نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال نهم- شماره ۲۹- تابستان ۱۳۹۴ Vol. 9, No. 29, Summer 2015

بررسی عوامل موثر بر رشد آبکندها و تعیین مدل پیشگویی گسترش آن‌ها در استان کرمان (مطالعه موردی: مناطق بافت، رابر و راین)

فرزاد حیدری[1] و راضیه صبوحی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۰ تاریخ پذیرش ۱۳۹۳/۱۲/۵

چکیده:

این تحقیق با هدف شناخت عوامل مؤثر در گسترش آبکندها و شناسایی اثرگذارترین و میزان تاثیر هر یک از عوامل بر گسترش آبکند و ارائه مدل پیشگویی گسترش آبکند در برخی از مناطق استان کرمان انجام شد. به این منظور ابتدا ۱۱ آبکند در مناطق بافت، راور و راین انتخاب و پارامترهای میزان بارندگی، عرض، طول، شیب کف، شیب عمومی منطقه، حوزه زهکش آبکند، بافت خاک، pH، EC و نوع کانی‌های سیلیکاته، از نمونه‌هایی که هر ساله از لایه‌های خاک در محدوده پیشانی آبکند برداشت گردید، اندازه‌گیری شد. اطلاعات حاصل برای دو حالت گسترش حجمی و طولی آبکندها توسط نرم‌افزار SPSS۱۱ و روش آماری رگرسیون بررسی، تجزیه و تحلیل و مشخص شد که از بین پارامترهای بررسی شده، شوری خاک، درصد سیلت بافت خاک، متوسط عرض آبکندها، سطح حوزه آبخیز آبکند و شیب عمومی منطقه بیشترین تاثیر را در گسترش آبکندهای این مناطق داشته‌اند. همچنین مدل‌های بدست آمده نشان می‌دهند که عوامل مؤثر بر گسترش آبکندها، رواناب سطحی و فرسایش‌پذیری خاک می‌باشند که بطور معمول در اثر تغییر کاربری اراضی بوجود آمده‌اند.

کلید واژه‌ها: آبکند، اثرگذاری، مدل، گسترش.

مقدمه

انجمن علوم خاک امریکا [۲۳] آبکند را کانالی با عمق ۰/۵ تا ۳۰ متر در اراضی زراعی تعریف کرده، به‌طوری که با ادوات متداول کشاورزی امکان حذف و اصلاح آن نباشد. پوزن [۱۶] برای تفکیک شیار از آبکند از سطح مقطع عرضی معادل ۹۲۹ سانتی‌مترمربع استفاده نمود. براساس این قرارداد، چنانچه کانال فرسایشی ناشی از تمرکز جریان سطحی دارای سطح مقطع بزرگتر از ۹۲۹ سانتی‌متر باشد، به عنوان آبکند معرفی می‌شود.

ایجاد و گسترش آبکند در طی سال‌های گذشته تحت تاثیر ترکیبی از تغییر پوشش گیاهی توسط انسان و باران‌های شدید برای نقاط مختلف دنیا گزارش شده است. از جمله این گزارشات می‌توان به ایجاد و گسترش آبکند در جنوب‌غرب امریکا در نتیجه چرای مفرط گوساله‌ها و تغییر اقلیم [۲۸]، ایجاد و گسترش آبکند در شرق استرالیا از زمان ورود اروپایی‌ها در ۲۰۰ سال قبل [۲۰] گسترش آبکند در انگلستان در قرون ۹ و ۱۰ میلادی در اثر تغییر در هیدرولوژی آبخیز در نتیجه تغییر پوشش گیاهی توسط انسان [۸]،یا گسترش آبکند در مرکز اروپا بدلیل فشار زیاد در استفاده از اراضی و باران‌های شدید در قرن چهاردهم در آلمان [٤] اشاره نمود. یمانی و همکاران [۳۰] عوامل موثر بر رشد و گسترش فرسایش خندقی را در حوضه دشت کهور با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که فاکتور زمین‌شناسی با ضریب ۰/٤٦٦٧، در درجه اول و عامل کاربری اراضی با ضریب ۰/۲٤۸۳ در درجه دوم اهمیت در ایجاد خندق‌های منطقه هستند. آرچیبلد و همکاران [۱] خصوصیات مررفومتریک آبکندهای منطقه ساسکاتون کانادا را از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۰۰ مورد پایش قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که برش فوقانی آبکندها تقریباً ۷ تا ۱۹ متر در طول این مدت پیشروی داشته است. این پیشروی رابطه نزدیکی با رژیم بارش فصلی داشته و این پیشروی در دو زمان ریزش رگبارهای سنگین تابستانه و همچنین انجماد و ذوب شدن جریان‌های زیر سطحی در هنگام ذوب برف اتفاق افتاده است.

وایدنس و بریان [۲۹] در مقاله‌ای تحت عنوان پیشانی آبکند در فلات نجمپس منبع تولید رسوب است، مدعی شده‌اند که رشد آبکندها در سال، بیش از ۱۰ متر بوده و همبستگی زیادی بین تخریب، توزیع بارندگی و پوشش گیاهی وجود دارد. همچنین آبکندها در اراضی مسطحی که دارای پوشش علفی بوده و خاک فاقد

۱- نویسنده مسئول، عضو هیئت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان. farzad.heidari@ymail.com
۲- دانشجوی دکترای مرتعداری گرگان و کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

ساختمان باشد،به شدت توسعه می‌یابند.

دسکروئیکس و همکاران [٦] با انجام مطالعات صحرایی و اندازه‌گیری رواناب‌ها و مقادیر فرسایش خاک در منطقه سیرامادر، در شمال مکزیک به تعیین نقش فرسایش ورقه‌ای و خندقی پرداختند و در پایان مشخص شد که چرای بیش از اندازه و جنگل تراشی نقش عمده‌ای در ایجاد فرسایش‌ها دارند.

ایوانس [٧] براساس اطلاعات میدانی خود در انگلستان دریافت که سهم فرسایش آبکندی در خاک‌هایی با بافت سنگین بیشتر است و به طور معمول در خاک‌های سیلتی، لومی درشت و شنی فرسایش شیاری غالب است.

پوزن و همکاران [١٧] دریافتند که در مناطق دارای مقادیر بالای قطعات سنگی بر روی سطح خاک فرسایش آبکندی غالب است. در تحقیقی دیگر پوزن و همکاران [١٨] در مرکز بلژیک دریافتند که حجم فرسایش آبکندی در خاک‌های همگن و فاقد لایه سخت در اعماق خاک چهار تا پنج برابر فرسایش آبکندی در خاک‌های غیرهمگن بوده است.

پوشش گیاهی تاثیر بسزایی در گسترش آبکند دارد، به‌طوری که پروسر [١٩] معتقد است که سطوح پوشیده از گیاهان طبیعی در مناطق مرطوب در برابر جریان سطحی متمرکز، بسیار مقاوم به کنش است و با بروز وقایع نادر با دوره بازگشت ١٠٠٠ ساله، احتمال ایجاد آبکند وجود دارد. مشاهدات صحرایی صوفی [٢٤] نشان می‌دهد استفاده از شخم سنتی در دیمزارهای ایران سبب کاهش مقاومت سطحی خاک و ایجاد آبکند در امتداد شیارهای شخم حتی در شیب‌های چند در هزار می‌شود.

پارامتر شیب یکی از عوامل موثر در فرسایش آبکندی است، به‌طوری که حتی در پیشگویی ایجاد آبکند از آن استفاده می‌شود. پاتون و شام [١٥] برای اولین بار مفهوم آستانه را در ایجاد آبکند به‌کار بردند. این مفهوم براساس این فرض است که در یک زمین منظر با اقلیم و کاربری مشخص، برای یک شیب مشخصی از سطح خاک یک حد آستانه سطح زهکشی (A) وجود دارد که قادر به تولید رواناب سطحی کافی برای ایجاد آبکند باشد. در واقع مفهوم سطح زهکش در اینجا به‌عنوان جانشین رواناب سطحی اندازه‌گیری نشده استفاده می‌شود. هرچه شیب افزایش یابد، آستانه سطح زهکشی کاهش می‌یابد و بالعکس.

رابطه آستانه برای گسترش آبکند توسط رواناب سطحی به صورت توانی است [٣ و ٢٥] این رابطه بصورت $S= aA^b$ است که a و b ضرایب وابسته به ویژگی‌های اکوسیستم هستند. این رابطه بین سطح زهکشی و شیب سطح خاک این امکان را به مدیران می‌دهد تا با بررسی تغییرات در کاربری‌های مختلف اراضی قادر به پیشگویی محل ایجاد آبکند باشند.

وندکرچف و همکاران [٢٧] در بررسی پیشروی طولی آبکندهای جنوب شرقی اسپانیا و رابطه آن با ویژگی‌های آبخیز، شکل شناسی آبکند، کاربری اراضی و ویژگی‌های خاک دریافتند که حجم فرسایش آبکندی رابطه توانی با مساحت آبخیز در بالا دست آبکندها دارد که نمای آن با تغییر مقیاس زمانی تحقیق از کوتاه به بلند مدت افزایش می یابد که نشان دهنده افزایش اهمیت سطح آبخیز یا به عبارتی رواناب سطحی در گسترش آبکندها در مناطق خشک و نیمه‌خشک 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 درمقیاس‌های زمانی متوسط (١٠ تا ٣٠ سال) به دست آمده است، ولی تفاوت معنی‌دار نبوده است.

وندکرچف و همکاران [٢٦] در بررسی شش رابطه مساحت- شیب در اکوسیستم‌های مدیترانه‌ای در اروپا که دارای روش کار مشابهی بودند، به این نتیجه رسیدند که نوع و درصد پوشش گیاهی نقشی مهمتر از اقلیم در توضیح تفاوت در بین آستانه پستی و بلندی دارد. در مراتع، نوع گیاه (یکساله و پایا) و درصد پوشش گیاهی در زمان پیشروی پیشانی آبکند مهمترین عامل در تفاوت روابط مساحت- شیب اعلام شده است.

طول آبکند از جمله پارامترهایی است که در برخی از مدل‌های ریاضی آبکند بکار می‌رود، از آن جمله می‌توان مدل EGEM را نام برد. ناشترگیل و همکاران [١٤] به این نتیجه رسیدندکه طول آبکند یک عامل کلیدی در تعیین حجم فرسایش آبکندی است. یعنی اگر فردی حجم کل فرسایش آبکندی را بررسی کند، برآورد درست طول آبکند مهمتر از برآورد عرض و عمق آبکند است. این بدان دلیل است که دامنه تغیرات مقادیر طول (بین ١٠ تا ١٠٠٠متر) بسیار بزرگتر از دامنه تغیرات مقادیر عرض (بین ٠/٣ تا ٦ متر) و عمق (بین ٠/٣ تا ٣ متر) است.

از آنجا که شکل آبکند حاصل عملکرد فرآیندهای ایجاد آن است، لذا اولین مرحله در ارزیابی فرآیندهای ایجاد آبکند در شکل شناسی آبکندها است [٩]. بسیاری از محققان معتقدند که تفاوت مشاهده شده در اشکال آبکند ناشی از تفاوت در فرآیندهای ایجاد آن‌ها است [٥، ٩، ١٠ و ١١].

ایرلند و همکاران [١١] پلان پیشانی (سر) آبکندها را به چهار دسته تقسیم نمودند که عبارتند از: نقطه‌ای، مدور، نوکدار و پنجه‌ای. آن‌ها معتقد بودند که اشکال مدور و پنجه‌ای و گاهی نوکدار توسط زهش ایجاد می‌شوند. آن‌ها همچنین نیمرخ طولی پیشانی آبکندهارا به چهار دسته شامل شیبدار، عمودی، غار مانند و غار با ریشه‌های آویزان تقسیم نمودند و معتقدند که نوع غار مانند توسط فرآیند رواناب سطحی و یا زهکش ایجاد می‌گردد.

رشد آبکندها از دو منظر قابل بررسی است. بیشتر پژوهش های انجام شده بر روی رشد طولی آبکندها در شرایط متفاوت اکوسیستم متمرکز شده است. رشد طولی را معادل با پیشروی پیشانی آبکند در نظر گرفته‌اند. در برخی ازپژوهش ها بر حسب اهمیت تولید رسوب، به بررسی رشد عرضی و فرسایش در

جدول ۱- مشخصات آبکندهای نمونه

Table 1. Characteristics of sample gully

شماره آبکند		بافت خاک		شیب درصد	موقعیت آبکند	نیمرخ طولی پیشانی آبکند	پلان عمودی پیشانی آبکند		پلان پیشانی آبکند		شکل مقطع عرضی
		سطحی	تحتانی								
No. gully		Soil texture		Slope (٪)	Gully position		Longitudinal profiles of headcut		Vertical headcut plane		Headcut plane	Cross section shape
		Surface	Lower									
1 Baft	۱بافت	Sl	Scl	0.78	A	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	مدور	Round	U
2 Baft	۲بافت	Sl	Sa	0.78	A	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	مدور	Round	U
3 Baft	۳بافت	Sal	Sal	0.93	A	خطی	Linear	عمودی	Vertical	مدور	Round	U
4 Baft	٤بافت	Sal	Sal	0.73	A	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	نوکدار	Rostral	U
5 Baft	۵بافت	Sal	L	0.81	A	خطی	Linear	عمودی	Vertical	مدور	Round	U
1 Rayen	۱راین	Sal	Sa	0.63	A	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	مدور	Round	U
2 Rayen	۲راین	Sal	Sa	0.71	A	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	مدور	Round	U
3 Rayen	۳راین	Sal	Sa	0.58	A	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	مدور	Round	U
1 Rabor	۱ رابر	Sal	Sal	0.61	A	خطی	Linear	عمودی	Vertical	نوکدار	Rostral	U
2 Rabor	۲ رابر	L	Sal	0.83	C	خطی	Linear	عمودی	Vertical	نوکدار	Rostral	U
3 Rabor	۳ رابر	Sal	Sal	0.67	B	خطی	Linear	غار مانند	Like cave	مدور	Round	U

کناره‌های آبکند پرداخته‌اند. در این تحقیق منظور از رشد آبکند، رشد طولی یا پیشروی پیشانی آن می‌باشد. یکی از سئوالات اساسی در زمینه فرسایش آبکندی، پیدا کردن حد آستانه بحرانی در زمینه گسترش آبکندها در اقلیم‌های مختلف بر حسب هیدرولیک جریان، باران، پستی و بلندی، خاک و کاربری اراضی است [۱۸]. شناخت عوامل موثر بر رشد آبکندها، مدیران اراضی و متخصصان را قادر می‌سازد تا عامل (عوامل) موثر بر رشد آبکند را کنترل نمایند و از طرفی نیز بتوانند به پیشگویی میزان رشد آبکندها در شرایط مشابه در سایر اکوسیستم‌ها بپردازند.

روش کار

الف- منطقه مورد مطالعه

استان کرمان در جنوب شرق ایران واقع شده است و از شمال به استان‌های خراسان و یزد، از جنوب به استان هرمزگان، از شرق به استان سیستان و بلوچستان و از غرب به استان فارس محدود می‌گردد. مساحت این استان حدود ۱۷۹۹۱٦ کیلومترمربع می‌باشد و در مختصات ٬۵۵ و°۲۵ تا °۳۲۰ عرض شمالی و ٬۲٦ و°۵۳۰ تا ٬۲۹ و°۵۹۰ طول شرقی قرار گرفته است. آب و هوای آن به علت وسعت زیاد منطقه، وجود پستی و بلندی‌ها و شرایط خاص اقلیمی در نواحی مختلف.... متفاوت است. نواحی شمال و شمال شرق و شمال غربی و مرکزی آن دارای آب و هوای خشک و معتدل و نواحی جنوب و جنوب شرقی دارای آب و هوای گرم و نسبتاً مرطوب است. میانگین بارش سالانه آن حدود ۱۸۵ میلیمتر و حداقل درجه حرارت ۱٤- و حداکثر آن ٤۰ درجه سلسیوس در سال می‌باشد. حداکثر ارتفاع مربوط به شهرستان بافت با ۲۳۲۰ متر و حداقل ارتفاع مربوط به شهرستان کهنوج با ۵۰۵ متر از سطح دریا می‌باشد. با توجه به نظر برخی از پژوهشگران شکل آبکند حاصل عملکرد فرآیندهای ایجاد آن است [۹] و یا تفاوت مشاهده شده در اشکال آبکند ناشی از تفاوت در فرآیندهای ایجاد آنها است [٤، ۷، ۸ و ۹]، برای ایجاد یکنواختی سعی گردید ابتدا مرفولوژی آبکندهای منطقه پژوهش مورد شناسایی اولیه قرار گیرد و سپس آبکندهای معرف (آبکندی است که از نظر طول، عرض، عمق، کاربری اراضی، پلان عمومی و سرآبکند، بخش اعظم آبکندهای مناطق را در بر گیرد) انتخاب گردید. در نتیجه در مناطق تحقیق در استان کرمان که بیشترین فرسایش آبکندی مشاهده گردید، ۱۱ آبکند معرف به ترتیب ارائه شده مورد بررسی قرار گرفت که عبارتند از: در منطقهٔ بافت و حومه پنج آبکند و در مناطق راین و راور هر کدام سه آبکند (جدول ۱).

۱- بافت خاک: SCL: Sitly clay loam،Sa: ،SL: Silty loam
Sal: sandy loam و L:loam ،Sand

۲- موقعیت آبکند: A: منطبق با دره در امتداد زهکش طبیعی، B: کفه دشت، C: روی دامنه و اراضی شیبدار

۳- شکل مقطع عرضی آبکند: u: یوشکل، v: وی شکل، t: ذوزنقه‌ای شکل، c: مرکب [۱۱].

ب- روش تحقیق

این تحقیق در یک دوره ۵ ساله در استان کرمان انجام شده است. از آنجا که روش جمع‌آوری اطلاعات برای هر یک از عوامل متفاوت می‌باشد، نحوه داده‌برداری و جمع‌آوری اطلاعات برای هر یک از عوامل در زیر ارائه شده است.

۱- سطح آبخیز

از آنجایی که سطح آبخیز از عوامل مؤثر در تولید میزان رواناب سطحی می‌باشد، به عنوان جانشین آن در این تحقیق منظور شده است. به این منظور در پایان فصول بارش هر ساله با استفاده از روش‌های مساحی، خط‌الرس‌های اطراف آبکندهای منتخب مشخص گردید و سپس با انتقال داده‌های نقشه‌برداری بر روی کاغذ میلیمتری، حوزه آبخیز هر آبکند با مقیاس $\frac{1}{1000}$ رسم و در پایان با استفاده از پلانیمتر مساحت هریک از حوزه‌ها محاسبه شد.

۲- شیب

شیب بستر آبکند را در هر بار که نیمرخ طولی برداشت می‌گردید، محاسبه شیب حوزه آبخیز آبکند در آخرین مرحله آماربرداری و همزمان با محاسبه سطح حوزه آبخیز آبکند، بر روی نقشه ترسیمی حوزه آبخیز اندازه‌گیری و محاسبه گردید.

۳- میزان بارندگی

با توجه به وجود مشکلات اجرایی امکان داده‌برداری و مشخص نمودن تغییرات هر آبکند به ازای هر بارش وجود نداشت، به این دلیل طی مدت زمان ۵ ساله انجام تحقیق از مجموع بارش‌های سالانه که بیش از نیم اینچ بارش در هر بار بارندگی داشت، استفاده گردید [۱۲] و از آمار بارندگی طی ۵ سال انجام تحقیق ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک بافت، باران‌سنجی رودخانه سلطانی در منطقه رابر، کلیماتولوژی راین و کلیماتولوژی راور استفاده شد. این ایستگاه‌ها با اختلاف ارتفاع کمتر از ۵۰ متر و فاصله کمتر از ۱۰۰۰ متر، مستقیم از محل استقرار آبکندها قرار دارند و از ایستگاه های فعال و مورد اطمینان سازمان هواشناسی کرمان می‌باشند.

٤- مشخصات مورفومتریک آبکند

مشخصات مرفومتریک آبکندها شامل طول، عرض، عمق، شیب کف آبراهه آبکند، شکل نیمرخ طولی پیشانی آبکند، موقعیت آبکند در عرصه، پلان عمومی شبکه آبکند و شکل مقطع آبکند بوده که از پنج پارامتر اول جهت بررسی میزان گسترش آبکندها و از سایر پارامترها برای دسته‌بندی کردن آن‌ها استفاده شده است.

روش تهیه نیمرخ‌های طولی و عرضی در هر آبکند به این صورت بود که در ابتدا، وسط و انتهای آبکندهای نمونه پیکه‌هایی برای ثابت بودن محل استقرار دوربین در هر بار آماربرداری (پس از فصل بارش سالانه) قرار داده شد و برای افزایش دقت در ابتدا، وسط و انتهای هرگونه تغییری که در شکل ظاهری آبکند نیز وجود داشت مانند ماندرها، بازشدگی‌ها و بسته‌شدگی‌ها هم پیکه‌هایی استقرار یافت. همچنین در راستای طولی آبکند هم برای تهیه نیمرخ طولی پیکه‌ای مستقر گردید تا در هر بار آماربرداری با استفاده از پیکه‌ها فاصله و ارتفاع قرائت گردد. برای تهیه نیمرخ عرضی بین دو دیوار راست و چپ با فواصل ۱۰ سانتی‌متری و برای نیمرخ طولی آبکند در فواصل ۱ متری و در مسیرهای مستقیم و بدون انحراف با فواصل بیشتر (بسته به طول و شکل آبکند) توسط دوربین نقشه‌برداری نیوو Wild ارتفاع‌ها قرائت شد. با استفاده از داده‌های حاصل از این کار سطح مقطع عرضی محاسبه و با کمک سطح مقطع‌های به‌دست آمده، حجم آبکند از فرمول مخروط ناقص محاسبه گردید که اختلاف آن برابر با حجم فرسایش(رسوب تولید شده) می‌باشد.

برای تهیه نیمرخ عمودی سرآبکند ابتدا در فاصله نزدیک به سرآبکند (حدود ۰/۵ متری آن) پیکه‌ای در خط‌القعر آبکند و در راستای آبراهه‌ای که آب را بداخل آبکند هدایت می‌کرد، جهت ثابت بودن محل استقرار شابلون در هربار قرائت، مستقر گردید. برای اندازه‌گیری با استقرار میله عمودی جلویی شابلون بر روی پیکه، فاصله آن تا سر آبکند در ارتفاعات مختلف با فواصل ۵ سانتی‌متری عمودی، پیشروی طولی سر آبکند اندازه گیری شد. بدین وسیله در مرحله اول نیمرخ سرآبکند در هربار قرائت ترسیم می‌گردید وسپس میزان افزایش طول آبکند محاسبه گردید. میزان افزایش طول براساس افزایش بستر آبکند نیز محاسبه شده است.

۵- بافت خاک و کانی‌های سیلیکاته

بافت خاک و کانی‌های سیلیکاته با استفاده از نمونه‌های تهیه شده از پیشانی و کناره‌های آبکند در مقاطع پیشانی و وسط آبکند یعنی ۵۰ درصد طول از پیشانی آبکند و با استفاده از روش هیدرومتری و X-Ray تعیین گردید. نمونه‌برداری به این صورت انجام شد که در هر آبکند در صورت وجود افق‌های مشخص از هر افق دو نمونه به وزن ۲ کیلوگرم برداشته و در نهایت تمام نمونه‌ها با هم مخلوط و دو نمونه تهیه گردید و در صورت عدم وجود افق از کل دیواره یک نمونه مخلوط دو کیلوگرمی تهیه شد.

٦- نفوذپذیری

برای اندازه‌گیری نفوذپذیری از استوانه‌های مضاعف و روش

کوستیاکف استفاده شد. نفوذپذیری در محدودهٔ بالای سرآبکند و در فاصله حدود ۲ متر از آن به عنوان آخرین مرحله از آماربرداری و در انتهای فصل بارش اندازه‌گیری شد. داده‌برداری نفوذپذیری بر اساس دستورالعمل اندازه‌گیری نفوذ آب به خاک به روش استوانه مضاعف وزارت نیرو با سه جفت رینگ در هر مرحله از داده‌برداری تا رسیدن به نفوذ پایه انجام گردید [٤].

میزان نفوذپذیری پایه خاک که دربالای پیشانی آبکندها اندازه‌گیری شده حداکثر ۱۱/۵۹ و حداقل ۰/۰۰٦ میلیمتر در ساعت بوده که در کلاس خیلی آهسته و آهسته قرار می‌گیرند (جدول ۲).

۷- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی از طریق پلات‌اندازی در نقاط مختلف حوزه آبخیز آبکند بر حسب درصد در دو فصل بهار و پائیز اندازه‌گیری شد. تعداد پلات‌ها در هر حوزه متفاوت بوده و بستگی به سطح حوزه آبکند داشت، ولی در مجموع به ازای هر هکتار ۱۰ نمونه برداشت و سپس متوسط آن‌ها در محاسبات آورده شد.

۸- میزان املاح محلول خاک

برای اندازه‌گیری املاح محلول در محدوده نزدیک به سر آبکند (حدود یک متری آن) پروفیلی در هر سال در زمان برداشت نیمرخ‌های طولی و عرضی آبکند حفر و مورد شناسایی قرار گرفته و نمونه‌ها از افق‌های شناسایی شده برداشت شده‌اند. به دلیل رابطه نزدیک املاح محلول خاک با میزان EC و pH نمونه‌های خاک سعی گردید از این دو پارامتر به عنوان جانشین املاح محلول در خاک استفاده شود.

۹- روش آماری مورد استفاده

برای تعیین رابطه و میزان تاثیر هر یک از پارامترهای اندازه‌گیری شده بر میزان گسترش آبکند، ابتدا، میزان همبستگی متغیرها با استفاده از ماتریس همبستگی آن‌ها در دو سطح ۵ و ۱ درصد مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه برای بررسی ارتباط متغیرها با یکدیگر از روش آماری رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام در نرم‌افزار SPSS۱۱ استفاده شد.

در این روش ابتدا برای افزایش دقت و هر چه بهتر شدن مدل ارائه شده، انحرافات و اریبی داده‌های مدل با استفاده از روابط ریاضی در حد امکان برطرف و داده‌ها به طور تقریب از توزیع نرمالی برخوردار گردیدند. سپس در مرحله اول تغییرات سالانه حجم و در مرحله دوم تغییرات سالانه طول هر آبکند به عنوان متغیر وابسته و از پارامترهای اندازه‌گیری شده میزان بارندگی سالانه، سطوح آبخیز آبکندها، طول، عرض لبهٔ (بالایی)، شیب کف آبراهه آبکند و شیب عمومی منطقه آبکندی شده و EC متوسط خاک و pH متوسط خاک و درصد رس و سیلت بافت خاک به عنوان متغیرهای مستقل معرفی شده‌اند.

جدول۲- کلاس بندی نفوذپذیری خاک

Table 2. Class of soil infiltration

کلاس نفوذپذیری خاک	Class of infiltration	میزان نفوذپذیری cm/h Rate of infiltration
خیلی سریع	Very speed	>25
سریع	Speed	6-25
متوسط	Moderate	2-6
آهسته	Slow	0.1-2
خیلی آهسته	Very slow	<0.1

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مرحله اول تجربه و تحلیل اطلاعات یعنی بررسی تایثر عوامل مختلف بر تغییرات سالانه حجم آبکندها (گسترش حجمی آبکندها)، در معادله ۱ آورده شده است. کلیه پارامترهایی که در این تحقیق مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفته است به نحوی در فرسایندگی و یا فرسایش‌پذیری خاک موثر می‌باشند.

R^2 =۰/۸۰۵ , SE=۱/۸۰۳ (۱)

$$V= 1.516\ (A.st)^2+ 1.833W^2 +0.002(Lo)^2- 1.94(EC)^2-34.46$$

در این معادله V: تغییرات سالانه حجم آبکند به مترمکعب، EC: شوری خاک به mmho/cm ، LO: درصد سیلت بافت خاک، W: متوسط عرض آبکندها به متر، A: سطح حوزه آبخیز دربرگیرنده آبکند به مترمربع و ST: شیب عمومی منطقه به درصد و متغیرهایی که در معادله وارد نشدند عبارتند از: تغییرات سالانه طول آبکند، pH خاک، شیب کف آبراهه آبکند، درصد رس و شن بافت خاک و میزان بارش.

با توجه به اینکه بیشتر تحقیقات به عمل آمده در دنیا بر روی گسترش طولی آبکندها انجام پذیرفته است و اینکه با داده‌های جمع‌آوری شده در این تحقیق هم می‌توان این بررسی را انجام داد و به منظور رفع ابهامات و سوالاتی که در این زمینه ارائه می‌شود، تغییرات سالانه طول آبکندها را به عنوان متغیر وابسته و سایر پارامترها را به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته و مجددا بررسی‌ها انجام گردید (معادله ۲).

R^2 =۰/۸٦۲ , SE=۱/۰۰۳ (۲)

$$L= 0.124\ (C)^2+ 0.13P +0.696(W)^2- 0.01(Lo)^2-5.963$$

ضریب همبستگی و خطای استاندارد مدل نهایی نشان دهندهٔ بهتر شدن شرایط آن می‌باشد.

پارامترهای این مدل مشابه قبل بوده و P مجموع بارش سالانه می‌باشد. متغیرهایی که در معادله وارد نشدند عبارتند از: pH خاک و شیب کف آبراهه آبکند، شیب عمومی حوزه زهکش آبکند و سطح حوزه زهکش آبکند.

گسترش حجمی آبکندها: نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از تحقیق انجام شده نشان می‌دهد که عوامل

حاصلضرب سطح حوزه آبخیز آبکند در شیب عمومی منطقه، عرض متوسط آبکند و شوری خاک بیشترین تاثیر را در گسترش حجمی آبکند دارند.

اولین متغیری که بیشترین تاثیر را در گسترش آبکندها بر عهده دارد، عامل شیب× سطح می‌باشد. در واقع مفهوم این عامل براساس این فرض بنا نهاده شده است که در یک زمین منظر با اقلیم و کاربری مشخص، برای یک شیب مشخصی از سطح خاک یک حد آستانه سطح زهکشی وجود دارد (A) که توانایی تولید رواناب سطحی کافی برای ایجاد آبکند را داشته باشد. این عامل در واقع سطح زهکشی (حوزه آبخیز آبکند) را جانشین رواناب سطحی اندازه‌گیری نشده، قرار می‌دهد [۱۵، ۱۷، ۲۷ و ۱۲] و مشخصه این است که آبکندهایی که در این تحقیق بررسی شده‌اند، در اثر رواناب سطحی گسترش می‌یابند.

اکثر آبکندهایی که در استان کرمان مشاهده می‌شوند در اثر تغییر کاربری اراضی به صور مختلف (مرتع به دیم‌زار، راه‌سازی، استفاده به عنوان معدن و...) بوجود آمده‌اند، زیرا این عمل سبب افزایش رواناب سطحی شده و می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر رواناب سطحی، تغییر کاربری نیز از عواملی است که سبب ایجاد و یا گسترش آبکندها می‌شود.

متغیر بعدی که بیشترین دامنه تغییرات را دارد عرض متوسط آبکند می‌باشد. این پارامتر طبق مشاهدات ناشترگیل و همکاران [۱۳] برای تفکیک آبکند از شیار و آبراهه استفاده می‌شود. وی معتقد است که این مشخصه از کانال توسط دبی حداکثر جریان کنترل می‌شود. معادله‌ای که برای این مورد ارائه شده بصورت $W=aQ^b$ است که a ضریب و b نما هستند. مقدار b برای شیار، آبکند و آبراهه بترتیب برابر ۰/۳، ۰/٤ و ۰/۵ می‌باشد. البته این معادله در مواردی است که مواد در لایه‌های مختلف خاک همگن هستند و در غیر اینصورت بایست ضرائب جدید برای آن ارائه شود. همچنین افزایش رواناب در یک کانال به طور معمول در نتیجه تغییر در نحوه استفاده از زمین در اراضی بالا دست می‌باشد. برای نمونه می‌توان تبدیل جنگل به اراضی کشاورزی را نام برد. در این حالت آبراهه واقع در پائین دست جنگل کشش رواناب را ندارد و فرسایش آبکندی بوجود خواهد آمد. همچنین ممکن است افزایش رواناب در یک کانال در اثر افزایش مصنوعی سطح آبخیز آن بوجود آید. برای مثال در ساختن جاده‌ها برای کاهش هزینه‌های مربوط به احداث مجاری و پل‌ها، آب چند آبراهه به طرف یک پل هدایت می‌شود. همچنین ممکن است فرسایش آبکندی در یک آبراهه طبیعی رخ دهد و این در هنگامی رخ می‌دهد که آبراهه کشش رواناب وارد شده به آن را نداشته باشد. عدم کشش آبراهه ممکن است به دلیل افزایش دبی نسبت به ظرفیت آبراهه یا کاهش ظرفیت آن نسبت به ظرفیت پیشین خود باشد [۱٤]. با توجه به این موارد می‌توان نتیجه گرفت عامل گسترش آبکندها در منطقه رواناب سطحی می‌باشد، زیرا خود متغییر عرض نمودی از میزان رواناب می‌باشد و کمتر یا بیشتر از این میزان رواناب شکل آبکند را به شیار یا آبراهه تغییر می‌دهد.

علاوه بر متغیرهای یاد شده، متغیرهای دیگری مانند EC متوسط خاک، درصد سیلت خاک نیز در گسترش آبکندها مؤثر می‌باشند. متغیرهای موجود در معادله دارای دامنه تغییرات کمی بوده‌اند، لذا تاثیر چندانی در گسترش آبکندها ندارند و برای بررسی دقیق‌تر تاثیر این متغیرها بر گسترش آبکندها نیاز به تحقیقات بیشتر و دقیق‌تری می‌باشد.

گسترش طولی آبکندها: نتایج حاصل از تجزیه و تحلیلهای انجام شده در این بخش نشان می‌دهد که مشخصه هایی عرض آبکند، مجموع بارش سالانه منطقه، درصد سیلت و رس بافت خاک در گسترش طولی آبکندهای منطقه بیشترین تاثیر را دارند. با توجه به ضرائب عوامل ذکر شده درصد سیلت بافت خاک تاثیر منفی و سایر عوامل دارای اثر مثبت بر گسترش طولی آبکندها می باشند

در نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل انجام شده، مشخصه ای که بیشترین تاثیر را در گسترش طولی آبکندهای منطقه دارد، عرض آبکند می‌باشد. این عامل با توجه به اطلاعات ارائه شده در مبحث قبل به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته است و نمودی از تاثیر رواناب برگسترش طولی می‌باشد.

دومین مشخصه موثر در گسترش طولی آبکندها، مجموع بارندگی سالیانه منطقه می‌باشد. براحتی می‌توان تشخیص داد که حضور این عامل نمودی از تاثیر رواناب بر گسترش طولی می‌باشد.

با توجه به اینکه درصدهای رس و سیلت از پارامترهای موثر بر گسترش طولی می‌باشند، می‌توان عامل فرسایش‌پذیری خاک را که متاثر از بافت خاک است و به عنوان یکی دیگر از عوامل گسترش طولی آبکندها نیز معرفی نمود. این موضوع با توجه به یافته‌های ایوانس [۷] و پوزن و همکاران [۱۸] و اسندان و همکاران [۲۲] و پوزن [۱٦] که توضیحات آن قبلاً بطور کامل آمده است، قابل توجیه می‌باشد.

همانگونه که در مدل‌های ارائه شده مشخص است، ضریب همبستگی برای گسترش حجمی ۰/۸ و برای گسترش طولی ۰/۸٦ بوده و بیانگر این موضوع می‌باشد که هنوز ۲۰٪ و ۱٤٪ از تاثیر سایر عوامل در مدل‌ها لحاظ نشده است. بخشی از این مقادیر مربوط به عواملی است که در گسترش آبکندها مؤثرند، اما در این تحقیق لحاظ نشده‌اند و می‌توان آن‌ها را طی بررسی‌ها و تحقیقات دقیقتر و دامنه‌دارتری مشخص نمود. بخشی دیگر مربوط به خطاها و اشتباهاتی است که در مسیر انجام تحقیق صورت پذیرفته است و باید با انجام تحقیقات جزیی‌تر و با دقت بیشتر مورد بررسی و کنکاش قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که عامل اصلی در گسترش آبکندها در برخی از مناطق استان کرمان رواناب سطحی و دومین

عامل فرسایش پذیری خاک می‌باشد. علت عمده این امر، فقر پوشش گیاهی و میزان نفوذپذیری کم خاک است [۲].

این اراضی از لحاظ توانایی ایجاد رواناب در گروه D از گروه‌های هیدرولوژیکی خاک قرار می‌گیرند [۲۱] که به علت نفوذپذیری کم، مقدار زیادی رواناب ایجاد می‌نمایند، از سویی دیگر به علت پوشش گیاهی ضعیف که تغییرات آن برحسب درصد در حوضه‌های آبکندها از صفر تا ۱۵٪ بوده و هیچ‌گونه تاثیری بر شکل‌گیری و اثرات رواناب‌های حاصله ندارد، مجموع اثر این دو پارامتر سبب ایجاد رواناب و اثرات منفی آن در فرسایش و بخصوص فرسایش آبکندی می‌گردد. علاوه بر عامل رواناب، بافت خاک نیز یکی دیگر از عواملی است که گسترش آبکندها را تحت الشعاع قرار می‌دهد وبه طور معمول آبکندها در اراضی با بافت خاک لومی ،شنی لومی، سیلتی لومی وشنی که حساسیت زیادی به فرسایش دارند ایجاد شده‌اند. لذا فرسایش‌پذیری خاک هم از عواملی است که در گسترش آبکندها (حجمی یا طولی) موثر می‌باشد.

منابع

1. Archibold, O. W., Levesque, L. M. J., De Boer, D. H., Aitken, A. E., and Delanoy, L. 2003. Gully retreat in a semi-urban catchment in Saskatoon, Saskatchewan. Applied Geography. 23(4): 261-279.

2. Baiburdi, M. 1974. Principles of irrigation engineering and soil water relations. Tehran University Press, Tehran, 642p.(In Persian)

3. Begin, Z. B. and Schumm, S. A. 1979. Instability of alluvial valley floors: a method for its assessment .Transactions of the ASAE 22. Pp.347-350.

4. Bork, H. R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., Piorr, H. R. and Schtaz. T. 1998. Lands chaft sentwicklung in Mitteleuropa. klett-perthes, Gotha, Germany, 328p.

5. Crouch , R. J. and Blony, R. J. 1989. Gully sidewall classification: Methods and application, Zeitsschrift fur Geomorphologies, N. F. Supplement Band, 33 (3): 291-305.

6. Descroix, L. 2008. Gully and sheet erosion on subtropical mountain slopes: their respective roles and the scale effect, Catena, 72 (3): 325-339.

7. Evans, R. 1993. Extent, frequency and rates of riling of arable land in localities in England and wales. J. poesen etal./catena 50 (2003) 91-133125. In: wicherck, s.(Ed), Farm land erosion in temperate plains Environment and Hills. Elsevier, Amsterdam. Pp.177-190.

8. Harvey, A.M. 1996. Holocene hill slope gully systems in the how gill fells, Cambria. In: Anderson, M.G., Brooks, S.M.E (Eds.), Advances in hill slope processes, vol.2, Pp.731-752.

9. Heed, B.H. 1970. morphology of gullies in the Colorado Rocky Mountains, Bulletin of the International Association of scientific Hydrology, XV, 2:79-89.

10. Imeson, A. C. and Kwaad, F.J.P.M. 1980. Gully types and gully prediction-KNAG Geographic Tijds chrift XIV5. Pp. 430-441.

11. Ireland, H.A., Sharpe, C.F.S. and Eargle, D.H. 1939. Principles of gully erosion in the piedmontof South Carolina. USDA Technological Bulletin 633, 142p.

12. James, R., Thomson, S. 1964. Transaction of the asae, quantitative effect of watershed variables on rate of gully head advancement.

13. Nachtergaele, J., poesen, J., sidorchuk, A. and Torri, D. 2002a, Predication of concentrated flow width in ephemeral gully channels. Hydrological processes 16(10):1935-1953.

14. Nachtergaele, J. poesen, J., Oostwoudwijdenes, D. and Vandekerckhove, L. 2002b. Medium-term evolution of a gully developed in a Loss-derived soil .Geomorphology 46 (3-4): 223-239.

15. Paton, P.C. and Schumm, S.A. 1975. Gullyerosion, Northwestern Colorado: A threshold phenomenon. Geology 3: 88-90.

16. Poesen, J. 1993. Gully typology and gully control measures in the European loss belt. In: Wicherek,s (Ed.),farmland erosion intemperate plains environment and hills. Elsevier,Amsterdam. pp.221-239.

17. Poesen, J., Vandaele, K. and Vanwesmael, B. 1998. Gully erosion: importance and model implications. In:Boardman, J., Favis-Mortlock, D.T. (Eds.), Modelling soil erosion by water Springer-verlag, Berlin NATO-ASI series, I-55:285-311.

18. Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. and Valentin,C. 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs,catena, 50: 91-

133.

19. Prosser, I.P. 2002. Gully erosion ,land-use and climate change. In: Boardman, J., Favis-Mortlck, D. (Eds.), Climate change and soil erosion, Imperial college press, London (in press).

20. Prosser, I.P., Winchester, S.J., 1996. History and processes of gully initiation and development in eastern Australia. Zeitschrift fur Geomorphologie N.F. Supplementband, 105: 91-109.

21. Qadiri, H. 1989. Soil conservation. Printing Center of Shahid Chamran University Press. 470p.

22. Sneddon, J., Williams, B.G., Savage, J.V. and Newman, C.T. 1988. Erosion of a gully in duplex soils. J. poesen etal./catena 50 (2003) 91-133 131 results of a long-term photogrammetric monitoring program. Australian Journal of soil Research, 26:401-408.

23. Soil Science Society of America, 2001. Glossary of soil science terms. Soil science society of America, Madison, WI, http://www.soils.org/sssagloss/.

24. Soufi, M. 2003. Gully erosion and development: Importance and research needs. The third meeting of the executives of basic design of the study and classification morphoclimatic Gullies of Iran, 25 p. (In Persian)

25. Vandaele, K., Poesen, J., Govers, G. and Vanwesemael, B. 1996. Geomorphic threshold conditions for ephemeral gully incision. Geomorphology 16(2):161-173.

26. Vandekerckhove, L., Muys, B., Poesen, J., Weerdt, B.D., Coppé, N., 2001. A method for dendrochronological assessment of medium-term gully erosion rates. Catena 45:123–161.

27. Vandekerckhove, L., Poesen, J., Oostwoudwijdenes, D., Nachtergaele, J., Kosmas, C, Roxo, M.J. and Defigueiredo, T. 2000. Thresholds for gully initiation and sedimentation in Mediterranean Europe. Earth surface processes and land forms 25: 1201-1220.

28. Webb, R.H. and Han historical perspective. Proc. seventh federal interagency sedimentation Conf. March 2ereford ,R.2001 . Floods and geomorphic change in the southwestern united sates: 5-26, reno, nevada, usa, v30-iv37.

29. Wijdenes, D.J.D, Bryan, R.B. 1991.Gully head cuts as sediment source on the Njemps flats and initial low-cost gully control measures. Cremlingen-destedt, Germany, catena, Pp.205-299.

30. Yamani, M., Zaman Zade, S.M. and Ahmadi, M. 2013. Analysis of factors affecting the formation and development of gully erosion: A case study of Kahoor plain in Fars province, Geographical Explorations of Desert Region. 1: 54-83. (In Persion)

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 9, No. 29, Summer 2015 سال نهم- شماره ۲۹- تابستان ۱۳۹۴

Abstract

Investigation of Factors Affecting the Gullies Development and the Predictive Model Developed in Kerman (Case Study: Baft, Rabor and Rayen)

F. Heidari[1] and R. Saboohi[2]

Receiced: 2012/11/10 Accepted: 2015/02/24

This study aimed to identify factors affecting the development of gullies and identify the most effective factor and the impact of each factor on the development of gully and gully development predictive models was defined in some regions of Kerman province. At first, 11 gullies in the regions of Baft, Rayen and Rabor are selected and the annual rainfall, width, length, slope bottom of gully, slope of area, the drainage area of gully, soil texture, pH, EC and silicate minerals were measured from the soil layers in the forehead gullies each year. Information obtained for both linear and volumetric expansion mode was analyzed by the SPSS11 software and statistical method regression. It was clear that soil salinity, silt soil, the average width of the gully, gully and slope of the watershed area have the greatest impact on the development of gullies in these areas. Also models showed that the affected factors on gullies development are surface runoff and erosion of soil that have generally occurred because of the effect of land use changes.

Keywords: Gully, Predictive model, Gully development, Kerman

1- Scientific member of Esfahan Research Center of Natural Resources. Corresponding Author email: farzad.heidari@ymail.com
2- PhD Student on Range Management of Gorgan University and Research Expert of Esfahan Research Center of Natural Resources.