ارزیابی خطر فرسایش خاک با استفاده از معادله جهانی تلفات خاک اصلاح شده، سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در حوضه آبخیز ناورود

محدثه هنرمند[1]، حسین اسدی[1]، مجید وظیفه‌دوست[2]، سید علی موسوی[2]،

1- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

2- استادیار و مربی گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
honaarmand@yahoo.com

چکیده

ارزیابی خطرات فرسایش آبی به عنوان مهم‌ترین عامل تخریب اراضی جهان، به‌منظور مدیریت پایدار اراضی و منابع آبی ضروری است. در این تحقیق، خطر فرسایش خاک در قالب مدل RUSLE با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در حوضه آبخیز ناورود، ارزیابی گردید. مطابق نقشه خطر فرسایش خاک، مناطق با مقادیر فرسایش صفر مربوط به سطوح رخنمون سنگی و روی یال‌ها (مقادیر صفر فاکتور طول و درجه شیب) بود. مناطق با خطر فرسایش خیلی زیاد (بیش از 100 تن در هکتار در سال)، بیش‌ترین وسعت را در مناطق پرشیب انتهایی حوضه با پوشش مرتعی ضعیف و تحت فرسایندگی برف داشتند.

کلمات کلیدی: **فرسایش آبی، فرسایندگی باران، معادله جهانی فرسایش خاک**

مقدمه

فرسایش آبی خاک مهم‌ترین معضل در تخریب اراضی جهان بوده و به منزله تهدیدی جدی برای بقای بشر شناخته شده است (لال، 1998). از این رو، ارزیابی خطرات فرسایش خاک امری مهم و ضروری برای توسعه روش‌های ممانعت از فرسایش به منظور مدیریت پایدار اراضی و منابع آبی است (ورلینگ، 2006). خطر فرسایش نشان‌دهنده احتمال وقوع فرسایش در منطقه‌ای معین است و ارزیابی خطر آن نیز بر اساس مدل‌های فرسایش خاک یا با استفاده از روش‌های کیفی، با تخمین عوامل کنترل‌کننده فرسایش خاک صورت می‌گیرد. برای ارزیابی راحت‌تر فرسایش، می‌توان از مدل‌های فرسایش خاک استفاده نمود. یک گروه از مدل‌های فرسایش که به علت سادگی آن‌ها و نیاز اطلاعاتی پایین، در مطالعات زیادی از آن‌ها استفاده می‌گردد، مدل‌های تجربی هستند (ساودرا، 2005). از پر کاربردترین مدل‌های تجربی که در زمینه ارزیابی خطر فرسایش از آن استفاده می‌شود، معادله جهانی هدر رفت خاک اصلاح شده (RUSLE) است که متوسط سالانه فرسایش خاک را به صورت ترکیبی از شش فاکتور تخمین می‌زند (رنارد و همکاران، 1997) و ساختار آن به صورت زیر است.

$$A=R.K.L.S.C.P \qquad [1]$$

که در آن؛ A متوسط تلفات خاک سالانه بر حسب تن در هکتار در سال که به وسیله فرسایش ورقه‌ای و شیاری به وجود می‌آید، R فاکتور فرسایندگی باران-رواناب، K عامل فرسایش‌پذیری خاک، L عامل طول شیب، S عامل درجه شیب، C عامل پوشش گیاهی و P عامل اقدامات حفاظتی است.

ارزیابی خطر فرسایش خاک در مقیاس حوضه به دلیل تغییرپذیری مکانی زیاد پارامترهای دخیل در آن، کار دشواری است. در چنین مواردی استفاده از ساختار شبکه‌ای GIS امکان نمایش این تغییرات مکانی را فراهم نموده، همچنین این تکنولوژی امکان پردازش سریع اطلاعات ورودی را ممکن می‌سازد (ساودرا، 2005). تکنیک‌های سنجش از دور نیز ابزار سودمند در زمینه ارزیابی میزان فرسایش حوضه‌های آبخیز است. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌توان وضعیت پوشش گیاهی را به روش‌های مختلفی مانند تهیه نقشه‌های پوشش اراضی یا استفاده از نمایه‌های گیاهی ارزیابی نمود (ورلینگ، 2006). به طور کلی این دو تکنولوژی، تخمین خطر فرسایش خاک را در مناطق بزرگ با دقت زیاد و هزینه‌های قابل قبول، امکان‌پذیر می‌سازد (میل وارد و مرسی، 1999). هدف از پژوهش حاضر، مطالعه و بررسی تغییرات مکانی عوامل مؤثر بر فرساش خاک در حوضه آبخیز ناورود با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور و در قالب مدل RUSLE و تهیه نقشه خطر فرسایش آن بوده است.

مواد و روشها

حوضه آبخیز معرف ناورود، یکی از حوضه‌های آبخیز غرب استان گیلان در محدوده شهرستان تالش است که بین طول جغرافیایی 48 درجه و 35 دقیقه تا 48 درجه و 54 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 37 درجه و 36 دقیقه تا 37 درجه و 45 دقیقه شمالی قرار گرفته است. مساحت این حوضه آبخیز برابر 270/4 کیلومتر مربع است، پوشش گیاهی آن از دو تیپ جنگل و مرتع تشکیل شده و اقلیم منطقه در مناطق جلگه‌ای مرطوب و در ارتفاعات مرطوب سرد می‌باشد. رژیم رطوبتی این حوضه آبخیز زریک و یودیک بوده و رژیم حرارتی آن نیز مزیک و فریجید است. پایین‌ترین نقطه این حوضه 130 متر و بالاترین نقطه آن 3002 متر ارتفاع دارد.

در این مطالعه شاخص فرسایندگی باران(R) با استفاده از داده‌های رگبار حاصل از ایستگاه‌های ثبات، با محاسبه انرژی جنبشی و بیشترین شدت 30 دقیقه‌ای به طریق زیر محاسبه شد.

$$R = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{m}(E]_{30})_k \qquad [2]$$

که در آن، EI_{30} شاخص فرسایندگی باران برای هر رخداد مجزا (k) است. به منظور پهنه‌بندی این فاکتور با استفاده از بخش آمار مکانی نرم افزارGIS، با توجه به محدود بودن ایستگاه‌های ثبات در سطح حوضه، این شاخص علاوه بر سه ایستگاه ثبات حوضه، در شش ایستگاه ثبات در سطح استان تخمین زده شد. سپس همبستگی بین این شاخص با شاخص‌های دیگر مانند فورنیه و فورنیه اصلاح شده و میانگین بارش سالانه در ایستگاه‌های دارای باران‌سنج معمولی بررسی و از آن برای محاسبه فرسایندگی ایستگاه‌های دارای باران سنج معمولی استفاده شد. در نهایت با استفاده از کل داده‌های فرسایندگی، نقشه توزیع مکانی پارامتر فرسایندگی باران با روش کریجینگ در سطح استان تهیه و با استفاده از ابزار GIS، نقشه فرسایندگی باران حوضه از آن جدا گردید.

فاکتور پوشش گیاهی با استفاده از فرمول ارائه شده توسط وان‌درنیف و همکاران (1999) تخمین زده شد.

$$C = \exp\left(-a\,\frac{NDVI}{b - NDVI}\right) \qquad [3]$$

نقشه NDVI با استفاده از تصویر ماهواره لندست سال 2006، توسط نرم افزار ERDAS تهیه گردید. در نهایت براساس فرمول فوق، نقشه فاکتورC در محیط GIS تهیه گردید. جهت محاسبه فاکتور فرسایش‌پذیری، ابتدا با روی هم گذاری نقشه‌های زمین شناسی، طبقات ارتفاعی، منحنی هم‌باران و پوشش گیاهی در محیط GIS، نقشه واحدهای

کاری تهیه شد و فرسایش‌پذیری هر واحد بر مبنای رابطه ارائه شده توسط رومنس و همکاران (1986) با محاسبه میانگین هندسی قطر ذرات خاک (D_g) بر اساس اطلاعات اجزای بافت خاک تعیین شد:

$$K = 0.0034 + 0.0405 \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\log \boldsymbol{D}_g + 1.059}{0.7101}\right)^2\right] \qquad [٤]$$

همچنین اثر رخنمون سنگی از آن‌جا که فرسایش‌پذیری آن برابر صفر است، بررسی شد و جهت اصلاح اثر آن در مقادیر فرسایش‌پذیری، با توجه به این‌که مقادیر NDVI کمتر از 0/15 مربوط به سنگ است (وایت، 1998)، با استفاده از نقشه NDVI، نقشه رخنمون سنگی تهیه گردید و با ترکیب آن با نقشه فرسایش‌پذیری نقشه نهایی فاکتور K تهیه شد. تخمین فاکتور طول و درجه شیب بر اساس رابطه ارائه شده توسط مور و ویلسون (1992) صورت گرفت.

$$LS = \left(\frac{A_s}{22.13}\right)^{1..3}\left(\frac{\sin b}{0.0896}\right)^{0.4} \qquad [5]$$

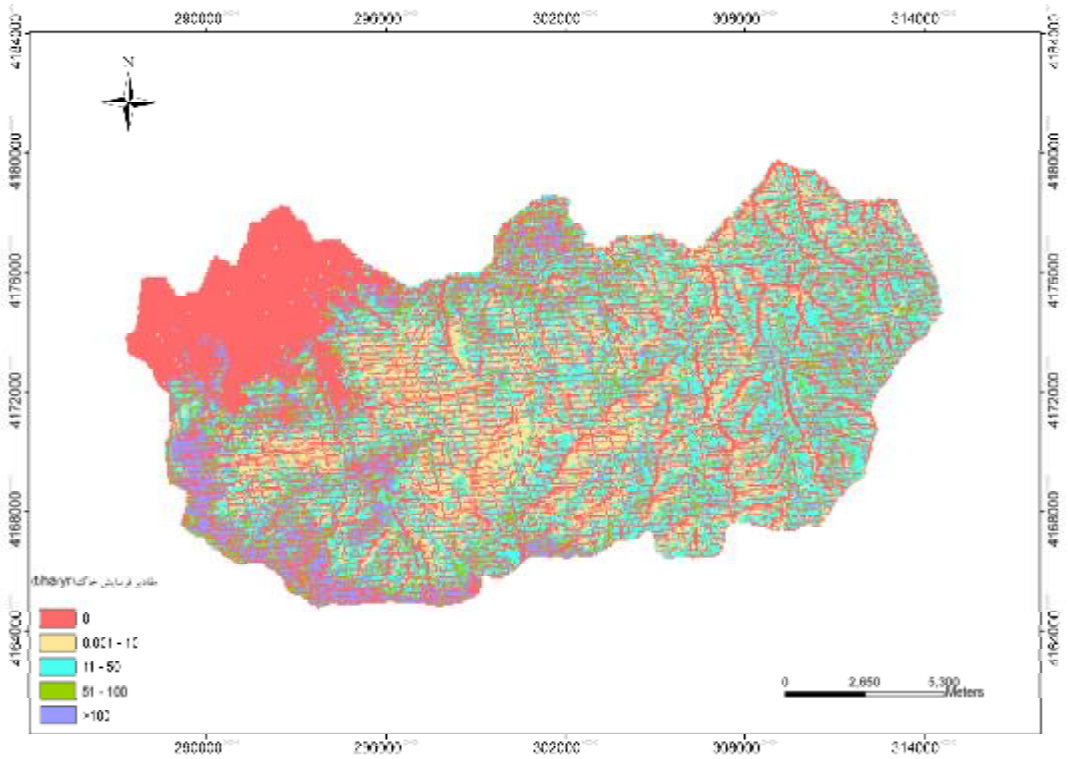
که در آن؛ β زاویه شیب بر حسب درجه و As سطح مشارکت‌کننده بخش بالایی شیب در واحد عرض خط تراز یا شیار یا سطح ویژه حوضه است که این دو پارامتر به کمک مدل رقومی ارتفاع حوضه با قدرت تفکیک90 متر و با استفاده از ابزارهای GIS به دست آمد. همچنین به علت عدم انجام عملیات حفاظتی در سطح حوضه، فاکتور عملیات حفاظتی برابر یک در نظر گرفته شد. در نهایت نقشه فاکتورهای ذکر شده با استفاده از نرم افزار GIS و بر مبنای مدل RUSLE با یکدیگر ترکیب شده و نقشه خطر فرسایش خاک حوضه تهیه گردید.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده، مقادیر فاکتور فرسایندگی باران در سطح حوضه بر حسب $MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.y^{-1}$ از 164 تا 1070 متغیر است. نتایج فاکتور فرسایش‌پذیری نشان داد، مقادیر این فاکتور در سطح حوضه بر حسب $t.ha.h.MJ^{-1}.ha^{-1}.mm^{-1}$ از 0 تا 0/044 متغیر است که بیش‌ترین وسعت حوضه مربوط به مقادیر فرسایش‌پذیری بیش از 0/043 است. نتایج فاکتور طول و درجه شیب نشان داد، مقادیر این فاکتور در سطح حوضه از 0 تا 289 متغیر است که نشان دهنده توپوگرافی بسیار شدید حوضه آبخیز ناورود است. نتیجه حاصل از بررسی فاکتور پوشش گیاهی نشان داد که مقادیر این فاکتور از 0/001 تا 1 متغیر است که براساس نتایج حاصل، بیشترین وسعت حوضه که دارای پوشش جنگلی انبوه است، مقادیر کم فاکتور C (0/15- 0/001) را دارا می‌باشد.

بررسی نقشه خطر فرسایش خاک که با ترکیب چهار لایه تولید شده شامل لایه‌های فرسایندگی باران، فرسایش‌پذیری خاک، پوشش گیاهی و طول و درجه شیب، در محیط GIS تولید گردید نشان داد، مقادیر فرسایش خاک در سطح حوضه بر حسب تن در هکتار در سال از صفر تا بیش از 100 متغیر است. مطابق نقشه خطر فرسایش خاک تهیه شده، مناطق با مقادیر فرسایش صفر علاوه بر شمال غرب حوضه (اراضی رخنمون سنگی)، در سطح حوضه نیز به صورت پراکنده دیده می‌شوند که این به دلیل مقادیر صفر فاکتور طول و درجه شیب است که عمدتاً در روی یال‌ها واقع شده-اند. مناطق با خطر فرسایش کم (مقادیر فرسایش 0/001 تا 10) بیش‌ترین پراکنش را در نقاط میانی حوضه دارند. مناطق با خطر فرسایش متوسط (مقادیر فرسایش 11 تا 50)، بیش‌ترین پراکنش را در مناطق شرقی دارند و مناطق با خطر فرسایش زیاد (مقادیر فرسایش 51 تا 100)، کم‌ترین وسعت را در سطح حوضه داشته و در کل سطح حوضه به صورت پراکنده دیده می‌شوند. مناطق با خطر فرسایش متوسط تا زیاد، مناطقی هستند که عمدتا در مسیرآبراهه‌ها قرار دارند. همچنین می‌توان به اثر فرسایندگی باران در افزایش فرسایش مناطق شرقی حوضه که خطر فرسایش متوسط تا

زیاد دارند، اشاره نمود. مناطق با خطر فرسایش خیلی زیاد که شامل مقادیر فرسایش بیش از 100 تن در هکتار در سال است بیشترین وسعت را در مناطق جنوب غربی حوضه و بخش میانی شمال حوضه دارندکه شامل مناطقی است که پوشش اندک دارند، به ویژه در مناطق جنوب غربی که علاوه بر پوشش ضعیف، فرسایندگی برف نیز در افزایش فرسایش نقش دارد.



شکل1- نقشه خطر فرسایش خاک حوضه ناورود

منابع

Lal R, 1998. Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. Critical Reviews in Plant Sciences 17(4): 319– 464.

Millward AA and Mersey JE, 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. Catena 38: 109–129.

Moore ID and Wilson JP, 1992. Length-slope factors for the Revised Universal Soil Loss Equation: Simplified method of estimation. Journal of Soil and Water Conservation 47: 423-428.

Renard KG, Foster GR, Weesies GA, McCool DK and Yoder DC, 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation(RUSLE). Agriculture Handbook No. 703, USDA, Washington, DC, USA .

Romkens MJM, Prased SN and Poesen JWA, 1986. Soil erodibility and properties. In: Proceeding 13th Congress of the International Society of Soil, Homburg, Germany 5: 492-504.

Saavedra C, 2005. Estimating spatial patterns of soil erosion and deposition in the Andean region using geo-information techniques, a case study in Cochabamba, Bolivia. PhD thesis, Wageningen University, Netherlands, 244p.

Van-der Knijff M, Jones RJA and Montanarella L, 1999. Soil erosion risk in Italy. EUR19022 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 54p.

Vrieling A, 2006. Satellite remote sensing for water erosion assessment: A review. Catena 65(1): 2-18.

White K, 1998. Remote sensing. Progress in Physical Geography, 22(1): 95-102.