

پهنه بندی خطر فرسایش منطقه ای برای پشتیبانی تصمیم گیری: یک مطالعه

موردی از غرب افریقا

چکیده :

استراتژی های موثر مدیریت آب و خاک نیاز به ارزیابی در مقیاس منطقه ای دارد ، خطر فرسایش به منظور معین کردن اولویت مداخله می باشد. مطالعه ما بر روی کوه آتاکورا و مناطق اطراف آن (بیش از 18٪ از مساحت کل جمهوری بنین را پوشش می دهد) است که با وجود اهمیت زیست محیطی و اقتصادی خود با تیمار فرسایشی جدی روبرو هستند. برای ارزیابی سطح خطر فرسایش خاک منطقه ، ما در موسسه ملی *para la Conservación de la Naturaleza* با استفاده از داده ها سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بر روی فرسایش تکیه می کنیم. مدل ریسک فرسایشی نیاز به چهار ورودی اصلی دارد، یعنی، اطلاعات در مورد شیب، رخساره های سنگی، استفاده از زمین و پوشش گیاهی. لایه شیب آستر مدل ارتفاعی قومی (DEM) است و لایه رخساره های سنگی *pedogeo* بر روی نقشه منطقی استنباط شده به منظور جلب نقشه فرسایش پذیری خاک با هم ترکیب می شوند. برای ساختن نقشه حفاظت خاک، استفاده از زمین / لایه پوشش زمین استخراج شده از ماهواره لندست 7 ETM + تصاویر علاوه بر لایه پوشش گیاهی مشتق شده از کالا مودیسندیوی می باشد. نقشه نهایی خطر فرسایش (با رزولوشن 1 ثانیه) است فرسایش پذیری و حفاظت خاک به دست آمده از نقشه با هم تداخل دارند. 21.8٪، 58.5٪ و 19.5٪ از منطقه مورد مطالعه بسیار پایین ، متوسط و بالا در سطح بسیار بالایی از خطر فرسایش قرار دارند. علاوه بر این، یافته های ما در سطح منطقه (واحد اداری) جمع شده است. مشاهده می کنیم که خطر فرسایش بیشتر آکوتین در منطقه بوکومبه است. مناطق کرو، بنین، کوبلی و ناتیتینگو با خطر فرسایش خفیف تحت تاثیر قرار گرفته اند، در حالی که کوئانده، بنین، و پهونچ، تانگوئیتا، بنین و ولسوالی توکوندونا با خطر کمتری روبرو هستند. در نهایت، نقشه خطر فرسایش می تواند به محققان ، طراحان و تصمیم گیرندگان در پیاده سازی موثر مداخلات خاک و مدیریت آب در منطقه مورد مطالعه کمک کند.

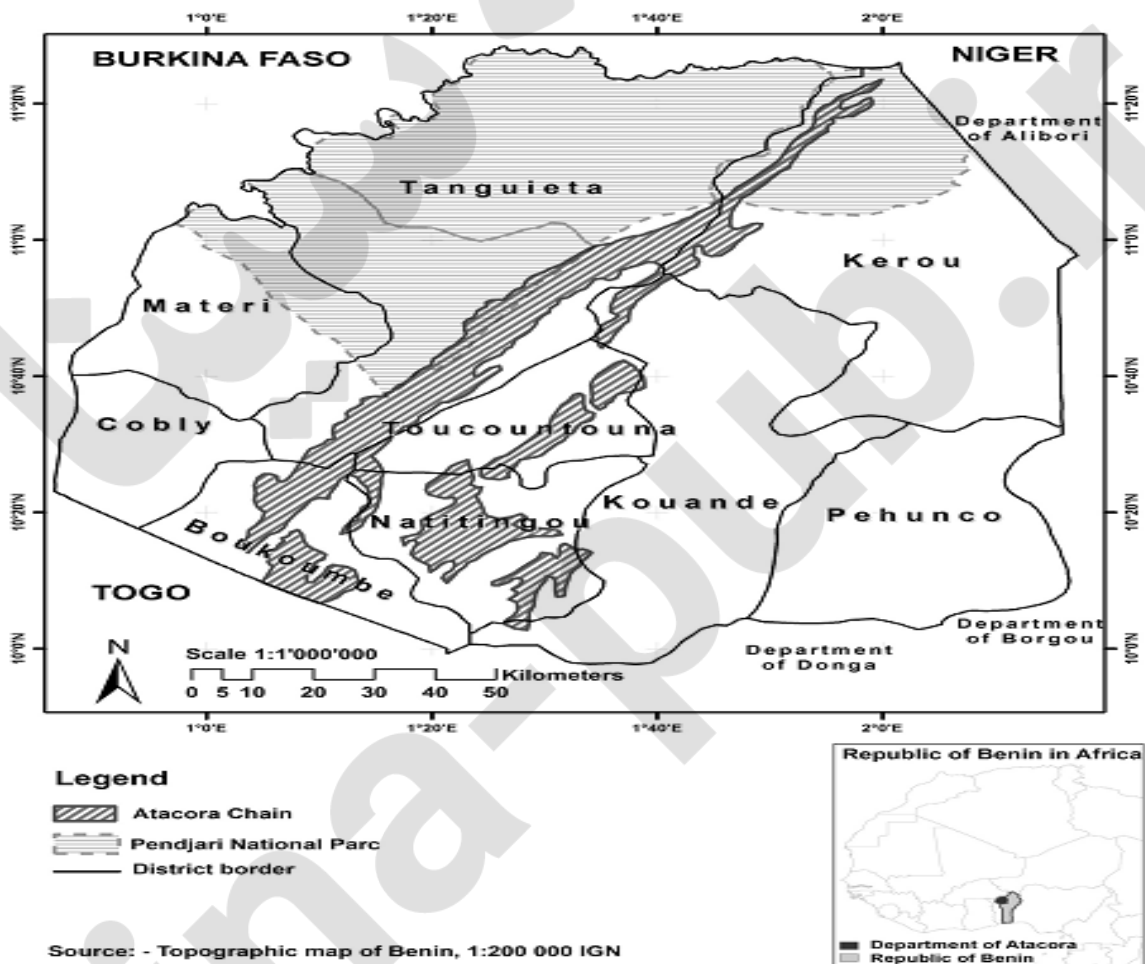
1. مقدمه

تخریب سرزمین یکی از جدی ترین مسائل محیط جهانی زمان ما است (؛ رینولدز و استافورد اسمیت، 2002 دریگنه، 1998). فعالیت استفاده از زمین در میان محرک های اصلی تخریب زمین در سراسر جهان هستند. این فعالیت ها شکل سطحی دارند و می تواند تغییرات قابل توجهی به پدیده های طبیعی را القا کنند (استفن و همکاران، 2007). فعالیت های انسانی در قلب چند چالش محیطی می باشد. در واقع، تسلط انسان، موجب تبدیل و تغییر اکوسیستم به نفع خود و در عین حال اغلب به قیمت از بین رفتن الگوهای زیست محیطی جهانی و روند آن ها می شود (زیکا و ارب، 2009).

اقدامات حفاظت آب و خاک (بو خیر و همکاران، 2006) برای کاهش تاثیر فراگیر و مخرب فرسایش زمین در مدیریت منابع طبیعی پایدار مورد نیاز است. موسی و همکاران (2002) و ساچر و همکاران (2005) استدلال کرده اند که یک ارزیابی جهت توزیع خطر فرسایش الزامی است و باید قبل از اجرای هر اندازه گیری حفاظت موثر خاک انجام شود. برگر، 1997؛ دکتر دومانسکی و پیری، 2000؛ گوپتا، 2002؛ نویسندگان دیگر برای استفاده از ژئو شاخص که پروکسی کل و کارآمد فرآیندهای سطح در ارزیابی فرسایش زمین هستند (برگر، 1996 حمایت کند. هاموندت، 1995؛ مورتون، 2002؛ زاز به و رومشو، 2012؛ زاکوئت، 2004).

علاوه بر این، پیشرفت های اخیر در محاسبات علمی، سنجش از دور، GIS و فن آوری فعال ارزان و سریع طرفدار پردازش مجموعه داده های بزرگ و پیچیده هستند. این ممکن است موجب کمک به کاهش یک چالش عملی ذاتی در اجرای مدل فرسایش شود (مریت و همکاران، 2003)، آن ها اطلاعات فشرده را به عنوان زمان کانسیوم بیان کرده اند (وریلینگ و همکاران، 2006). با این حال، دسترسی به داده ها مسئله مهمی در کشورهای جنوب صحرای آفریقا که اغلب فاقد عملکرد خوب در سیستم های جمع آوری داده ها هستند، جالب توجه است، ون رومپایند گاورز (2002) نشان می دهد که زمانی که داده ها غیر قابل اعتماد هستند، مدل فرسایش یک ارزیابی ساده و دقیق تر از آن هایی که پیچیده هستند ارائه می دهد. مدل های فرسایش پیچیده هستند که اغلب برای برنامه های کاربردی در مقیاس

کوچک کافی است، اما برای پیاده سازی در مقیاس بزرگ مناسب نیستند، توسط لیورپول و همکاران اشاره کرد. اسکورت (1996). یائیر (2000) و راز و یاسیف، (2004)، علاوه بر این، در میان دیگران، روش کمتر داده گیر به نظر می رسد جذاب تر به تصمیم گیرندگان (رنسچلر و گاور، 2002). با توجه به عقیده بایرامین و همکاران (2003). ایکونا (1991، 1997)؛ زاز و رومشو (2012)، مدل ایکونا یکی از ساده ترین و قابل انعطاف ترین روش های کیفی برای ارزیابی و نقشه خطر فرسایش خاک است. این مدل به وسیله اتحادیه اروپا (EU) و کشورهای مدیترانه استفاده می شود (به عنوان مثال، ترکیه، تونس، سوریه و مصر)، و توسط بایرامین و همکاران (2003) مستند شده است.



شکل 1. منطقه مورد مطالعه.

در بنین، رشته کوه آتاکورا از ارزش زیست محیطی و زیستی منطقی بالایی برخوردار است (آدومو، 2005). آن یک نوع پوشش گیاهی منحصر به فرد (به *Synsepalum passargei-Broenadia salicina* جوامع چمنزار های ساحلی) *Beninese endemics Thunbergia atacorensis and pomoea beninensis* (آکوئگنینو و لیسوسکی، 2004). از بین رفتن حاصلخیزی، فیزیکی و شیمیایی خاک تخریب چند توسط بسیاری از نویسندگان مشخص شده است (آدگبیدی و همکاران، 1999؛ مولدر، 2000؛ تنتند سین سین، 2005). اثرات مضر آن ها به طور بالقوه توسط شیب تند، خاک کم عمق، فشارهای جمعیتی قوی و چرگشت در کشورهای ساحلی مانند بورکینافاسو و نیجر افزایش یافته است (مورر، 1994). یک مجموعه کوچک برآورد جهانی و تغییر زمین در کوه کورا وجود دارد. تنته و سین سین (2005) بررسی در حوزه برخی تپه های کوه آتاکورا و پیدا کردن فرسایش را کاهش می دهد، به طور متوسط، ضخامت خاک 8.6 سانتی است. در سال 2008 گزارش "ارزیابی ظرفیت بهبود مدیریت محیط زیست جهانی" نشان می دهد که کوه آتاکورا و مناطق اطراف توسط وضعیت تخریب کم، متوسط و شدید مشخص شده است (انسرجم و همکاران، 2008). این گزارش تازه ترین ارزیابی در مقیاس بزرگ از فرسایش زمین در منطقه مورد مطالعه است.

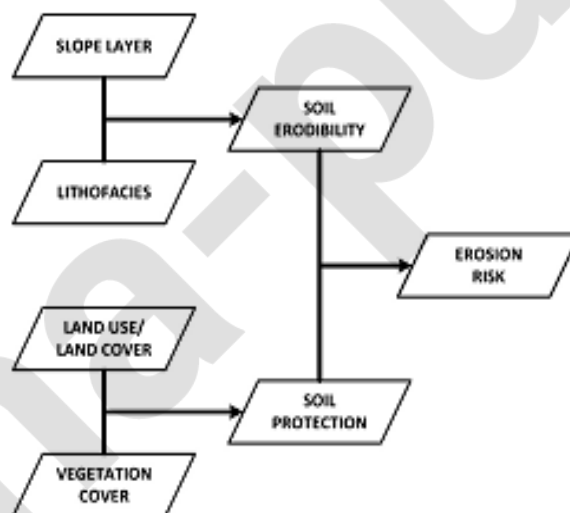
پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و تعیین وضعیت خطر فرسایش کوه آتاکورا و مناطق اطراف آن با استفاده از GIS و مدل ایکونا صورت گرفته است.

2. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخش آتاکورا، و بیش از 18 درصد از مساحت جمهوری بنین را پوشش می دهد. محدوده کوه آتاکورا (شکل 1) دامنه این منطقه واقع در منطقه آب و هوایی در غرب آفریقا می باشد. منطقه دارای دو فصل است: فصل خشک (نوامبر تا مارس) و یک فصل بارانی (آوریل تا اکتبر) با بارش بین 800 و 1000 میلی متر. توجه داشته باشید که میزان بارش سالانه می تواند تا 1300 میلی متر برسد. در 35 سال گذشته، درجه حرارت سالانه بطور متوسط از 25.3 درجه سانتی گراد تا 30.5 درجه سانتی گراد متنوع بوده است، در حالی که سطح رطوبت نسبی ماهانه بین 26.8٪ (فصل خشک) و 80.5٪ (فصل مرطوب) است.

توپوگرافی منطقه توسط کوه با دامنه های شیب دار (30-60٪)، تپه، فلات ها و دره بیان شده است. به طور کلی، تپه شرق یا غرب گرا می باشد. طرف شرق رو عمدتا هارماتان می گویند، باد شمال در طول فصل خشک (جنیک و هال، 1966) از سمت صحرای آفریقا می وزد. غرب رو به طرف عمدتا به موسمی مرطوب غرب آفریقا، باد جنوب غرب که از اقیانوس اطلس ضربات در معرض (لو بارب و همکاران، 2002). Rocky و کم عمق خاک غالب، در حالی که خاک های شنی و رس با محتوای سنگ در حد متوسط است ممکن است در دره فصلی خیس و یا هولناک پیدا شده باشد. ترکیبی از عوامل زیست محیطی در مرکز تنوع الگوهای پوشش گیاهی مشاهده شده، که متشکل از درختچه، درخت، جنگل و دشت است، *Isobertinia DOKA Daniellia oliveri*، گونه پنج انگشت را توضیح می دهد. *Parinari polyandra*, *Terminalia glaucescens*، و غیره (سیگلستر و ویتینگ، 2002؛ تنته و سین سین، 2002؛ والا، 2005).

چهار گروه اصلی قومی (*Bètamaribè, Wama, Natemba, and Gourmantché*) در رشته آتاکورا (والا، 2005) ساکن شده اند. این گروه ها در میان خود و فعالیت های خود که اکوسیستم های زنجیره ای در آتاکورا تداخل می کنند. کشاورزی و دام دو فعالیت اصلی مردم محلی و شیلات، شکار، و یا صنایع کوچک به عنوان شغل ثانویه آن ها می باشد.



شکل 2. مراحل ایکونا.

1.3. رویکرد مدل‌سازی

مدل ایکونا یک روش ارزیابی فرسایش ریسک است، که با استفاده از قوانین تصمیم‌گیری کیفی و سازمان سلسله مراتبی از چهار ورودی اصلی است. نقشه برداری از خطر فرسایش زیر یک روش چند مرحله‌ای است (شکل 2) که در آن نقشه پایه برای ساخت چهار نقشه فاکتوریل است، یعنی، یک نقشه شیب، یک نقشه رخساره‌های سنگی، استفاده از زمین / نقشه پوشش زمین می‌باشد، و یک نقشه پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است. این چهار نقشه فاکتوریل سپس ترکیب تولید دو نقشه‌های موضوعی را می‌کند، به عنوان مثال، فرسایش پذیری خاک و نقشه‌های حفاظت خاک. در نهایت، ادغام فرسایش پذیری خاک و نقشه‌های حفاظت بازده نقشه خطر فرسایش است. شایان به ذکر است که مدل ایکونا یک چارچوب تحلیلی، و انعطاف پذیر است که می‌تواند به راحتی به حساب برای ویژگی‌های خاص در منطقه مورد مطالعه (ایکونا، 1997) اقتباس شده باشد.

2.3. ساخت و ساز نقشه

1.2.3. شیب نقشه

شیب آستر گدم نسخه 2 (میتلند ناسا، 2011) تولید می‌شود. علاوه بر این، پنج کلاس مختلف از تم شیب در درصد بیان شده و در نرم افزار ArcGIS 10.2 ساخته شده‌اند. این کلاس‌ها صاف و ملایم 0-3٪، متوسط 3-12٪، 12-20٪، بسیار تند 20-35٪، و افراطی > 35٪ تعریف شده است.

2.2.3. نقشه رخساره‌های سنگی

نقشه رخساره‌های سنگی شناسایی انواع مختلف سنگ و یا سطح رسوب / خاک بر اساس مقاومت شیمیایی و فیزیکی شکل‌های مختلف به روند هوازدگی است (ایکونا، 1997). بسیاری از نویسندگان پایه استراتژی طبقه‌بندی آن‌ها در واحد زمین‌شناسی منطقه را مورد مطالعه قرار داده‌اند (بایرامین و همکاران، 2003؛ زاز به و رومشو، 2012). در این کار، ما به طور عمده به انواع مختلف خاک تکیه می‌کنیم. در واقع، مواد خاک اغلب در سطح فرایندهای فرسایش درگیر شده‌اند. خاک نیز منابع بسیار ارزشمند و عوامل تولید محوری را تشکیل می‌دهد. طبقه‌بندی ما بر اساس ویژگی‌های منسجم خاک منطقه مورد مطالعه خوشه‌های عامل فرسایش پذیری K از رابطه RUSLE بر اساس (آزون

تند، 1991؛ یوسف و همکاران، 2002) است. این نقشه خاکشناسی (دوبروق و فوره، 1977) برای تولید نقشه رخساره های سنگی مورد استفاده است. جدول 1 مکاتبات بین طبقات مدل ضمنی و نوع خاک موجود در منطقه مورد مطالعه را گزارش داده است.

3.2.3. استفاده از زمین / پوشش زمین بر روی نقشه

استفاده از زمین / زمین نقشه پوشش در سال 2006 توسط این پروژه کشیده شده "BOISDE FEU فاز دوم" (پرسشنامه ملی جنگل) ورودی اصلی این مدل است. چهار ماهواره لندست 7 سنجنده ETM + تصاویر به دست آورد در دسامبر و ژانویه (2006) تحت پوشش منطقه مورد مطالعه است. این تصاویر یک طبقه بندی نظارت شده با استفاده از حداکثر روش طبقه بندی اجرا است. (تهرانی و همکاران، 2014 تهرانی و همکاران، 2013) در زمینه طبقه بندی تصویر، روش حداکثر احتمال یک روش ساده و قدرتمند است که نیاز به ورودی های دقیق دارد. این تصاویر با انتخاب چند ضلعی دقیق به عنوان مناطق آموزش بر اساس بررسی زمینه است. حداقل 20 منطقه آموزش برای هر کلاس استفاده از زمین انتخاب شده است. سپس، نتایج طبقه بندی شده به نرم افزار ArcGIS ESRI برای تقویت وارد شده است. به عنوان مثال، می توان تصویر را صاف بودن با کاهش اثر را افزایش می دهد. شش کلاس استفاده از زمین از جمله زمین بایر، کشت و زرع، دشت بی درخت، چوب، زمین، و جنگل برای تجزیه و تحلیل مدل ایکونا حفظ شده است.

4.2.3. نقشه پوشش گیاهی

بیوماس پوشش گیاهی است؛ شاخص نرمال پوشش گیاهی (NDVI) اطلاعات در مورد توزیع مکانی و زمانی پوشش گیاهی "سبزی" (یا فعالیت فتوسنتزی) و بهره وری فراهم می کند (. تاکر و همکاران، 1985 رید و همکاران، 1994). و میزان تخریب اراضی در اکوسیستم های مختلف (هولم و همکاران، 2003؛ تیام، 2003). در این مطالعه، ما با استفاده از شاخص NDVI به عنوان یک پروکسی برای پوشش گیاهی است. پوشش گیاهی نشان دهنده بخشی از زمین تحت پوشش سبز سبزیجات است، درصد متوسط پوشش گیاهی موجود برای سلول A30-M. NDVI از ترا شاخص گیاهی MODIS در <https://lpdaac.usgs.gov/products/modisproducts> جدول بازیابی در دسترس است. کالا

MODIS A، 16 روز کالا کامپوزیت پوشش گیاهی ابر ماهانه رایگان با رزولوشن 5600 متر است. اطلاعات NDVI با ERDAS IMAGINE استخراج و فرآوری نرم افزار Arc GIS 10.2 است. در مجموع 22 عکس در سراسر سال 2006 به دست آمده است. ماژول ماشین حساب در نرم افزار Arc GIS 10.2 شطرنجی است و سپس برای ایجاد یک تصویر مربوط به سال 2006 به طور متوسط ارزش شاخص NDVI مورد استفاده است. چهار فواصل مقادیر NDVI برای تجزیه و تحلیل در نظر گرفته شده است: (1) >0.25 ؛ (2) $0.25 - 0.50$ ؛ (3) $0.50 - 0.75$ ؛ (4) <0.75 (ایکونا، 1997).

Lithofacies classes (type of material)	Soil types	K Factor
(1a) Non-weathered compact rock, strongly cemented conglomerates or soils, crusts, hard pans (massif, limestone, highly stony soils, igneous or eruptive rocks)	Water bodies & Settlement	-
(2b) Fractured and/or medium weathered cohesive rocks or soils	Ferrallitic soil Eutrophic brown soils	$0.05 < K < 0.07$
(3c) Slightly to medium compacted sedimentary rocks (slate, schists, compacted marls etc.) and soils	Verti soil Hydromorphic soil	$0.1 < K < 0.2$
(4d) Soft, low-resistant or strongly/deeply weathered rock (marl, gypsum, clayey slates, etc.) or soils	Ferruginous soil	$K \sim 0.2$
(5e) Loose, non-cohesive sediment/soils and detritic material	undeveloped mineral soils	$K > 0.6$

جدول 1. پیوند میان انواع خاک و کلاس های لیفتاسیون.

5.2.3 نقشه خطر موضوعی و فرسایش

نقشه های فرسایش پذیری با هم تداخل دارند، لایه شیب و لایه رخساره های سنگی تولید می شود. برای این منظور، ما با استفاده از ماتریس فرسایش پذیری (به شیب در مقابل رخساره های سنگی) در پانل اول (ا) جدول 2. پنج یعنی (5) کلاس انتخاب می شوند گزارش: (الف) فرسایش شدید (EX)، (ب) فرسایش بالا (EA)، (ج) فرسایش متوسط (EM)، (د) فرسایش کم (EB) و (ه) فرسایش بسیار پایین (EN). بنابراین، طبقه بندی زیر اعمال می شود: یک منطقه و سطح پایین از فرسایش پذیری هنگامی که شیب کم است داده شده است. در مقابل، فرسایش پذیری خاک شدید است.

پانل دوم (II) در جدول 2 شامل ماتریس حفاظت خاک توسط با هم تداخل دارند از زمین / پوشش زمین و پوشش گیاهی ساخته شده است. در این مورد، حفظ پنج خوشه: حفاظت بسیار بالا (MA)، حفاظت بالا (A)، حفاظت متوسط (M)، حفاظت کم (B)، و حفاظت بسیار پایین (MB) طیف کاربری اراضی پوشش / زمین (به جز برای زمین بایر) محدوده عمدتاً نوع استفاده از زمین انسانی مانند پوشش زمین طبیعی مانند جنگل است. بر این اساس، محافظت خاک روش به عنوان طبقه بندی زمین از نوع انسانی و پوشش گیاهی است. در مقابل، حفاظت خاک بالا است که پوشش زمین نوع بسته طبیعی و پوشش گیاهی بالا است. در نهایت، فرسایش نقشه خطر از همپوشانی نقشه فرسایش پذیری خاک و نقشه حفاظت خاک به دست آمده است. ماتریس خطر فرسایش ایکونا در آخرین پانل (III) جدول 2 داده شده است. فرسایش پذیری خاک در ترکیب با یک حفاظت بالا خاک مستلزم خطر فرسایش پایین است، در حالی که یک فرسایش پذیری خاک بالا همراه با حفاظت خاک القاء خطر فرسایش بالا است.

4. نتایج

1.4. نقشه شیب

نقشه در شکل 3 A نشان می دهد که توزیع هوایی از طبقات مختلف شیب انجام می شود. بلافاصله آن را روشن می کند که بخش عمده ای از منطقه مورد مطالعه (70.2٪) دارای شیب متوسط، در حالی که 17.1 درصد از منطقه دارای یک شیب ملایم است. نزدیک به 12.7 درصد از منطقه مورد مطالعه واقع (و یا نزدیک به) تپه کوه آتاکورا است که توسط یک شیب شدید مشخص می شود.

2.4. نقشه رخساره های سنگی

نقشه رخساره های سنگی (شکل b3) نشان می دهد که 78.3 درصد از منطقه مورد مطالعه نرم، با مقاومت کم، و یا به شدت / عمیقاً خاک هوازده (آهن دار) است. علاوه بر این، 20.8٪ از مساحت منطقه سست، خاک غیر چسبنده از جمله خاک های معدنی کم عمق و توسعه نیافته است. به طور کلی، 95.3 درصد از منطقه مورد مطالعه ویژگی های خاک را ارائه می دهد که بیشتر یا کمتر به فرسایش آسیب پذیر است.

3.4. نقشه فرسایش پذیری

نقشه فرسایش پذیری (شکل c3) نشان می دهد که 12.4 درصد از منطقه مورد مطالعه بالا به سطح افراطی از فرسایش پذیری خاک مواجه است. برای مقایسه، 20.6٪ (به ترتیب 67٪) از منطقه مورد مطالعه است کم (به ترتیب متوسط) خطر فرسایش پذیری تحت تاثیر قرار دارد. این یافته داند در تعیین فرسایش پذیری خاک مهم است. شیب تندتر، بیشترین خطر فرسایش پذیری خاک را دارا است.

4.4. استفاده از زمین / پوشش زمین بر روی نقشه

با نگاهی به نقشه پوشش استفاده از زمین / زمین (شکل a4)، ما می بینیم که پوشش دشت بزرگترین بخش در منطقه مورد مطالعه (70.9٪) است، با کرت و مزرعه (16.3 درصد)، جنگل (10.8٪)، و (2٪) مزارع، زمین های بایر، شهرک سازی، و آب پوشش 0.3٪، 0.3٪ و 0.2٪ بوده اند. توجه داشته باشید که استفاده از زمین / زمین نقشه پوشش هفت (7) کلاس مجزا را نشان می دهد، اما تنها شش کلاس برای تحلیل های بعدی در نظر گرفته شده است. رفع آب در ساخت و ساز بر روی نقشه حفاظت خاک قابل استفاده نیست می شود.

I					
Slope classes	Litho-facies				
	1(a)	2(b)	3(c)	4(d)	5(e)
Flat and gentle 0-3%	1(EN)	1(EN)	1(EN)	1(EN)	2(EB)
Medium 3-12%	1(EN)	1(EN)	2(EB)	3(EM)	3(EM)
Steep 12-20%	2(EB)	2(EB)	3(EM)	4(EA)	4(EA)
Very steep 20-35%	3(EM)	3(EM)	4(EA)	5(EX)	5(EX)
Extreme >35%	4(EA)	4(EA)	5(EX)	5(EX)	5(EX)

II					
Land use types	Vegetation cover				
	<25%	25-50%	25-50%	>75%	
Barren land	5(MB)	5(MB)	5(MB)	4(B)	
Fields & fallows	5(MB)	5(MB)	4(B)	4(B)	
Plantation	5(MB)	5(MB)	4(B)	3(M)	
Savannas	5(MB)	4(B)	3(M)	2(A)	
Woodlands	4(B)	3(M)	2(A)	1(MA)	
Forest	3(M)	2(A)	1(MA)	1(MA)	

III					
Soil protection	Soil erodibility				
	1(EN)	2(EB)	3(EM)	4(EA)	5(EX)
1(MA)	1	1	1	2	2
2(A)	1	1	2	3	4
3(M)	1	2	3	4	4
4(B)	2	3	3	5	5
5(MB)	2	3	4	5	5

جدول 2 ماتریس قاعده تصمیم برای همپوشانی نقشه

5.4. نقشه پوشش گیاهی

نقشه پوشش گیاهی (شکل b4) نشان می دهد که 66.7 درصد از منطقه مورد مطالعه دارای پوشش گیاهی در محدوده بین 25٪-50٪ است. سطح پوشش گیاهی بالا (50٪-75٪) برای 33 درصد از منطقه مورد مطالعه مشاهده شده است.

6.4. نقشه حفاظت خاک

نقشه در شکل C3 نقشه حفاظت خاک به دست آمده با ترکیب استفاده از زمین / زمین نقشه پوشش با نقشه پوشش گیاهی است. نشان می دهد که 7 درصد از خاک منطقه مورد مطالعه به شدت محافظت شده، 27.2٪ خفیف محافظت می شود، در حالی که 65.6٪ دارای سطح پایینی از حفاظت است.

Districts	Erosion risk classes		
	High + Very high	Medium	Very low + Low
Boukoumbe (type 1)	42%	41%	17%
Kerou (type 2)	21%	60%	19%
Kobli (type 2)	37%	42%	21%
Natitingou (type 2)	24%	56%	19%
Kouande (type 3)	19%	61%	20%
Materi (type 3)	22%	53%	25%
Pehunco (type 3)	18%	58%	23%
Tanguieta (type 3)	11%	65%	24%
Toucountouna (type 3)	14%	59%	26%

جدول 3 توزیع فضایی کلاس های خطر فرسایش در سطح منطقه

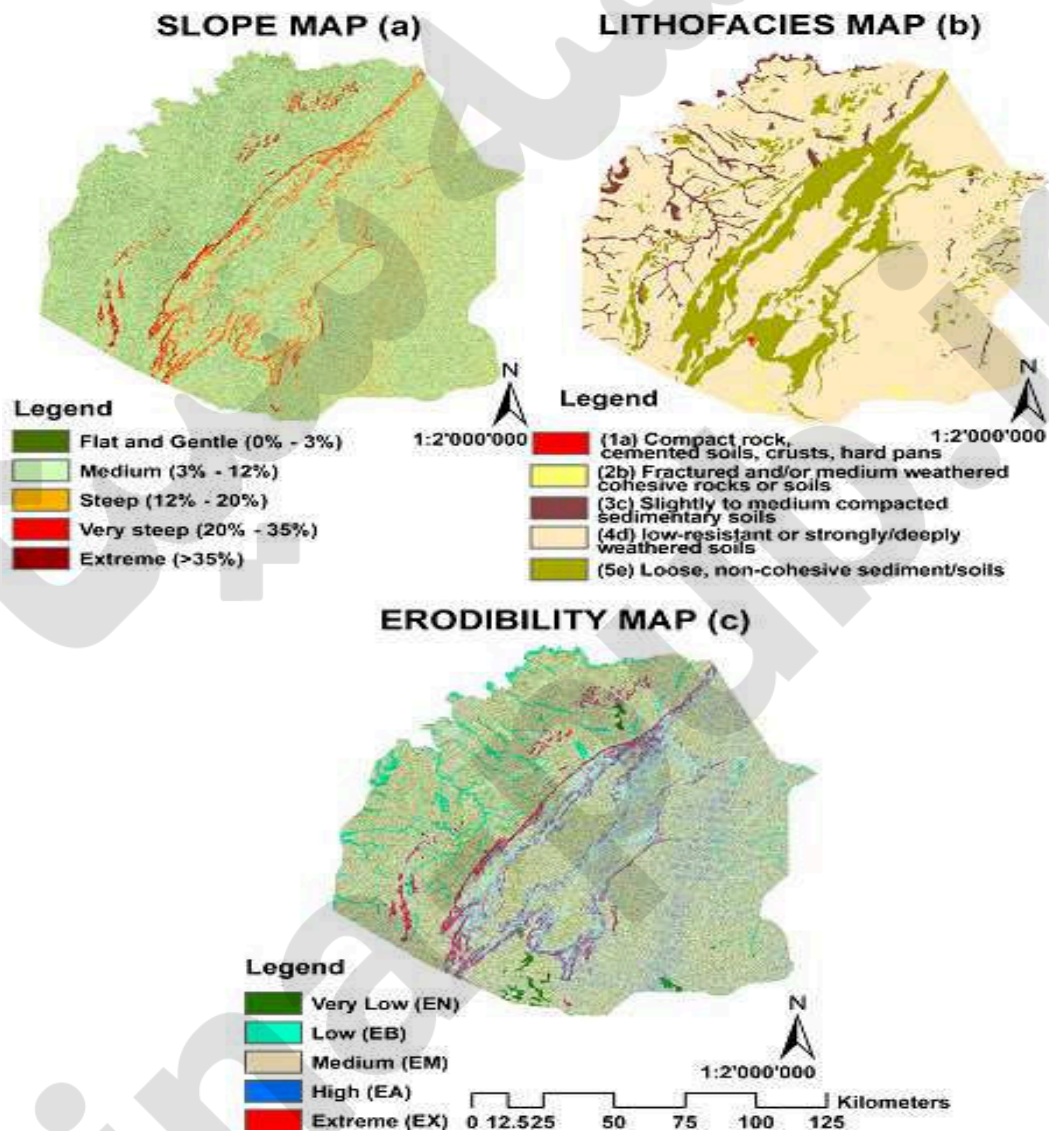
7.4. نقشه خطر فرسایش

نقشه خطر فرسایش نشان می دهد که 21.8٪، 58.5٪ و 19.5٪ از منطقه مورد مطالعه بسیار پایین، متوسط و بالا خطر فرسایش بسیار بالا بوده است (شکل 5). سه دسته خطر فرسایش از تجمع سطح خطر اندازه گیری شده توسط منطقه (جدول 3) ظهور کرده است:

(1) نقشه در منطقه بوکومبه با خطر فرسایش بالا روبرو هستند. این مشاهدات با توجه به نوع استفاده از زمین (با کرت و پوشش مزرعه 30٪ از مساحت منطقه) و ارزش های شیب بالا (شیب دار، بسیار تند و شدید مناطق پوشش شیب 30٪ از سطح منطقه).

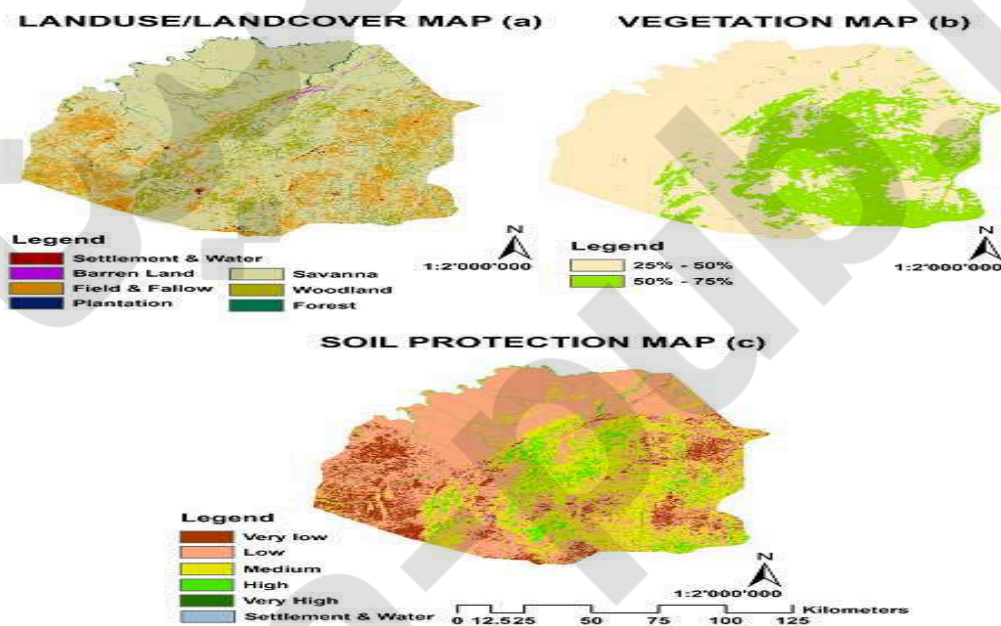
(2) نقشه در مناطق کرو، بنین، کوبلی و ناتیتینگو بالا با خطر فرسایش متوسط روبرو هستند. این مناطق معمولاً در حال حاضر پوشش بزرگی از زمین با استفاده از رشته ها، و شهرک با دامنه کمتر هستند.

(3) نقشه در کوانده، بنین، پهونج، تانگوئیتا، بنین، مناطق توکوندونا با سطح متوسط تهدید فرسایش مواجه هستند. علاوه بر این، در می یابیم که 4.8 درصد از پارک ملی سارا پنجری (واقع در داخل منطقه مورد مطالعه) در معرض خطر جدی فرسایش به دلیل ترکیبی از حفاظت خاک بالا (64.4٪ از سطح پارک پنجری) به شدت مواجه است (35.6 درصد از سطح) فرسایش پذیری پارک پنجری عبارتند از: شیب تند، خاک آهن دار، استفاده از زمین های جنگلی و 25٪ - 50٪ پوشش گیاهی (به ترتیب 44.9٪، 55.3٪، 84.7٪، 96.7٪ از سطح پارک پنجری) است.

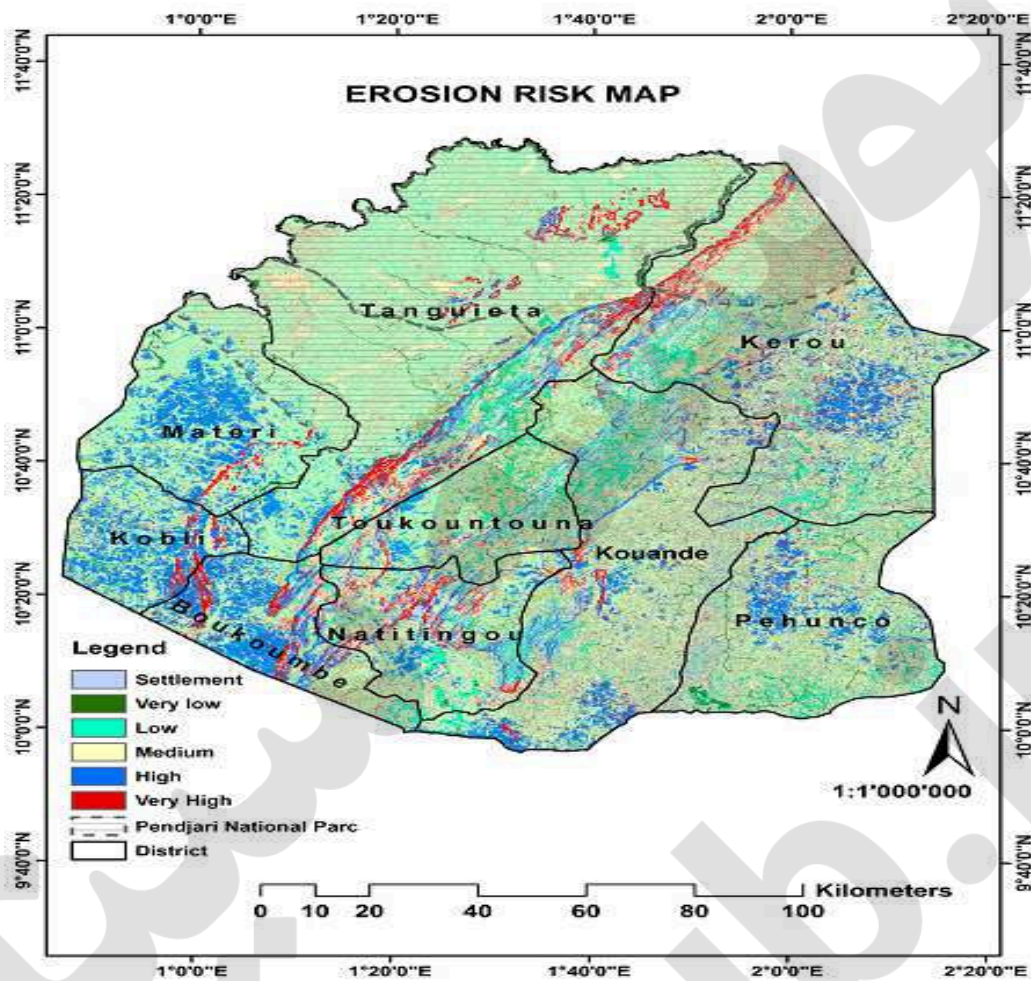


شکل 3. نقشه شیب (A)، رخساره های سنگی (B) فرسایش پذیری (ج).

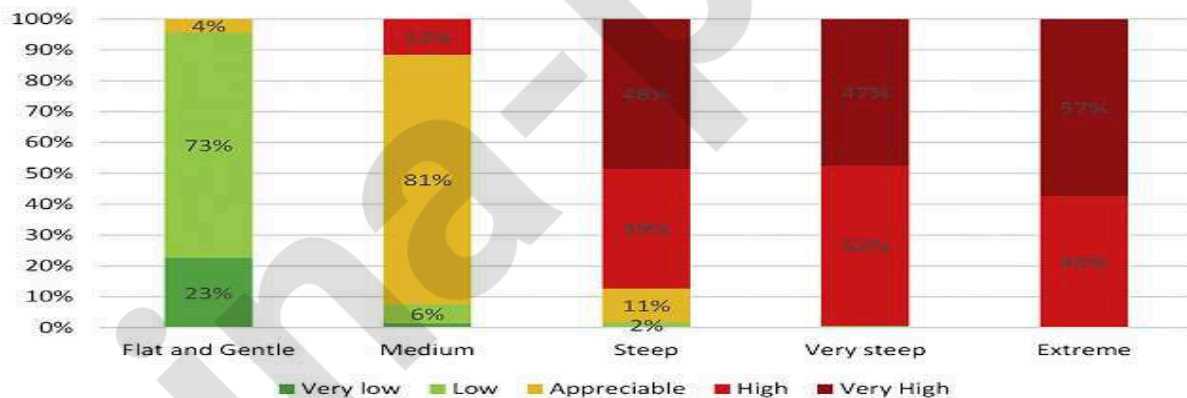
توزیع خطر فرسایش توسط انواع استفاده از زمین نشان می دهد که پوشش گیاهی طبیعی مانند دشت، و جنگل ها از 11.7٪، 16.3٪ و 0.9٪ مناطق تحت پوشش مربوط به خود در مواجهه پر خطر با فرسایش قرار دارند. در همان زمان، یک thropogenicl و انواع آن نشان می دهد که 44.7 درصد از مزارع، و 56.4 درصد از شن و ماسه درست تحت فرسایش پرخطر هستند. علاوه بر این، در حال حاضر شیب متوسط خطر فرسایش 81٪ (به ترتیب 12٪) از مناطق شیب سطح مربوطه و شیب دار (به ترتیب بسیار تند و شدید) 87٪، (به ترتیب 99 و 100 درصد) مربوط مناطق تحت پوشش و در معرض خطر فرسایش بالا و بسیار بالا است. ما همچنین می بینیم که مناطق تحت پوشش با کرت و مزرعه کمتر از شیب منطقه مسطح و ملایم (15٪) به بخشی بسیار تند در منطقه مورد مطالعه (1.4٪) و پوشش گیاهی طبیعی مانند زمین های جنگلی در افزایش پوشش خود را از 8.3٪ و منطقه ملایم به 31.8٪ در منطقه بسیار تند نشان داده است (شکل 7).



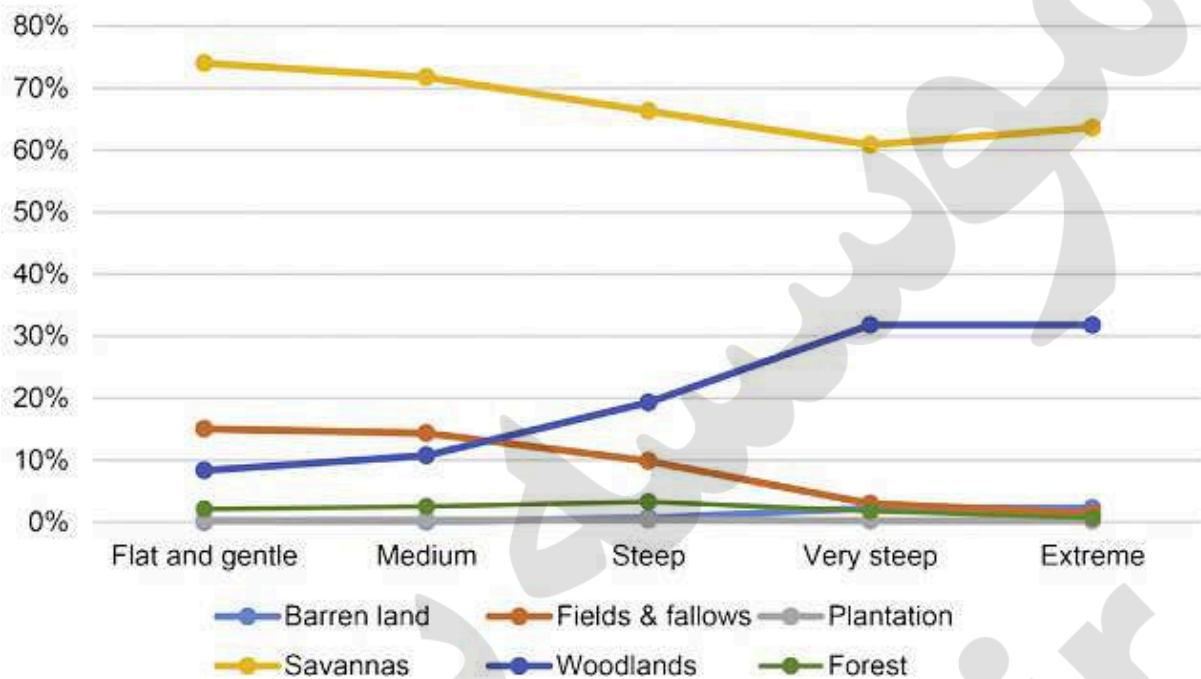
شکل 4. نقشه پوشش استفاده از زمین (A)، پوشش گیاهی (ب) (پوشش گیاهی مخفف کسری از زمین تحت پوشش گیاهی سبز)، حفاظت از خاک (ج).



شکل 5. نقشه خطر فرسایش (دو ستون).



شکل 6. توزیع طبقات فرسایش ایکونا در کلاس های شیب های مختلف.



شکل 7. توزیع انواع استفاده از زمین در کلاس های شیب های مختلف.

5. بحث

سند ما نشان می دهد که 17 درصد از پوشش گیاهی طبیعی (دشت، و جنگل ها) با خطر فرسایش بسیار بالا مواجه هستند. همین قیاس، بیش از 40 درصد از پوشش سطح با استفاده های مختلف انسانی (مزارع، با کرت و مزرعه) با تهدید فرسایش انسانی را نشان داده است. توزیع طبقات خطر فرسایش توسط انواع استفاده از زمین تاثیر مثبت پوشش گیاهی طبیعی موجود در خطر فرسایش تایید می شود. این شواهد در راستای مطالعات پیش مشاهده انجام شده در چین (لو و همکاران، 2014) و نیجریه (اوروک و همکاران، 2012) است، مناطق با پوشش گیاهی کمتر از فرسایش بیشتر خاک رنج می برند. علاوه بر این، در کوه مناطق مختلف و پر از تپه با اکوسیستم شکننده (در ولکا و همکاران، 2015) مشابه منطقه مورد مطالعه است، سطح فرسایش خاک و الگوهای بسیار حساس به نوع محل پوشش زمین بستگی دارد (سبکائور و هوفیرکا، 2008؛ استانچی و همکاران، 2013). به عنوان مثال، اسپچه تکیه و همکاران (2008) گزارش کردند که فرسایش زمین دست دادن خاک را از جنگل به اراضی کشت افزایش می دهد.

همچنین نتایج ما نشان می دهد که مناطق با شیب مسطح، ملایم یا متوسط بسیار پایین با خطر فرسایش متوسط مواجه هستند، شواهد در مراکش توسط گتبی و لارابی (2014) و در اتیوپی توسط در ولکا و همکاران گزارش شده است. (2015). ما بیشتر به مناطق با شیب تندتر توجه می کنیم (تپه های رشته کوه آتاکورا) منطقه مورد مطالعه ما است که با خطر فرسایش بالا مواجه می باشد، پوشش کرت و مزرعه کاهش می یابد، منطقه مورد مطالعه صاف و ملایم با قسمت های شیب دار و خیلی شیب دار است، در حالی که پوشش جنگل افزایش می یابد. این یافته ها با توجه به کار (اوکو و همکاران، 2014) هستند که معتقدند که شیب بالاتر به منزله حفاظت طبیعی در برابر فرسایش زمین در این منطقه است. تحقیقات انجام شده در داخل و اطراف بوکیت باریسان پارک ملی سلاتان واقع در جزیره اندونزیایی سوماترالد به نتیجه گیری مشابهی: تبدیل زمین های زراعی به جنگل که اغلب در شیب ملایم واقع شده اند کینایردت (2003).

با این وجود، افزایش فشارهای جمعیتی و تقاضا زمین برای فعالیت های کشاورزی حفاظت از اکوسیستم های کوهستانی را تهدید کرده است. با توجه به نظر ولکا و همکاران (2015)، ترکیبی از شیب تند، پوشش گیاهی کم، همراه با بارش فرسایشی و یا موقعیت های آب و هوایی شدید، باعث یک مشکل فرسایش خاک غیر قابل تحمل است. بنابراین، استراتژی کاهش ریسک فرسایش در منطقه مورد مطالعه باید در حفاظت از مناطق شیب تند تمرکز کند. در پارک ملی پنجاری، ترکیبی از شیب تند، خاک آهن دار (حساس به فرسایش) و پوشش گیاهی کم به نظر می رسد یک خطر فرسایش بالا پدید بیاورد. بنابراین، کاشت درختان در مناطقی با شیب تند به نظر می رسد به کافی و مفید باشد، و آن را به عنوان زمین تثبیت کند و به طور قابل توجهی موجب کاهش از دست دادن خاک شود.

اعتبار سنجی از نقشه خطر فرسایش از جنبه های مهم تجزیه و تحلیل ارائه شده است. این را می توان از طریق یک ارزیابی کمی مانند اندازه گیری فرسایش (استروسنجر، 2003) به دست آورد. روش دیگر، در نظر سنجی های کمی مانند اندازه گیری های تکراری از حجم جاری (بیکتانت استرک، 2003) تکیه می کنند. توجه داشته باشید که اجرای این تکنیک اعتبار سنجی به منظور رسیدن به اطلاعات قابل اعتماد در فرایندهای فرسایش کار فشرده و وقت گیر است. بنابراین، در عمل برای انجام یک مقیاس بزرگ اعتبار سنجی کمی از نقشه خطر فرسایش بسیار دشوار است. از

دیدگاه عملی، یک جایگزین جذاب برای انجام یک اعتبار سنجی کیفی نقشه فرسایش منطقه است، (وریلینگ و همکاران، 2006).

در این کار، اعتبار سنجی با مقایسه فرسایش نقشه خطر به وضعیت نقشه تخریب زمین انجام می شود. در سال 2008 "ارزیابی ظرفیت برای بهبود مدیریت محیط زیست جهانی" گزارش پروژه شامل یک ارزیابی کیفی در منطقه مورد مطالعه وضعیت تخریب بر اساس نظرات کارشناسان قوم بوده است. در آن گزارش، هر منطقه طبقه بندی شده بود و نقشه برداری با توجه به وضعیت گسترده ترین تخریب صورت گرفته بود، به عنوان مثال، تخریب جزئی، متوسط و شدید (انسرگمنت و غیره 2008) نقشه خطر فرسایش، سطح بسیار بالا و در معرض خطر فرسایش به یک کلاس مربوط به وضعیت تخریب شدید با هم ادغام شدند، در حالی که سطوح بسیار پایین و کم خطر فرسایش در یک کلاس مربوط به وضعیت افت جزئی ادغام شدند. این دو نقشه پس از آن برای عبور از تجزیه و تحلیل جدول بندی در نرم افزار IDRISI ارائه شده است.

آن ها شدت (شاخص V کرامر = 0.6) و سطح پایین از مکاتبات را نشان می دهند، به عنوان یک شاخص کاپا کلی 0.37 مشهود است. توجه داشته باشید که در مطالعه ما، با استفاده از مناطق به عنوان واحد پایه برای مقایسه نقشه وضعیت تخریب، در حالی که واحد مقایسه برای فرسایش نقشه خطر پیکسل با راه حل، از مجموع 1 ثانیه بوده است. این اختلاف می تواند مکاتبات ضعیف بین این دو نقشه را توضیح دهد. همانطور که قبلا ذکر شد، اعتبار سنجی نقشه خطر فرسایش برای مناطق بزرگ یک کار چالش برانگیز است. شاید به همین دلیل مقاله در خطر فرسایش تمایل به جست و خیز مرحله اعتبار سنجی دارد (جورگنز و فندر، 1993؛ لی و همکاران، 2006؛ لو و همکاران، 2004؛ استفاده مجدد و همکاران، 2000؛ شیریملی و همکاران، 2001؛ ویدایانتان و همکاران، 2002). در مطالعه ما، پوشش گیاهی نقشه پوشش محصول است که با کیفیت پایین از 5600 متر استخراج شده است. به یاد بیاورید که پوشش گیاهی یک الگوی فرسایش است، در مطالعات مختلف در ارزیابی فرسایش منطقه ای برای مناطق کوهستانی نشان داده شده است (بو خیر و همکاران، 2006؛ اکوت، 2003؛ اوکو و همکاران، 2014؛ وریلینگ و همکاران، 2006). (در پایین) با

وضوح از نقشه پوشش گیاهی مورد استفاده در مدل ما به دقت برآورد تغییر پوشش گیاهی محلی به نظر کافی است ، در نتیجه کاهش دقت نقشه خطر فرسایش را موجب می شود.

نقشه خطر فرسایش می تواند به عنوان مشاهدات جدید در دسترس باشد. در زمینه کمبود داده های موجود، مدل ایکونا چارچوب قابل اعتمادی برای ارزیابی خطر فرسایش است (بایرامین و همکاران، 2003؛ ایکونا، 1991، 1997؛ زاز به و رومشو، 2012). مدل ایکونا انعطاف پذیر است، اجازه می دهد تا برای تنظیم موثر ماتریس قانون تصمیم گیری برای پاسخگویی به شرایط خاص هر کشور یا منطقه تصمیم گیری شود (ایکونا، 1997). در همین راستا، باید یافته های ما به عنوان راهنما برای طراحی سیاست های کارآمد حفاظت آب و خاک را مشاهده کنید. در واقع، هر منطقه نیاز به پیاده سازی منابع هدفمند (خاک و آب) اقدامات مدیریت دارد. مناطق نوع (1) ، یعنی منطقه بوکومبه، باید اجرای اقدامات حفاظت نهادهای و استراتژی های حفاظت آب و خاک با منابع مالی و انسانی محدود انجام گیرد و تمرکز بر مناطق کوچک در اولویت قرار گیرد (وریلینگ و همکاران، 2006) . ارائه اطلاعات نقشه خطر فرسایش در مورد محل مناطق مشکل ساز شده و نشان می دهد که در آن مداخلات فوری کاهش دهنده فرسایش باید انجام شود. در این رابطه، پیشنهاد نقشه خطر فرسایش گسترش دهنده مجموعه ای است که می تواند توسط دانشمندان و تصمیم گیرندگان در بنین استفاده شود.

6. نتیجه گیری

این مطالعه برجسته ارزش تحلیلی تعبیه داده ژئو گرافیک به سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدل ایکونا برای ارزیابی بهتر خطر فرسایش بالقوه در یک منطقه بزرگ از جمله محدوده کوه آتاکورا است. این مدل شامل عوامل فرسایش مانند شیب، خواص خاک، استفاده از زمین / پوشش زمین و پوشش گیاهی است . قواعد تصمیم گیری دانش کارشناس را در مورد فرایند فرسایش در نظر می گیرد. نقشه خطر فرسایش امکان شناسایی مناطق مستعد فرسایش را می دهد. ماهیت پایین به بالای این مطالعه زمینه را برای تحقیق آینده در مقیاس کوچک برای اندازه گیری جهانی خطر فراهم می کند سیاست های حفاظتی موثر از این یافته ها منتفع می شوند.