# بررسی روابط بین عوامل محیطی متغیر با تغییرات مقدار فرسایش آبی در حوزه‌ی آبخیز خیاوچای، اردبیل

**اباذر اسمعلی عوری[1]، مریم برمکی[2]، حسین کاویان‌پور[3]، کمیل خورشیدی[3]**

1- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده‌ی کشاورزی، گروه مرتع و آبخیزداری

2- دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات واحد تهران

3- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی

آدرس پست الکترونیکی: esmaliouri@uma.ac.ir

**چکیده**

خاک از مهمترین منابع طبیعی است که فرسایش موجب از دست رفتن آن می‌گردد. در این تحقیق که در حوزه‌ی آبخیز خیاوچای استان اردبیل به انجام رسید، از عوامل متغیر محیطی مؤثر در فرسایش آبی پارامترهای تراکم پوشش‌گیاهی (شاخص NDVI)، کاربری اراضی و تراکم آبراهه‌ها در دو مقطع زمانی 1347 و 1386 مورد مطالعه قرار گرفتند. سپس با استفاده از مدل EPM میزان فرسایش ویژه در دو مقطع ذکر شده برآورد گردیده و نقشه‌های فرسایش ویژه در محیط GIS تهیه شدند. نتایج نشان‌دهنده‌ی نقش مؤثر عوامل متغیر زمانی در تعیین تغییرات زمانی فرسایش آبی و برآوردهای دقیق‌تر آن می‌باشد.

**کلمات کلیدی**: **عوامل متغیر، فرسایش آبی، EPM، GIS**.

**مقدمه**

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است. اگر استفاده از خاک بر اساس شناسایی استعداد و قدرت تولید آن و مبتنی بر رعایت اصول صحیح باشد، خاک از بین نمی‌رود. عاملی که موجودیت منابع آب و خاک را به خطر می‌اندازد، فرسایش است که همواره برای از بین بردن منابع عمل می‌کند (رفاهی، 1385). تعیین مکان‌های فرسایشی با استفاده از روش‌های سنتی و متداول بسیار دشوار بوده و اکثراً باعث بروز خطا می‌شود. سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] به همراه ابزارها و تکنیک‌های آن، این توانایی را دارد که با تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی در قالب مدل‌های مختلف و حداقل زمان ممکنه در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب دارای فرسایش مورد استفاده قرار گیرد (فیولی و همکاران، 2002).

در منطقه مورد مطالعه، به علت بارش زیاد و احتمالا به خاطر شیب زیاد و با توجه به وضعیت زمین شناختی منطقه، انواع مختلف فرسایش آبی دیده می‌شود که از اثرات آنها می‌توان به تلفات خاک‌های کشاورزی و بازدهی کم اراضی زراعی و باغی و رسوب گرفتگی مجاری آب‌بر طبیعی اشاره نمود. به دلیل عدم وجود مطالعه در مورد انواع فرسایش آبی در منطقه مورد مطالعه، ضرورت انجام این تحقیق احساس شد تا شناخت نسبی از درجه‌ی خسارات احتمالی فرسایش صورت گرفته و راه‌کار عملی برای پیشگیری و کاهش خطرات مربوطه به انجام رسد. بنابراین به طور کلی اهداف تحقیق عبارتند از:

- بررسی عوامل محیطی متغیر در ایجاد فرسایش آبی در منطقه با لحاظ کردن اثر آنها بر تغییرات مقدار فرسایش آبی.
- برآورد میزان فرسایش آبی در دو مقطع زمانی و مقایسه‌ی آنها با یکدیگر به منظور بررسی زمانی خطر فرسایش.

بیات و همکاران (1384) در تحقیقی نقشه‌ی پوشش‌گیاهی را در تولید فرسایش و رسوب حوزه‌ی آبخیز طالقان مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصله از این مطالعه نشان داده است که عامل درصد تاج پوشش به تنهایی 49 درصد تغییرات

[1] Geographic Information System (GIS)

تولید رسوب را کنترل نموده و با تغییر درصد پوشش‌گیاهی، میزان درصد رسوب به صورت معنی‌داری تغییر یافته است. محمدی و نیک‌کامی (2008) با استفاده از سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی برخی از نقشه‌های سیمای فرسایش را تهیه کرده و در زیر حوزه جاجرود در شمال غرب تهران مورد مقایسه قرار دادند. در مرحله اول، چهار نقشه واحد کاری تهیه شد، سپس سه نقشه سیمای فرسایش تهیه گردید. همچنین نقشه‌های فرسایش سطحی، شیاری، خندقی و کانالی تهیه شد و با قطع دادن با نقشه‌های واحد کاری مورد مقایسه قرار گرفت.

**مواد و روش‌ها**

منطقه‌ی تحقیق، حوزه‌ی آبخیز خیاوچای در استان اردبیل است که در مختصات جغرافیایی ′50-°47 تا ′38- °47 طول شرقی و ′32- °38 تا ′12- °38 عرض شمالی قرار دارد که در ضلع شرقی شهرستان مشگین‌شهر واقع شده است و از جنوب به کوه سبلان متصل است. قسمت خروجی حوزه آبخیز به رودخانه قره‌سو وصل شده که تخلیه‌ی کلیه‌ی رواناب حوزه از این طریق صورت می‌گیرد. طولانی‌ترین مسیر هیدرولوژی سرشاخه خیاوچای دارای طولی در حدود 42 کیلومتر می‌باشد که یک رودخانه دائمی بوده و در مسیر خود اراضی کشاورزی و باغات را مشروب می‌نماید.
روش تحقیق این مطالعه به شکل زیر دنبال شد:

**1- بررسی عوامل محیطی متغیر در ایجاد انواع فرسایش‌های آبی منطقه در دو مقطع زمانی 1347 و 1386**

سه عامل پوشش‌گیاهی، کاربری اراضی و تراکم آبراهه‌ها به عنوان مهمترین عوامل متغیر زمانی موثر در فرسایش آبی می‌باشند (ژو و همکاران، 2008) که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند.

**1-1- عامل پوشش‌گیاهی**

نقشه‌های پوشش‌گیاهی در دو مقطع زمانی تهیه شدند که در مقطع اول با استفاده از عکس‌های هوایی سال 1347 و در مقطع دوم با استفاده از شاخص NDVI از روی تصاویر ماهواره‌ای 2006 در محیط GIS و با استفاده از قابلیت‌های سنجش از دور به انجام رسیدند.
شاخص NDVI تهیه شده برای منطقه، از رابطه‌ی (1) محاسبه و کلاسه‌بندی شد که این کار در محیط نرم افزار GIS ILWIS3.2، با استفاده از الگوریتم "NDVI" و با استفاده از باندهای 3 و 4 تصاویر ماهواره‌ی لندست انجام شد.

$$NDVI = \frac{ETM\,4 - ETM\,3}{ETM\,4 + ETM\,3} \qquad [1]$$

که در آن ETM3 و ETM4 به ترتیب باندهای 3 (باند مادون قرمز) و 4 (باند مادون قرمز نزدیک) مربوط به تصاویر ماهواره‌ی لندست می‌باشند. در نقشه‌ی NDVI به دست آمده از GIS مقادیر ارزش‌ها بین 1- تا 1 متغیر است که ارزش 1 یعنی پوشش‌گیاهی 100 درصد و ارزش 1- یعنی پوشش‌گیاهی صفر است. اما مقادیر بینابین درصد پوشش را به دست نمی‌دهند بلکه حالت نسبی دارد و تابعی از درصد پوشش‌گیاهی است.

**1-2- نوع استفاده از اراضی**

نقشه‌های نوع استفاده از اراضی برای منطقه در دو مقطع زمانی تهیه شدند. در مقطع اول با استفاده از عکس‌های هوایی 20/000: 1 منطقه و در مقطع دوم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای $Landsat\ ETM^{+}$، نقشه‌های نوع استفاده از اراضی با چهار کاربری اراضی مرتعی، کشاورزی، مسکونی و غیرتولیدی تهیه شدند.

**1-3- تراکم آبراهه‌ها**

از تراکم آبراهه‌های به دست آمده در یک حوزه‌ی آبخیز می‌توان شدت مقاومت سطح و لایه‌های زیرین خاک در مقابل فرسایش را در حوزهای آبخیز مقایسه کرد. نقشه‌های تراکم آبراهه‌ها هم در دو مقطع زمانی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و با کمک عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه در محیط GIS تهیه شدند.

**2- برآورد میزان فرسایش از طریق مدل EPM**

در مدل EPM، چهار مشخصه شامل ضریب فرسایش حوزه‌ی آبخیز ( $y$)، ضریب استفاده از زمین ($Xa$)، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش ($Y$) و شیب متوسط حوزه‌ی آبخیز ($I$) در شبکه‌های ایجاد شده در GIS مورد بررسی قرار گرفتند. در هر یک از شبکه‌ها بر اساس این چهار عامل مقدار $Z$ یا ضریب شدت فرسایش از رابطه‌ی (2) محاسبه شد:

$$Z = Y.X_a(y + I^{0/5}) \qquad [2]$$

همچنین در روش EPM برای تخمین متوسط سالانه‌ی فرسایش ویژه در حوزه‌ی آبخیز، از رابطه‌ی (3) استفاده شد:

$$W_{SP} = T.H.p.Z^{1/5} \qquad [3]$$

که در آن $W_{SP}$ فرسایش ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال، $H$ متوسط بارندگی سالانه به میلی‌متر و $T$ ضریب درجه‌ی حرارت است که از رابطه‌ی (4) به دست می‌آید و در آن $t$ درجه‌ی حرارت سالانه به سانتیگراد است:

$$T = (t/10 + 0/1)^{0/5} \qquad [4]$$

**3- مقایسه‌ی نتایج برآورد فرسایش آبی در دو مقطع زمانی**

در این مرحله نتایج برآورد فرسایش در دو مقطع زمانی مورد مقایسه قرار گرفته و تغییرات حاصله مشخص شد.

**نتایج و بحث**

با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام شده در رابطه با نقشه‌ی کاربری اراضی در دو مقطع زمانی، مشخص شد که درصد اراضی مرتعی از 92/23 در مقطع قدیم (1347) به 88/35 بود در مقطع زمانی جدید (1386) تبدیل شده است. اراضی کشاورزی از 2/7 درصد در مقطع قدیم به 6/8 درصد در مقطع زمانی جدید تبدیل شده است و نیز درصد اراضی مسکونی در حوزه‌ی مورد مطالعه در طی حدود 30 سال از 0/16 درصد به 0/33 درصد افزایش پیدا کرده است که این مطلب حاکی از ان است که در طی سی سال گذشته با افزایش جمعیت، اراضی مسکونی زیادتر شده، از میزان اراضی مرتعی کاسته شده و مردم برای تأمین معیشت خود اقدام به کشاورزی و تبدیل کاربری نموده‌اند.

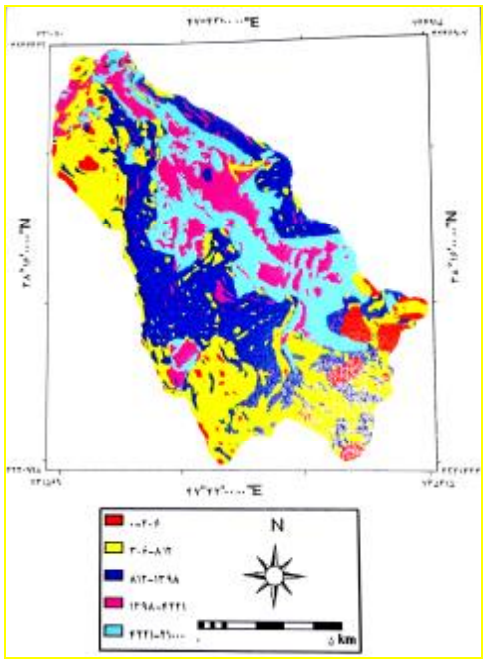
در رابطه با تراکم آبراهه‌ها هم، میزان تراکم زهکشی در مقطع قدیم 2/96 کیلومتر بر کیلومتر مربع بوده در حالی که این فاکتور در مقطع جدید به 4/16 کیلومتر بر کیلومتر مربع افزایش پیدا کرده است که نشان‌دهنده‌ی افزایش انواع فرسایش از جمله فرسایش آبراهه‌ای در منطقه است ولی نمی‌توان بدون مطالعات تکمیلی میزان آن را مشخص کرد.

نتایج حاصل از مطالعات خطر فرسایش (ضریب Z مدل EPM) نشان داد که در مقطع زمانی قدیم 46/03 درصد از اراضی در کلاس فرسایشی خیلی شدید قرار گرفتند، 30/92 درصد در کلاس فرسایشی شدید، 18/4 درصد شدت فرسایش متوسط، 2/47 درصد دارای شدت فرسایش کم و 2/16 درصد در کلاس فرسایشی خیلی کم قرار گرفتند.

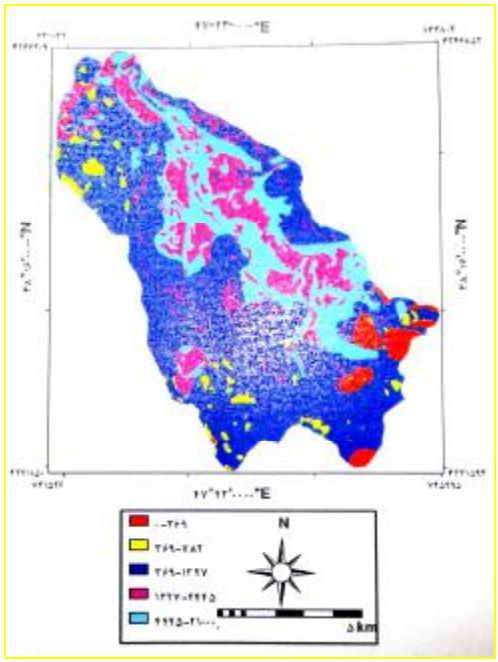
در مقطع زمانی جدید نیز 46/01 درصد از اراضی در کلاس فرسایشی خیلی شدید قرار گرفتند، 31/25 درصد از اراضی در کلاس فرسایشی شدید، 18/08 درصد دارای شدت فرسایش متوسط، 2/33 درصد دارای شدت فرسایش کم و 2/22 درصد در کلاس فرسایشی خیلی کم قرار گرفتند که با مقایسه کلی شدت فرسایش در این دو مقطع زمانی، مشخص می‌شود که با گذشت زمان میزان فرسایش در منطقه افزایش پیدا کرده است.

با قرار دادن نقشه‌های تهیه شده در معادله‌ی مربوط به فرسایش ویژه، نقشه فرسایشی ویژه‌ی منطقه مورد مطالعه در هر دو مقطع زمانی تهیه شده و میزان فرسایش ویژه در این دو مقطع زمانی به دست آمد (اشکال 1 و 2).

با توجه به اشکال (1) و (2)، مشخص شد که میزان فرسایش ویژه در منطقه‌ی مورد مطالعه در مقطع زمانی قدیم (1347)، 2237/49 مترمکعب در کیلومتر مربع در سال بوده است در حالی که این مقدار در مقطع زمانی جدید (1386) به 12252/44 مترمکعب در کیلومتر مربع در سال افزایش پیدا کرده است.



**شکل 1- نقشه‌ی فرسایش ویژه در مقطع زمانی قدیم (1347)**



**شکل 2- نقشه‌ی فرسایش ویژه در مقطع زمانی جدید (1386)**

## نتیجه‌گیری

با مقایسه‌ی نقشه‌های مربوط به عوامل محیطی متغیر در دو مقطع زمانی قدیم و جدید مشخص شد که میزان فرسایش طی 30 سال گذشته افزایش زیادی داشته است که این نشان‌دهنده‌ی افزایش انواع رخساره‌های فرسایشی از جمله فرسایش آبراهه‌ای در منطقه است.

مقایسه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی در این دو مقطع نیز حاکی از افزایش میزان فرسایش در این منطقه است. افزایش 250 درصدی اراضی کشاورزی و نیز 50 درصدی اراضی مسکونی در حوزه‌ی مورد مطالعه در طی حدود سی سال حاکی از آن است که در طی سال‌های اخیر با افزایش جمعیت، اراضی مسکونی زیادتر شده و از میزان اراضی مرتعی کاسته شده و مردم برای تأمین معیشت خود اقدام به کشاورزی و تبدیل کاربری نموده‌اند.

## منابع

بیات ر، قزچشم ب و رفاهی ح، 1384. بررسی نقش پوشش‌گیاهی در مدیریت تولید رسوب، نخستین همایش مدیریت-رسوب، فروردین 1384، اهواز.

رفاهی ح، 1385. فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.

Feoli E, Vuerich LG, Zerihun W, 2002. Evaluation of environmental degradation in northern Ethiopia using GIS to integrate vegetation, geomorphological, erosion and socio economic factors. Agriculture, Ecosystems and environment 91: 313-325.

Mohammadi TA, Nikkami D, 2008. Methodologies of preparing erosion features map by using RS and GIS. International Journal of Sediment Research 23: 130-137.
Zhou P, Luukkanen O, Tokola T, Nieminen J, 2008. Effect of vegetation cover on soil erosion in a mountainous watershed. Catena 75: 319-325.