

بررسی عوامل محیطی مؤثر بر میزان فرسایش آبی

مطالعه موردی: حوزه آبخیز منطقه طالقان، زیر حوزه ورکش

نادیا کمالی¹، حسن احمدی²، احمد صادقی پور^{3*}، پریا کمالی⁴

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر برخی از عوامل محیطی بر میزان فرسایش، تعیین مهمترین آنها و شناخت روابط حاکم بین میزان فرسایش در واحدهای کاری و عوامل محیطی (خصوصیات خاک، شیب، جهت، ارتفاع، مقاومت سنگ، رخساره و درصد پوشش گیاهی) می باشد. به منظور تهیه نقشه واحدهای کاری به روش ژئومرفولوژی ابتدا شیب، جهت، طبقات ارتفاعی، سنگ شناسی و رخساره‌های ژئومرفولوژی تهیه و از تلفیق آنها نقشه واحدهای کاری تهیه شد. سپس نمونه برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی - سیستماتیک در 10 پلات همراه با تعیین درصد تاج پوشش گیاهی در هر واحد کاری صورت گرفت. اندازه پلاتهای نمونه برداری با توجه به نوع و پراکنش گونه‌های گیاهی به روش حداقل سطح تعیین شد. به منظور بررسی خصوصیات خاک منطقه، در هر واحد کاری 5 پروفیل حفر گردیده و از عمق 0-50 سانتی متری نمونه برداری صورت گرفت سپس ویژگی‌هایی خاکشناسی شامل بافت، درصد آهک، درصد ماده آلی، درصد سنگ سنگریزه، اسیدیته و هدایت الکتریکی اندازه گیری شد.

میزان فرسایش آبی در هر واحد کاری به روش E.P.M تعیین گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که از میان عوامل محیطی مورد بررسی به ترتیب ماده آلی، رخساره فرسایشی، درصد پوشش گیاهی و درصد آهک به عنوان مولفه اصلی اول 33/993 درصد و درصد سیلت، جنس سنگ و درصد رس به عنوان مولفه اصلی دوم 17/295 درصد و در مجموع از میان عوامل مورد بررسی 51/288 درصد از میزان تغییرات فرسایش در حوزه آبخیز ورکش طالقان را توجیه می کنند.

واژه‌های کلیدی:

طالقان، واحد کاری، روش E.P.M، خصوصیات خاک، آنالیز مولفه‌های اصلی

1. دانشجوی دکتری مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران nkamali@ut.ac.ir

2. استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران ahmadi@ut.ac.ir

*3. عضو هیات علمی، دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان: تلفن 09360302551 و email:asadeghipur@alumin.ut.ac.ir

4. دانشجوی کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس paria.kamali@gmail.com

Investigation on Environmental Factors Influencing Water Erosion

Case Study: Taleghan Basin, Varkesh Sub-basin

Kamali N, Ahmadi H, Sadeghipur A, Kamali P

Abstract

The purpose of the current study is to investigate the effects of some environmental factors on erosion value, to determine the most important governing factors and the relation between erosion of working units and environmental factors (soil characteristics, slope, aspect, elevation, lithology, geomorphology faces and vegetation cover percentage). We used the geomorphology method to prepare a working units map. This map was derived by overlaying slope, aspect, elevation, lithology and geomorphology face maps. In order to study plant cover, random-systematic sampling in each working unit was conducted in ten plots. Regarding the species type and distribution, the area of each plot was determined based on the minimal area method. Canopy cover of species was determined in each plot. Furthermore, five profiles were sampled within the working units to study soil characteristics at depths of 0-50 cm. Subsequently, the texture, percent of lime, organic matter, gravel, pH and EC were measured. Erosion value was determined in each working unit by the E.P.M. method. Statistical analysis was performed using Principal Components Analysis (PCA) through the PC-ORD4 software program. The results showed that among environmental factors, the vegetation cover, lime percentage, face and organic matter were the first set of factors that determined the change in erosion value by 33.99%. The second set of factors that included loam, stone resistance and clay percentage play contributed to the change by 17.295%. These two sets of factors altogether explain 51.288% of the erosion value variation in Varkesh Basin.

Keywords:

Varkesh Basin, Working unit, E.P.M, Soil properties, Principal Components Analysis

مقدمه

تغییر آب و هوا، تخریب پوشش گیاهی به همراه فعالیت‌های مخرب انسانی باعث افزایش فرسایش و تخریب خاک در مناطق مختلف کره زمین گردیده است (راوی و همکاران 2010). فرسایش خاک یکی از مشکلات مهم قرن بیست و یکم به خصوص در مناطق خشک به شمار می‌رود، که نتیجه آن عدم امنیت غذایی و پیامدهای متفاوت زیست محیطی است (فیلد و همکاران 2009). در این میان شناخت عوامل مؤثر در افزایش تخریب خاک به منظور درک صحیح تر از فرآیند فرسایش و تخریب خاک در مناطق متفاوت آب و هوایی به منظور جلوگیری و کاهش روند تخریب امری ضروری است (تورنبل و همکاران 2008، اکین 2009). یکی از مهمترین مشکلات مطالعات فرسایش و رسوب، کمبود داده و اطلاعات مورد نیاز می‌باشد. این مسئله در کشورهای در حال توسعه حادثتر بوده و کشور ما ایران، نیز از جمله آنها است. ایستگاه‌های اندازه‌گیری رسوب در کشور ما به تعداد کافی موجود نبوده و یا اغلب در خروجی حوزه‌های آبخیز بزرگ قرار دارند. بنابراین نبود اطلاعات و آمار مناسب، سبب استفاده از مدل‌های تجربی شده است (رضایی 1380). محققان مختلف تحقیقات متفاوتی در زمینه شناسایی فاکتورهای مؤثر بر فرسایش انجام داده‌اند. کنتراس و همکاران (2008) شناخت عوامل مؤثر بر فرسایش را در جلوگیری از تخریب و فرسایش بسیار ضروری می‌دانند. ویریلینگ و همکاران (2008) خصوصیات خاک، پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی را از عوامل بسیار مؤثر در میزان فرسایش آبی می‌دانند. بوداک و همکاران (2005) با بررسی عوامل مختلف محیطی، عامل‌های شیب، جهت و بافت خاک را مهمترین عامل مؤثر در فرسایش می‌دانند. فاکس و همکاران (2008) پیشنهاد می‌کنند که توپوگرافی (شیب و جهت)، خصوصیات خاک و پوشش گیاهی از عوامل بسیار مهم در میزان فرسایش پذیری خاکها بوده و باید در برآورد فرسایش خاک مد نظر قرار گیرند. مارتین روزالس و همکاران (2007) تخریب پوشش گیاهی به خصوص در شیب‌های زیاد را عامل مؤثر در فرسایش در خاک‌هایی که ساختمان نامناسب دارند می‌دانند. میر و همکاران (2009) جنس سنگ و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را مؤثر در فرسایش آبی می‌دانند. به طور کلی دو دسته عوامل محیطی و مدیریتی بر شدت وقوع فرسایش آبی اثر دارند (ویریلینگ و همکاران 2008، گراسیا 2010). هدف تحقیق حاضر بررسی میزان نقش پاره‌ای از عوامل محیطی در فرسایش آبی است.

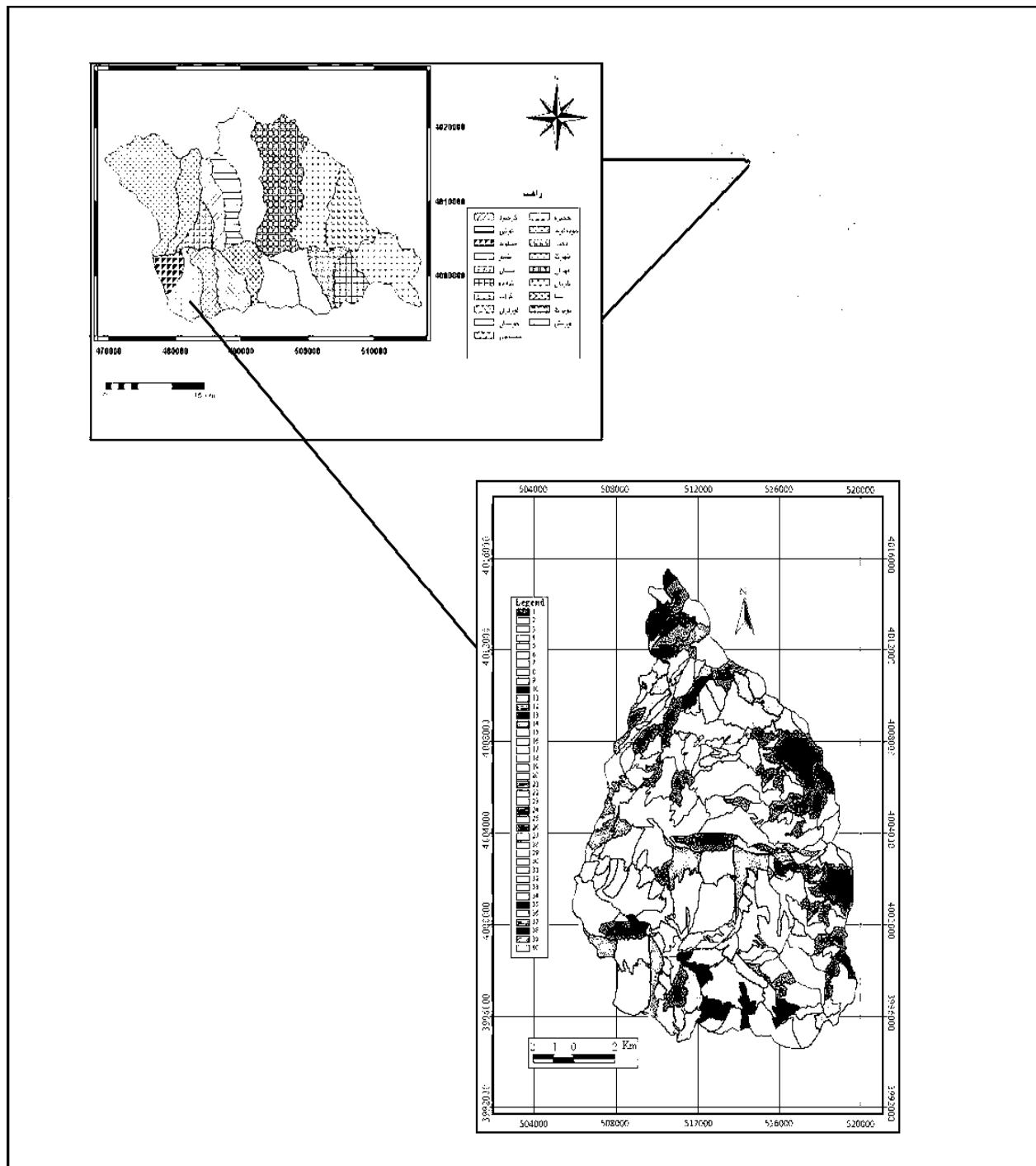
مواد و روش‌ها:

منطقه مورد مطالعه زیر حوزه ورکش از حوزه آبخیز طالقان رود است. وسعت این زیر حوزه 44/3100 هکتار

بوده و بین طول جغرافیائی $50^{\circ}49'05''$ و عرض‌های جغرافیائی $39^{\circ}44'50''$ و $40^{\circ}15'30''$ قرار دارد. متوسط بارندگی منطقه $648/17$ میلی متر، متوسط درجه حرارت $7/01$ و حداکثر متوسط دمای ماهانه منطقه $21/64$ درجه صد بخشی است. طول آبراهه اصلی $9/16$ کیلومتر و طول حوزه $26/95$ کیلومتر می باشد. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از نقشه توپوگرافی $1:50000$ تهیه شدند، همچنین با استفاده از نقشه زمین شناسی $1:100000$ ، نقشه واحدهای سنگ شناسی منطقه بدست آمد؛ از روی عکس‌های هوایی $1:20000$ و نقشه توپوگرافی $1:50000$ همراه با پیمایش صحرائی، رخساره‌های ژئومورفولوژی مشخص شدند و نقشه آن بدست آمد. در نهایت با تلفیق نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع، سنگ شناسی و رخساره‌های ژئومورفولوژی نقشه واحدهای کاری منطقه به دست آمد (شکل 1) (احمدی 1378). میزان فرسایش در هر واحد کای با استفاده از روش E.P.M برآورد گردید. روش E.P.M یک مدل کمی بوده که در آن شدت فرسایش توسط چهار عامل شامل، ضریب استفاده از زمین، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش، وضعیت فعلی فرسایش و شیب عرصه برآورد می شود، فاکتورهای مورد استفاده در این روش محدود بوده و به آسانی می توان آنها را ارزیابی کرد (کردان 2003). به منظور بررسی درصد پوشش گیاهی در هر واحد کاری، تعداد نمونه لازم جهت نمونه برداری از روش ترسیم (مقدم) تعیین گردید که با توجه به همگن بودن خصوصیات محیطی و پوشش گیاهی، اندازه گیری‌ها در 10 پلات به روش تصادفی - سیستماتیک صورت گرفت. اندازه پلاتهای نمونه برداری با توجه به نوع و نحوه پراکنش گونه‌های گیاهی و کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه به روش حداقل مساحت تعیین و پلاتهایی به ابعاد 1×1 متر در نظر گرفته شد. به منظور بررسی خاک منطقه در هر واحد کاری 5 پروفیل و از هر پروفیل 5 نمونه از عمق 0-50 سانتی متری خاک (به دلیل عمق متوسط فرسایش آبراهه‌ای و شیاری در منطقه) حفر گردید (اوزکان و همکاران 2008). نمونه‌های خاک برداشت شده برای اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه برده شدند. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری بویوکوس (زرگر 1378) استفاده شد و با این روش درصد سیلت، رس و ماسه در نمونه‌ها مشخص شد. اسیدیته خاک (pH) در عصاره $1:1$ با استفاده از pH متر و هدایت الکتریکی (EC) در عصاره $1:1$ به وسیله هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری شد. درصد آهک خاک به روش کلسیمتری (جعفری 1382) تعیین شد و درصد کربن آلی به روش واکلی - بلک (جعفری حقیقی 1382) تعیین گردید. رده بندی خاک منطقه توسط رده بندی جدید (تاکسونومی خاک) صورت گرفت (جعفری و سرمدیان 1382). مطالعه جنس سنگهای منطقه مورد مطالعه با توجه به سازندهای موجود و نقشه زمین شناسی صورت گرفت (فیض نیا 1374). به منظور بررسی رابطه موجود بین میزان فرسایش و عوامل تعیین شده، تعیین مهمترین عامل یا عوامل مؤثر در

تغییرات فرسایش از تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) و از نرم افزار PC-ORD 4 استفاده شد.

نتایج:



شکل 1- موقعیت منطقه و واحدهای کاری مورد مطالعه

جدول 1- خصوصیات مورد بررسی در محدوده واحدهای کاری

واحد کاری	رخساره	ارتفاع	رده خاک	شیب	جهت	سنگ شناسی	درصد پوشش	ضریب فرسایش با روش E.P.M	شدت فرسایش با روش E.P.M
1-1-1-1 (U1)	رخساره دامنه منظم	2750-2800	Entisol	10-20	جنوب شرقی	PEK	58	0/08	خیلی کم
1-1-1-2 (U2)	رخساره دامنه منظم	2800-2850	Entisol	20-40	جنوبی	E ₁	30	0/45	متوسط
1-1-1-3 (U3)	رخساره دامنه منظم	2650-2700	Entisol	10-20	جنوبی	PEK	45	0/36	کم
1-1-1-4 (U4)	رخساره دامنه منظم	2750-2800	Entisol	10-20	شمال شرقی	Pr	52	0/07	خیلی کم
1-1-1-5 (U5)	رخساره دامنه منظم	2800-2850	Entisol	20-40	جنوبی	PEK	50	0/09	خیلی کم
1-1-1-6 (U6)	رخساره دامنه منظم	2500-2550	Inceptisol	20-40	جنوب شرقی	Ngc	28	0/42	متوسط
1-1-1-7 (U7)	رخساره دامنه منظم	2700-2750	Inceptisol	10-20	جنوبی	PEK	40	0/23	کم
1-1-2-1 (U8)	بیرونزدگی سنگی	2850-2900	Entisol	20-40	جنوبی	Ngc	43	0/25	کم
1-1-2-2 (U9)	بیرونزدگی سنگی	2950-3000	Entisol	10-20	شمال شرقی	Ngc	48	0/1	خیلی کم
1-1-2-3 (U10)	بیرونزدگی سنگی	2950-3000	Entisol	20-40	جنوبی	E ₁	44	0/09	خیلی کم
1-1-2-4 (U11)	بیرونزدگی سنگی	2900-2950	Entisol	20-40	جنوب شرقی	Ngc	40	0/18	خیلی کم
1-1-2-5 (U12)	بیرونزدگی سنگی	2800-2850	Entisol	20-40	جنوب غربی	E ₁	38	0/38	کم
1-1-2-6 (U13)	بیرونزدگی سنگی	2700-2750	Inceptisol	10-20	غربی	Ngc	35	0/34	کم
1-1-3-1 (U14)	واریزه تثبیت شده	2750-2800	Entisol	20-40	جنوبی	EKV	25	0/58	متوسط
1-1-3-2 (U15)	واریزه تثبیت شده	2750-2800	Entisol	20-40	جنوب غربی	Ngc	35	0/23	کم
1-1-3-3 (U16)	واریزه تثبیت شده	2700-2750	Entisol	20-40	جنوبی	EKV	28	0/50	متوسط
1-1-4-1 (U17)	فرسایش سطحی	2800-2850	Entisol	40<	غربی	PEK	35	0/3	کم
1-1-4-2 (U18)	فرسایش سطحی	2700-2750	Entisol	20-40	شمال غربی	PEK	35	0/38	کم
1-1-4-3 (U19)	فرسایش سطحی	2700-2750	Entisol	10-20	غربی	Ngc	29	0/32	کم
1-1-4-4 (U20)	فرسایش سطحی	2700-2750	Entisol	20-40	جنوب غربی	Ngc	31	0/50	متوسط
1-1-4-5 (U21)	فرسایش سطحی	2850-2900	Inceptisol	5-10	غربی	Ngc	38	0/39	کم

1-1-4-6 (U22)	فرسایش سطحی	2850-2900	Inceptisol	20-40	غربی	PEK	29	0/68	متوسط
1-1-4-7 (U23)	فرسایش سطحی	2900-2950	Inceptisol	10-20	شرقی	Ngc	40	0/4	کم
1-1-4-8 (U24)	فرسایش سطحی	3000-3050	Entisol	10-20	شمال غربی	Ngc	42	0/3	کم
1-1-4-9 (U25)	فرسایش سطحی	3050-3100	Entisol	20-40	شمال غربی	PEK	30	0/44	متوسط
1-1-5-1 (U26)	فرسایش شیاری	3000-3050	Entisol	20-40	غربی	PEK	28	0/49	متوسط
1-1-5-2 (U27)	فرسایش شیاری	2700-2750	Entisol	10-20	شمال شرقی	Ngm	24	0/69	متوسط
1-1-5-3 (U28)	فرسایش شیاری	3050-3100	Entisol	20-40	شرقی	Ngm	28	0/48	متوسط
1-1-5-4 (U29)	فرسایش شیاری	2850-2900	Inceptisol	20-40	شرقی	PEK	12	0/86	شدید
1-1-6-1 (U30)	فرسایش آبراه‌های	3050-3100	Entisol	20-40	جنوب شرقی	Ngm	18	0/9	شدید
1-1-6-2 (U31)	فرسایش آبراه‌های	2700-2750	Entisol	40<	شرقی	Ngm	9	1/5	خیلی شدید
1-1-6-3 (U32)	فرسایش آبراه‌های	3100-3150	Entisol	20-40	جنوب شرقی	PEK	21	0/66	شدید
1-1-6-4 (U33)	فرسایش آبراه‌های	3150-3200	Entisol	40<	جنوبی	Ngm	24	0/99	شدید
1-1-6-5 (U34)	فرسایش آبراه‌های	2850-2900	Inceptisol	20-10	جنوبی	Ngm	23	1/02	شدید
35 (U1-1-7-1)	انحلال	3100-3150	Entisol	40<	شمال شرقی	gy ₂	7	1/07	خیلی شدید
36 (U1-1-7-2)	انحلال	2800-2850	Inceptisol	20-40	جنوبی	Pr	10	1/7	خیلی شدید
37 (U1-1-7-3)	انحلال	2700-2750	Entisol	20-40	جنوب شرقی	Pr	11	1/05	خیلی شدید
38 (U1-1-8-1)	لغزش	3150-3200	Entisol	20-40	جنوب غربی	PEK	7	1/6	خیلی شدید
39 (U1-1-8-2)	لغزش	2900-2950	Entisol	40<	غربی	gy ₂	9	1/07	خیلی شدید
40 (U1-1-8-3)	لغزش	2950-3000	Entisol	40<	جنوبی	gy ₂	12	1/2	خیلی شدید

1- PEK: شیل‌های سیلنی رسی، ماسه‌های میکا دار پرکامبرین زیرین Ngm-6: مارن دارای املاح گچ و نمک نئوژن

2- E₁: ماسه‌های آرکوزی ارغوانی رنگ، کوارتزیت سفید کامبرین و اردویسین gy₂-7: مارن دارای املاح گچ و نمک زیاد نئوژن

3- Pr: آهک تیره خاکستری بیوژنیک همراه دولومیت پرنین

4- EKV: گدازه بازالتی و توف‌های اسیدی و آکلوامرای قلیایی اتوسن

5- Ngc: ماسه سنگ قرمز نسبتاً مقاوم و کنگلومرا با بافت درشت نئوژن

ادامه جدول 1- خصوصیات مورد بررسی در محدوده واحدهای کاری

واحد کاری	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیتنه	ماده آلی (%)	آهک (%)	سنگ و سنگریزه (%)	سیلت (%)	رس (%)	شن (%)
1-1-1-1 (U1)	0/3	7/3	1/2	12	15	62	19	19
1-1-1-2 (U2)	0/6	7/0	0/7	15	25	10/4	27/8	61/8
1-1-1-3 (U3)	0/32	7/7	1/05	15	28	70	18/2	11/8
1-1-1-4 (U4)	0/30	7/3	1/5	10	32	45	40	15
1-1-1-5 (U5)	0/9	7/7	1/1	12	20	72	8/4	19/6
1-1-1-6 (U6)	0/42	7/8	0/8	16	10	10	32	58
1-1-1-7 (U7)	0/56	7/5	1/0	15	15	80	10	10
1-1-2-1 (U8)	0/63	7/0	1/08	12	19	10	25	65
1-1-2-2 (U9)	0/6	7/3	1/5	10	27	15	30	55
1-1-2-3 (U10)	0/2	7/8	1/3	18	25	21/3	18/2	60/5
1-1-2-4 (U11)	0/2	7/8	1/2	22	25	20	40	40
1-1-2-5 (U12)	0/9	7/8	1/02	24	15	24	6/8	69/2
1-1-2-6 (U13)	0/63	7	1/2	19	25	27/8	10	62/2
1-1-3-1 (U14)	0/9	7/8	0/9	18	28	15	40	45
1-1-3-2 (U15)	0/9	7/7	1/1	20	15	22	18/9	59/1
1-1-3-3 (U16)	0/2	7	0/7	19	25	20	40	40
1-1-4-1 (U17)	0/36	7/8	1/06	13	27	60	30	10
1-1-4-2 (U18)	0/36	7	0/98	12	30	62	28	10
1-1-4-3 (U19)	0/36	7/3	1/1	10	28	8/6	21/4	70
1-1-4-4 (U20)	0/3	7/7	0/7	8	28	20	22	58
1-1-4-5 (U21)	0/34	7/3	1/03	10	23	18/3	21/2	60/5
1-1-4-6 (U22)	0/36	7	0/9	14	35	80	10	10
1-1-4-7 (U23)	0/3	7/7	0/7	9	30	15	15	70
1-1-4-8 (U24)	0/9	7/3	0/8	8	25	32	12	56
1-1-4-9 (U25)	0/42	7/8	0/7	14	28	65	25	10
1-1-5-1 (U26)	0/7	7/7	0/9	15	28	45	35	20
1-1-5-2 (U27)	0/9	7/7	0/8	23	25	12	58	30
1-1-5-3 (U28)	0/9	7	0/7	28	24	28	40	32
1-1-5-4 (U29)	0/2	7/8	0/6	12	28	70	8/6	21/4
1-1-6-1 (U30)	0/36	7/3	0/1	25	25	30	60	10
1-1-6-2 (U31)	0/36	7	0/5	23	35	30	55	15
1-1-6-3 (U32)	0/36	7/3	0/6	13	23	72/2	8/2	19/6
1-1-6-4 (U33)	0/3	7/6	0/5	25	25	33	40	27
1-1-6-5 (U34)	0/34	7/6	0/1	28	35	28	58	14

1-1-7-1 (U35)	0/36	7/7	0/3	33	28	34/5	50/4	15/1
1-1-7-2 (U36)	0/7	7/7	0/5	35	24	46	44	10
1-1-7-3 (U37)	0/9	7	0/3	38	27	45	40	15
1-1-8-1 (U38)	0/8	7/7	0/3	15	27	80/6	9/4	10
1-1-8-2 (U39)	0/8	7/7	0/5	32	30	9	80/6	10/4
1-1-8-3 (U40)	0/9	7/8	0/4	30	27	20	60/8	19/2

به منظور تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر فرسایش، آنالیز مولفه‌های اصلی بر روی داده‌ها انجام شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی 15 فاکتور و در 40 واحد کاری صورت گرفت بطور کلی 33/933 درصد از تغییرات فرسایش توسط مولفه اول و 17/295 درصد از این تغییرات توسط مولفه دوم قابل توجیه است (جدول 3). در مجموع 51/288 درصد تغییرات فرسایش توسط دو مولفه اول و دوم قابل توجیه هستند (جدول 3). بر اساس همبستگی متغیرها با مولفه‌ها، مولفه اصلی اول با متغیرهای ماده آلی، رخساره فرسایشی، درصد پوشش گیاهی و درصد آهک و همچنین مولفه اصلی دوم با درصد سیلت، جنس سنگ و درصد رس بیشترین همبستگی را دارند (جدول 2).

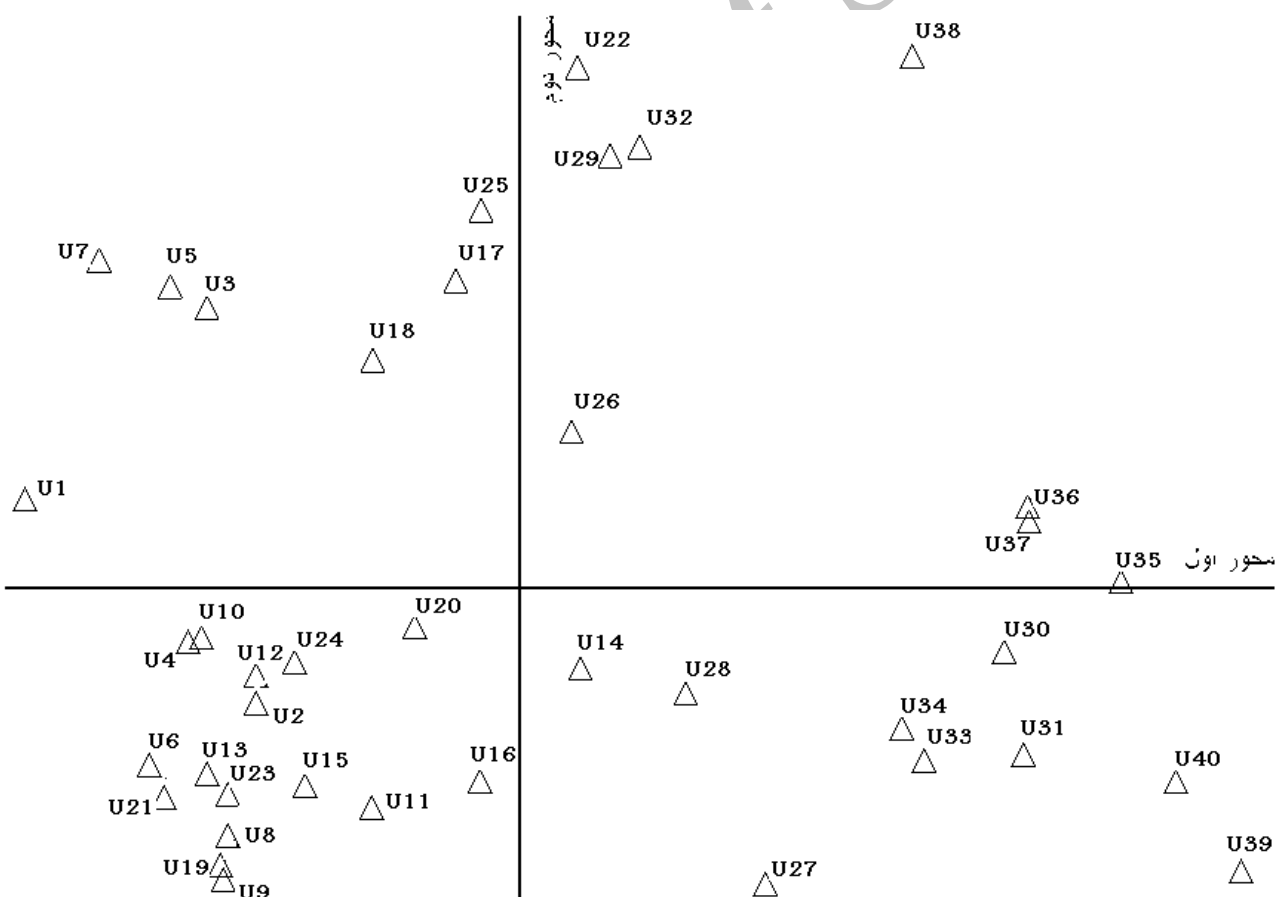
جدول 2- نتایج آنالیز PCA عوامل محیطی در میزان فرسایش در واحدهای کاری

عامل	مولفه اول	مولفه دوم	مولفه سوم	مولفه چهارم	مولفه پنجم	مولفه ششم
ارتفاع	0/1862	0/1087	-0/0145	0/4360	-0/4516	-0/3747
رخساره	0/4040	-0/0394	-0/0727	0/0188	-0/9950	-0/1656
شیب	0/3024	0/1508	-0/3487	0/1403	-0/0659	-0/0254
جهت	0/0057	0/2962	0/1989	-0/2693	0/1677	-0/5845
خاک سطحی	-0/0584	0/0667	0/4349	0/6696	-0/1451	-0/0254
ماده آلی	-0/4150	-0/0731	-0/0617	-0/1737	-0/0531	0/1002
هدایت الکتریکی	0/1554	-0/0573	-0/5187	-0/2500	0/1168	0/0803
آهک	0/3394	-0/1431	-0/1556	-0/1542	0/0427	0/2294
اسیدیته	0/0470	0/1535	-0/0114	-0/1563	-0/7677	0/3109
سنگ و سنگریزه	0/1977	0/0550	0/5445	0/2443	0/1763	-0/1313
سیلت	-0/087	0/5871	0/0589	0/0399	0/0806	0/1592
رس	0/3095	-0/3138	0/1038	0/0720	0/1622	0/2751
شن	-0/2443	-0/3705	-0/1402	-0/1150	-0/2030	-0/3988
جنس سنگ	0/1901	-0/4788	0/1259	-0/3290	0/1390	-0/1648
پوشش گیاهی	-0/4037	-0/0731	-0/0365	0/2175	-0/0227	0/1380

جدول 3- نتایج آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) عوامل محیطی برای میزان فرسایش در واحدهای کاری

مؤلفه	مقادیر ویژه	واریانس توجیه شده (%)	واریانس تجمعی توجیه شده (%)
1	5/099	33/993	3/318
2	2/594	17/295	51/288
3	1/331	8/871	60/158
4	1/313	8/756	68/915
5	1/079	7/192	76/107
6	1/034	6/895	83/001

نمودار مولفه‌های اصلی اول و دوم و توزیع مقادیر متفاوت فرسایش در شکل 2 نشان داده شده است. ماده آلی، رخساره فرسایشی، درصد پوشش گیاهی و درصد آهک بر روی محور اول و خصوصیات درصد سیلت، جنس سنگ و درصد رس بر روی محور دوم قرار می‌گیرند.



شکل 2- نمودار پراکنش واحدهای کاری در ارتباط با عوامل محیطی مؤثر در منطقه مورد مطالعه با استفاده از آنالیز (PCA)

- با توجه به شکل میزان فرسایش در واحد کاری 1-1-7-1 (U35) بیشترین ارتباط را با خصوصیات محور اول (مستقیم با درصد آهک و رخساره و ارتباط معکوس با ماده آلی و پوشش گیاهی) دارد و با خصوصیات محور دوم (رابطه مستقیم با درصد سیلت و معکوس با جنس سنگ و درصد رس) دارای ارتباط بسیار ضعیفی است.
- میزان فرسایش در واحد کاری 1-1-4-6 (U22) دارای ارتباط بسیار قوی با خصوصیات محور دوم (مستقیم با درصد سیلت و معکوس با جنس سنگ و درصد رس) است و ارتباط بسیار ضعیفی با خصوصیات محور اول (مستقیم با درصد آهک و رخساره و ارتباط معکوس با ماده آلی و پوشش گیاهی) دارد.
- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-7-1 (U35)، 1-1-7-3 (U37) و 1-1-7-2 (U36) واحد کاری به ترتیب دارای ارتباط قوی با (مستقیم با درصد آهک و رخساره و ارتباط معکوس با ماده آلی و پوشش گیاهی) محور اول است و با خصوصیات محور دوم (مستقیم با درصد سیلت و معکوس با جنس سنگ و درصد رس) ارتباط بسیار ضعیفی دارد.
- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-4-6 (U22)، 1-1-5-1 (U26)، 1-1-5-4 (U29)، 1-1-6-3 (U32)، 1-1-8-1 (U38)، به ترتیب دارای ارتباط قوی با خصوصیات محور دوم (مستقیم با درصد سیلت و معکوس با جنس سنگ و درصد رس) است. همچنین دارای رابطه ضعیف با خصوصیات محور اول (مستقیم با درصد آهک و رخساره و ارتباط معکوس با ماده آلی و پوشش گیاهی) است.
- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-4-9 (U25)، 1-1-4-1 (U17) و 1-1-4-2 (U18) به ترتیب دارای ارتباط قوی با خصوصیات محور دوم (مستقیم با درصد سیلت و معکوس با جنس سنگ و درصد رس) است. همچنین دارای رابطه ضعیف با خصوصیات محور اول (مستقیم با ماده آلی و پوشش گیاهی و ارتباط معکوس با درصد آهک و رخساره) است.
- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-4-9 (U5)، 1-1-4-1 (U7) و 1-1-4-2 (U3) دارای ارتباط تقریباً برابری از نظر خصوصیات محورهای اول و دوم (مستقیم با درصد سیلت، ماده آلی و پوشش گیاهی معکوس با جنس سنگ، درصد رس، درصد آهک و رخساره) می باشد.
- میزان فرسایش در واحدکاری 1-1-1-1 (U1) دارای ارتباط قوی با (مستقیم با ماده آلی و پوشش گیاهی و ارتباط معکوس با درصد آهک و رخساره) محور اول است و با خصوصیات محور دوم (مستقیم با درصد سیلت و معکوس با جنس سنگ و درصد رس) ارتباط بسیار ضعیفی دارد.
- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-1-4 (U4)، 1-1-2-3 (U10)، 1-1-2-5 (U12)، 1-1-4-8

(U24) , 1-1-5-4 (U29) و 1-1-1-2 (U2) به ترتیب دارای ارتباط قوی با (مستقیم با ماده آلی و پوشش گیاهی و ارتباط معکوس با درصد آهک و رخساره) محور اول است و با خصوصیات محور دوم (مستقیم با جنس سنگ و درصد رس و معکوس با درصد سیلت) ارتباط بسیار ضعیفی دارد.

- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-4-5 (U21)، 1-1-1-6 (U6)، 1-1-4-7 (U23) و 1-1-2-6 (U13) دارای ارتباط تقریباً برابری از نظر خصوصیات محورهای اول و دوم (مستقیم با جنس سنگ، درصد رس، ماده آلی و پوشش گیاهی معکوس با درصد سیلت، درصد آهک و رخساره) می باشد.

- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-3-3 (U16)، 1-1-2-4 (U11)، 1-1-2-2 (U9) و 1-1-4-3 (U19)، 1-1-2-1 (U8) و 1-1-3-2 (U15) به ترتیب دارای ارتباط قوی با خصوصیات محور دوم (مستقیم با جنس سنگ و درصد رس و معکوس با درصد سیلت) است. همچنین دارای رابطه ضعیف با خصوصیات محور اول (مستقیم با ماده آلی و پوشش گیاهی و ارتباط معکوس با درصد آهک و رخساره) است.

- میزان فرسایش در واحدکاری 1-1-1-1 (U30) دارای ارتباط قوی با (مستقیم با درصد آهک و رخساره و ارتباط معکوس با ماده آلی و پوشش گیاهی) محور اول است و با خصوصیات محور دوم (مستقیم با جنس سنگ و درصد رس و معکوس با درصد سیلت) ارتباط بسیار ضعیفی دارد.

- میزان فرسایش در واحدهای کاری 1-1-8-2 (U39)، 1-1-8-3 (U40)، 1-1-6-2 (U31) و 1-1-6-4 (U33)، 1-1-6-5 (U34)، 1-1-5-3 (U28) و 1-1-3-1 (U14) دارای ارتباط تقریباً برابری از نظر خصوصیات محورهای اول و دوم (مستقیم با جنس سنگ، درصد رس،

درصد آهک و رخساره معکوس با درصد سیلت، ماده آلی و پوشش گیاهی) می باشد.

- میزان فرسایش در واحد کاری 1-1-5-2 (U27) دارای ارتباط قوی با خصوصیات محور دوم (مستقیم با جنس سنگ و درصد رس و معکوس با درصد سیلت) است. همچنین دارای رابطه ضعیف با خصوصیات محور اول (مستقیم با درصد آهک و رخساره و ارتباط معکوس با ماده آلی و پوشش گیاهی) است.

- در واحدهای کاری 1-1-7-3 (U37) و 1-1-7-2 (U36)، همچنین واحدهای کاری 1-1-1-4 (U4)، 1-1-2 (U10) و واحدهای کاری 1-1-2 (U9)، 1-1-4-3 (U19) فاکتورهای مشابهی در میزان فرسایش مؤثر بوده اند.

- واحدهای کاری 1-1-7-1 (U35) و 1-1-1-1 (U1) همچنین واحدهای کاری 1-1-5-2 (U27) و 1-1-4-6 (U22) بیشترین اختلاف را در خصوصیات مؤثر بر فرسایش دارا هستند.

بحث

در تحقیق حاضر ارتباط میزان فرسایش در هر واحد کاری با فاکتورهای بررسی شده مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد از پانزده فاکتور بررسی شده هفت فاکتور در دو مولفه اصلی قرار گرفته و به عنوان عوامل دخیل در فرسایش شناخته شدند که 51 درصد از تغییرات میزان فرسایش در واحدهای کاری را توجیه می کنند. درصد ماده آلی، رخساره فرسایشی، درصد پوشش گیاهی، درصد آهک، درصد سیلت، جنس سنگ و درصد رس مهمترین عوامل مؤثر بر فرسایش در منطقه مورد مطالعه می باشند.

جنس سنگ و رخساره فرسایشی در منطقه مورد مطالعه جزء عوامل تأثیرگذار بر فرسایش بودند. سادیکی (2007) جنس سنگ را از عوامل مؤثر بر فرسایش معرفی کرده و علت این امر را مقاومت متفاوت سنگها در مقابل فرسایش می داند از طرفی میزان فرسایش را در رخساره های مختلف فرسایشی متفاوت می داند که باید در تعیین میزان فرسایش مد نظر قرار گیرد. ازکان (2008) نیز میزان فرسایش را در اشکال مختلف و کاربری های مختلف مورد بررسی قرار داده و انواع مختلف استفاده از اراضی و رخساره های فرسایشی را در میزان فرسایش و ادامه روند آن مؤثر می دانند، کروک و همکاران (2001) نیز انواع مختلف رخساره ها را در میزان فرسایش مؤثر دانسته اند. درصد پوشش گیاهی در مطالعه حاضر از جمله عوامل مؤثر بر فرسایش شناخته شد. کاستیلو و همکاران (2007) نیز به نتایج مشابهی دست یافته و از بین رفتن پوشش گیاهی و فعالیت های مخرب انسانی را مؤثرترین عوامل در روند فرسایش در مناطق نیمه خشک به شمار می آورند. در منطقه مطالعه شده درصد پوشش گیاهی همچنین درصد ماده آلی از عوامل مؤثر بر فرسایش می باشند که می توان با مدیریت صحیح از جمله جلوگیری از چرای بیش از حد دام و شخم بی رویه اراضی مرتعی برای حفظ و نگهداری آن جهت جلوگیری از فرسایش اقدام نمود، همچنین برای حفاظت از خاک در رخساره های فرسایشی حساس و سنگهایی با مقاومت کم باید مدیریت مناسب صورت بگیرد. یکی از عوامل مؤثر بر میزان فرسایش طبق مطالعه صورت گرفته، بافت خاک می باشد که به دلیل ارتباط نزدیک مقدار سیلت و فرسایش پذیری خاک است. ویشمایر و مانینگ (1971) نشان دادند که تغییر جزئی در درصد سیلت خاک غالباً با تغییر قابل توجهی در میزان فرسایش پذیری خاک همراه است، همچنین ریشتر و نگندانگ (1977) نشان دادند که خاکهایی که دارای 40 تا 60 درصد سیلت می باشند حساسترین خاکها به فرسایش به شمار می روند، وجود یا عدم وجود رس از عوامل مؤثر در ثبات و فرسایش پذیری خاکها به شمار می رود (احمدی 1378). میر و همکاران (2009) خصوصیات مختلف خاک از جمله درصد رس، درصد شن و ماسه همچنین میزان آهک را در فرسایش مؤثر می دانند، که نتایج تحقیق حاضر در مورد تأثیر بافت در فرسایش

مویدان مسئله می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی با افزایش میزان ماده آلی و پوشش گیاهی، از میزان فرسایش کاسته شد. بایرامون و همکاران (2003) و نیاکاتاوا و همکاران (2007)، هم نشان دادند که مواد آلی باعث افزایش ثبات خاکدانه‌ها شده و همچنین پوشش گیاهی از طریق ریشه، ساقه و شاخ و برگ مانع اثر عوامل فرساینده بر خاک می شود. ونته و پویزن (2005) شرایط محیطی مثل پوشش گیاهی، توپوگرافی و مقاومت سنگ را در فرسایش و حمل رسوب مهمترین عوامل دانستند.

عوامل مختلفی در پدیده فرسایش در طبیعت دخیل هستند که شناخت این عوامل و تعیین مهمترین آنها را در شناخت مکانیسم و کنترل فرسایش کمک می نماید و در نهایت کنترل فرسایش موجب حفظ منابع خاک و آب شده و این مهم بطور غیر مستقیم سبب جلوگیری از هدر رفت منابع مالی، حفظ منابع طبیعی برای آیندگان و حرکت در جهت توسعه پایدار خواهد شد.

منابع

- 1- احمدی، حسن. 1378. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد 1 (فرسایش آبی)، چاپ دوم، تهران. انتشارات دانشگاه تهران 688 صفحه.
- 2- جعفری، محمد و فریدون سرمدیان. 1382. مبانی خاکشناسی و رده بندی خاک، انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- جعفری حقیقی، مجتبی، 1382. روشهای تجزیه خاک، نمونه برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی، انتشارات ندای ضحی.
- 4- رضایی، علی. 1380. شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌سازی فرسایش خاک. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت اراضی - فرسایش خاک و توسعه پایدار، اراک، بهمن 1380، صفحه 524-533.
- 5- زرگر، اکبر. 1374. الگوی ریاضی برآورد میانگین سالانه ارتفاع رواناب کل آبخیز در دامنه شمالی کوه‌های الوند همدان. چاپ اول، تهران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. 32 صفحه.
- 6- رضایی، علی. 1380. شبکه عصبی مصنوعی و مدل‌سازی فرسایش خاک. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت اراضی - فرسایش خاک و توسعه پایدار، اراک، بهمن 1380، صفحه 524-533.
- 7- فیض نیا، سادات. 1374. مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران. مجله منابع طبیعی ایران، شماره 47، صفحه 95-116.

8- Bayramun, U., O. Denguz, O. Bapkan, M. Parlak, 2003. Soil Erosion Risk Assessment with ICONA Model; Case Study: Beypazarı Area, Turk J Agriculture. 27) 105-116.

9- Bodoque, J.M., A. Díez-Herrero., 2005. Sheet erosion rates determined by using

dendrogeomorphological analysis of exposed tree roots: Two examples from Central Spain. *Catena*

64 (2005) 81–102.

10- Castillo, V.M., Mosch, W.M., Conesa García, C., Barberá, G., Navarro Cano, J.A., López-Bermúdez, F., 2007. Effectiveness and geomorphological impacts of check dams for soil erosion control in a semiarid Mediterranean catchment: El Cárcavo. *Catena* 70, 416–427.

11- Castro, G., Romero, P., Gomez, J.A., Fereres, E., 2006. Rainfall redistribution beneath an olive orchard. *Agric. Water Manage.* 86, 249–258.

12- Cerdan, O. (2003). Long-term Soil Erosion Plot Data to evaluate the PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) Approach. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, 00439, 2003, European Geophysical Society.

13- Contreras, S., Cantón, Y., Solé-Benet, A., 2008. Sieving crusts and macrofaunal activity control soil water repellency in semiarid environments: evidences from China. *Geoderma* 145, 252e258.

14- Croke, J., Mockler, S., 2001. Gully initiation and road-to-stream linkage in a forested catchment, southeastern Australia. *Earth Surf. Process. Landf.* 26, 205–217.

15- Field, J.P., Breshears, D.D., Whicker, J.J., 2009. Toward a more holistic perspective of soil erosion: why aeolian research needs to explicitly consider fluvial processes and interactions. *Aeolian Research* 1 (1–2), 9–17.

16- Fox, D.M., F. Maselli, P. Carrega, 2008. Using SPOT images and field sampling to map burn severity and vegetation factors affecting post forest fire erosion risk. *Catena* 75, 326–335.

17- García-Ruiz, J.M., 2010. The effects of land uses on soil erosion in Spain: a review. *Catena* 81 (1), 1e11.

18- Martín-Rosales, W., Pulido-Bosch, A., Vallejos, A., Gisbert, J., Andreu, J.M., Sanchez-Martos, F., 2007. Hydrological implications of desertification in southeastern Africa. *Hydrological Sciences Journal* 52 (6), 1146e1161.

19- Mayor, A.G., Bautista, S., Bellot, J., 2009. Factors and interactions controlling infiltration, runoff, and soil loss at the microscale in a patchy Mediterranean semiarid landscape. *Earth Surface Processes and Landforms* 34, 1702e1711.

20- Nyakatawa, E.Z., V. Jakkula, K.C. Reddy, J.L. Lemunyon, B.E. Norris Jr., 2007. Soil erosion estimation in conservation tillage systems with poultry litter application using RUSLE 2.0 model, *Soil & Tillage Research* 94, 410–419.

21- Okin, G.S., Parsons, A.J., Wainwright, J., Herrick, J.E., Bestelmeyer, B.T., Peters, D.C., Fredrickson, E.L., 2009b. Do changes in connectivity explain desertification? *Bioscience* 59 (3), 237–244.

22- Ozcan A. U., G. Erpul, M. Basaran, H. E. Erdogan, 2008. Use of USLE/GIS technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of Indagi Mountain Pass—Çankırı, Turkey. *Environ Geol* 53, 1731–1741.

23- Ravi, Sujith., David D. Breshears, Travis E. Huxman, Paolo D'Odorico., Land degradation in drylands: Interactions among hydrologic–aeolian erosion and vegetation dynamics. *Geomorphology* 116 (2010) 236–245

24- Sadiki, Abdelhamid., Ali. Faleh., 2007. Assessing soil erosion and control factors by the radiometric technique in the Boussouab catchment, Eastern Rif, Morocco. *Catena* 71 (2007) 13–20.

25- Turnbull, L., Wainwright, J., Brazier, R.E., 2008. A conceptual framework for understanding

semi-arid land degradation: ecohydrological interactions across multiple-space and time scales. *Ecohydrology* 1 (1), 23–34.

26- Vente, J, J. Poesen, 2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale: Scale issues and semi-quantitative models. *Earth-Science Reviews* 71, 95–125

27- Vrieling, Anton., Steven M. de Jong, Geert Sterk, Silvio C. Rodrigues., 2008. Timing of erosion and satellite data: A multi-resolution approach to soil erosion risk mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10 (2008) 267–281

Archive of SID