



تعیین عوامل موثر بر گسترش آبکندها در منطقه کنارتخته استان فارس

سید مسعود سلیمان پور^{۱*} - مجید صوفی^۲ - حسن احمدی^۳

تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۱۲

تاریخ پذیرش: ۸۷/۹/۴

چکیده

فرسایش آبکندی یکی از انواع فرسایش آبی است که به دلیل تولید رسوب و خسارات فراوان به اراضی، راهها و سازه‌های عمرانی در استان فارس، از اولویت بالایی برخوردار است. در این تحقیق ۱۵ آبکند فعال و معرف انتخاب و ویژگی‌های مورفومتریک حوزه آبخیز، خاک، پوشش گیاهی و اقلیم اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عوامل موثر در گسترش و رسوب‌زایی آبکندها، رابطه بین حجم آبکند به‌عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های آبکند نظیر طول، عرض، عمق، ویژگی‌های آبخیز نظیر مساحت، شیب، ضریب شکل، دانه‌بندی ذرات خاک، درصد پوشش گیاهی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته به‌عنوان متغیرهای مستقل با استفاده از روش رگرسیون گام به گام در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۳) مورد تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد، رسوب تولیدی ناشی از گسترش آبکندها در کنارتخته، تابع پنج متغیر درصد رس، شن، سیلت، شیب و پوشش گیاهی در آبخیز واقع در بالای پیشانی آبکندها است. این نتیجه دلالت بر تاثیر عامل خاک، زمین‌شناسی و ویژگی‌های حوزه آبخیز بر تولید رسوب ناشی از فرسایش آبکندی دارد. نقش عامل خاک و زمین‌شناسی مهم‌تر از ویژگی‌های حوزه آبخیز بود. بررسی آستانه توپوگرافی نشان داد که به علت مثبت شدن نمای رابطه توانی (b) فرآیند رواناب زیرسطحی در گسترش آبکندهای این منطقه غالب است. این نتایج نیز، بیانگر تاثیر بیشتر ویژگی سازند زمین‌شناسی در تولید رسوب ناشی از فرسایش آبکندی است. غالب بودن فرآیند هیدرولوژیک زیرسطحی با مشاهدات میدانی از فرسایش تونلی، و نقش انحلال در ایجاد و گسترش آبکندها تطبیق دارد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش آبکندی، تولید رسوب، آستانه توپوگرافی، کنارتخته، استان فارس

مقدمه

پس از وقوع باران‌های شدید ایجاد گردیده است (۱۲). اکثر محققین داخلی و خارجی عواملی نظیر تخریب اکوسیستم‌های طبیعی، کاربری نادرست اراضی، تخریب پوشش و چرای مفرط دام، تغییرات اقلیمی و وضعیت زمین‌شناسی و دخالت انسان در عرصه‌های طبیعی را از مهم‌ترین علل ایجاد و گسترش آبکند می‌دانند (۲).

پوزن و همکاران، در خصوص اهمیت این نوع فرسایش، بیان می‌دارند: فرسایش آبکندی از دو نظر در بین انواع فرسایش‌های آبی اهمیت دارد، اول اینکه تحقیقات کمی درباره آن صورت گرفته و کمبود اطلاعات درباره آن احساس می‌شود، زیرا تحقیقات بسیار زیادی درباره فرسایش پاشمانی (بارانی) و سطحی و شیاری در چند دهه اخیر صورت گرفته است و دلیل آن نیز بسط و ارایه مدل‌های فرسایش جهت برآورد فرسایش شیاری و بین شیاری، MUSLE، WEPP، MUSLE است. دوم اینکه فرسایش آبکندی چندین برابر فرسایش سطحی تولید رسوب دارد که برای مخازن سدهای احداث شده، هدر رفت خاک و رسوب‌گذاری رودخانه‌ها بسیار مهم است. یکی از موضوعات جالب توجه، تعیین سهم فرسایش

اولدمن و همکاران، فرسایش آبی را به‌عنوان یک فرآیند کلیدی مهم در تخریب خاک مناطق مختلف در دنیا مطرح می‌نمایند (۱۱). پوزن و همکاران، یکی از دلایل مهم مطالعه و تحقیق در فرسایش آبکندی را اتصال بالادست به پایین دست آبخیز و تولید رسوب بیش‌تر از فرسایش‌های پاشمانی و سطحی می‌دانند (۱۲). قدیری به نقل از هادسون، آبکندها را به‌عنوان کانال‌های طبیعی بزرگ دارای عرض و عمق زیاد می‌شناسد به‌طوری‌که اجازه شخم عادی و معمولی را نمی‌دهند (۶). پوزن و همکاران، آبکند را یک کانال با کناره‌های دارای شیب تند و یک پیشانی فرسایشی پرشیب و فعال می‌دانند که به‌وسیله فرسایش ناشی از جریان سطحی متناوب (معمولا در طی یا

۱- دانشجوی دوره دکتری تخصصی (Ph.D.) علوم و مهندسی آبخیزداری - دانشگاه آزاد

اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

*- نویسنده مسئول (E-mail: m.soleimanpour@yahoo.com)

۲- استادیار و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

۳- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

که توان معادله بین شیب و مساحت در آبکندهای عمیق بزرگ‌تر است که نشان‌دهنده عملکرد موثر رواناب سطحی در تعمیق بیشتر این آبکندها دارد. در این روابط مساحت (A) و شیب (S) و a و b ضرایب منطقه‌ای هستند (روابط ۱ و ۲).

$$S = aA^b = 0.020A^{-0.141} \quad \text{رابطه ۱- آبکند کم عمق (کمتر از ۰/۸ متر)}$$

$$S = 0.0578 A^{-0.152} \quad \text{رابطه ۲- آبکند عمیق (بیش از ۰/۸ متر)}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود اگرچه توان b در دو گروه نزدیک به یکدیگر است اما ضریب a در آبکند عمیق تقریباً ۳ برابر ضریب a در آبکند کم عمق می‌باشد (۱۰).

وندکرف و همکاران در بررسی پیشروی طولی آبکندهای جنوب شرقی اسپانیا و رابطه آن با ویژگی‌های آبخیز، شکل‌شناسی آبکند، کاربری اراضی و ویژگی‌های خاک دریافتند که حجم فرسایش آبکندهی رابطه توانی با مساحت آبخیز در بالا دست آبکندها دارد که نمای آن با تغییر مقیاس زمانی تحقیق از کوتاه به بلندمدت افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده افزایش اهمیت سطح آبخیز یا به عبارتی رواناب سطحی در گسترش آبکندها در مناطق خشک و نیمه خشک است. تفاوت در حجم فرسایش در مقیاس‌های زمانی کوتاه و میان مدت نشانه تأثیر مهم تغییرات کاربری اراضی و اقدامات ناموفق مدیریت اراضی در تولید رسوب در آبکندها و تغییرات دوره‌ای پیشروی طولی آن است و معمولاً رسوبات بیشتری در مقیاس‌های زمانی متوسط (۱۰ تا ۳۰ سال) به دست آمده است، ولی تفاوت معنی‌دار نبوده است (۱۵).

حیدری در تحقیقی با عنوان بررسی مکانیزم فرسایش آبکندهی در استان کرمان، به بررسی عوامل موثر در گسترش آبکندها با استفاده از اندازه‌گیری حجم آن‌ها پرداخته است. ایشان پس از انتخاب تعدادی آبکند در سه منطقه بافت، رابر و راین و اندازه‌گیری سالیانه پارامترهایی نظیر میزان بارندگی سالیانه، عرض بالا و پایین، طول آبکند، شیب کف آبکند، شیب عمومی و حوزه زهکشی آبکند با استفاده از روش مساحی در منطقه، بافت خاک، pH و EC در طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۷۴ و به کمک تجزیه و تحلیل آماری در روش رگرسیون گام به گام نتیجه گرفت که متغیرهای حوزه آبخیز مانند سطح آبخیز و شیب عمومی و مورفولوژی آبکند مانند طول و عرض آن و ویژگی‌های خاک نظیر EC و pH در گسترش آبکندهای کرمان موثر بوده‌اند. وی در نهایت نتیجه گرفت که عوامل موثر بر گسترش آبکندها در استان کرمان، مساحت آبخیز و شیب بالای پیشانی آبکندها می‌باشد که دلالت بر تأثیر مهم رواناب سطحی داشته و اغلب در اثر تغییر کاربری اراضی به وجود آمده است (۱).

صوفی، در پژوهشی با عنوان تعیین تأثیر تخریب پوشش گیاهی و توسعه شهری در گسترش آبکندها در جنوب استان فارس، به بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف در گسترش آبکندها در حوزه آبخیز لامرد و علامردشت پرداخت. در این تحقیق گسترش آبکندها در فاصله

آبکندهی به کل رسوب تولیدی در اکو سیستم‌های مختلف است. پاسخ به این سؤال بسیار مشکل است ولی نتایج برخی از تحقیقات در این زمینه نشان می‌دهد که سهم فرسایش آبکندهی از ۱۰ تا ۹۴ درصد تغییر می‌کند و عوامل متعددی در تغییر سهم آن شامل عوامل مکانی، زمانی، کنترل‌ها و کنش‌های محیطی، نوع خاک، کاربری اراضی، توپوگرافی، آب و هوا دخیل هستند، هم‌چنین پوزن در تحقیق دیگری در سال ۲۰۰۲ ضمن بررسی ۲۲ حوزه آبخیز در اسپانیا مشاهده کرد که میزان تولید رسوب در حوزه‌هایی که در آن‌ها اثری از فرسایش آبکندهی نیست برابر ۰/۷۴ تن در هکتار در سال می‌باشد، اما در حوزه‌های مشابه که آثار فرسایش آبکندهی یافت می‌شود، این میزان به ۲/۹۷ تن در هکتار در سال می‌رسد (۱۲).

علیزاده به نقل از مورگان، فرسایش آبکندهی را پدیده‌ای با اندرکنش‌های بین عوامل مؤثر در آن شامل حجم، سرعت و نوع رواناب، نوع و حساسیت خاک به فرسایش، تغییرات ایجاد شده در حفاظ روی خاک (اعم از پوشش گیاهی و یا پوشش‌های غیر بیولوژی)، کاربری اراضی و اقدامات و عملیات عامل انسانی در مناطق مختلف معرفی نموده است (۵).

وانوالهم و همکاران، در مطالعه‌ای که بر روی آبکندهای عمیق (عمق بیشتر از ۰/۸ متر) و کم عمق (عمق کمتر از ۰/۸ متر) در کمربند لسی اروپا انجام دادند، عنوان کردند که حجم خاک از دست رفته در آبکند عمیق ۲ برابر آبکند کم عمق می‌باشد، آن‌ها اضافه کردند که آبکندهای عمیق در شیب‌های تند و کوتاه تشکیل می‌شود (۱۶).

وندکرف و همکاران، آستانه توپوگرافی را حد و مرزی معرفی نمودند که اگر میزان شیب و مساحت بالای پیشانی آبکندها از آن حد تجاوز نماید، فرسایش آبکندهی اتفاق خواهد افتاد که به صورت رابطه توانی بین شیب و مساحت آبخیز $S = aA^b$ می‌باشد، که در آن S شیب و A مساحت حوزه آبخیز در بالای پیشانی آبکند و a, b ضرایبی هستند که بسته به نوع منطقه متفاوت می‌باشند. آن‌ها از رابطه شیب و مساحت بالای پیشانی آبکندها استفاده نمودند و در مناطق مدیترانه‌ای اروپا نتیجه گرفتند که رابطه معکوس شیب با مساحت، نشانه تأثیر رواناب سطحی در ایجاد آبکندها و رابطه مثبت، نشانه تأثیر رواناب زیر سطحی در ایجاد آن است. آن‌ها نتیجه گرفتند که در صورت وجود ریشه و پوشش گیاهی مناسب و کافی گیاهان، حد آستانه شیب برای ایجاد آبکند بسیار بالاتر از مناطق با پوشش گیاهی تخریب شده است (۱۴).

ناشتریگل و همکاران، در تحقیق خود در کمربند لسی بلژیک متوجه شدند که معادلات مربوط به آستانه توپوگرافی برای انواع مختلف آبکندها تفاوت دارد. به عنوان مثال آن‌ها در برقراری روابط موجود برای آبکندهای زمستانه عمیق (عمق بیشتر از ۰/۸ متر) و آبکندهای تابستانه کم عمق (عمق کوچک‌تر از ۰/۸ متر) متوجه شدند

مناطق آبکندی اغلب در اطراف مناطق دارای توسعه شهری و تمرکز جمعیت می‌باشد و دو متغیر مساحت زمین لخت و طول جاده خاکی بیشترین تاثیر را بر افزایش مساحت مناطق آبکندی در فاصله زمانی ۱۳۳۴ تا ۱۳۷۳ داشته است، به عبارت دیگر ۷۸ درصد از تغییرات در مساحت مناطق آبکندی در آبخیزها توسط این دو متغیر تفسیر شد (۴).



(شکل ۱) - نمایی از فرسایش آبکندی در منطقه کنار تخته (سلیمان پور، ۱۳۸۶)

زمانی ۱۳۳۴ تا ۱۳۷۳ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد مساحت آبکندها در طی دوره بررسی، بالغ بر سه برابر گردیده است. در این بررسی متغیرهای اراضی شیب‌دار کوهستانی، طول جاده خاکی، مساحت دشت، طول آبکند، مساحت اراضی زراعی و مسکونی و مساحت اراضی زمین لخت با استفاده از روش Step wise در نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل آماری شد و مشخص گردید تمرکز

ثانیه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه، ۳۸ دقیقه و ۵۲ ثانیه تا ۲۹ درجه، ۳۵ دقیقه و ۲۵ ثانیه شمالی قرار گرفته است. این منطقه در نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ شماره NH 39-11 کازرون، ۱:۵۰۰۰۰ شماره ۶۲۴۹ II SE شماره ۱:۲۵۰۰۰ کنار تخته و ۱:۲۵۰۰۰ شماره ۶۲۴۹ II SE کازرون (بلوک ۹۸) واقع شده است (شکل ۲). محدوده مورد مطالعه، دارای سازند زمین‌شناسی آغاچاری، بختیاری و ابرفت دوران چهارم می‌باشد که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ W 20846 کوه ادا را قرار دارد (شکل ۳). تپ اراضی منطقه تپه‌ماهور و ارتفاع متوسط منطقه ۵۴۰ متر از سطح دریا می‌باشد. شیب متوسط منطقه ۸ درصد است (۲). اقلیم منطقه بر اساس روش دو مارتن گسترده اقلیم خشک بیابانی گرم است. میانگین دمای سالانه منطقه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و میزان باران متوسط سالانه طبق آمار ۲۵ ساله ایستگاه گلبابکان ۹۰۶ میلی‌متر برآورده شده است (۳). منطقه مورد مطالعه ۵۵۸۴/۳ هکتار وسعت دارد که از این مقدار، ۱۷۸۶/۶ هکتار دارای فرسایش آبکندی می‌باشد. نوع آبکند جانبی و مقطع عرضی آن U شکل است، آبکندها در خط‌القعر تپه‌ماهور و دشت واقع شده‌اند. پلان عمومی آن‌ها پنجه‌ای و پلان پیشانی آبکند نقطه‌ای می‌باشد. در خصوص وضعیت کاربری اراضی، این منطقه، دارای ۳۶/۸۳ کیلومتر مربع اراضی لخت و باير، ۱۸/۶۱ کیلومتر مربع اراضی زراعی دیم و ۰/۴۱ کیلومتر مربع اراضی باغی می‌باشد. اغلب آبکندهای این منطقه در سازند آغاچاری

تاکنون مشخص نشده است که آبخیزهای دارای فرسایش آبکندی که مشکلات فراوان را در زیر بخش‌های کشاورزی و منابع طبیعی، تخلیه آب زیرزمینی، تخریب اراضی، راه‌ها، پل‌ها و روستاها ایفا می‌کنند، از نظر ویژگی‌های آبخیز (نظیر مساحت آبخیز و شیب آبکند)، ویژگی‌های زمین‌شناسی و خاک، چه عکس‌العمل‌های متفاوتی از نظر فرسایش آبکندی از خود نشان می‌دهند. این تحقیق علاوه بر مشخص کردن عوامل موثر در گسترش آبکندها و ارایه راهکارهایی جهت کاهش گسترش آبکندها، به روشن‌سازی خلاءهای علمی در اکوسیستم‌های مشابه در ایران، کمک خواهد کرد و به موارد زیر پاسخ خواهد داد:

- ۱- تعیین تاثیر عوامل و ویژگی‌های حوزه آبخیز و زمین‌شناسی در گسترش آبکند و تولید رسوب ناشی از آن‌ها.
- ۲- برآورد مقدار رسوب تولید شده ناشی از فرسایش آبکندی.
- ۳- بررسی آستانه توپوگرافی و تعیین فرآیند غالب در گسترش آبکندهای منطقه کنار تخته.

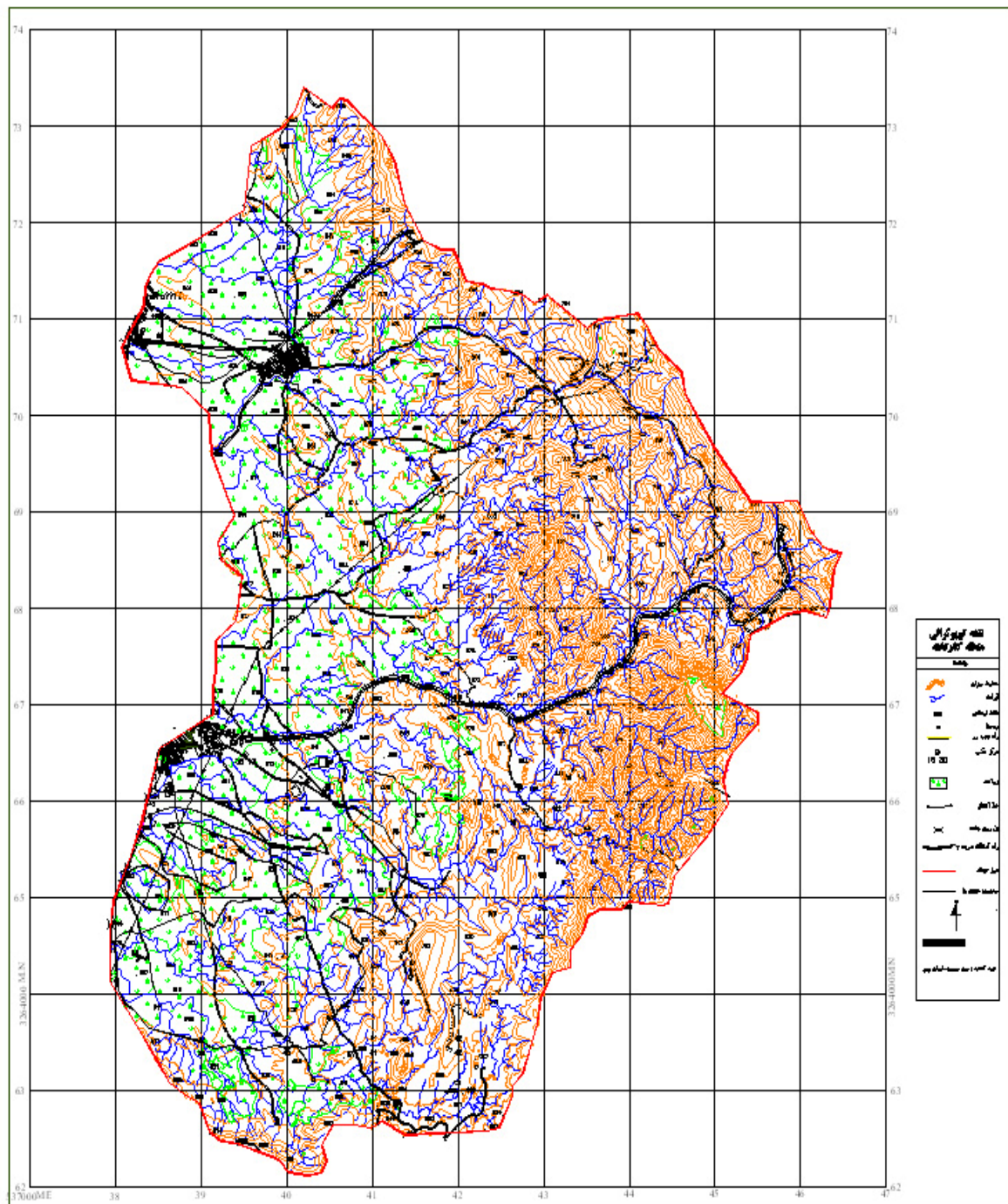
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

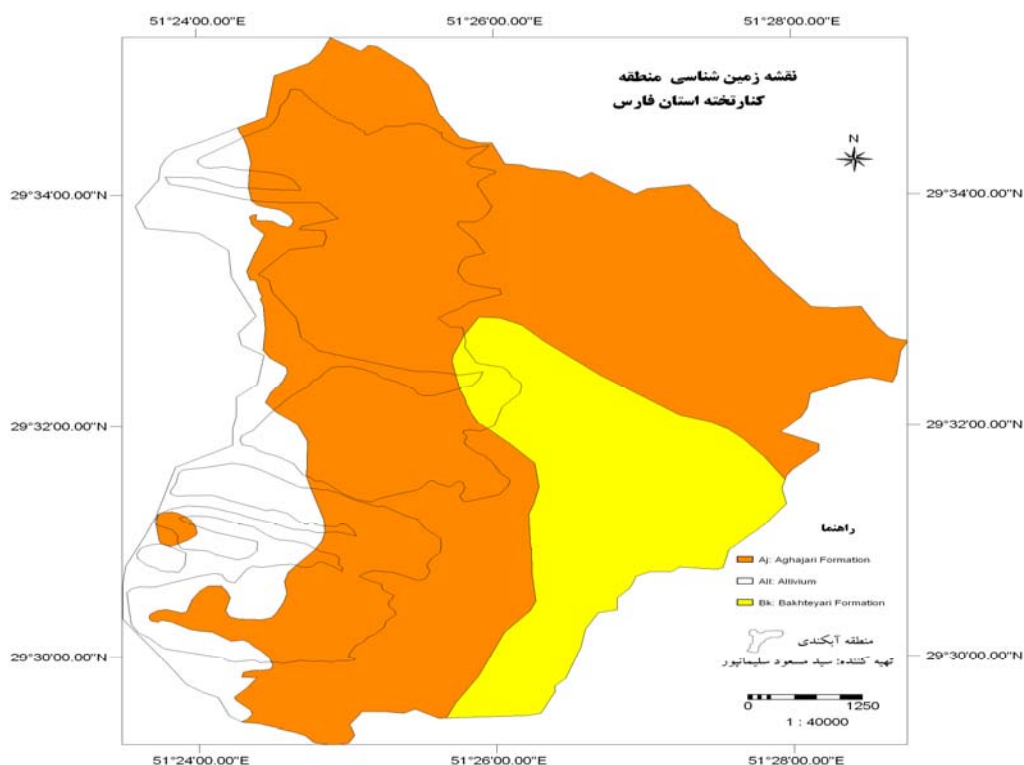
منطقه کنار تخته در جنوب غرب استان فارس، در محدوده جغرافیایی ۵۱ درجه، ۲۳ دقیقه و ۳۶ ثانیه تا ۵۱ درجه، ۲۹ دقیقه و

نامناسب ایجاد شده‌اند که باعث ایجاد رسوب در پایین‌دست و تخریب
 اراضی و راه‌های ارتباطی می‌گردند (شکل‌های ۱ و ۴).

بر روی اراضی لخت و بایر واقع شده و دارای طول و عمق متوسط
 ۱۴۳ و ۰/۷۲ متر می‌باشند (۲). به‌نظر می‌رسد قسمت اعظم آن‌ها در
 نتیجه تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی و مدیریت



(شکل ۲) - نقشه توپوگرافی منطقه کنار تخته (سلیمان پور، ۱۳۸۶)



(شکل ۳) - نقشه زمین‌شناسی منطقه کنار تخته (سلیمان‌پور، ۱۳۸۶)

روش کار

ابتدا مرز آبخیز و مرز فرسایش آبکندی جهت تعیین آبکندهای منتخب با استفاده از عکس هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ (سال ۱۳۷۳)، در نرم‌افزار Arc view و سیستم اطلاعات جغرافیایی مشخص و ترسیم شد. سپس با توجه به نامشخص بودن تعداد آبکندها در منطقه، استفاده از فرمول Cochran برای به‌دست آوردن اندازه نمونه میسر نبود، بدین سبب به‌صورت تجربی ۱۵ آبکند به‌منظور اندازه‌گیری حجم فرسایش آبکندی و ویژگی‌های حوزه آبخیز واقع در بالای پیشانی آن‌ها بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ (۱۳۷۳) و در صحرا (۱۳۸۶) تعیین گردید. با اندازه‌گیری طول هر آبکند و مشخص کردن آن در صحرا، میزان پیشروی طولی آن مشخص شد. حجم فرسایش آبکندی پس از ۱۳۷۳ با تعیین و اندازه‌گیری مقاطع عرضی در صحرا تعیین شد. با ملاحظه میدانی آبکندها و پلان عمومی آن‌ها، فاصله مناسب برای تعیین مقاطع عرضی و اندازه‌گیری آن‌ها در طول آبکند، که هم تغییرات را به حد کافی در نظر گیرد و هم اقتصادی باشد (فاصله ۴ متری) مشخص گردید. سپس در هر مقطع ابعاد آبکند شامل عمق، عرض بالا و پایین اندازه‌گیری میدانی شد و حجم فرسایش آبکندی از مجموع احجام جزئی در آبکندها به-

دست آمد. حجم جزئی از ضرب متوسط دو مقطع مجاور در فاصله بین آن‌ها تعیین گردید. سپس اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های حوزه آبخیز آبکندهای منتخب نظیر مساحت و شیب واقع در بالادست پیشانی آبکند در صحرا و برخی دیگر نظیر تراکم آبکندها توسط نقشه‌های توپوگرافی در نرم‌افزار Arc view صورت گرفت. مساحت آبخیز واقع در بالای پیشانی هر آبکند پس از تعیین نقاط ارتفاعی و اندازه‌گیری مساحت با استفاده از متر، شیب بالای پیشانی هر آبکند به کمک شیب‌سنج، ضریب شکل توسط فرمول ضریب شکل هورتون و مساحت کاربری‌های مختلف محاسبه گردید. درصد پوشش گیاهی، سنگ‌ریزه و خاک لخت در آبخیز واقع در بالای پیشانی هر آبکند منتخب با قرار دادن تصادفی حداقل ۱۰ پلات یک مترمربعی در امتداد ترانسکت اندازه‌گیری شد و از هر آبکند در فاصله ۵۰ درصدی طول از پیشانی آبکند به سمت پایین دست، نمونه خاک برداشت و درصد رس، سیلت و شن، اسیدیته کل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، درصد رطوبت اشباع، درصد ماده آلی، بافت خاک و وزن مخصوص ظاهری در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد و در نهایت رابطه بین حجم فرسایش و عوامل مرتبط با استفاده از روش Stepwise نرم‌افزار SPSS، تعیین و تحلیل آماری انجام گردید.



(شکل ۴) - نمایی از فرسایش آبکندی در منطقه کنار تخته (سلیمان پور، ۱۳۸۶)

نتایج و بحث

آبکندهای منطقه کنار تخته بر روی سازند آجاجاری گسترش یافته‌اند و دارای طول و عمق متوسط ۱۴۳ و ۰/۷۲ متر می‌باشند. آبکندهای این منطقه با تراکم ۶/۰۹۲ کیلومتر در کیلومتر مربع طبق طبقه‌بندی آبکندها بر اساس تعداد و تراکم آبکندها در واحد سطح دارای درجه زیاد می‌باشد که در تولید رسوب ناشی از فرسایش آبکندی نقش به‌سزایی دارند.

متوسط درصد خاک لخت در بالای پیشانی آبکندهای منتخب کنار تخته ۲۸/۹۳ درصد می‌باشد. حداقل این میزان صفر در آبکند شماره ۳ و حداکثر آن ۹۷ درصد در آبکند شماره ۶ مشاهده گردید. هم‌چنین متوسط درصد سنگ‌ریزه سطحی ۵۷/۹۳ درصد می‌باشد که حداقل این میزان صفر در آبکند شماره ۱۵ و حداکثر آن ۹۳ درصد در آبکند شماره ۱ بود. به‌علاوه متوسط درصد پوشش گیاهی ۱۳/۱۳ درصد بود که حداقل این میزان صفر در آبکند شماره ۵ و حداکثر آن ۹۰ درصد در آبکند شماره ۱۵ بود (جدول ۲). با توجه به اطلاعات فوق می‌توان نتیجه گرفت پدیده فرسایش آبکندی با تراکم زیاد بر روی سازند آجاجاری گسترش یافته‌اند. نقش ناچیز پوشش گیاهی (۱۳/۱۳ درصد) و فراوان سنگ‌ریزه (۵۷/۹۳ درصد) در گسترش آبکندها قابل مشاهده است.

میزان متوسط رسوب تولیدی در آبکندهای منتخب کنار تخته، ۳۶/۷۶ مترمکعب در یک دوره ۱۳ ساله (۱۳۸۶-۱۳۷۳) می‌باشد. حداقل این میزان ۰/۶۱ مترمکعب در آبکند شماره ۱ و حداکثر آن ۲۲۴/۶۱ مترمکعب در آبکند شماره ۳ اندازه‌گیری گردید. به‌طور متوسط هر آبکند ۳/۹ مترمکعب در دوره ۱۳ ساله (۰/۳ مترمکعب در

هر سال)، رسوب تولید کرده است. هم‌چنین مساحت حوزه آبخیز آبکند مورد مطالعه در منطقه کنار تخته بین ۷۵۱/۵ مترمربع در آبکند شماره ۹ تا ۲۰۸۵۲/۵ مترمربع در آبکند شماره ۱۴ متغیر بوده است. نتایج اندازه‌گیری طول بالای پیشانی آبکندها نشان می‌دهد هر چه طول بالای پیشانی آن‌ها بیشتر باشد، حوزه‌ها کشیده‌تر می‌باشند. در نتیجه با توجه به موارد فوق رابطه حجم فرسایش آبکندی و طول بالای پیشانی، بیانگر این واقعیت است که هر چه طول بالای پیشانی بیشتر باشد فرسایش و توسعه آبکند نیز توسعه بیشتری دارد. هم‌چنین متوسط شیب بالای پیشانی آبکندها ۷/۹۲ درصد می‌باشد که حداقل این میزان ۵/۷۰ درصد در آبکند شماره ۱ و حداکثر آن ۹/۳۰ درصد در آبکند شماره ۳ اندازه‌گیری شد. در نتیجه آبکندهای منطقه کنار تخته در شیب ۵ تا ۱۰ درصد گسترش یافته‌اند.

بافت خاک عمدتاً لوم شنی می‌باشد. دانه‌بندی ذرات خاک در آبخیز آبکندهای کنار تخته نشان می‌دهد که درصد متوسط رس، سیلت و شن به ترتیب معادل ۲۰/۳۱، ۲۴/۲۲، ۵۵/۴۷ بوده است. میزان سیلت آبکندهای مورد پژوهش در این مقاله با میزان سیلت آبکندهای مورد مطالعه در ایتالیا توسط کاپرا و سیکولونه، که مقداری بین ۲۲ تا ۳۸ درصد داشته‌اند هم‌خوانی دارد، گرچه طبق نظر ریشتر و نگنداک، که فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها را با ۴۰ تا ۶۰ درصد سیلت می‌داند، ولی خاک منطقه مورد تحقیق با ۲۴/۲۲ درصد سیلت دارای فرسایش شدید آبکندی است. میزان متوسط رس منطقه آبکندی با مقدار ۲۰/۳۱ درصد در محدوده اعلام شده توسط ایوانس، بین ۹ تا ۳۰ درصد برای خاک‌های فرسایش‌پذیر قرار دارد. میزان ماده آلی بین ۰/۳۰۷ تا ۱/۴۱۶ درصد متغیر است، که با در نظر گرفتن

رگرسیون را ارایه می‌دهد. اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری‌ها در آبکندهای کنار تخته نشان می‌دهد که به‌طور متوسط هر آبکند ۳۶/۷۶ متر مکعب رسوب در یک دوره ۱۳ ساله (۱۳۸۶-۱۳۷۳)، تولید کرده‌اند. به‌طور متوسط آبکندها دارای آبخیز با مساحت ۵۰۹۱/۷۶ مترمربع می‌باشد. کاربری اراضی مناطق آبکندی زراعی و باغی است. همچنین سطح آبخیز آبکندها دارای پوشش گیاهی کمتر از ۲۰ درصد (۱۳/۱۳) است که نشان‌دهنده وضعیت فقیر مرتع و استعداد تبدیل باران به رواناب سطحی است. عمدتاً سطح آبخیز توسط سنگ-ریزه‌های حاصل از شکسته شدن لایه سیلتستون موجود در سازند آغاچاری، پوشیده شده است. مشاهدات میدانی بیانگر این واقعیت است که رواناب حاصل از پوشش سنگ‌ریزه‌ای سبب ایجاد شیپار و گسترش آن‌ها سبب بروز فرسایش آبکندی شدید شده است.

آستانه ۳/۵ درصدی ماده آلی برای تفکیک خاک‌های فرسایش‌پذیر، این منطقه دارای ماده آلی لازم، به منظور مقاومت در برابر فرسایش آبی نیست. وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۱/۲۴ تا ۱/۵۵ گرم در سانتی‌متر مکعب و مقدار EC بین ۲/۳۳۰ تا ۴/۳۹۲ دسی‌زیمنس بر متر متغیر می‌باشد که خود بیان‌کننده وضعیت ناپایدار خاک است.

جهت تعیین مؤثرترین عوامل در تولید رسوب، میزان رسوب تولیدی به عنوان متغیر وابسته (Y) و عواملی نظیر مساحت آبخیز (X_1)، درصد پوشش گیاهی (X_2)، درصد خاک لخت (X_3)، درصد سنگ‌ریزه سطحی (X_4)، درصد شیب (X_5)، درصد رس (X_6)، درصد سیلت (X_7)، درصد شن (X_8)، EC (X_9)، ضریب شکل (X_{10}) به‌عنوان متغیرهای مستقل، در نرم‌افزار SPSS با استفاده از روش Step wise مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱ دامنه تغییرات متغیرهای مستقل مورد استفاده در معادله

(جدول ۱) - نتایج شاخص‌های آماری متغیرهای مورد بررسی در منطقه کنار تخته

متغیرها	حداقل	حداکثر	میانگین
میزان رسوب تولیدی در دوره (۷۳-۸۶) (متر مکعب)	۰/۶۱	۲۲۴/۶۱	۳۶/۷۶
مساحت آبخیز بالای پیشانی آبکند (متر مربع)	۱۳/۶۸	۲۰۸۵۲/۵	۵۰۹۱/۷۶
درصد پوشش گیاهی	۰	۹۰/۰	۱۳/۱۳
درصد خاک لخت	۰	۹۷/۰	۲۸/۹۳
درصد سنگ‌ریزه سطحی	۰	۹۳/۰	۵۷/۹۳
درصد شیب	۵/۷	۹/۳	۷/۹۲
درصد رس	۱۴/۳۲	۳۲/۳۲	۲۰/۳۱
درصد سیلت	۱۳/۰	۳۲/۰	۲۴/۲۲
درصد شن	۳۹/۳۲	۶۴/۶۸	۵۵/۴۷
هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر)	۲/۳۳	۴/۳۹	۳/۰۵
ضریب شکل	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۱۹

مطلب دلالت بر این موضوع دارد که با افزایش درصد شیب، رواناب بیشتری تولید می‌شود و می‌تواند در گسترش آبکندها تأثیر بیشتری داشته باشد (جدول ۲).

تحلیل همبستگی رسوب تولیدی در آبکندهای کنار تخته نشان می‌دهد که رسوب تولیدی در آبکندهای این منطقه با عامل شیب همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارد. به‌عبارت دیگر این

(جدول ۲) - میزان ضریب همبستگی رسوب تولیدی با سایر متغیرهای مورد بررسی در منطقه کنار تخته

متغیرها	ضریب همبستگی r
مساحت آبخیز (متر مربع)	۰/۲۶۰
درصد پوشش گیاهی	۰/۱۴۵
درصد خاک لخت	-۰/۲۰۸
درصد سنگ‌ریزه سطحی	۰/۱۰۵
درصد شیب	۰/۶۲۵*
درصد رس	۰/۴۹۵
درصد سیلت	۰/۱۰۲
درصد شن	۰/۴۲۳
هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر)	۰/۴۴۳
ضریب شکل	-۰/۳۹۵

* معنی‌دار بودن در سطح ۵٪

معنی‌داری بر تولید رسوب در آبکندهای منطقه کنار تخته دارند (جدول ۳). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ویژگی‌های سازند زمین‌شناسی که به صورت ذرات رس، سیلت و شن معرفی شده‌اند تاثیر زیادی در رسوب تولیدی دارند که بیشترین تاثیر را رس دارا می‌باشد و با توجه به اطلاعات ارایه شده توسط مورگان، خاک‌های منطقه کنار تخته از حساس‌ترین و فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها هستند.

معادله نهایی برای رسوب تولیدی در آبکندهای کنار تخته نشان می‌دهد که میزان رسوب تولیدی در آبکندهای منطقه کنار تخته تابع پنج متغیر درصد پوشش گیاهی (X_2)، درصد شیب (X_5)، درصد رس (X_6)، درصد سیلت (X_7) و درصد شن (X_8) است. بیشترین تأثیر پنج عامل ذکر شده مربوط به درصد رس با $\beta_3 = 2/745$ و کمترین آن مربوط به درصد پوشش گیاهی با $\beta_1 = 0/264$ است. این پنج عامل با ضریب تبیین اصلاح شده $85/4$ درصد در سطح ۱ درصد تأثیر

(جدول ۳) - ضرایب معادله رگرسیون گام به گام در منطقه کنار تخته

سطح معنی‌داری	ضریب تبیین اصلاح شده	ضرایب استاندارد				
R^2	β_5	β_4	β_3	β_2	β_1	
٪۱	۲/۰۶۷	۱/۴۸۶	۲/۷۴۵	۰/۳۶۱	۰/۲۶۴	

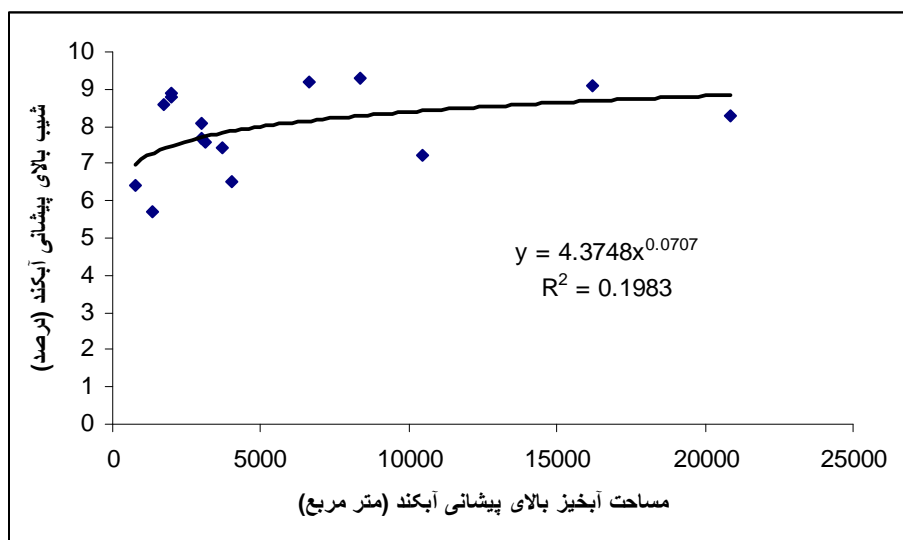
رابطه شیب و مساحت واقع در بالای پیشانی آبکندها بررسی گردید. با توجه به یافته‌های وندکرکف و همکاران و رابطه پیشنهادی آن‌ها برای آستانه توپوگرافی در فرسایش آبکندها، رابطه ۳ برای آبکندهای کنار تخته به دست آمد.

رابطه ۳- معادله مساحت- شیب در آبکندهای منطقه کنار تخته $S = 4.3748 A^{0.0707}$

ضرایب a و b به ترتیب معادل $4/3748$ و $0/0707$ است و توان (b) نشان‌دهنده عملکرد فرآیند زیرسطحی در آبکندهای این منطقه است که احتمالاً ناشی از خصوصیات و سازند زمین‌شناسی (آغاجاری) می‌باشد (شکل ۵).

در منطقه کنار تخته، معادله پیشنهادی با توجه به بیشترین مقدار ضریب تبیین اصلاح شده به صورت زیر است :

$Y = -177/72 + 637X_2 + 18/17X_5 + 25/15X_6 + 1386X_7 + 15/05X_8$
 به ازاء هر واحد X_2 (درصد پوشش گیاهی) مقدار $0/264$ ، X_5 (درصد شیب) مقدار $0/361$ ، X_6 (درصد رس) مقدار $2/745$ ، X_7 (درصد سیلت) مقدار $1/486$ و X_8 (درصد شن) مقدار $2/067$ به میزان Y (رسوب تولیدی) اضافه می‌شود. در نتیجه در منطقه کنار تخته عوامل رس، شن، سیلت و شیب و پوشش گیاهی به ترتیب مهم‌ترین نقش را در گسترش آبکندها و تولید رسوب دارند. به منظور بررسی آستانه توپوگرافی در آبکندهای مورد تحقیق از



(شکل ۵) - نمودار مساحت-شیب در آبکندهای منطقه کنار تخته

با توجه به یافته‌های این تحقیق، می‌توان برای مبارزه با فرسایش آبکندی موارد زیر را پیشنهاد داد:

۱- در مناطقی نظیر کنار تخته، که جریان زیرسطحی در گسترش آبکنند نقش دارد، تخلیه سریع و مطمئن جریان به‌وسیله زهکشی یا استقرار پوشش گیاهی با ریشه‌های عمیق، می‌تواند در کنترل آبکنند کمک نماید.

۲- احیای پوشش گیاهی با افزایش زبری سطح، و افزایش ماده آلی خاک، در کنترل و کاهش خطر فرسایش آبکندی، موثر می‌باشد.

۳- اصلاح خاک‌های شور و سدیمی با کمک اصلاح‌کننده‌ها، کمک موثری به کنترل آبکنند و کاهش خطر فرسایش آبکندی می‌نماید.

در پایان بیان این نکته ضروری به‌نظر می‌رسد، که بایستی تحقیقات بیشتری بر روی جریان هیدرولوژی دامنه‌های دارای آبکنند، و مکانیسم ایجاد آن‌ها از نظر ایجاد، یا پدیده انحلال در گسترش، و راه‌های کنترل در آینده صورت گیرد.

آبکندهای مورد مطالعه در این تحقیق، با عمق متوسط (۰/۷۲ متر) در گروه آبکندهای کم‌عمق، از نوع جانبی بر روی دامنه و پلان عمومی آن‌ها پنجه‌ای شکل و پلان پیشانی آن‌ها نقطه‌ای می‌باشد. آبکندها دارای مقطع U شکل بوده و از نظر مقدار ماده آلی کمتر از ۱ درصد ماده آلی در این منطقه وجود دارد. با توجه به تحلیل‌های آماری، مشخص شد مهم‌ترین عامل در تولید رسوب ناشی از فرسایش آبکندی در منطقه کنار تخته، بافت خاک (درصد رس، شن و سیلت)، شیب بالای آبخیز پیشانی آبکندها و درصد پوشش گیاهی است. این نتایج بیانگر تاثیر بیشتر ویژگی‌های زمین‌شناسی بر گسترش آبکنند و رسوب تولیدی است. آستانه توپوگرافی نیز از تاثیر عمده فرآیند رواناب زیرسطحی در گسترش آبکندها حکایت دارد که با نتایج محققان اروپایی نظیر وندکرکف و همکاران مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد در مناطق آبکندی مورد تحقیق، رواناب زیرسطحی نقش موثری در ایجاد آبکندها داشته باشد. بدین منظور باید با استقرار پوشش گیاهی با سیستم ریشه‌های عمیق، به حذف رواناب زیرسطحی پرداخته و از گسترش آبکندها جلوگیری نماییم.

منابع

- ۱- حیدری، ف. ۱۳۸۳. بررسی مکانیزم توسعه فرسایش آبکندی (استان کرمان)، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۱۰۵ صفحه.
- ۲- سلیمان‌پور، س. م. ۱۳۸۶. مقایسه رسوب‌زایی خندق‌ها و رابطه آن با ویژگی‌های حوزه آبخیز و سازند زمین‌شناسی در اقلیم‌های مختلف استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی- آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ۱۷۰ صفحه.
- ۳- صوفی، م. ۱۳۸۳. بررسی ویژگی‌های مورفوکلیماتیک آبکندهای استان فارس. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، شماره ثبت ۸۳/۱۱۵۳، ۱۳۳ صفحه.
- ۴- صوفی، م. ۱۳۸۴. تعیین تاثیر پوشش گیاهی و توسعه شهری در گسترش آبکندها در جنوب استان فارس. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. ص ۳۵۵-۳۵۰.
- ۵- علیزاده، ا. ۱۳۶۸. فرسایش و حفاظت خاک (ترجمه امین علیزاده)، تألیف مورگان، آر. پی. سی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۲۵۸ صفحه.
- ۶- قدیری، ح. ۱۳۷۲. حفاظت خاک (ترجمه حسین قدیری)، تألیف نورمن هادسون. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۷۰ صفحه.
- 7- Capra, A. and Scicolone, B., 2002. Ephemeral gully erosion in a wheat cultivated area in Sicily (Italy). *Biosystem. Engiering*. 83: 119-126.
- 8- Morgan, R. P. C. 1995. *Soil erosion and conservation*, 2nd edition, Longman, 198 pp.
- 9- Morgan, R. P. C. and Mngomezulu, D. 2003. Threshold condition of vally side gullies in the Middle Veld of Swaliand , *Catena* 50: 401-412.
- 10- Nachtergaele, J., Poesen, J., Sidorchuk, A. and Torri, D., 2002. Prediction of concentrated flow width in ephemeral gully channels. *Hydrological Processes* 16 (10), 1935– 1953.
- 11- Oldeman, L. R., Makkeling, R.T.A., and Some Broek, W.G., 1991, World map of the status of human- induced soil degradation. An explanatory MOTE, Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), October.
- 12- Poesen, J. J., Nachtergaele, J. and G. Verstrac, 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 50: 91-133.
- 13- Vandekerckhove, L. Poesen, J., D. Oostwoud wijdenes and T.Rigveiredo. 1998. Topographical thersholds for ephemeral gully initiation in intensively wltivated areas of the Mediterranean. *Catena*, 33: 271-292.
- 14- Vandekerckhove, L., Poesen, J., Oostwoud Wijdenes, D., Nachtergaele, J., Kosmas, C. M. Roxd, T. J. De Figueiredo . 2000. Thresholds for gully initiation and sedimentation in Mediterranean Europe. *Earth Surface Processes and*

land Forms, 25: 1201-1220.

- 15- Vandekerckhove, L., J. Poesen, and Govers. G. 2003. Medium term gully headcut rates in southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurements. *Catena*, 50: 329-352.
- 16- Vandwalleghem, T., J. Poesen, J. Nachtergaele and Vesthraeten, G. 2005. Characteristics, controlling factors and importance of deep gullies under cropland on loess-derived soils. *Geomorphology*, 69: 76-91.



Determining Effective Factors on Gully Development in Konartakhte Region, Fars Province

S.M. Soleimanpour^{*1} - M. Soufi² - H. Ahmadi³

Abstract

Gully erosion is a kind of water erosion that has high priority in Fars Province due to sediment production and enormous damages to land, roads and infrastructures. In this study, 15 gullies were selected and their morphometric characteristics, such as catchment area, soil, cover vegetation and climate were measured. In order to determine influential factors on the sediment production and gully development, relationship between gully volume as dependent variable and gully characteristics such as, length, width, depth and watershed characteristics such as area, slope, form factor, particle size, vegetation cover and maximum raining during 24 hour as independent variables were analyzed by using step wise method in SPSS (recipe 13) software. The results revealed that sediment production due to gully development was related to five variables of clay, sand, silt, slope and cover vegetation of the watershed above the gully heads. This result implied on the impact of the characteristics of soil, geology and watershed on the sediment production of gullies. Impact of soil and geologic factors indicated were more important than watershed characteristics. Investigation on the topographic threshold indicated that positive environmental than exponent implied that sub surface runoff is dominant on gully development. These results also indicate the impact of field observations proved the dominance of subsurface acting due to tunneling the geological formation on the gullies sediment yield.

Keywords: Gully Erosion, Sediment Yield, Topographic Threshold, Konartakhte, Fars Province

1- The Student of Ph.D., science and watershed engineering- Azad University, science & research unit- Tehran shiraz (* - Corresponding author E-mail: m.soleimanpour@yahoo.com)

2- Assistant professor and Reh scientist, Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources

3- Professor, Natural Resources Faculty of Tehran University