



تحلیل عوامل مورفوژنز و مورفوانتروپیک بر ایجاد و تحول مخروط‌افکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروط‌افکنه‌های کتویه، ریگ‌آباد و چنار- دره گسلی داراب)

احمد نوحه گر^{۱*}، محمدحسین شکیبافر^۲، غلامرضا زارع^۳

چکیده

دشت داراب از جمله مناطقی است که به دلیل وجود موقعیت و تغییرات اقلیمی مخروط‌افکنه‌های متعددی در آنجا شکل گرفته که می‌توان مخروط‌افکنه‌های به کتویه، ریگ‌آباد و چنار اشاره کرد. در این تحقیق سعی شد تا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی، عوامل موثر بر ایجاد و تحول این مخروط‌افکنه‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گیرند. نتایج تحقیق نشان داد که رود کتویه و چنار به دلیل شیب تند بستر خود و افزایش سرعت دارای نیروی خالص زیادی بوده و به علت مازاد نیرو عمل غالب رودخانه حفر بستر می‌باشد که مواد حاصل از فرسایش تخریبی به پایین دست منتقل گردیده و باعث شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه شده است. مورفولوژی مخروط‌افکنه‌های کتویه و چنار ویژگی منحصر به فردی دارند، به این صورت که عمل رسوب‌گذاری به وسیله رود چنار و کتویه در یک فضای باز صورت نگرفته، بلکه ضلع چپ مخروط‌افکنه کتویه به وسیله رشته‌کوه نورو و ضلع راست مخروط‌افکنه چنار به وسیله رشته‌کوه برفدان محدود شده است. همچنین انسان نیز با ایجاد خاکریزهای مصنوعی و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه کتویه باعث شده است که به هم خوردن نظم طبیعی تحول مخروط‌افکنه‌های فوق شده است.

واژه‌های کلیدی:

ژئومورفولوژی، مخروط افکنه، مورفوژنز و مورفوانتروپیک، دشت داراب، رودخانه‌های کتویه و چنار

۱- استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، Ahmad.nohegar@gmail.com

۲- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

۳- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس



Scientific-Research Quarterly Journal Of
Environmental Erosion Researches
Vol. 2, No. 7, autumn 2013, pp: 58-73

Morphogenesis and Morph anthropic Agent Analyses on Creation and evolution of Alluvial fans (Case study: Katoeh, Rigabad and Chenar Alluvial fans- Darab Faultic Valley)

Nohegar A., Shakibafar M.H., Zare Gh.

Abstract

Darab Plain is among region that in there formed several alluvial fans because presence of situation and climate change, and can mention to Katoeh, Rigabad and Chenar alluvial fans. In this research is tried to using of Geology and Topographic Maps, Arial Image ana Field survey analysis are discussed Factors affecting the establishment and evolution of this alluvial fans. Result showed that Katoe and Chenar Rivers have high pure force because sharp steep of bed and increase of velocity, and is Prevailing practice of digging the river bed because excess of force that was transfers the downstream materials from erosion. This agent was caused formation of case study alluvial fans. Alluvial fans morphology of Katoe and Chenar has the unique feature. because deposition act don't in an open space by Katoe and Chenar rivers, but was limited the left side of katoe alluvial fan by Noro mountain and right side of Chenar alluvial fan with Barfdan Mountain. Also human disarranged natural order of case study alluvial fans evolution with creation of artificial embankments, and sand removal

Keywords:

Geomorphology, Alluvial fan, Morphogenesis and Morph anthropic, Darab Plain, Katoe and Chenar Rivers.

۱- مقدمه

مخروطافکنه‌ها لندفرم‌های بادبزنی تا مخروطی شکل با شیب آرام بوده که در طی هزاران تا میلیون‌ها سال توسط نهشته‌گذاری و فرسایش رسوب در پای دامنه‌های کوهستان تشکیل می‌شوند. این لندفرم‌ها به آسانی در محیط‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک قابل‌شناسایی هستند (USGS, 2003). مخروطافکنه‌ها پدیده‌های رایج در دامنه جبهه‌های کوهستانی بوده (Bull, 1977)، جایی که یک رود از مسیری با سرعت زیاد از یک ناحیه با شیب تند به سمت شیب آرام حرکت کند (Bull, 1979). تغییر ناگهانی شیب منجر به کاهش جریان پایین در فشار تنش برشی بستر و سرعت حمل رسوب شده، که این مسئله باعث رسوب‌گذاری محلی می‌گردد (Schumm et al., 1987). این نهشته‌گذاری محلی منجر به ایجاد دره‌هایی بر خلاف شیب رأس مخروطافکنه شده که باعث افزایش نسبی شیب جریان پایینی شده که به موجب آن تغییر مسیر رود آسان‌تر صورت می‌گیرد. یک بار تغییر مسیر رود، باعث ایجاد آبراهه جدیدی بر سطح مخروط گشته، با بیشترین کندگی نزدیک رأس مخروطافکنه جایی که مسیر جدید شیب‌دار بوده، بخش نرم‌تر رسوب، جریان پایینی نهشته شده از کانال خندقی است. روند به جای گذاشتن رسوب مخروط، مسیرهای خندقی شده از یک کانال جدید ممکن است شروع به همواری توسط پرشدگی، شروع از نواحی پایین‌تر مخروطافکنه می‌شود (Bridge et al., 2005). مخروطافکنه‌ها اشکالی هستند که جریان‌هایی با بار رسوبی زیاد از مکان‌هایی با شیب تند، به سوی شیب آرام در آنجا تخلیه می‌شوند. کاهش ناگهانی قابلیت و ظرفیت همبستگی و کاهش انرژی جریان در نتیجه بریدگی شیب، منجر به نهشته‌گذاری رسوبات شده و مخروطافکنه تشکیل می‌گردد (Craig et al., 2009). در محیط‌های خشک، این محدوده‌ی جبهه رسوب‌گذاری منجر به عوارضی می‌شود که می‌تواند توسط فرسایش بریده شده و معمولاً بیانگر چندین نسل از سطوح مخروطافکنه است (Bull, 1991). مخروطافکنه‌ها اشکال ریخته شده مشخصی دارد و توسط آبراهه‌های توزیعی گسترش می‌یابند (Leeder, 1999). مخروط‌ها غالباً کانال‌های جریانی دارند که در روی سطح مخروط پراکنده می‌باشند (Wasson, 1974). مخروطافکنه‌ها ممکن است در نتیجه عبور جریان‌های پایینی در داخل دشت‌های آبرفتی، زمین‌های آبگیر، سواحل، دریاچه‌های دائمی، محدوده تپه‌های بادی یا دریاچه‌های پلایا به وجود آیند (Densmore et al., 2007). اگرچه سیستم آبراهه‌ای بر روی مخروط‌ها به صورت واگرایی گسترش می‌یابند، اما تمامی آن‌ها با هم فعال نمی‌شوند. انحراف مسیر جریان‌های سیل در میان آبراهه‌های مختلف (در نتیجه تغییر مسیر رود) مسئله‌ی رایجی است (Bridge et al., 2005). اگرچه مخروطافکنه‌ها معمولاً در کوهستان‌های نواحی خشک بوده (Harvey, 1997) ممکن است که در هر محیط اقلیمی دیگر مانند قطبی (Boothroyd et al., 1978)، آلی (Kostaschuk et al., 1986)، معتدل مرطوب (Kochal, 1990) و مرطوب گرمسیری نیز تشکیل شوند (Kesel et al., 1985). در تمامی محیط‌های آب و هوایی مخروطافکنه‌ها ممکن است که یک نقش میانگین‌گیری مهم را در ژئومورفیک کوهستان یا سیستم‌های رسوبی ایفا نمایند (Harvey, 2002).

درباره مخروطافکنه و نحوه شکل‌گیری آن، تحقیقات زیادی در سطح جهان و در نقاط مختلف صورت گرفته است. شاید بتوان بال^۱ را در دهه‌ی ۱۹۶۰م برجسته‌ترین محقق دانست که تلاش‌ها و تحقیق‌های زیادی درباره سازوکار تشکیل مخروطافکنه‌ها، عوامل موثر بر ایجاد و گسترش مخروطافکنه‌ها و غیره در این زمینه انجام داده است. نتایج تحقیقات وی مبنایی برای پژوهش‌های بعد از خود گشته و بسیاری از محققان به کارهای وی استناد می‌کنند. از این‌رو احتمالاً می‌توان گفت: که بال تأثیرگذارترین محقق در مطالعات مخروطافکنه‌ای است (زارع، ۱۳۸۹). از جمله تحقیقات در دنیا پیرامون مخروطافکنه‌ها می‌توان به تغییر مسیر رود بر روی مخروطافکنه‌های جنوب آریزونا (Field, 2001)، نقش تغییرات سطح اساس در برش مخروطافکنه‌های نوادا و جنوب اسپانیا (Harvey, 2002)، شیب مخروطافکنه‌های در مناطق مرطوب ژاپن، تایوان و فیلیپین (Kyoji et al., 2005)، تحول سیستم مخروطافکنه‌ای کواترنری در منطقه هیمالیا (Kumar et al., 2007)، تکامل ژئومورفولوژی مخروطافکنه تیلیکارا آرژانتین (Sancho et al., 2008)، تغییرات شیب رسوبی پایین مخروطافکنه‌های در ژاپن و جنوب غرب آمریکا (Akiko et al., 2008) و کنترل‌های زمین‌ساختی بر تکامل مخروطافکنه‌های دشت گنگ هندوستان (Goswami et al., 2009) اشاره کرد.

^۱ Bull

در ایران نیز نخستین بار (Beaumont, 1972) پیرامون مخروطافکنه‌های دامنه جنوبی البرز پژوهشی انجام داده است. پس از وی (رضایی مقدم، ۱۳۷۴) مخروطافکنه‌های جنوبی میشوداغ را بررسی کرد. از جمله تحقیقات بعدی می‌توان از تحقیقاتی همچون بررسی ژئومورفولوژی مخروطافکنه گاماسیاب (شایان، ۱۳۸۲)، ارزیابی عملکرد تکتونیکی بر اساس مخروطافکنه‌های دامنه شمالی میشوداغ (خیام و همکاران، ۱۳۸۲)، تحول کانال‌های گیسویی مخروطافکنه تنگ‌کویه (یمانی و همکاران، ۱۳۸۲)، منشاء یابی رسوبات در مخروطافکنه چن‌داب (زارع خوش‌اقبال، ۱۳۸۷)، عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروطافکنه جاجرود (مقصودی، ۱۳۸۷)، تحلیل فضایی و ژنتیکی مخروطافکنه‌های ایران (رامشت و همکاران، ۱۳۸۷)، نقش گسل‌ها در تکامل مخروطافکنه درختگان (رامشت و همکاران، ۱۳۸۷)، سیستم مخروطافکنه‌ای پرسیان در شمال کوه کیامکی (مختاری، ۱۳۸۸)، تأثیر و نقش فعالیت‌های زمین‌ساختی در ایجاد مخروطافکنه‌های دامنه‌ی جنوبی آلا‌داغ (روستایی و همکاران، ۱۳۸۸) و نقش زمین‌ساخت در شکل‌گیری و تحول مخروطافکنه‌های دامنه تاقدیس قلاجه (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۸) نام برد.

تغییرات محیطی در دامنه‌های زاگرس فارس در طی کواترنر منجر به شکل‌گیری لندفرم مخروطافکنه‌های متعددی شده است. مخروطافکنه‌های کتویه، چنار و ریگ‌آباد از جمله این مخروطافکنه‌ها است که شهر داراب بر روی آن‌ها مستقر شده است. در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از روش ژئومورفولوژیک مبتنی بر مطالعات میدانی و پیمایشی به نحوه ایجاد و تحول این مخروطافکنه‌ها پرداخته شود.

۲- مواد و روش

در این تحقیق از داده‌های زیر استفاده شده است:

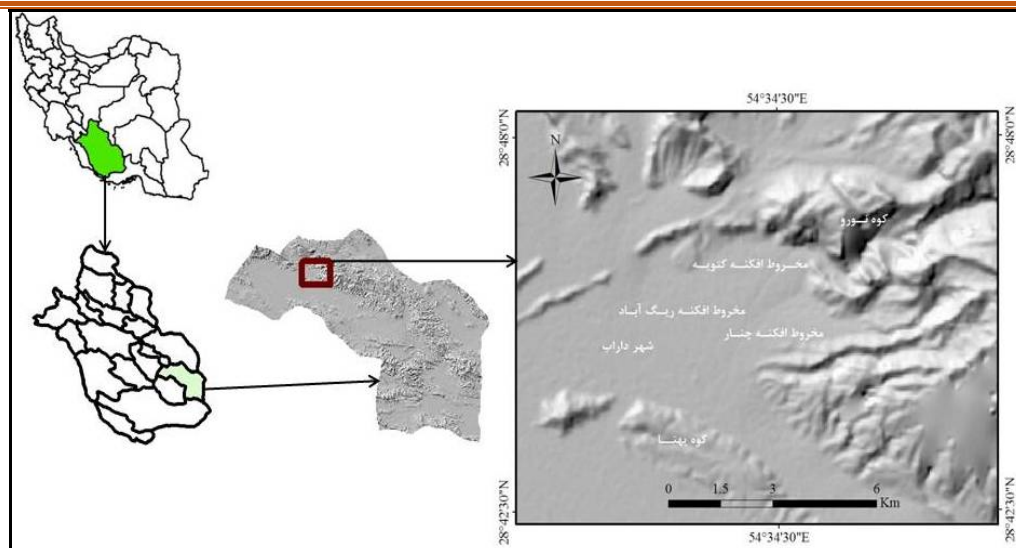
الف) داده‌های ثانویه شامل یافته‌های کتابخانه‌ای و مطالعه ادبیات و پیشینه موضوع، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ داراب و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ داراب

ب) داده‌های سنجش از دوری که شامل عکس هوایی سال ۱۳۳۴ است.

ج) داده‌های حاصل از بازدید و پیمایش میدانی (داده‌های اولیه و اصلی تحقیق)

برای انجام پژوهش حاضر در گام نخست مطالب و ادبیات مرتبط با موضوع گردآوری و مطالعه شد. در مرحله بعد با توجه به هدف تحقیق، مبانی نظری و پیشینه مرتبط با پژوهش دسته‌بندی و نهایی شد. در گام بعد اطلاعات مربوط به زمین‌شناسی منطقه از مورد مطالعه نوشته‌شده و بر اساس نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ داراب موقعیت دقیق مخروطافکنه‌های مورد مطالعه مشخص شد. برای نشان دادن موقعیت مخروطافکنه‌های مورد مطالعه بر روی نقشه (شکل ۱) از مدل رقومی ارتفاعی استفاده گردید. ترسیم آبراهه‌ها و مشخص کردن محدوده حوزه‌های آبخیز بر اساس نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ صورت گرفت. برای ترسیم خطوط گسلی نیز از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ داراب استفاده شد. در گام بعدی اقدام به پیمایش و بازدید میدانی از مخروطافکنه‌های مورد مطالعه شد (سه مرحله). لازم به ذکر است که روش تحقیق اصلی در این پژوهش، روش پیمایشی-تحلیلی است. در مرحله نخست بر اساس مشاهدات میدانی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری مخروطافکنه‌های مورد مطالعه بررسی شدند. در مرحله دوم نیز به بررسی و تحلیل انسان به عنوان یک عامل ژئومورفولوژی در تحول مخروطافکنه و تغییرات مسیر آبراهه‌های مستقر بر مخروطافکنه، پرداخته شد. در مرحله سوم انطباق‌سنجی یافته‌های تحقیق با واقعیت‌های موجود صورت گرفت که صحت نتایج تحقیق را نشان داد. در پایان نیز بر اساس مشاهدات و تحلیل‌های صورت گرفته، نتیجه‌گیری انجام شد.

محدوده مورد مطالعه از نظر موقعیت نسبی در جنوب شرقی استان فارس و شمال دشت داراب گرد و از نظر موقعیت ریاضی در ۲۶ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱).

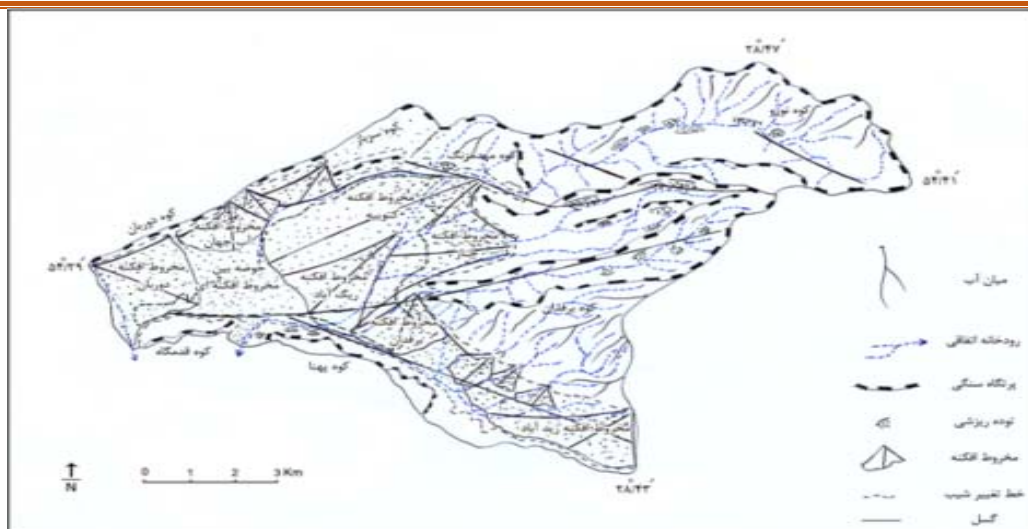


شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در بخش واحد ساختمانی زاگرس مرتفع قرار دارد. تکامل ساختمانی منطقه در ارتباط با تکامل ساختمانی واحد زاگرس مرتفع می‌باشد. این واحد به صورت یک نوار طویل و باریک از بندرعباس تا مریوان در کردستان امتداد یافته است. مراحل ایجاد و شکل‌گیری نهایی زاگرس مرتفع در ارتباط با تشکیل و سپس بسته شدن یک شکاف قاره‌ای^۲ در این ناحیه بوده است به این شرح که در اواخر پالئوزوئیک بر اثر حرکات کششی یک شکاف قاره عمیق قاره‌ای در این منطقه به وجود آمده و با گسترش جانبی به یک گودال اقیانوسی (اقیانوس زاگرس) تبدیل شد که عمل رسوب‌گذاری در آن تا آخر مزوزوئیک انجام شد. در طول این مدت بیش از ۳۵۰۰ متر رسوب از نوع آهک توده‌ای سیلیسی به طور هم شیب در آن ته نشین گردید و سپس بر اثر حرکات کوهزایی لارامید در آخر کرتاسه اقیانوس زاگرس بسته شد و مجموعه رسوبات موجود در آن در اثر چین خوردن شکل گرفت و بر اثر دخالت حرکات کوهزایی آلی بعدی و فعالیت گسل‌های قدیمی و ایجاد گسل‌های طولی و عرضی ساختمان چین‌خورده اولیه ضمن برافراشتگی، راندگی^۳ هم پیدا نمود و زاگرس مرتفع موجودیت یافت (علایی طالقانی، ۱۳۸۲). به طوری که در حال حاضر شکل ناهمواری اطراف شهر داراب به صورت پرتگاهی گسلی نمود پیدا کرده است (شکل ۲). چنان که کوه‌های مهد مزنگ و برفدان واقع در شمال و شمال شرقی داراب با امتداد شمال غرب و جنوب شرقی منطبق بر پرتگاه بلند جبهه رورانده می‌باشند (شکل ۲). همچنین کوه‌های کم ارتفاع پهنا و قدمگاه در جنوب شهر داراب قسمت فراروی گسل‌ها را تشکیل می‌دهند و کوه دوبان در غرب داراب با روند جنوب غرب - شمال شرق منطبق بر پرتگاه گسل می‌باشد (شکل ۲).

^۲ Rift Valley

^۳ Thrust



شکل ۲- واحدهای ژئومورفولوژیکی شهر داراب و اطراف آن (بر اساس داده‌های سنجش از دور و مشاهدات میدانی)

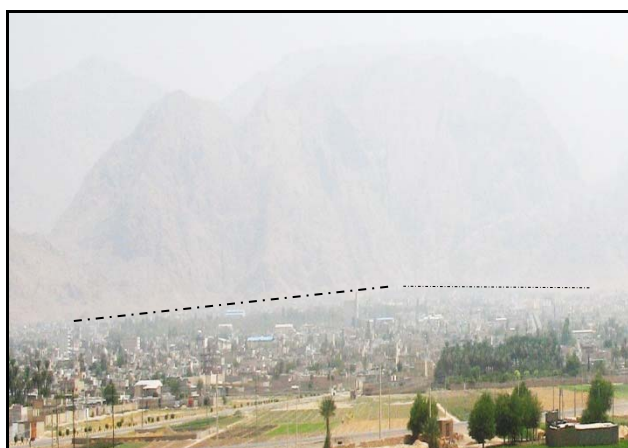
به این ترتیب دره گسلی داراب در بین همین کوه‌های گسلی فروافتادگی پیدا کرده و به شکل امروزی تکامل یافته است. طول این دره ۱۳ کیلومتر است، باریک‌ترین قسمت آن دو کیلومتر و عریض‌ترین قسمت آن پنج کیلومتر می‌باشد. سطح آن کاملاً از رسوبات آبرفتی کواترنر به شکل مخروطافکنه پوشیده شده است.

۳- نتایج

تحلیل عوامل مورفوننز مخروطافکنه‌های کتویه، چنار و ریگ‌آباد

اعمال رودهای کتویه و چنار در ایجاد مخروطافکنه‌های کتویه و چنار

مخروطافکنه کتویه به عنوان بزرگ‌ترین مخروطافکنه دره گسلی داراب بر اثر رسوب‌گذاری رودخانه کتویه در پای کوه نورو به وجود آمده است (شکل ۳).



شکل ۳- مخروطافکنه کتویه که شهر داراب بر روی آن استقرار یافته است.

به این صورت که رود کتویه در واحد کوهستان به دلیل شیب تند بستر خود و افزایش سرعت دارای نیروی خالص زیادی است در این واحد به دلیل مازاد نیرو عمل غالب رودخانه حفر بستر می‌باشد که مواد حاصل از فرسایش تخریبی به وسیله جریان رود به پایین‌دست منتقل می‌شود. به طور دقیق در پای کوه به دلیل کاهش شیب زمین و نفوذ آب به داخل زمین سرعت آب کاهش

یافته و توان آب جهت حمل بار جامد کاهش می‌یابد، بنابراین رود جهت جریان یافتن به سمت پایین دست ناچار می‌شود بخشی از مواد خود را به جای گذارد از آنجا که بیشترین حجم آب مربوط به وسط بستر رود است (در مسیر مستقیم)، و بیشترین مواد هم در مرکز رود حمل می‌شوند (محمودی، ۱۳۸۲). بنابراین رسوب‌گذاری در قسمت مرکزی رود بیشتر از قسمت‌های حاشیه‌ای است در نتیجه تکرار این عمل در بلندمدت و تراکم مواد آبرفتی توسط رود کتویه به صورتی که توضیح داده شد، باعث می‌شود که یک شکل هندسی مخروطی از تراکم مواد رسوبی در پای کوه نورو در منطقه به وجود آید. بنابراین در مقطع عرضی ضمن اینکه مخروط افکنه به صورت محدب در امتداد مقطع طولی به صورت مقعر شکل‌گیری شده است. علت شکل‌گیری آن به صورت مقعر در امتداد طولی به این دلیل است، که چون شیب زمین به صورت تدریجی تغییر می‌یابد و به صورت تدریجی سرعت آب کاهش می‌یابد. بنابراین طبیعی است رود کتویه ابتدا مواد رسوبی با اندازه بزرگ ته نشین ساخته و سپس به صورت تدریجی اندازه‌های ریزتر به جای گذاشته، بنابراین از بالادست به سمت پایین دست مخروط افکنه به دلیل کاهش تدریجی ضخامت مواد رسوبی، کاهش تدریجی اندازه مواد رسوبی، باعث شده کاهش شیب به تدریج از بالادست به سمت پایین کاهش یابد. به همین دلیل واضح بوده که به صورت مقعر ظاهر شود. ساز و کاری که رود کتویه برای ساخت مخروط افکنه کتویه به کار برده است. به طور دقیق همین سازوکار هم رود چنار برای ایجاد مخروط افکنه چنار به کار برده است.

حوزه تأمین آب و مواد رسوبی مخروط افکنه کتویه ۲۵/۷ کیلومترمربع وسعت دارد، که جریان رود کتویه کار زهکشی آب و مواد رسوبی را از این حوزه انجام می‌دهد. علت نام‌گذاری جریان اصلی به نام کتویه، وجود روستای کتویه در انتهای این حوزه می‌باشد و دلیل نام‌گذاری این مخروط افکنه به نام کتویه ساخت روستای کتویه در رأس واقع در ضلع راست آن می‌باشد. رود چنار که یکی از شعبات رود کتویه بوده، حوزه تأمین آب و مواد رسوبی با وسعت ۸ کیلومترمربع را جهت ساخت مخروط افکنه چنار زهکشی می‌کند و دلیل نام‌گذاری این رود و مخروط افکنه ایجاد شده به وسیله آن به نام چنار وجود درخت کهنسال و سمبلیک چنار در محل ابتدای حوزه آبخیز تأمین آب و مواد رسوبی آن می‌باشد.

حوزه تأمین آب و مواد رسوبی مخروط افکنه کتویه که به وسیله رود کتویه زهکشی می‌شود، منطبق بر یک دره باریک و عمیق ساختمانی فعال است که شیب متوسط آن ۳۳٪ می‌باشد و حوزه تأمین آب و مواد رسوبی مخروط افکنه چنار که به وسیله رود چنار زهکشی می‌شود منطبق بر یک دره طولی یالی واقع بر دامنه جنوبی کوه برفدان بوده که شیب متوسط آن ۴۳٪ است.

ویژگی‌های کلی مخروط افکنه‌های کتویه، چنار و ریگ‌آباد

مخروط افکنه کتویه: این مخروط افکنه در پای رشته کوه نورو تشکیل شده است در امتداد بزرگ‌ترین شعاع آن نیم رخ به صورت نسبتاً مقعر ظاهر می‌شود (شکل ۳). میزان شیب در رأس ۵ درصد و در قاعده یک درصد بوده، حداکثر شیب سطح مخروط افکنه برابر ۶ درصد و مربوط به ۱۵۰۰ متر پایین تر از رأس آن می‌باشد. در امتداد بزرگ‌ترین شعاع آن از رأس به سمت قاعده دو خط تغییر شیب قابل محسوس مشاهده می‌شود، یکی در حد فاصل بین میدان فردوسی و میدان دانشگاه دوم در محل اتصال مواد آبرفتی تشکیل دهنده مخروط افکنه کتویه در قاعده و رسوبات ریز رسی، این خط تغییر شیب به دلیل تفاوت در اندازه مواد رسوبی ریزدانه رسی دریاچه‌ای و درشت‌دانه مخروط تراکمی است. در مقطع عرضی سطح مخروط به صورت محدب ظاهر می‌شود و پستی و بلندی آن محسوس نیست، شبکه آب‌های واگرا بسترهای مشخص در ساختمان مخروط ایجاد نکرده‌اند و به همین دلیل سطح مخروط افکنه تفکیک نشده است به طور کلی ساختمان آن از مواد آبرفتی با کرویت کم و گرد شدگی ضعیف تشکیل شده است، که این ویژگی مواد آبرفتی به سمت قاعده بیشتر می‌شود. قطعات سنگ‌های بزرگ بی‌شکل، مکعبی و مدور در سطح آن به ویژه در رأس به صورت نامنظم پراکنده شده‌اند، اندازه دانه‌های رسوبی به سمت قاعده کاهش می‌یابد و لایه‌بندی در مقطع عمودی به صورت تدریجی ظاهر می‌گردد.

در داخل ساختمان آن یک لایه سخت به ضخامت ۵۰ سانتی‌متر تا ۱/۵ متر وجود دارد که از رأس به سمت قاعده در اعماق بیشتر یافت می‌شود این لایه سخت از سیمانی شدن سنگ‌ریزه‌ها توسط یک محلول ناشی از انحلال آهک در گذشته تشکیل شده، که در اصطلاح محلی به آن لایه جوش گویند. بر اثر عملکرد نیروی درونی در پیشانی کوهستان سطح مخروط افکنه بالآمدگی پیدا کرده، که پیامد آن به صورت تغییر در اعمال فرسایشی رود کتویه از مرحله تراکمی به مرحله کاوشی بوده است.

این تغییر در عملکرد فرآیند رود منجر به ایجاد یک بریدگی از رأس به سمت قاعده مخروط‌افکنه کتویه شده که به طور مشخص ساختمان مخروط را شکافته است (شکل ۴).



شکل ۴- بریدگی رأس مخروط‌افکنه کتویه به سمت قاعده آن

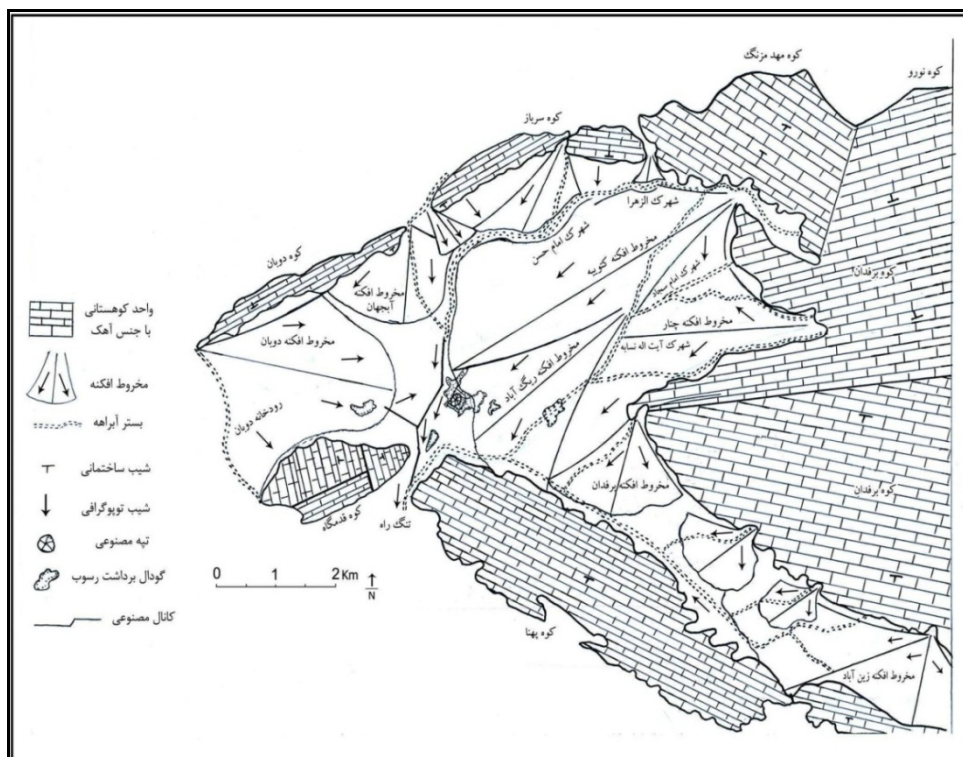
مخروط‌افکنه چنار: این مخروط‌افکنه تراکمی به صورت یک سطح مقعر در امتداد نیمرخ طولی نمایان می‌شود (شکل ۵). از رأس به سمت قاعده، سطح مخروط به سمت ضلع راست تمایل دارد. بالا آمدگی سنگ پایه بر اثر عملکرد گسل در ضلع راست باعث ایجاد این مورفولوژی ویژه گشته است، مقدار شیب در رأس ۸ درصد و در قاعده دو درصد بوده، حداکثر شیب سطح پایین‌تر از رأس مخروط برابر با ۱۲ درصد می‌باشد. قاعده‌ی این مخروط‌افکنه در شرق روستای کتویه به زیر مواد رسوبی مخروط‌افکنه کتویه دفن شده است (شکل ۵).



شکل ۵- مخروط‌افکنه چنار

ظاهراً عمل تفکیک دانه‌بندی به وسیله جریان آب‌های سطحی موجود بر مخروط‌افکنه چنار ناتمام باقی مانده و در منظر زمین مواد رسوبی زاویه‌دار و درشت دیده می‌شوند. در سطح این مخروط‌افکنه قطعات سنگ‌های چندین تنی بی‌شکل، مکعبی و مدور پراکنده شده‌اند، به دلیل وجود واحد رادیو لاریت در حوزه زهکشی آن نسبت مواد ریزدانه در ساختمان داخلی آن زیاد است که هم اکنون برداشت می‌شود. اندازه قطر دانه‌های رسوبی به سمت قاعده ضلع راست آن کاهش می‌یابد و میزان کرویت و گرد شدگی زیاد می‌شود، لایه‌بندی آن در قاعده به صورت تدریجی است. عمل برداشت شاخه‌های واگرا در سطح آن باعث شده که در مقطع عرضی با پستی و بلندی محسوس نمایان شود یک بریدگی از رأس این مخروط به سمت قاعده‌ی آن وجود دارد.

نکته حائز اهمیت این که مورفولوژی مخروط‌افکنه‌های کتویه و چنار نسبت به مخروط‌افکنه‌های دیگر که در حاشیه شمالی دشت داراب گرد واقع شده‌اند، یک ویژگی منحصربه‌فرد دارند، به این صورت که عمل رسوب‌گذاری به وسیله رود چنار و کتویه در یک فضای باز صورت نگرفته، بلکه چون ضلع چپ مخروط‌افکنه کتویه به وسیله رشته کوه نورو و ضلع راست مخروط‌افکنه چنار به وسیله رشته کوه بردان محدود شده، بنابراین تغییر شکل لبه‌ی این رشته‌های کوهستانی بر شکل لبه مخروط‌افکنه‌های تأثیر مستقیم داشته است. به این صورت که هر جا پیش‌آمدگی داشته لبه‌ی مخروط‌افکنه‌های تو رفتگی دارند و هر جا توده کوهستانی فرورفتگی داشته، لبه‌ی مخروط‌افکنه‌های به داخل توده‌ی کوهستانی گسترش یافته است. بنابراین مورفولوژی ضلع چپ مخروط تراکمی کتویه و ضلع راست مخروط تراکمی چنار تابع تغییر شکل لبه‌ی توده‌ی سخت کوهستان‌های مجاور است (شکل ۶).



شکل ۶- مورفولوژی مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه (بر اساس داده‌های سنجش از دوری و نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی)

مخروط‌افکنه ریگ‌آباد: به دلیل ادامه‌ی فعالیت‌های زمین‌ساخت در پیشانی کوهستان تغییر اساسی در اعمال فرسایشی رودخانه کتویه و چنار به وجود آمده است. زیرا سرعت بالآمدگی پیشانی کوهستان نسبت به رسوب‌گذاری رودهای کتویه و چنار در پای کوه‌ها کمتر بوده، در نتیجه رودخانه‌های کتویه و چنار رأس مخروط‌افکنه‌های چنار و کتویه را شکافته‌اند و عمل رسوب‌گذاری توسط آن‌ها به پایین‌تر انتقال یافت به این صورت که عمل رسوب‌گذاری رودخانه کتویه به محل امروزی میدان فردوسی انتقال یافت، یعنی واقع بر روی بخش میانی و قاعده‌ی مخروط‌افکنه کتویه و عمل رسوب‌گذاری رودخانه چنار هم به قاعده‌ی

مخروطافکنه چنار انتقال یافت. در نتیجه بر اثر رسوب‌گذاری مشترک رودخانه‌های چنار و کتویه مخروطافکنه جدید ریگ‌آباد به وجود آمده است. بنابراین در حال حاضر رأس مخروطافکنه ریگ‌آباد در محل میدان فردوسی امروزی است و قاعده آن به دامنه‌ی شمالی کوه پهنا ختم می‌شود. سهم مواد آبرفتی درشت‌دانه در ضلع چپ مخروطافکنه ریگ‌آباد به دلیل تخلیه بلافصل مواد آبرفتی مخروطافکنه چنار توسط رود چنار به این قسمت است. هر چند از رأس به سمت قاعده‌ی مخروطافکنه ریگ‌آباد اندازه دانه‌های رسوبی و ضخامت مواد آبرفتی کاهش می‌یابد، در زمین‌های رسی معروف به احمدآباد واقع در ضلع چپ مخروطافکنه ریگ‌آباد، در واقع مواد رسوبی حاشیه‌ی دریاچه دوره‌های بارانی است که ضخامت متوسط آن‌ها ۱۷ متر می‌باشد. در مقطع عرضی مقدار پستی و بلندی‌های سطح مخروطافکنه کم بوده، اما تشکیل یک سطح محدب مشخص داده است. حاشیه این مخروطافکنه، بر خلاف دو مخروطافکنه قدیمی چنار و کتویه، چون در فضایی باز صورت گرفته بدون انحنا و مستقیم است. ویژگی مواد آبرفتی تشکیل‌دهنده ساختمان مخروطافکنه جدید ریگ‌آباد این مسئله را به خوبی نشان می‌دهد که توان فرسایشی رودخانه‌ها در منطقه نسبت به گذشته کمتر شده است.

تحلیل عوامل موثر بر تحول مخروطافکنه‌های کتویه، چنار و ریگ‌آباد

عامل نئوتکتونیک: این عامل به دو صورت باعث ایجاد تغییر شکل و تحول مخروطافکنه‌ها شده است. نخست به صورت مستقیم باعث موج شدن سطح مخروطافکنه‌ها شده که در مقطع عرضی سطح مخروطافکنه‌ها را به صورت پلکانی با تغییر شیب محسوس تغییر شکل داده است. این وضعیت با عبور از جنوب شهر داراب به سمت شمال آن در خیابان سلمان فارسی، خیابان نهضت، خیابان سعدی، خیابان دانشگاه و همچنین برخاستگی و میل ضلع سمت راست مخروطافکنه چنار به سمت محور مرکزی آن کاملاً مشهود است. البته این تغییرات در چند محل بر اثر برداشت مواد رسوبی به وجود آمده است که باید آن را از فعالیت‌های نئوتکتونیک در منطقه جدا کرد. تأثیر دیگر فعالیت جدید نئوتکتونیک بر تحول مخروطافکنه‌ها در واقع تغییر در اعمال فرسایش رودخانه‌ای است به این صورت که با تغییر سطح اساسی در دره گسلی داراب، عمل رسوب‌گذاری رودها در پای کوه‌ها به پایان رسید و عمل غالب فرسایش کاوشی است که در رأس آن‌ها آغاز شد. نتیجه این اعمال چند بریدگی و شکاف در سطح مخروطافکنه کتویه و چنار است که به تشریح آن‌ها پرداخته می‌شود. اول شکافی که در سطح مخروطافکنه کتویه ایجاد شده، سطح مخروط را به صورت مورب بریده و رودخانه کتویه در آن جریان دارد. علت انحراف این رود و جریان یافتن آن در مقطع عرضی مخروطافکنه کتویه، پیش‌آمدگی توده کوهستانی نورو در گوشه شمال غرب شهرک الزهراء (س) است. به طوری که بلافاصله در غرب این توده سنگی رود سوخکیان آغاز می‌شود که بستر خود را در ضلع چپ مخروطافکنه کتویه تثبیت کرده است. احتمال دارد که اگر این پیش‌آمدگی کوه نورو وجود نداشت، رود کتویه در ضلع چپ مخروطافکنه کتویه جریان می‌یافت و امروز رودی به نام سوخکیان در منطقه وجود نداشت. دوم: ایجاد یک بریدگی بر اثر برداشت و حمل مجدد مواد آبرفتی در ضلع چپ مخروطافکنه کتویه که در آن رود سوخکیان جریان دارد. سوم ایجاد دو بریدگی فرسایشی در ضلع چپ و راست است. مخروطافکنه چنار که بریدگی واقع در ضلع چپ از لحاظ عمق و عرض اهمیت بیشتری دارد. چهارم ایجاد یک بریدگی فرسایشی در حد بین قاعده مخروطافکنه چنار و ضلع چپ مخروطافکنه کتویه است. ابعاد طبیعی این بریدگی‌ها تابع ضخامت مواد آبرفتی، اندازه دانه‌های رسوبی و حجم آب می‌باشد، به همین دلیل در امتداد طولی ابعاد آن‌ها مرتب تغییراتی ایجاد می‌شود. به طور کلی از پیشانی جبهه کوهستان به سمت دوردست عمق این بریدگی کاهش و عرض آن‌ها افزایش می‌یابد. اما در این مورد ابعاد بریدگی موجود در ضلع سمت چپ مخروطافکنه چنار کاملاً برعکس است، یعنی از رأس مخروط به سمت قاعده، عمق و عرض آن افزایش می‌یابد به طوری که در محل اتصال به رود کتویه عمق آن به ۱۰ متر و عرض آن به ۸۰ متر افزایش می‌یابد. احتمالاً این ابعاد اغراق‌آمیز به دلیل فرسایش قهقرایی به وجود آمده باشد. به این صورت که رود چنار جهت تنظیم نیمرخ طولی خود با سطح اساس محلی خود که رود کتویه می‌باشد در حال تنظیم نیمرخ خود از پایین رود به سمت بالا رود از طریق فرسایش انجام می‌شود. به همین دلیل عمق بستر رود چنار در بریدگی ضلع سمت چپ مخروطافکنه چنار به سمت بالا رود کم می‌شود.

فعالیت‌ها و بهره‌برداری انسان و تأثیر آن بر تحول مخروط‌افکنه‌ها

ایجاد خاکریزهای مصنوعی: یکی از مهمترین اقدامات انسان در تحول مخروط‌افکنه‌های کتویه و ریگ‌آباد احداث خاکریزهای مصنوعی در سطح آن‌ها می‌باشد. اساساً احداث خاکریزهای مصنوعی با هدف کنترل سیلاب طغیان رودهای کتویه، سوخکیان و شبکه آبراهه‌های موجود به سطح مخروط‌افکنه کتویه به شهر داراب انجام شده است. در همین راستا اولین خاکریز مصنوعی در امتداد بلوار بسیج امروزی مشهور به سیل بند، عمود بر شبکه آبراهه‌های موجود بر سطح مخروط‌افکنه کتویه احداث گردید. این شبکه آبراهه‌ها که بر اثر بارش مستقیم بر سطح مخروط‌افکنه کتویه به وجود می‌آمدند، اولین جریان سطحی بودند که در هر بارندگی برای ساکنین منطقه مشکلاتی را حادث می‌شدند. تأثیر ژئومورفولوژی این خاکریز بر مخروط‌افکنه‌ها این بود که نخست باعث رسوب‌گذاری در بالادست خود می‌شدند و سطح مخروط‌افکنه را بالا آوردند و تأثیر دوم اینکه چون مجموعه این آب‌ها جمع‌آوری و سپس به سمت رود سوخکیان هدایت گردید که باعث افزایش عمق بستر رود کتویه در محل این آب‌ها شده است. دومین خاکریز مصنوعی که بیشترین تأثیر بر تحول مخروط‌افکنه کتویه داشت، احداث خاکریز مصنوعی از محل میدان فردوسی تا جاده داراب - بندرعباس می‌باشد. (شکل ۷).



شکل ۷- ایجاد خاکریز مصنوعی در حاشیه رودخانه کتویه

طول این خاکریز مصنوعی ۲۶۰۰ متر و ارتفاع متوسط آن ۲ متر و خط‌الراس آن نیز می‌باشد. هدف از احداث این خاکریز مصنوعی متمرکز ساختن مجموع شبکه آبراهه‌های واگرای پراکنده فعال بر سطح مخروط‌افکنه جدید ریگ‌آباد بود. این تغییر در الگوی شبکه آبراهه‌ها موجب تغییر زمین‌های واقع در شرق خاکریز مصنوعی شد، به این صورت که با افزایش حجم آب و بار رسوبی سطح مخروط‌افکنه ریگ‌آباد در امتداد ضلع راست آن تحت تأثیر فرسایش کاوشی و برداشت قرار گرفت و یک بستر تثبیت‌شده به وجود آمد. البته خاکریز مصنوعی منطبق بر دیوار سمت چپ یک شبکه آبراهه با اهمیت که در سطح مخروط‌افکنه جدید ریگ‌آباد فعالیت داشته، احداث شده است. چنان‌چه ارتفاع دیوار سمت چپ رود کتویه امروزی از مجموع دیوار طبیعی بستر رود و خاکریز مصنوعی تشکیل شده است که وضعیت این مسئله را نشان می‌دهد که خاکریز مصنوعی بر روی یک دیوار بستر شبکه آبراهه با اهمیت احداث شده است. اثر احداث این خاکریز مصنوعی بر تحول مخروط‌افکنه ریگ‌آباد این بود که نقش فرایند جریانی در تحول این مخروط‌افکنه قطع شد و باعث افزایش توان رود کتویه در تغییر شکل بستر خود از میدان فردوسی تا جاده ترانزیت داراب - بندرعباس شده است. سوم اینکه یک خاکریز مصنوعی با هدف کنترل طغیان رود سوخکیان به شهر داراب از

گوشه شمال شرق شهرک الزهراء (س) تا جنوب غرب شهرک امام حسن مجتبی (ع) به طول ۳۹۴۰ متر و ارتفاع متوسط ۱/۲۰ متر احداث شده است. از آنجا که سطح مخروطافکنه کتویه در مجاور در ضلع چپ آن بر اثر بالا آمدگی پیشانی کوهستانی نورو و سرباز بالا آمدگی پیدا کرده، تأثیر زیادی بر هدایت آب‌های سطحی به سمت محور مرکزی مخروطافکنه کتویه داشته است. بنابراین چون رود سوخکیان در امتداد ضلع چپ مخروطافکنه کتویه در جریان بوده، اهمیت کنترل طغیان احتمالی آن این خاکریز مصنوعی ایجاد شده است. این خاکریز مورفولوژی ضلع چپ مخروطافکنه قدیم کتویه را کاملاً تغییر داده و سطح آن را برجسته می‌نمایاند.

ایجاد تپه مصنوعی و خندق مستطیلی شکل در پایین دست قاعده مخروطافکنه کتویه: یکی از مظاهر مهم تحول در سطح مخروطافکنه‌ها وجود یک تپه برجسته در جنوب خیابان سلمان فارسی بوده که محله قلعه پایین بر آن احداث شده است. این تپه مصنوعی از طرف جنوب به خیابان بعثت و از شرق به کوچه شهید رضایی، از سمت غرب به بلوار شهید کشاورز و از شمال به خیابان سلمان فارسی محدود می‌شود. اطراف این تپه مصنوعی یک خندق مستطیلی طراحی شده است. هدف از احداث این تپه مصنوعی و خندق دور آن، عامل دفاع و ایجاد امنیت برای محله قلعه پایین و کنترل سیلاب رود سوخکیان و کتویه بوده که در گذشته این محل را مورد هجوم خود قرار می‌دادند. این عارضه نامتجانس در پایین دست قاعده مخروطافکنه کتویه شکل کلی و قابل انتظار در قاعده مخروطافکنه را از بین برده است.

ایجاد گودال و حفره بر اثر برداشت مواد آبرفتی در سطح مخروطافکنه‌ها: از دیگر مناظر که باعث تغییر شکل و تحول مخروطافکنه‌های مورد مطالعه شده است، ایجاد حفره‌های بی‌شکل با عمق متفاوت در قاعده مخروطافکنه ریگ‌آباد و کتویه است (شکل ۸). به این صورت که چون مخروطافکنه دובان در جنوب غرب مخروطافکنه کتویه و ریگ‌آباد و در مقابل آن‌ها توسط رسوب‌گذاری رودخانه دوبان تشکیل شده و شرایطی فراهم گردید که یک حوزه رسوبی بین مخروطافکنه‌ای در بین مخروطافکنه‌ها به وجود آمده که در دوره‌های بارانی این حوزه تبدیل به یک دریاچه آب شیرین شد که در محدوده آن مواد ریزدانه رس به ضخامت ۱۷ متر ته نشین شده و با ورود انسان به این منطقه و نیاز به ساخت سرپناه در سطح وسیع این مواد رسوبی به عنوان مصالح ساختمانی از سطح دریاچه قدیمی برداشت گردید. حاصل آن به وجود آمدن حفره‌های متعدد در پایین دست قاعده مخروطافکنه‌های ریگ‌آباد و کتویه است که در حال حاضر بیشتر این گودال‌ها و حفره‌های ناشی از برداشت مواد رسوبی توسط واحدهای مسکونی و تجاری اشغال شده است.



شکل ۸- برداشت رسوبات رودخانه‌ای در قاعده مخروطافکنه کتویه

تغییر در نیمرخ طولی رود کتویه در سطح مخروطافکنه‌ها

انسان به دو صورت باعث تغییر اعمال فرسایشی در بستر رود کتویه در محدوده مخروطافکنه ریگ‌آباد جدید و کتویه قدیم شده است. نخست با احداث پل برای برقراری اتصال شبکه‌های ارتباطی شهری بر روی بستر رود کتویه و دوم برداشت مواد آبرفتی تحت عنوان معدن روباز رودخانه‌ای به صورت غیرمجاز و بدون مجوز که به شرح این اقدامات و تأثیر آن بر رفتار رودخانه از قاعده مخروطافکنه جدید ریگ‌آباد به سمت رأس مخروطافکنه قدیم کتویه پرداخته می‌شود.

احداث پل بر روی بستر رود کتویه: در محل عبور رود کتویه از جاده داراب - بندرعباس واقع در قاعده مخروطافکنه جدید ریگ‌آباد که در واقع یک سطح اساس موقت می‌باشد و باعث شده است که رودخانه کتویه در بالادست پل عمل رسوب‌گذاری را انجام دهد و این رسوب‌گذاری باعث بالا آمدن کف بستر رود کتویه شده است. سپس انسان با برداشت مواد رسوبی بیش از حد در بالادست این پل و ایجاد یک گودال بزرگ باعث تغییر سطح اساس شده است. به همین دلیل جریانی در زمان کم آبی به هنگام بارش اقدام به یک بریدگی عمیق از بالادست این گودال نموده است و به صورت قهقرای به سمت بالادست در حال حفر کف بستر رود کتویه است. در حال حاضر ارتفاع کف این بریدگی در بالادست گودال هم تراز کف گودال است و به سمت بالادست به تدریج عمق آن افزایش می‌یابد و تا پل واقع بر روی بستر رود کتویه در محل عبور رود کتویه از بلوار آیت ... شیرازی پیشروی کرده است (شکل ۹).



شکل ۹- فرسایش قهقرای بر اثر برداشت رسوبات رودخانه‌ای در رودخانه کتویه

در حال حاضر جریان آب در محل پل ساخته‌شده بر روی رود کتویه به هنگام عبور از بلوار آیت ... شیرازی به صورت آبشار به داخل بریدگی ایجادشده فرود می‌آید (شکل ۹). اگر پل ساخته‌شده بر روی بلوار آیت ... شیرازی نبود، جریان رود کتویه به فرسایش قهقرای خود به سمت بالای رود ادامه می‌داد، اما کف بتنی این پل مانع از پیشروی فرسایش قهقرای به سمت بالا رود شده است. اما فعالیت غالب رود کتویه در بالادست این پل رسوب‌گذاری است که با برداشت این رسوبات تا حد زیاد، مجدداً فعالیت کاوشی آب به صورت قهقرای به سمت بالا رود در حال انجام است. بنابراین تغییر شیب کف بستر رود کتویه بر اثر احداث پل و برداشت مواد رودخانه‌ای مهمترین اقدام غیراساسی انسان در بستر رودخانه کتویه بوده و سایر اقدامات آن منجر به تغییر شکل بستر به ویژه افزایش عرض آن شده است.

۴- نتیجه‌گیری

مخروطافکنه‌ها از جمله اشکال ناهمواری هستند که به دلیل داشتن توانمندی‌های زیاد جهت ایجاد سکونتگاه‌های انسانی، فعالیت و بهره‌برداری انسان از دیرباز مورد توجه انسان‌ها بوده است. اگرچه رسوب‌گذاری توسط فرایندهای جریانی مهمترین عامل در زایش مخروطافکنه‌ها می‌باشد، اما در تغییر شکل و تحول آن‌ها مجموعه‌ی عوامل طبیعی و انسانی دخالت دارند و انسان با اعمال خود علاوه بر تغییر شکل و تحول این اشکال ناهمواری باعث کاهش یا افزایش فرایندهای طبیعی در تحول آن‌ها می‌شود. مخروطافکنه‌های کتویه، چنار و ریگ‌آباد بر اثر رسوب‌گذاری رودهای کتویه و چنار در دره گسلی داراب شکل گرفته‌اند و به دلیل داشتن خاک حاصل‌خیز، منابع آب غنی زیرزمینی، شیب مناسب و غیره منشأ جذب گروه‌های انسانی جهت استقرار، فعالیت و بهره‌برداری انسان به خود شده است. در طول زمان به وسیله فرایندهای درونی و بیرونی زمین و انسان دچار تحول و تغییر اساسی گشته‌اند، اما مقدار تحول در سطح مخروطافکنه‌ها یکسان نیست و در ارتباط با مقدار تغییر شکل و تحول می‌توان سطح این سه مخروطافکنه را به سه پهنه تقسیم کرد. ۱) پهنه فعال: این پهنه که منطبق بر محدوده بریدگی‌ها و شکاف‌های موجود بر سطح مخروطافکنه‌ها می‌باشد و در حال حاضر محل عبور جریان خطی از قله کوهستان به سمت پایین بوده، قاعده‌ی مخروطافکنه‌ها است. ۲) پهنه‌های نیمه‌فعال از لحاظ تحول که منطبق با قاعده مخروطافکنه‌ها است که تحت اشغال زمین‌های کشاورزی بوده، انسان و فرآیندهای رودخانه‌ای به طور نسبی باعث تغییر شکل بستر در قاعده مخروطافکنه‌ها می‌شوند. ۳) پهنه غیرفعال: این پهنه منطبق بر واحدهای مسکونی، تجاری، اداری و سایر تأسیسات انسانی است که نقش یک پوشش حفاظتی جهت مصون ماندن مخروطافکنه‌ها از اعمال طبیعی و انسانی شده است.

۵- مراجع

- ۱- خیام، م.، مختاری کشکی، د.، ۱۳۸۲. ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی بر اساس مورفولوژی مخروطافکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروطافکنه‌های دامنه شمالی میشو داغ)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۴، صص ۱-۱۰.
- ۲- رامشت، م. ح.، عباسی، ع.، معیری، م.، ۱۳۸۷. تحلیل فضایی و ژنتیکی مخروطافکنه‌های ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۸، صص ۹۷-۱۱۶.
- ۳- رامشت، م. ح.، شاه زیدی، س.، ۱۳۸۷. نقش گسل‌ها در جابه‌جایی کانون‌های واگرایی متواتر و تکامل مخروط افکنه درختنگان در کواترنر، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۱۰، صص ۱-۲۰.
- ۴- روستایی، ش.، رجبی، م.، زمردیان، م. ح.، مقام مقیمی، غ.، ۱۳۸۸. نقش فعالیت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروطافکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صص ۱۳۷-۱۵۶.
- ۵- زارع، غ.، ۱۳۸۹. بررسی عوامل موثر بر ایجاد مخاطرات ژئومورفولوژیک مخروطافکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروطافکنه گرمسار)، به راهنمایی دکتر سیاوش شایان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۴ صفحه.
- ۶- زارع خوش‌اقبال، م.، ۱۳۸۷. منشأ یابی رسوبات مخروطافکنه چناب ورامین، مجله جنگل و مرتع، شماره ۷۵، صص ۲۳-۲۹.
- ۷- شایان، س.، ۱۳۸۲. ویژگی‌های ژئومورفولوژیک مخروطافکنه گاماسیاب، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۶.
- ۸- مختاری، د.، ۱۳۸۸. واکنش سیستم‌های مخروطافکنه‌ای به تغییرات اقلیمی کواترنری "مطالعه موردی: سیستم مخروطافکنه‌ای پرسیان در شمال کوه کیامکی (شمال غرب ایران)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۵، صص ۵۴-۷۶.
- ۹- مقصودی، م.، ۱۳۸۷. بررسی عوامل موثر در تحول ژئومورفولوژی مخروطافکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروطافکنه جاجرود)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۶۵، صص ۷۳-۹۵.
- ۱۰- مقصودی، م.، باقری، س.، مینایی، م.، ۱۳۸۸. بررسی نقش تکتونیک در شکل‌گیری و تحول مخروطافکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروطافکنه‌های دامنه تاقدیس قلاجه)، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۱۲، صص ۹۹-۱۲۴.

۱۱- یمانی، م.، مقصودی، م. ۱۳۸۲. بررسی و تحول کانال‌های گیسویی در سطح مخروط‌افکنه‌ها (مطالعه موردی: مخروط‌افکنه تنگ‌تپه در چاله سیرجان)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۵، صص ۱۰۳-۱۱۳.

12- Akiko. H, T. Oguchi, Y. Hayakawa, Z. Lin, K. Saito, T. A. Wasklewicz, 2008, GIS analysis of depositional slope change at alluvial-fan toes in Japan and the American Southwest, *Journal of Geomorphology* 100, pp. 120–130.

13- Beaumont, P., 1972. Alluvial fans along the foothills of the Elburz Mountains, Iran. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 12, pp. 251–273.

14- Bridge, J. S et al, sedimentary processes, including channel bifurcation and avulsion, on alluvial fan, 8th international conference on fluvial Sedimentology, Delft. The Netherlands, August 7-12, 2005

15- Bull, W.B., 1977. The alluvial fan environment. *Progress in Physical Geography* 1, pp. 222–270.

16- Bull, W.B., 1979. Threshold of critical power in streams. *Geological Society of America Bulletin* 90, 453–464.

17- Bull, W.B, 1991, *Geomorphic responses to climatic change*, Oxford University, press, New York, p 326

18- Densmore, A.L et al, 2007, Development and response of a coupled Catchment fan system under changing tectonic and climatic forcing: *Journal of Geophysical Research-Earth Surface*, v 112.

19- Field, J, 2001, Channel avulsion on alluvial fans in southern Arizona, *Journal of Geomorphology* 37, pp 93–104

20- Goswami, P. K, C. C. Pant, S. Pandey, 2009, Tectonic controls on the geomorphic evolution of alluvial fans in the Piedmont Zone of Ganga Plain, Uttarakhand, India, *J. Earth Syst. Sci.* 118, No 3, pp. 245–259

21- Hardgrove. C, J. E. Moersch, S. C. Whisner, 2009, Identification of sedimentary processes on alluvial fans using aerial thermal images and ground truth, 40th lunar and planetary science conference, pp. 1-2.

22- Harvey, A.M, 1997, the role of alluvial fans in arid zone fluvial systems. In: Thomas, D.S.G. (Ed.), *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Dry lands*. Wiley, Chichester, pp. 231–259.

23- Harvey. A. M, 2002, the role of base-level change in the dissection of alluvial fans: case studies from southeast Spain and Nevada, *Journal of Geomorphology* 45, pp. 67–87.

24- Kesel, R. H et al , 1985, Geomorphic relationships and ages of soils on alluvial fans in the Rio General Valley , Costa Rica .*Catena*, 12, pp. 149-166.

25- Kochel, R. C, 1990, *Humid alluvial fans of the Appalachian Mountains*. Wiley, Chichester, pp. 109-129.

26- Kostaschuk, R. A, G.M. Macdonald, P.E, Putnam, 1986, Depositional Processes and alluvial fan-drainage basin morphometric relationship near Banff, Alberta, Canada .*Earth Surface Processes and landform*.

27- Kumar. R, N. Suresh, S. J. Sangode, V. Kumaravel, 2007, Evolution of the Quaternary alluvial fan system in the Himalayan foreland basin: Implications for tectonic and climatic decoupling, *Journal of Quaternary International* 159. pp. 6–20.

28- Kyoji. S, T. Oguchi, 2005, Slope of alluvial fans in humid regions of Japan, Taiwan and the Philippines, *Journal of Geomorphology* 70, pp. 147–162.

29- Leeder, M. R, 1999, *Sedimentology and Sedimentary basins: from turbulence to tectonics*. Oxford: Black wells, 592 p.

- 30-** Sancho. C, J. Luis Peña, F. Rivelli, E. Rhodes, A. Muñoz, 2008, Geomorphological evolution of the Tilcara alluvial fan (Jujuy Province, NW Argentina): Tectonic implications and palaeo environmental considerations, *Journal of South American Earth Sciences* 26, pp. 68–77.
- 31-** Schumm, S. A, Mosley, M. P, Weaver, W. E, et al, 1987, *Experimental Fluvial Geomorphology*, John Wiley and Sons, New York, 413 p.
- 32-** USGS, 2003, *Natural Hazards on Alluvial Fans*, pp. 1-4.
- 33-** Wasson. R. J, 1974, Intersection point deposition on alluvial fans: an Australian example. *Geografiska Annaler*, 56.