‌های اصلی تغذیه‌کننده مخروط‌افکنه‌ها و تفاوت‌هایی که در میزان شیب بخش انتهایی این آبراهه‌ها و بخش بالادست مخروط‌افکنه‌ها وجود دارد، بیانگر همین مسئله است. عدم وجود آبراهه بریده شده در سطح



برخی از مخروط‌افکنه‌ها را می‌توان به تداوم فروری چاله‌های اطراف کوهستان و بالآمدگی توده کوهستان نسبت داد که نتیجه آن، تداوم ایجاد فضای رسوبگذاری و افزایش ضخامت نهشته‌های انباشته شده در این گونه مخروط‌افکنه‌ها نسبت به مخروط‌افکنه‌های بریده شده است. بر روی مخروط‌افکنه‌های بریده شده، زبانه انباشتی مخروط‌افکنه در محلی به نام «نقطه عطف» که در آن، اختلاف ارتفاع بستر آبراهه بریده شده با سطح مخروط‌افکنه به صفر می‌رسد، تشکیل می‌شود. وجود آبراهه‌ای بریده شده که به نظر بلیر و مک فرسون<sup>۱</sup> [۸، ص ۲۸۹] نشانگر بلوغ یک سیستم مخروط‌افکنه‌ای است، در مورد مخروط‌افکنه‌های منطقه میشوداغ به دلیل عدم وجود حرکات تکتونیکی عمودی در کنار سایر عوامل مؤثر در تدارک رسوب است.

دینامیک ایجاد فضای رسوبگذاری در مورد هر یک از گروه‌های مخروط‌افکنه‌ای با دیگری متفاوت است و همین عامل موجب ایجاد تیپ‌های مختلف مخروط‌افکنه‌ای در منطقه مورد مطالعه شده است. شکل ظاهری مخروط‌افکنه‌ها از جمله مواردی است که به شدت از دینامیک فضا ساز متأثر می‌شود. به عنوان مثال در یک ناحیه در حال فرونشست، مخروط‌افکنه‌ها ظاهری انباشتی بدون هر گونه بریدگی در سطح دارند. در همین زمان، تغییرات توپوگرافیک ایجاد شده در محل تشکیل مخروط‌افکنه و در اثر انباشت رسوب، به وسیله گسترش زبانه انباشتی به طرف جناحین تعدیل می‌شود. بدین ترتیب، انباشت رسوب همچنان ادامه یافته، با تغییر مسیر آبراهه‌ها در سطح مخروط‌افکنه از افزایش یکباره ارتفاع مخروط‌افکنه جلوگیری می‌شود که نتیجه آن، تشکیل مخروط‌افکنه‌هایی با شعاع کوتاه، زاویه رفت و روب زیاد و نسبت عرض به طول بالا است.

گروه ۱ و ۲ مخروط‌افکنه‌ای در یک ناحیه به شدت فعال تکتونیکی گسترش یافته‌اند. در این بخش، علاوه بر فعالیت‌های گسل شمالی و جنوبی میشو، گسل‌های جوان دیگری، مثل گسل F۲، F۳، F۶، F۷، F۸ و F۹ نیز موجب گسلش نهشته‌های جوان کواترنری و حتی تشکیل مخروط‌افکنه‌های تلسکوپ‌ی (تودرتو) در دامنه شمالی (گروه ۳) شده‌اند. در این بخش از میشوداغ، اثر تکتونیک در موقعیت مخروط‌افکنه‌ها، متروکه شدن برخی از مخروط‌افکنه‌ها، شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌های جدید، تغییر سطح اساس فرسایش، تغییر در ویژگی‌های رسوبی

1. Blair and Mcpherson

مخروط‌افکنه‌ها، بریدگی سطح مخروط‌افکنه‌ها، ایجاد مخروط‌افکنه‌های چندبخشی و تلسکوپی، شکل ساختمان مخروط‌افکنه‌ها، و محل قرارگیری قسمت فعال مخروط‌افکنه‌ها متجلی شده است. مطالعات قبلی انجام شده در مورد گسل شمالی میشو [۲۹، ص ۸۱] حاکی از این است که فعالیت‌های تکتونیکی از نوع بالاآمدگی، لاقل در کواترنر بالایی صورت نگرفته؛ ولی این گسل، حرکتی راستالغز با مؤلفه افقی راسترو را تجربه کرده است. لذا بخش اعظم ویژگی‌های مورد اشاره در بالا در مورد مخروط‌افکنه‌های کواترنری دامنه شمالی میشوداغ ناشی از عملکرد گسل‌هایی دیگر، از جمله  $F_2$  و  $F_3$  است. در مورد مخروط‌افکنه‌های دامنه جنوبی نیز پدیده‌های فوق در آن سوی گسل جنوبی میشو به طرف جلگه شبستر صورت گرفته و نقش گسل‌های دیگر منطقه به غیر از گسل جنوبی میشوداغ ( $F_5$ ) در ایجاد این گونه پدیده‌ها، اساسی بوده است.

مخروط‌افکنه‌های جوان گروه دوم که در امتداد گسل تسوج قرار دارند، نشانگر تداوم حرکات عمودی گسل تسوج هستند و برخی از ویژگی‌های مورفومتری این مخروط‌افکنه‌ها، مثل عدم تقارن نیمرخ عرضی آنها حاکی از وجود حرکات راستالغز این گسل است. عملکرد گسل  $F_{11}$  نیز در موقعیت رأس مخروط‌افکنه‌ها مؤثر بوده است، به طوری که رأس مخروط‌افکنه‌های واقع در غرب این قسمت (گروه ۲) در موقعیتی بالاتر از گسل تسوج و در داخل کوهستان واقع شده‌اند (شکل ۳-۳).

مخروط‌افکنه‌های گروه چهارم که در امتداد گسل شمالی میشو ردیف شده‌اند حرکات عمودی چندانی را که ناشی از عملکرد گسل‌های منطقه باشد، نشان نمی‌دهند و ویژگی‌های مورفومتری مخروط‌افکنه‌ها عمدتاً ناشی از حرکت راستالغز گسل است که به چندبخشی‌شدگی جانبی آنها انجامیده است. عملکرد گسل  $F_2$  و فرونشست بخش انتهایی مخروط‌افکنه‌های منطقه، موجب انتقال بخش فعال مخروط‌افکنه‌ها به طرف پایین‌دست آبراه‌های بین مخروط‌افکنه‌ای شده و یا مثل مخروط‌افکنه زنجیره بریدگی سطح مخروط‌افکنه و انتقال فضای رسوبگذاری به پایین‌دست آن را به دنبال داشته است.

گسل‌های شمالی میشو، جنوبی میشو و تسوج به عنوان مهمترین گسل‌های منطقه مورد مطالعه، واحدهای توپوگرافی و سازندهای زمین‌شناسی منطقه را از هم جدا کرده‌اند. پیدایش این گسل‌ها، به کوه‌زایی‌های کیمیری نسبت داده می‌شود، رویدادی که



طی آن، فرازمین میشو پدید آمده است [۴۱]. فعالیت این گسلها و سایر گسلهای فرعی منطقه، در طول کوتاه‌تر نیز نقش اصلی را در ساختار ژئومورفولوژیکی منطقه ایفا کرده است، به طوری که آثار این فعالیتها بر روی ویژگیهای سیستمهای رودخانه‌ای منطقه، از قبیل انحراف رودخانه‌ها از مسیر اصلی، تطبیق یا عدم تطبیق شبکه آبراه‌ای با ساختار تکتونیکی و زمین‌شناسی، ویژگیهای مورفومتری حوضه‌ها و حتی در مورفولوژی و ساختمان مخروط افکنه‌های فعال منطقه نیز دیده می‌شوند. لذا بر طبق طبقه‌بندی‌ای که از سوی کلر و پینتر<sup>۱</sup> [۱۴، ص ۲۵] در مورد فعالیتهای گسلها ارائه شده، گسلهای منطقه مورد مطالعه در زمره گسلهای فعال قرار می‌گیرند. مطالعات قبلی انجام شده در مورد فعالیت این گسلها [۴۲، ص ۴؛ ۲۸، ص ۸۱ و ۹، ص ۶۰] و نیز پیشینه لرزه‌خیزی منطقه [۲۹، ص ۱۱] همگی دلالت بر فعال بودن این گسلها دارند.

## ۸- نتایج پژوهش

نقش فعالیتهای تکتونیکی در کنترل سازوکارهای مؤثر در مورفولوژی و مورفومتری سیستمهای مخروط افکنه‌ای، نقشی دوگانه بوده است. این فعالیتها از یک سو موجبات جابه‌جاییهای تکتونیکی را در حوضه‌های آبریز فراهم آورده‌اند و از سوی دیگر با ایجاد حرکات عمودی و راستالغز در پایکوههای شمالی و جنوبی میشو داغ، تفاوتی را در نوع فضای رسوبگذاری در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه پدید آورده‌اند. در کل، اثر این فعالیتها بر سیستمهای مخروط افکنه‌ای منطقه به شرح زیر است:

- کاهش زاویه رفت و روب در گروه ۱ و ۴ نتیجه عملکرد دو گسل شبستر و شرفخانه (F۷ و F۹) در گروه ۱ و گسل F۳ در گروه ۴ است.
- تحذب نیمرخ طولی در رأس مخروط افکنه‌های سه گروه اول، نشانگر بالآمدگی جبهه کوهستانی است.
- تشکیل مخروط افکنه‌های جوان (تکبخشی ساده) در دامنه شمالی و جنوبی میشو شرقی، نتیجه فعالیتهای تکتونیکی و ایجاد فضاها و رسوبگذاری جدید است.

1. Keller and Pinter

- اثر گسل شرفخانه (F9) به صورت تمایل جریان سطح مخروط‌افکنه‌ها به طرف جناح جنوبی و ایجاد آبراهه‌های بریده شده ظاهر شده است.
- نامتقارن بودن نیمرخ عرضی مخروط‌افکنه‌ها در گروه ۲ نشانگر عملکرد راستالغز با مؤلفه راست‌رو گسل تسوج است. عدم وجود تقارن در مخروط‌افکنه‌های گروه ۳ به نظر نگارندگان مقاله به دلیل اثر بازشدگی دره ناودیسی بوده، در مخروط‌افکنه‌های گروه ۴ به دلیل عملکرد راستالغز گسل شمالی می‌شود.
- قرارگیری مخروط‌افکنه‌های با بریدگی و بدون بریدگی در رأس آنها و همچنین وجود مشابهت از نظر بریدگی در سطح مخروط‌افکنه‌ها در حوضه‌های واقع در دامنه شمالی و جنوبی، نشانگر تأثیر عوامل اوتوسیکلیک از جمله تکتونیک در حوضه‌ها و مخروط‌افکنه‌های مجاور هم است.
- تشکیل خندق‌های فرسایشی در بخش‌هایی در سطح مخروط‌افکنه‌ها با نوع چندبخشی شدگی آنها در ارتباط است.
- بالآمدگی نهشته‌های کواترنری در نتیجه فعالیت‌های تکتونیک، موجب ایجاد مخروط‌افکنه‌های تک‌بخشی شده است.
- از حیث چندبخشی شدگی و نوع آن، مخروط‌افکنه‌های میشو شرقی، نشانگر حرکات عمودی و مخروط‌افکنه‌های میشو غربی، حاکی از وجود حرکات راستالغز در جبهه کوهستانی هستند.
- وجود رسوبات کنگومرایی نیمه متراکم در دو سوی کوهستان، نشانگر وجود حوضه‌های رسوبی مخروط‌افکنه‌ای در پلیو-پلئیتوسن است که در اثر فعالیت‌های تکتونیک بالآمده و امروزه بخشی از حوضه‌های آبریز منطقه را تشکیل می‌دهند. تشکیل مخروط‌افکنه‌های تلسکوپی به‌ویژه در گروه ۳ نتیجه چنین فرایندی بوده است.
- بررسی نیمرخ طولی ساختمان زیرین مخروط‌افکنه‌ها، نشانگر شکل عدسی‌مانند در گروه ۱ و ۳ و گوه‌مانند در گروه ۴ که قسمت ضخیم آنها در جبهه کوهستان و قسمت نازکتر در فاصله‌ای دورتر از جبهه کوهستان قرار دارد، است. این امر بر شدت فعالیت‌های تکتونیک و تداوم آن در گروه ۱ و ۳ و بالآمدگی شدید در محل گروه ۳ قبل از نهشته‌گذاری مطابقت دارد.
- اثر فعالیت‌های تکتونیک کواترنری در کشیدگی حوضه‌های آبریز در گروه ۳ بیش از سایر گروه‌ها دیده می‌شود که دلیل آن، بازشدگی منطقه در امتداد دره ناودیسی است.



- تغییر شیب ناگهانی در جبهه کوهستانی (رأس مخروط افکنه‌ها) به احتمال زیاد به دلیل عملکرد فشاری گسل‌های منطقه و در پی آن، بالآمدگی بلوک‌های تکتونیکی است.

- وجود آلومتری مثبت در رابطه بین مساحت مخروط افکنه‌ها و مساحت حوضه‌های آبریز گروه ۳ نشانگر افزایش سریعتر اندازه مخروط افکنه‌ها نسبت به حالت مورد انتظار است.

- وجود عملکرد فشارشی فعالیت‌های تکتونیکی در دامنه جنوبی میشوداغ موجب تشکیل حوضه‌های رسوبی جدید در بالاتر از جبهه فعلی کوهستان (گسل F۶) در طی کواترنر شده و بدین ترتیب، اندازه مخروط افکنه‌های فعلی، توسعه غیرعادی نداشته است. این در حالی است که در دامنه شمالی میشو شرقی، عملکرد کششی فعالیت‌های تکتونیکی و عبور رودخانه‌ها از دیواره شمالی دره ناودیسی، زمینه را برای تغذیه بیش از پیش مخروط افکنه‌های این بخش فراهم کرده است. به عبارت دیگر، بعد از بالآمدگی رسوبات پلیو- پلئستوسن (کوه‌زایی پاسادنین) به‌جاگذاری نهشته‌ها در دامنه شمالی (گروه ۳) تنها در محدوده مخروط افکنه‌های فعلی بوده، در حالیکه موقعیت حوضه‌های نهشته‌گذاری در طی کواترنر در دامنه جنوبی (گروه ۱) متعدد بوده و این نهشته‌ها مدت زمان طولانی در حوضه‌های رسوبی بین گسل F۶ و گسل جنوبی میشو (F۵) بر جا گذاشته شده‌اند.

به طور کلی، همان‌طور که بلیر [۴۳، ص ۲۲۴] نیز در مقاله خود اشاره می‌کند، مخروط افکنه‌ها از جمله اشکال ژئومورفولوژیکی هستند که به فعالیت‌های تکتونیکی حساس بوده، از روی آنها می‌توان اطلاعات مهمی را در مورد تجدید جوانی یک منطقه و نوع حرکات تکتونیکی به دست آورد و همین امر، یکی از نکات مثبت و امتیاز مطالعات مخروط افکنه‌ای است. درک درست فرایندهای اصلی، اشکال و رخساره‌های مخروط افکنه‌های جدید و چگونگی واکنش آنها به فعالیت‌های تکتونیکی در حین نهشته‌گذاری نیز برای بهره‌برداری از منابع طبیعی و ارزیابی مخاطرات زمین‌شناسی امری اجتناب‌ناپذیر است.



## ۹- منابع

- [1] Sorriso-Valvo, M., Sylvester, A. G.; The relationship between geology and landforms along a coastal mountain front, northern Calabria, Italy; *Earth Surface processes and landforms*, 1993.
- [2] Viseras. C., Fernandez, J.; The role of erosion and deposition in the construction of alluvial fan sequences in the Guadix formation(SE Spain); *Geologie en Mijnbouw*, 1995.
- [3] Beaty, C.B.; Anatomy of a White Mountain debris flow-the making of an alluvial fan; In: Rachocki, A.H., and Church, M. (eds). *Alluvial fans-A Field Approach*, Wiley, 1990.
- [4] Pope, R. J. J; The application of mineral magnetic and extractable iron (Fed) analysis for differentiating and relatively dating fan surfaces in central Greece; *Geomorphology*, 2000.
- [5] Leeder, M.; *Sedimentology and sedimentary Basins: From turbulence to tectonics*; Blackwell,Oxford, 1999.
- [6] Viseras, C., Calvache, M. L., Soria, J. M., Fernandez, J. ;Differential features of alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Examples from the Betic Cordillera, Spain; *Geomorphology*, 2003.
- [۷] مختاری، د.؛ پژوهشی در تکامل شبکه‌های آبراهه‌ای مخروط‌افکنه‌های کوآترنری دامنه شمالی میشو داغ؛ فضای جغرافیایی، شماره ۹، ۱۳۸۱.
- [8] Blair, T. C. and Mcpherson. J.G.; Alluvial fan processes and forms; In: A.D.Abrahams and A. J.Parsons(eds.), *Geomorphology of desert environment*, Chapman & Hall. London, 1994.
- [۹] مختاری، د.؛ عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط‌افکنه‌های کوآترنری در دامنه شمالی میشو داغ (آذربایجان- ایران) و ارزیابی توانهای محیطی آن؛ پایان‌نامه دوره دکتری با راهنمایی دکتر مقصود خیام، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز، ۱۳۸۱.
- [10] Calvache, M. L., Viseras, C., Fernandez, J.; Controls on fan development- evidence from fan morphometry and Sedimentology: Sierra Nevada, E Spain; *Geomorpholog*, 1997.



- [11] Harvey, A.M., Silva, P.G., Mather, A.E, Goy. J. L., Stokes, M., ZaZo, C.; The impact of quaternary sea-level and climatic change on Coastal alluvial fans in the Cabo de Gata ranges, Southeast Spain; *Geomorphology*, 1999.
- [12] Cook, R. U., A.Warren, and A. Goud.; *Desert geomorphology*; Vcl Press. London, 1993.
- [13] Nilsen, T.H.; *Alluvial fan deposits*; U. S. Geological Survey. Menlo Park, 1994.
- [14] Keller, E. A., Pinter, N.; *Active tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape*; Prentice Hall, Pup., 1996.
- [15] Uba, C. E., Heubeck, C., Hulka, C.; *Facies analysis and basin architecture of the Neogene Subandean synorogenic wedge, southern Bolivia*; *Sedimentary geology*, ARTICLE IN PRESS, 2005.
- [16] Luzo'n.A.; *Oligocene–Miocene alluvial sedimentation in the northern Ebro Basin, NE Spain: Tectonic control and palaeogeographical evolution*. *Sedimentary Geology*, 2005.
- [17] Bull, W.B.; *The alluvial fan environment*; *Progress in Physical Geography*, v. 1, 1977 .
- [۱۸] وزارت نیرو؛ بررسی ژئوفیزیک به روش ژئوالکتریک؛ طرح مطالعات آبهای مرزی ایران و ترکیه، ۱۳۵۳.
- [۱۹] وزارت نیرو؛ گزارش مطالعات ژئوالکتریک منطقه مرند؛ طرح مطالعات آبهای زیر زمینی، ۱۳۵۷.
- [۲۰] وزارت نیرو؛ گزارش مطالعاتی سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی؛ ۱۳۶۴.
- [۲۱] مهندسین مشاور توان آب؛ مطالعات مرحله اول، تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیر زمینی اراضی دامنه شمالی سهند- شبستر و مرند؛ جلد نهم، گزارش فنی طرح تغذیه مصنوعی رودخانه‌های زروز چای، زلیبیرچای و آبراهه مشرف به یالقوزآغاج، ۱۳۷۳.
- [۲۲] رضایی مقدم م.ح؛ پژوهش در تشکیل کوهپایه‌ها و دشتهای انباشتی دامنه جنوبی میشو داغ، با تاکید بر مورفوکلیما و مورفوتکتونیک؛ پایان‌نامه دکترای با راهنمایی دکتر مقصود خیام، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۷۴.
- [۲۳] مختاری، د.؛ شبکه‌های رودخانه‌ای ناموافق در بخش شرقی دامنه شمالی میشو داغ؛ نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، شماره ۱۷، ۱۳۸۳.

- [24] Bull, W.B.; Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California, United States Geological Survey Professional Paper, 1964.
- [25] Kostaschuk, R.A., Macdonald, G.M., and Putnam, P.E.; Depositional Process and alluvial fan-Drainage basin morphometric relationships near Banff, Alberta, Canada, *Eart Surface Processes and landforms*, Vol. 11, 1986.
- [۲۶] مختاری، د.؛ تحلیل روابط ویژگیهای مورفومتری مخروط‌افکنه‌ها با حوضه‌های آبریزمطالعه موردی: حوضه‌ها و مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی میشوداغ (آذربایجان، شمال غرب ایران)؛ تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۱، ۱۳۸۲.
- [27] Harvey, A. M.; Factors influencing quaternary alluvial fan development in southeast Spain; In: A.H.Rachocki and M.Church(eds.). *Alluvial fans: A field approach*. John Wiley & Sons, 1990.
- [۲۸] مختاری، د.؛ گسل شمالی میشو و نقش آن در مورفولوژی دامنه شمالی میشو داغ (آذربایجان- ایران)؛ مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین‌شناسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.
- [۲۹] مختاری، د.؛ پژوهشی در اثرات ژئومورفولوژیک گسل شمالی میشو و آسیب‌پذیری سکونتگاههای واقع در مسیر آن؛ طرح تحقیقاتی، دانشگاه تبریز، ۱۳۸۳.
- [30] Blair, T. C.; Alluvial fan and catchment initiation by rock avalanching, Owens Valley, California, *Geomorphology*, 1999.
- [31] Viseras, C., Maldonado, A.; Facies architecture, seismic stratigraphy and development of a high latitude basin: the powell Basin(Antarctica); *Marine geology*, 1999...
- [32] Riba, O., Reguant, S., Villena, J.; Ensayo de s´ntesis estratigráfica y evolutiva de la Cuenca terciaria del Ebro, In: Libro Jubilar JM R´os, editor. *Geolog´a de Espana*, Tomo II. Instituto Geolo´gico y Minero de Espana, 1983.
- [33] Hirst, J. P. P., Nichols, G. J.; Thrust tectonic controls on Miocene alluvial distribution patterns, southern Pyrenees, In: Allen PA, Homewood P, editors. *Foreland Basins*, vol. 8. Int Assoc Sediment Spec Publ, 1986.

- [34] Munoz, J. A., Mart´nez, A., Verge´s, J.; Thrust sequences in the eastern Spanish Pyrenees, *J Struct Geol*, 1986.
- [35] Puigdefa`bregas, C., Munoz, J. A., Verge´s, J.; Thrusting and foreland basin evolution in the Southern Pyrenees, In: Mc Clay KR, editor. Thrust tectonics. Chapman & Hall, 1992.
- [36] Puigdefa`bregas, C., Souquet, P.; Tectosedimentary cycles and depositional sequences of the Mesozoic and Tertiary from the Pyrenees. *Tectonophysics*, 1986.
- [37] Villena, J., Pardo, G., Pe´rez, A., Munoz, A., Gonza´lez, A.; The Tertiary of the Iberian margin of the Ebro Basin: sequence stratigraphy, In: Friend P, Dabrio C, editors. Tertiary Basins of Spain, The Stratigraphic Record of Crustal Kinematics. World and Regional Geology Series. Cambridge University Press, 1996.
- [38] Villena, J., Pardo, G., Pe´rez, A., Munoz, A., Gonza´lez, A.; Tertiary of the Iberian margin of the Ebro Basin: paleogeography and tectonic control; In: Friend P, Dabrio C, editors. Tertiary Basins of Spain: The Stratigraphic Record of Crustal Kinematics World and Regional Geology Series. Cambridge7 Cambridge University Press, 1996.
- [39] Milla´n Garrido, H., Pueyo Morer, E., Aurell Cardona, M., Luzo´n Aguado, A., Oliva Urc´a, B., Mart´nez Pena, B., et al.; Actividad tecto´nica registrada en los depo´ sitios terciarios del frente meridional del Pirineo central; *Rev Soc Geol Esp*, 2000.
- [40] Luzo´n, A.; Ana´lisis Tectosedimentario de los materiales Terciarios continentales del sector central de la Cuenca del Ebro (provincias de Huesca y Zaragoza.); PhD thesis, Zaragoza Univ., Spain, 2001.
- [41] Munoz, A., Arenas, C., Gonza´lez, A., Luzo´n, A., Pardo, G., Villena, J.; Ebro Basin (Northeastern Spain); In: Gibbons W, Moreno T, editors. *Geology of Spain*. London7 Geological Society, 2002.