

## بررسی رابطه بین تراکم زهکشی و مقدار فرسایش (مطالعه موردی: پنج حوزه آبخیز در استان اردبیل)

نازآفرین کرمی زرنندی<sup>۱\*</sup>، ابوالفضل معینی<sup>۲</sup>، ابراهیم پذیرا<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۲</sup> استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استاد گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۴/۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱/۳۰

### چکیده

فرسایش خاک توسط آب یکی از مسائل مهم و اصلی تخریب منابع زیست محیطی است. پیشگیری و مهار آن در گستره حوزه‌های آبخیز یک نیاز اساسی است. یکی از پارامترهایی که می‌تواند به عنوان شاخصی از فرسایش مطرح باشد، تراکم زهکشی است که طول کلی آبراهه در هر واحد سطح حوزه آبخیز می‌باشد. هدف از این تحقیق اندازه‌گیری تراکم زهکشی و بررسی رابطه آن با فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز نرفشلاقی در شهرستان بيله‌سوار، برگچای در شمال شهر رضی، سپاهپوش در جنوب شهر کورائیم، سقزچی‌چای در شرق اردبیل، آلوچه فولادلو در جنوب شرقی شهرستان اردبیل همگی واقع در استان اردبیل می‌باشند. در این تحقیق با دریافت تصاویر ماهواره‌ای و عکس هوایی از سازمان‌های مربوطه و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نرم‌افزار ArcGIS، تراکم زهکشی در حوضه‌های مورد مطالعه محاسبه و تدقیق گردید و پس از تهیه نقشه‌های پایه از روش Mpsiac برای تعیین مقدار فرسایش مورد استفاده قرار گرفت و سپس همبستگی بین تراکم زهکشی و مقدار فرسایش محاسبه شد. نتایج نشان داد که با در نظر نگرفتن تیپ‌های فرسایشی سطحی، مکانیکی، توده‌ای در حوضه‌های مربوطه و ترسیم نمودار مربوط به تراکم زهکشی و فرسایش، رابطه بین این دو عامل بهتر شده و در اکثر حوضه‌ها بین تراکم زهکشی و فرسایش همبستگی بالایی وجود دارد. در نهایت رابطه معنی‌داری بین تراکم زهکشی و مقدار فرسایش در تمام حوضه‌ها ملاحظه گردید.

**کلید واژه‌ها:** فرسایش سطحی، تراکم زهکشی، مدل Mpsiac، تحلیل آماری SPSS، Curve Expert

### مقدمه

فرسایش خاک توسط آب، یکی از مسائیل مهم و اصلی تخریب زیست محیطی است. اگرچه متوقف کردن فرسایش امکان‌پذیر نیست، ولی پیشگیری و مهار آن در گستره حوزه آبخیز و در چهارچوب طرح‌های بهره‌برداری از

آب و خاک و آبخیزداری یک نیاز اساسی می‌باشد. جلوگیری از فرسایش مستلزم شناخت ابعاد مختلف آن است (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۰، ص ۵۸). عوامل موثر در فرسایش آبی و تولید رسوب در یک حوضه، عبارتند از: نوع سازند زمین‌شناسی، آب و هوا و اقلیم، خاک، توپوگرافی، فیزیوگرافی، پوشش گیاهی و نوع استفاده از زمین (کاربری اراضی). یکی از پارامترهایی که می‌تواند به عنوان شاخصی از فرسایش مطرح باشد، تراکم زهکشی است که طول کلی آبراهه در هر واحد سطح حوزه آبخیز می‌باشد و به عواملی از قبیل لیتولوژی، نفوذپذیری، پوشش گیاهی، طول شاخه‌ها در آبراهه بستگی دارد. میزان تراکم زهکشی در بافت‌های مختلف، متفاوت است و به جنس خاک وابسته است (Germanoski et al., 2012: 5). بررسی فرسایش در رخساره‌های ژئومورفولوژی توسط احمدی و همکاران (۱۳۸۶) انجام شد و ارتباط تراکم زهکشی و فرسایش بیان گردید. تجزیه و تحلیل مکانی شبکه زهکشی با استفاده از GIS توسط میسرا انجام (Mishra, 2013). طی مطالعاتی، اولویت‌بندی نواحی کنترل فرسایش (زندى و همکاران، ۱۳۹۲، ص ۹۳) و سطوح فرسایش و مراحل تکامل حوضه زهکش (Shyamal, D. and Suvendu, 2012) بررسی گردید. در پژوهشی تأثیر انواع زهکشی در کاهش و ذخیره رواناب سطحی و ظرفیت آن در خاک انجام شد (Ross and Whiteley, 2013) انجام شد. همچنین در تحقیقی نقش تراکم زهکشی روی لغزش‌های دره‌ای توسط بیاتی خطیبی (۱۳۸۳) مورد مطالعه قرار گرفت و تأثیر لغزش‌ها را به دلیل تغییر و تبدیل آبراهه و سازندهای متفاوت بیان نمود.

هدف از انجام این تحقیق بررسی رابطه بین تراکم زهکشی و شدت فرسایش درحوزه‌های مختلف آبخیز استان اردبیل است.

## مواد و روش‌ها

### شرح عمومی و موقعیت مناطق مورد مطالعه

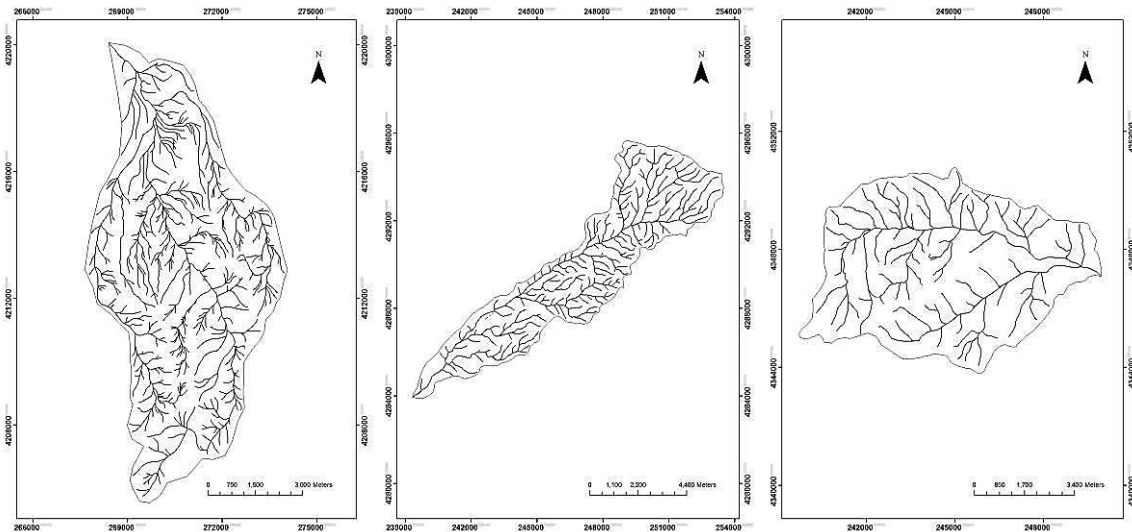
الف: حوزه آبخیز نرقشلاقی با مساحت ۴۵۴۸/۰۹ هکتار در شمال شهرستان اردبیل قرار دارد و دارای مختصات  $47^{\circ} 59' 8''$  تا  $48^{\circ} 61' 10''$  طول شرقی و  $39^{\circ} 12' 22/3''$  تا  $39^{\circ} 16' 7/9''$  عرض شمالی می‌باشد.

ب: حوزه آبخیز برگچای شهرستان مشکین شهر با مساحت ۴۵۴۱/۷ هکتار در قسمت شمالی شهر رضی از شهرهای استان اردبیل واقع شده و دارای مختصات جغرافیایی  $37^{\circ} 0'$ ،  $48^{\circ}$  تا  $48^{\circ} 9'$ ،  $48' 56''$  طول شرقی و  $39^{\circ}$ ،  $38^{\circ}$  تا  $38^{\circ} 16' 16''$  عرض شمالی می‌باشد.

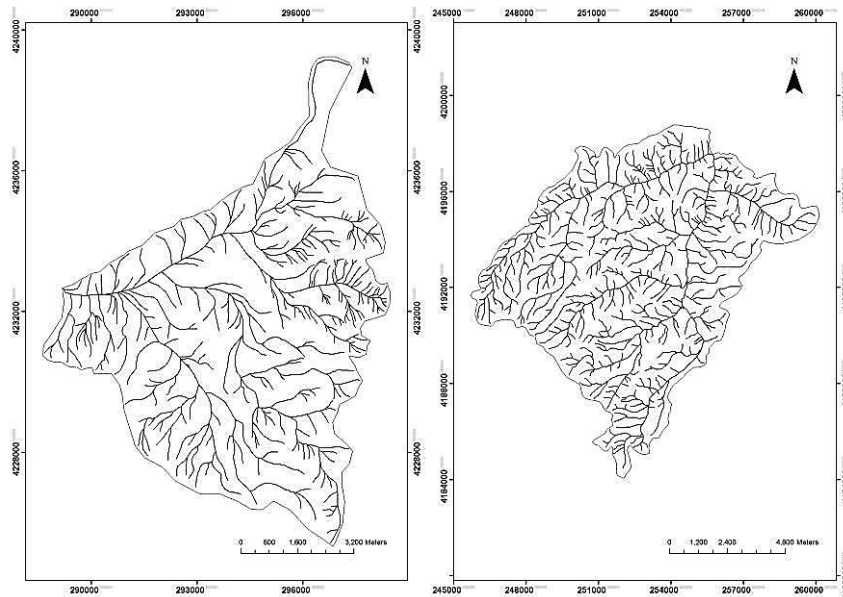
ج: حوزه آبخیز سیاهپوش با مساحت ۱۰۱۰۳/۴ هکتار از شهرهای جنوبی شهرستان اردبیل است و دارای مختصات جغرافیایی  $48^{\circ} 6'$ ،  $46'$  تا  $48^{\circ} 16'$ ،  $46'$ ،  $37'$  طول شرقی و  $37^{\circ}$ ،  $54'$ ،  $00''$  عرض شمالی می‌باشد.

د: حوزه آبخیز سقزچی‌چای با وسعت ۶۶۰۷ هکتار با مختصات  $47^{\circ} 54'$ ،  $7/2''$  تا  $48^{\circ} 42'$ ،  $44/1''$  طول شرقی و  $38^{\circ} 9'$ ،  $11/7''$  تا  $38^{\circ} 16'$ ،  $53''$  عرض شمالی در قسمت شرقی شهر اردبیل واقع گردیده است.

و: حوزه آبخیز آلوچه فولادلو با مساحت ۵۴۶۶/۱ هکتار در قسمت جنوب شرقی شهرستان اردبیل قرار دارد و دارای مختصات  $48^{\circ} 7'$ ،  $21''$  تا  $48^{\circ} 25'$ ،  $56''$  طول شرقی و  $38^{\circ}$ ،  $6'$ ،  $2''$  عرض شمالی می‌باشد.



شکل ۱- نقشه شبکه آبراهه حوزه‌های آبخیز نرقشلاقی، برگچای و آلوچه فولادلو



شکل ۲- نقشه شبکه آبراهه حوزه‌های آبخیز سیاهپوش و سفزچی چای

### روش تحقیق

ابتدا تصویر ماهواره‌ای و عکس هوایی از سازمان‌های مربوطه دریافت گردید، سپس با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه، تراکم زهکشی یا به عبارتی نسبت طول آبراهه‌ها به مساحت حوضه‌های مورد مطالعه با تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و با استفاده از نرم افزار Arc GIS محاسبه گردید. سپس بعد از تهیه نقشه‌های پایه از روش Mpsiac برای تعیین مقدار فرسایش در منطقه مورد استفاده قرار گرفت.

برای محاسبه تراکم زهکشی از رابطه ذیل استفاده گردید:

$$D = \frac{\sum L}{A} \quad (1)$$

$\Sigma L =$  طول کل شبکه هیدروگرافی km

$A =$  مساحت حوضه هیدروگرافی  $\text{km}^2$

برای برآورد مقدار فرسایش و تولید رسوب از روش Mpsiac استفاده شد که شامل پارامترهای زمین‌شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبخیز، فرسایش رودخانه‌ای به شرح جدول زیر می‌باشد.

جدول ۱- عوامل نه‌گانه MPSIAC در تیپ‌های فرسایشی ناحیه مطالعاتی حوضه‌های مختلف آبخیز

رابطه	توضیحات	ردیف
$y_1 = x_1$	$x_1$ : نمره متوسط حساسیت فرسایش هر واحد هیدرولوژیک پس از میانگین وزنی می‌باشد.	۱
$y_2 = 16/67 x_2$	$x_2$ : نمره متوسط مربوط به فرسایش پذیری خاک در هر واحد هیدرولوژیک می‌باشد.	۲
$y_3 = 0/2 x_3$	$x_3$ : بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله بر حسب mm	۳
$y_4 = 0/006R + 10Q_p$	$x_4$ : ارتفاع رواناب سالانه (mm): $Q_p$ : دبی پیک ویژه ( $\text{m}^3/\text{s.km}^2$ )	۴
$y_5 = 0/33 x_5$	$x_5$ : درصد شیب متوسط هر واحد هیدرولوژیک	۵
$y_6 = 0/2 x_6$	$x_6$ : درصد اراضی لخت و بدون پوشش در واحد هیدرولوژیک	۶
$y_7 = 20 - 0/2 x_7$	$x_7$ : درصد پوشش تاجی در هر واحد هیدرولوژیک	۷
$y_8 = 0/25 x_8$	$x_8$ : امتیاز عامل سطحی خاک در هر واحد هیدرولوژیک	۸
$y_9 = 1/67 x_9$	$x_9$ : نمره گالی در جدول BLM مربوط به هر واحد هیدرولوژیک	۹

ماخذ: رفاهی (۱۳۸۲)

در نهایت برای بدست آوردن مقدار فرسایش از رابطه مقابل استفاده شد:

$$\%SDR = \frac{\text{رسوب ویژه}}{\text{فرسایش ویژه}} \times 100 \quad (2)$$

## نتایج و بحث

با محاسبه تراکم زهکشی و میزان فرسایش در حوضه‌های مورد مطالعه اطلاعات زیر بدست آمد:

الف: حوزه آبخیز نرقشلاقی

جدول ۲- رابطه تراکم زهکشی فرسایش در حوزه آبخیز نرقشلاقی

تیپ فرسایشی	طول آبراهه (Km)	مساحت ( $\text{Km}^2$ )	تراکم زهکشی ( $\text{Km.km}^2$ )	فرسایش (TON.HA.Y)
$S_1 R_1$	۱۳/۵۸	۳/۹۷	۳/۴۲	۱/۲۹
$S_2 R_1 W_1$	۶/۹۷	۴/۸۴	۱/۴۴	۲/۰۸
$S_2 R_2 W_1$	۳۵/۵۵	۱۲/۳۰	۲/۸۹	۲/۵۰
$S_2 R_2 W_2$	۱۶/۸۲	۸/۰۴	۲/۰۹	۲/۴۹
$S_3 R_3 W_2$	۱۷/۶۱	۱۱/۲۴	۱/۵۷	۲/۸۲
$S_3 R_3 W_3 M_1$	۱۲/۴۸	۵/۱۱	۲/۴۴	۳/۷۵

## ب: حوزه آبخیز برگچای

جدول ۳- رابطه تراکم زهکشی و فرسایش در حوزه آبخیز برگچای

تیپ فرسایشی	طول آبراهه (Km)	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تراکم زهکشی (Km.Km <sup>2</sup> )	فرسایش (TON.HA.Y)
S <sub>3</sub> M <sub>2</sub>	۲۷/۳۷	۷/۰۵	۳/۸۸	۴/۲۰
S <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	۵۰/۰۷	۱۰/۵۱	۴/۷۶	۶/۴۳
S <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	۳۴/۹۸	۱۰/۵۳	۳/۳۲	۲/۷۱
S <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	۲۳/۵۳	۵/۸۵	۴/۰۲	۳/۶۵
S <sub>3</sub> M <sub>1</sub>	۵۴/۴۶	۱۱/۴۶	۴/۷۵	۳/۸۴

## ج: حوزه آبخیز سیاهپوش

جدول ۴- رابطه تراکم زهکشی و فرسایش در حوزه آبخیز سیاهپوش

تیپ فرسایشی	طول آبراهه (Km)	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تراکم زهکشی (Km.Km <sup>2</sup> )	فرسایش (TON.HAY)
S <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	۱۱/۱۴	۳۳/۸۲	۳/۳۳	۴/۶۳
S <sub>2</sub>	۷/۴۴	۲/۸۷	۲/۸	۱/۰۰
S <sub>3</sub> R <sub>3</sub> LS <sub>1</sub>	۹۲/۰۸	۳۲/۰۳	۲/۸۸	۶/۳
S <sub>2</sub> R <sub>3</sub> LS <sub>2</sub>	۴۷/۶۴	۱۴/۰۹	۳/۴	۴/۲۵
S <sub>3</sub> R <sub>2</sub> W <sub>3</sub> LS <sub>2</sub>	۳۴/۴۶	۷/۷۸	۴/۴۲	۶/۱۸
S <sub>3</sub> R <sub>3</sub> W <sub>2</sub> LS <sub>2</sub>	۳۰/۰۵	۶/۹۲	۴/۵۶	۳/۳۵
S <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	۹/۱۹	۳/۵۱	۲/۶۱	۱/۶۱

## د: حوزه آبخیز سفزچی چای

جدول ۵- رابطه تراکم زهکشی و فرسایش در حوزه آبخیز سفزچی چای

تیپ فرسایشی	طول آبراهه (Km)	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تراکم زهکشی (Km.Km <sup>2</sup> )	فرسایش (TON.HA.Y)
S <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	۲۶/۴۳	۵/۸۶	۴/۵۱	۱/۳۰
S <sub>2</sub> R <sub>2</sub> W <sub>1</sub>	۲۴/۳۸	۸/۷۱	۲/۸۰	۱/۴۹
S <sub>2</sub> R <sub>1</sub> W <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	۲۷/۴۹	۷/۴۱	۳/۷۱	۱/۷۱
S <sub>2</sub> R <sub>2</sub> W <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	۳۱/۱۹	۱۶/۹۰	۳/۸۴	۲/۶۴
S <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	۶۳/۳۲	۱۹/۶۹	۳/۲۲	۲/۳۱
S <sub>3</sub> R <sub>2</sub> W <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	۱۶/۳۷	۵/۰۱	۳/۲۷	۲/۳۶
S <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	۴۱/۰۶	۱۲/۳۶	۳/۳۲	۱/۷۰

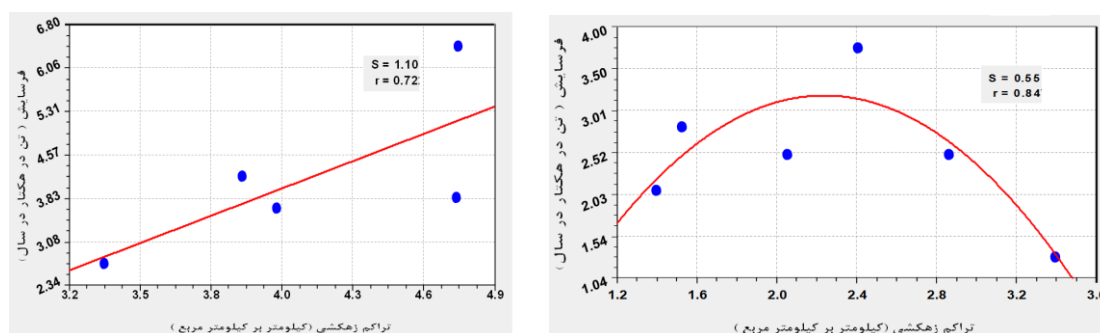
## و: حوزه آبخیز آلوچه فولادلو

جدول ۶- رابطه تراکم زهکشی و فرسایش در حوزه آبخیز آلوچه فولادلو

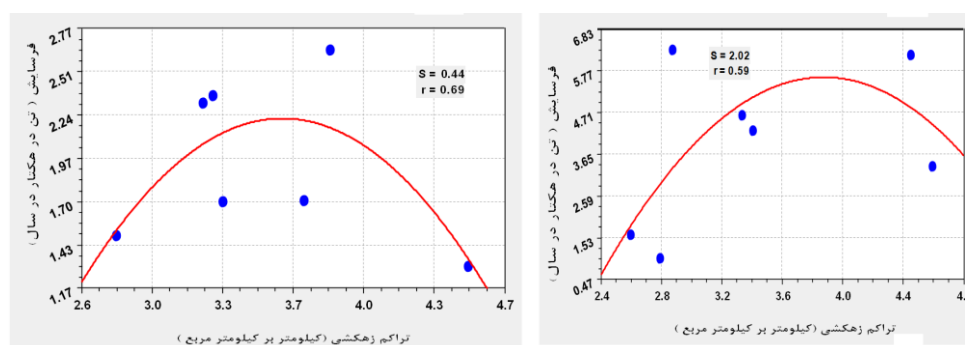
تیپ فرسایشی	طول آبراهه (Km)	مساحت (Km <sup>2</sup> )	تراکم زهکشی (Km.Km <sup>2</sup> )	فرسایش (TON.HA.Y)
S <sub>1</sub>	۱۴/۲۳	۲/۶۲	۵/۴۳	۱/۰۳
S <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	۷۰/۱۴	۱۶/۵۸	۴/۲۳	۱/۶۳

$S_2R_1M_1$	۱۶/۳۵	۵/۱۵	۳/۱۸	۱/۵۳
$S_2R_2Gu_1$	۱۲/۷۴	۳/۰۲	۴/۲۲	۲/۰۰
$S_3R_2W_1$	۳۴/۲۵	۶/۸۱	۵/۰۳	۳/۱۶
$S_3R_3W_2M_2$	۸۶/۱۹	۲۰/۴۸	۴/۲۱	۴/۹۱

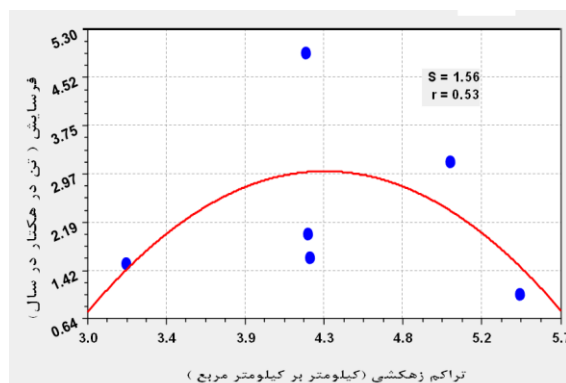
(S) علامت فرسایش سطحی، R علامت فرسایش شیاری، W علامت فرسایش آبراهه‌ای، Gu علامت فرسایش خندقی، M علامت فرسایش مکانیکی، Ls علامت حرکات توده‌ای و اعداد نشان‌دهنده شدت فرسایش هستند.) ابتدا با تحلیل آماری توسط نرم‌افزار Spss و ترسیم نمودار مربوط به تراکم زهکشی و فرسایش ملاحظه شد که رابطه خطی معنی‌داری بین تراکم زهکشی و فرسایش وجود ندارد.



شکل ۳: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert در حوضه نرقشلاقی و برگچای

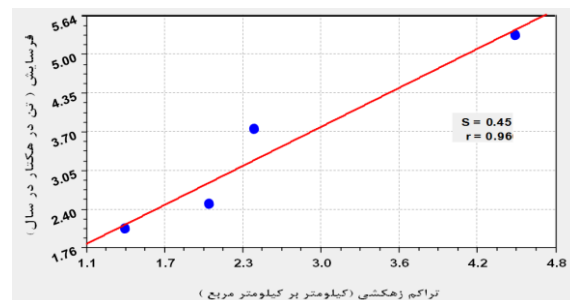
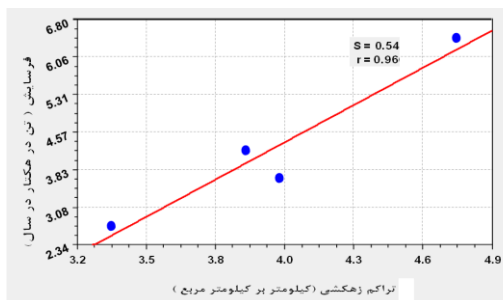


شکل ۴: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert در حوضه سیاهپوش و حوضه سفرچی

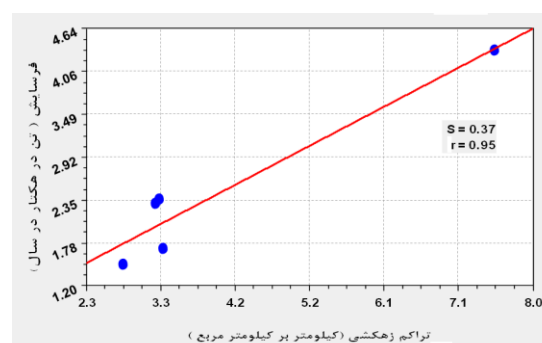
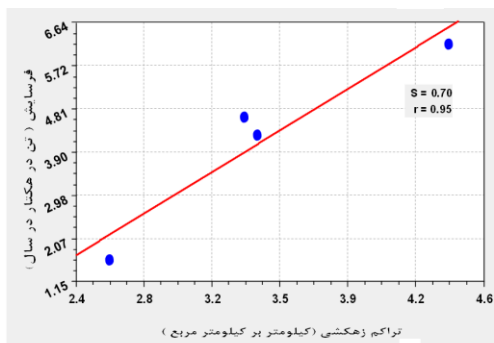


شکل ۵: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert در حوضه آلوچه فولادلو

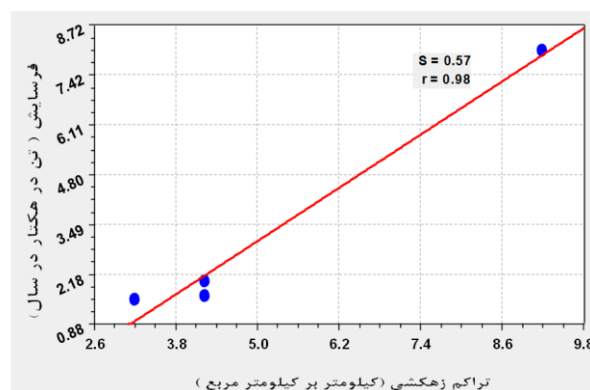
از آنجایی که تراکم زهکشی با فرسایش سطحی، مکانیکی و توده‌ای ارتباطی ندارد به همین خاطر فرسایش سطحی - شیاری درحوزه آبخیز نرقشلاقی، فرسایش سطحی شدید مکانیکی ضعیف درحوزه آبخیز برگچای، فرسایش سطحی متوسط - سطحی شیاری و توده‌ای در حوزه آبخیز سیاه پوش، فرسایش سطحی و شیاری ضعیف در حوزه آبخیز سقزچی جای، فرسایش سطحی ضعیف، در حوزه آبخیز آلوچه فولادلو، در نظر گرفته نشده‌اند. با تحلیل آماری توسط نرم‌افزار Spss و ترسیم نمودار مربوط به تراکم زهکشی و فرسایش ملاحظه شد که رابطه معنی‌دار خطی بین تراکم زهکشی و فرسایش به وجود آمد.



شکل ۶: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert درحوزه نرقشلاقی و حوزه برگچای

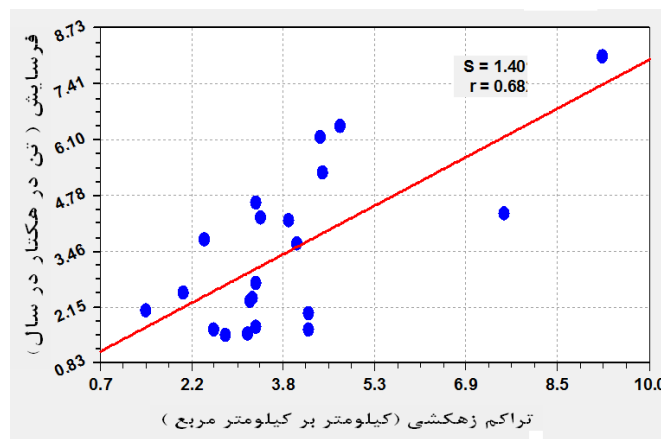


شکل ۷: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert در حوزه سیاهپوش و حوزه سقزچی



شکل ۸: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert در حوزه آلوچه فولادلو

با تحلیل آماری توسط نرم افزار Spss و ترسیم نمودار مربوط به تراکم زهکشی و فرسایش در تمامی حوضه‌های مورد مطالعه ملاحظه شد که رابطه معنی دار خطی بین تراکم زهکشی و فرسایش وجود دارد.



شکل ۹: رابطه تراکم زهکشی و فرسایش با استفاده از Curve Expert در تمام حوضه‌های مذکور

## نتیجه‌گیری

تراکم زهکشی به جنس بستر و مقدار جریان در طول آبراهه بستگی دارد که با نتایج گرمانوسکی و همکاران (۲۰۱۲) که به مقایسه تراکم زهکشی در ناحیه‌ای با بافت‌های متفاوت (شیل، تخته سنگ) در شرق پنسیلوانیا پرداختند همخوانی دارد. نتایج نشان داد که تراکم زهکشی می‌تواند به عنوان یک شاخص مهم برای ارزیابی وضعیت فرسایش در منطقه باشد. از آنجایی که برآورد میزان فرسایش مستلزم صرف وقت و هزینه بالایی است و از طرفی عدم وجود داده‌های مناسب، استفاده از مدل‌ها و روش‌های برآورد فرسایش مخصوصاً مدل‌های مفهومی و فیزیکی را مشکل می‌نماید، همچنین عدم وجود ایستگاه هیدرومتری کافی، اعتبارسنجی مدل‌ها را با مشکل مواجه می‌گردد. استفاده از شاخص‌هایی برای ارزیابی فرسایش امری اجتناب‌ناپذیر است. نتایج این تحقیق نشان داد که تراکم زهکشی می‌تواند به عنوان یک شاخص مهم برای ارزیابی وضعیت فرسایش در حوزه‌های آبخیز باشد و بین تراکم زهکشی و فرسایش رابطه معنی داری وجود دارد که با نتایج احمدی و همکاران (۱۳۸۶) که به بررسی این رابطه در حوزه آبخیز سرولایت پرداختند مطابقت دارد. با توجه به نتایج، رابطه تراکم زهکشی و مقدار فرسایش در تیپ‌های فرسایشی که فرسایش سطحی، مکانیکی و توده‌ای غالب است، ارتباط معنی داری با یکدیگر ندارند و علت آن این است که اصولاً نیروی جریان آب که به مرور زمان باعث بوجود آمدن آبراهه‌ها می‌گردد، در تشکیل و ایجاد این نوع فرسایش‌ها نقشی ندارد. بنابراین در مناطقی که فرسایش شیاری و آبراهه‌ای وجود دارد، استفاده از تراکم زهکشی می‌تواند شاخص بسیار مهمی برای ارزیابی خطر فرسایش و مدیریت مناطق تحت خطر باشد، بدین صورت که مناطقی که دارای تراکم زهکشی بالایی هستند بهتر است در اولویت حفاظت خاک قرار گیرند.



## فهرست منابع

- ۱- احمدی، حسن، عطاء.... کلارستاقی و ناصرمشهدی، ۱۳۸۶، بررسی فرسایش در رخساره‌های ژئومورفولوژی و ارتباط آن باتراکم زهکشی در حوزه آبخیز سرولایت. شماره ۴، ص ۱۰۹۷-۱۰۸۵، دانشگاه منابع طبیعی.
- ۲- حسین‌زاده، محمدمهدی ۱۳۹۰، ارزیابی تغییرات مکانی فرسایش آبراهه‌ای تحت تأثیر عوامل محیطی در کجوربا استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره. پژوهش‌های فرسایش محیطی، ص ۷۵-۵۷.
- ۳- رضایی‌مقدم، محمدحسین. و محمد احمدی، ۱۳۸۵، تحلیل ژئومورفولوژی کئی الگوی زهکشی شبکه آبراهه‌ای به کمک زاویه برخورد آن‌ها در زیرحوضه سریاس، استان کرمانشاه، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۱، ص ۹۸-۸۴.
- ۴- رفاهی، حسینقلی، ۱۳۸۲، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- زندی، جلال، کریم سلیمانی و محمود حبیب نژادروشن، ۱۳۹۲، اولویت بندی نواحی کنترل فرسایش خاک با استفاده از تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره و Arc GIS، ص ۱۰۶-۹۳.
- ۶- بیاتی‌خطیبی، مریم، ۱۳۸۳، نقش تراکم زهکشی و اختلاف ارتفاع بر وقوع لغزش‌های دره‌های درکوهستان‌های نیمه خشک دامنه‌های شمال غربی سبلان، ص ۸۱-۵۹، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
- 7- Germanoski, D., Hardy, S., Wilson, J. 2012. Comparison of Drainage Densities in Carbonate vs Shale/Slate, Eastern Pennsylvania, proc. Awra Spring Specialte Conferenc New Orleans.
- 8- Mishra, S., 2013. Spatial Analysis Of Drainage Network For Ground Water Exploration In River Basin Using GIS And Remote Sensing Techniques: a Case Study Of Tonsriver In Allahabad, India Journal of Environmental Research And Development Vol. 7 No. 3.
- 9- Ross W. Irwin & Hugh R. Whiteley, 2013. Effects of Land Drainage on Stream Flow. Canadian Water Resources Journal, Vol.8.No.2.
- 10- Shyamal, D. & Suwendu, R., 2012. Determination of erosion surfaces and stages of evolution of Sangr drainage basin in Giridih district, Jharkhand, India. International Journal of Geomatic and Geoscience, Volume 3, No 1. pp 63-73.



