Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال یازدهم، شماره یک، پاییز ۱۴۰۰

ISSN 2251-7480

ارزیابی اثرات تخریب پوشش گیاهی بر تغییرات رواناب و پتانسیل آلودگی آب در زیرحوضه‌های آبخیز استان آذربایجان شرقی

اردوان زرندیان[1]* و مجید رمضانی مهریان[2]

۱*) استادیار گروه ارزیابی و مخاطرات محیط‌زیست، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، تهران، ایران.

۲)استادیار گروه علوم محیطی، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی (سمت)، تهران ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: azarandian@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶

چکیده:

پوشش گیاهی عاملی مهم مؤثر بر رواناب، کمیت و کیفیت آب در یک حوضه آبخیز است. این تحقیق به بررسی اثرات کاهش پوشش گیاهی در آبخیز شرق دریاچه ارومیه بر دو پارامتر رواناب و پتانسیل ایجاد آلودگی آب می‌پردازد. برای ارزیابی هم‌زمان سه پارامتر موردنظر از مدل WWPSS، استفاده شد. پوشش گیاهی نمایشگر کسری از انواع پوشش علفی، درختی و اراضی فاقد پوشش گیاهی است که از تصاویر ماهواره‌ای MODIS VCF اخذ گردید. رواناب به‌صورت بودجه آبی انباشت شده در پایین‌دست موردمحاسبه قرار گرفت. همچنین این مدل شاخصی را برای تعیین سطح بالقوه آلایندگی آب تدارک می‌نماید. نتایج نشان داد که پوشش مرتعی به‌طور میانگین حدود ۳۲ درصد کاهش یافته است. همچنین میانگین تولید رواناب در شرایط موجود در ۴ زیرحوضه آجی چای، قلعه چای، مردوق چای و صوفی چای به ترتیب به مقدار ۲/۶، ۳/۱۶، ۲/۹ و ۳/۲۵ درصد اولیه در مقایسه با وضعیت قبل از کاهش پوشش گیاهی افزایش یافته است. بر اساس نتایج، اختلاف در پتانسیل آلودگی آب در نقاط مختلف حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه بین دو وضعیت پایه و موجود، در طیفی بین ۹- تا ۱۵ درصد و به‌طور میانگین معادل ۰/۶ درصد نوسان داشته است. این تغییر، موجب افزایش بار آلودگی در بعضی نقاط و کاهش آن در نقاط دیگر شده است؛ امّا درمجموع به تغییرات افزایشی در پتانسیل آلودگی آب با میانگین حدود ۲/۵ درصد در کل آبخیز انجامیده است. روش مورداستفاده می‌تواند برای کمّی سازی و نقشه سازی تغییرات آبی اکوسیستم و کاربست آن در ارزیابی و مدیریت محیط‌زیست مورداستفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی؛ پوشش گیاهی؛ رواناب؛ پتانسیل آلودگی آب؛ آبخیز

مقدمه

رویشگاه‌های پوشش گیاهی به لحاظ نقش زیستگاهی آن‌ها از یکسو و کارکردهای مختلف اکولوژیکی که در حفظ تعادل طبیعی یک منطقه دارند و نقش تنظیمی آن‌ها در رابطه بین آب، هوا و خاک، دارای اهمیت بسزایی است (Gaitan et al., 2014). این رویشگاه‌ها به‌ویژه در مدیریت اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای پوشش گیاهی ضعیفی هستند، نقش حیاتی دارند (چاهوکی و دیگران، ۱۳۹۵).

تغییر پوشش/کاربری زمین - به‌ویژه تغییر پوشش گیاهی - یکی از مهم‌ترین عواملی است که بر جریان رواناب و ذخیره آب‌های زیرزمینی تأثیر می‌گذارد. پوشش

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی دست‌نخورده همچنین ممکن است با فیلتر کردن رسوبات و کاهش ورودی‌های کشاورزی موجب تولید آب باکیفیت شوند. ازاین‌رو اتلاف پوشش گیاهی در یک منطقه، می‌تواند اثرات شگرفی بر هر دو مقوله کمیت و کیفیت آب به دنبال داشته باشد (Pissarra et al., 2019).

قسمت‌های شرقی حوضه آبخیز دریاچه ارومیه واقع در استان آذربایجان شرقی، به‌ویژه با روند خشکیدن دریاچه منحصربه‌فرد ارومیه طی چند دهه اخیر، با مخاطرات جدی در زمینه از بین رفتن پوشش گیاهی اراضی اطراف دریاچه و پهنه آبخیزی آن مواجه شده است که به‌تدریج اثرات آن بر گونه‌های شاخص گیاهی منطقه در حال هویدا شدن است (هراتی و دیگران، ۱۳۹۹). به‌ویژه آنکه اثرات تجمعی مربوط به عواملی چون تغییرات کاربری و تغییرات اقلیمی به وخیم‌تر شدن وضعیت پوشش گیاهی منطقه انجامیده است (کمالی و یونس زاده جلیلی، ۱۳۹۴).

بر اساس مطالعات قبلی، حوضه آبخیز دریاچه ارومیه در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۷، به لحاظ تغییرات پوشش/ کاربری زمین، تغییرات و انتقالات شدیدی را تجربه کرده است و مراتع آن بیشترین آسیب‌پذیری را تجربه کرده‌اند که نشان از افزایش اراضی فاقد پوشش گیاهی است (امینی و دیگران،۱۳۹۶؛ احمدی و دیگران،۱۳۹۷؛ رستمی و دیگران،۱۳۹۸). همچنین بر اساس مطالعه یاراحمدی و نیک جو در سال ۱۳۹۱، در محدوده موردنظر، بیشترین تغییرات در گروه کاربری‌های کلاس مرتع صورت پذیرفته به‌نحوی‌که طی بازه زمانی موردنظر عمده مراتع خوب از بین رفته و به سایر کاربری‌ها به‌ویژه اراضی دیم و باغات تبدیل‌شده است.

به‌منظور، بررسی اثر کاهش پوشش گیاهی بر مقدار تولید رواناب، رضایی مقدم و دیگران در سال ۱۳۹۴، روند تغییرات رواناب زیرحوضه صوفی چای در شرق دریاچه ارومیه را با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و GIS موردبررسی قراردادند. بر اساس مطالعه آن‌ها طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۸۷، کاربری‌های مراتع درجه ۱ و ۲ و ۳ کاهش و پوشش زمینی بایر افزایش یافته است. همچنین بر اساس روش بارش شبیه‌سازی‌شده، ۱۰۰ میلی‌متر حجم رواناب حاصل از بارش افزوده‌شده است. بر این اساس با تداوم روند کاهش مراتع و افزایش اراضی بایر، پتانسیل سیل‌خیزی در محدوده موردمطالعه آن‌ها افزایش قابل‌توجهی داشته است.

در مطالعات دیگری، در محدوده حوضه آبخیز دریاچه ارومیه که با محوریت اثرات تغییرات اقلیمی بر بارندگی صورت پذیرفته است، اگرچه ارزیابی‌های وضع موجود و پیش‌بینی‌های آینده، حکایت از کاهش میزان تولید رواناب‌های سطحی به دلیل تغییر در پارامترهای اقلیمی مانند افزایش دما و کاهش بارش دارند (ثانی خانی و دیگران،۱۳۹۲؛ غریب دوست و دیگران،۱۳۹۵؛ رضایی مقدم و دیگران، ۱۳۹۱)، اما این نکته که همین رواناب موجود در صورت تخریب پوشش گیاهی می‌تواند مخاطراتی چون سیلاب (محمودزاده و دیگران، ۱۳۹۶)، افزایش فرسایش خاک (Malian, et al., 2017) و کدورت منابع آب سطحی را به دنبال داشته باشد، نباید مغفول بماند.

هدف اصلی این تحقیق، بررسی اثرات کاهش و تخریب پوشش گیاهی مرتعی در حوضه و زیرحوضه‌های آبخیز در محدوده شرقی دریاچه ارومیه بر دو پارامتر هیدرو- اکولوژیک تغییرات رواناب و پتانسیل ایجاد آلودگی آب با استفاده از یک رویکرد مدلسازی هیدرولوژیک است. در این تحقیق برای بررسی هم‌زمان تغییرات پوشش گیاهی، تولید رواناب و پتانسیل توزیع آلاینده‌های آب‌های سطحی از مدل **سامانه پشتیبان سیاست‌گذاری آب جهانی** (Water World Policy Support System) که از این به بعد به‌اختصار مدل WWPSS نامیده می‌شود، استفاده شد (Mulligan, 2013). مطالعات مختلفی در سطح بین‌المللی انجام‌شده است که برای ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی و رابطه آن با

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای هیدرولوژیک ازجمله رواناب از این مدل استفاده نموده‌اند (Mulligan, 2016, Van Soesbergen, 2013, Zarandian et al., 2016). کاربرد این مدل توسط محققین در نقاط مختلف دنیا، علیرغم اینکه مدت زیادی از معرفی آن نگذشته است، به‌طور قابل‌توجهی در حال افزایش است. به‌عنوان‌مثال، وان سوس برگن و مولیگان (۲۰۱۴)، از مدل WWPSS برای سنجش اثرات تهدیدهای چندگانه جنگل‌زدایی، در جنگل‌های آمازون در کشور پرو از هر دو منظر اثر فرسایش بر کیفیت و کمیت آب استفاده نموده‌اند (van Soesbergen and Mulligan, 2014). همچنین موارد متعدد دیگری از کاربرد این مدل در نقاط مختلف وجود دارد که ارائه همه آن‌ها در این مقاله میسر نیست. بااین‌حال چند مورد مهم از کاربردهای مدل توسط مجامع معتبر بین‌المللی عبارت‌اند از: ارزیابی اثرات اکتشاف معدن در بولیوی توسط بانک جهانی، ارزیابی خدمات آبی اکوسیستم در پارک ملی شیواپوری در کشور نپال توسط دانشگاه کمبریج، استفاده توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (US EPA) جهت ارزیابی اثرات سوخت زیستی بر منابع آبی و ارزیابی اثرات تغییر کاربری زمین بر منابع آبی در ماداگاسکار (Mulligan, 2012, Mulligan, 2013).

با توجه به نیاز موجود برای نقشه سازی تغییرات مکانی کارکردهای آبی اکوسیستم‌های طبیعی با هدف تعیین دقیق‌تر اثرات محیط زیستی آن‌ها و ضرورت جایگزینی روش‌های کمّی سنجش اثرات (Mazzei, et al., 2018) به‌جای روش‌های صرفاً توصیفی رایج، روش به‌کاررفته در این تحقیق و سایر روش‌های مشابه آن دارای اهمیت تأثیرگذاری در ارتقاء شیوه انجام فرایندهای ارزیابی محیط‌زیست خواهد بود.

مواد و روش‌ها

محدوده موردمطالعه

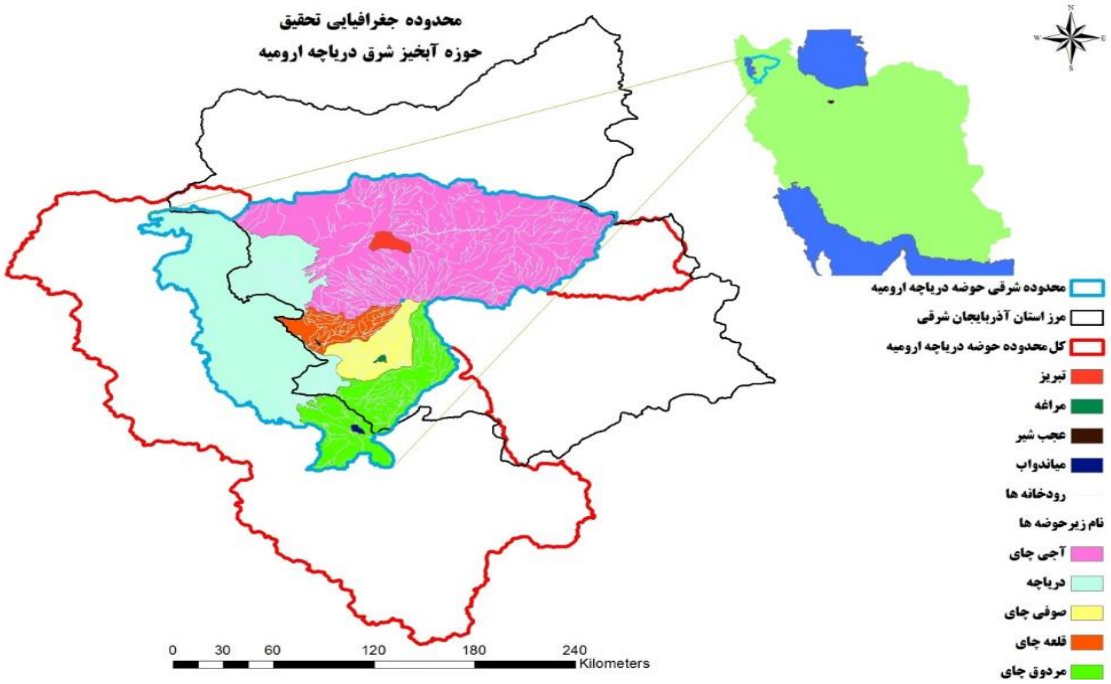
چهار زیرحوضه آبخیز در محدوده شرقی دریاچه ارومیه واقع در استان آذربایجان شرقی، به‌عنوان محدوده جغرافیایی انجام مطالعات ارزیابی و تعیین اثرات اتلاف پوشش گیاهی بر تغییرات رواناب و پتانسیل آلودگی آب انتخاب‌شده است. این چهار زیرحوضه عبارت‌اند از: آجی چای، قلعه چای، صوفی چای و مردوق چای، به مساحت تقریبی ۲۳۱۶۰ کیلومترمربع که باهم می‌توان آن‌ها را به‌عنوان حوضه بزرگ‌تر آبخیز شرق دریاچه ارومیه در نظر گرفت. دلیل بررسی متمایز در این چهار زیرحوضه وجود تفاوت‌های ساختاری در پوشش/ کاربری زمین و مقدار پوشش گیاهی مرتعی و تفاوت در سایر پارامترهای فیزیکی مانند توپوگرافی، شیب، نوع خاک، شکل زمین در آن‌هاست که بر این اساس انتظار می‌رود، تفاوت‌های بارزی در ظرفیت تولید و جاری بودن رواناب و پتانسیل توزیع آلودگی آب در هر یک از این زیر حوضه‌ها با همدیگر وجود داشته باشد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز دریاچه ارومیه و زیرحوضه‌های شرقی را در ایران، استان آذربایجان شرقی و همچنین در محدوده حوضه کلان دریاچه ارومیه نشان می‌دهد.

روش تحقیق

مدل WW PSS، یکی از انواع مدل‌های نظام جهانی دینامیک است که در مقیاس‌های فضایی مختلف از جهانی تا منطقه‌ای و همچنین تا سطوح آبخیز تا لندسکیپ قابل‌استفاده است. این سامانه با تجهیز کاربران به امکان ارزیابی اثرات طیفی از سناریوهای طبیعی و انسانی بر روی شرایط پایه هیدرولوژیک یک منطقه، می‌تواند کمک زیادی به رفع چالش پیچیدگی انجام چنین ارزیابی‌هایی بنماید. به‌علاوه، این سامانه، اطلاعات علمی و تحلیل سناریویی را برای کاربرانی که دارای ظرفیت‌های فنی لازم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه در شمال غربی ایران و چهار زیرحوضه موردمطالعه آن

برای انجام محاسبات هیدرولوژیک نیستند و ازجمله مدیران و ارزیابان محیط زیستی فراهم می‌نماید. (http://www.policysupport.org/waterworld).

معادلات اصلی مربوط به برآورد و محاسبه رواناب توسط این مدل در قسمت‌های بعدی روش‌های معرفی‌شده تشریح شده است.

روش ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان (تعیین روند افزایش، کاهش یا اتلاف پوشش گیاهی)

پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از مدل PSS WW، بدین‌صورت است که پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از پارامترهای کلیدی در سنجش شرایط هیدرولوژیک و همچنین سناریوسازی تغییرات پوشش/ کاربری زمین، در این مدل لحاظ گردیده است. پوشش زمین در این مدل نمایش‌دهنده کسری از انواع پوشش درختی، علفی و اراضی بایر (لخت بدون پوشش گیاهی) در موزاییک‌هایی با دو قدرت تفکیک متفاوت ۱ کیلومترمربع برای ارزیابی‌های وسیع مقیاس (مثلاً قاره‌ای) و ۱ هکتاری برای ارزیابی‌های محلی (مثلاً آبخیز)، بسته به انتخاب کاربر است که از تصاویر ماهواره‌ای MODIS VCF (Zarandian et al., 2016) اخذ می‌گردد. در این تصاویر ماهواره‌ای، هر سلول از شبکه رستری به سه نوع پوشش درختی، گیاهی (پوشش غیرچوبی) و فاقد پوشش گیاهی (اراضی لخت و بایر) متمایز می‌گردد (Carroll et al., 2010).

این مدل قادر است برای هرکجای جهان، با استفاده از بیش از ۱۴۰ داده‌ی نقشه شده و بر مبنای ویژگی‌های فضایی، یک شرایط پایه یا وضعیت مرجع هیدرولوژیکی مربوط به دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۰ را تعریف نماید. نقشه‌های پوشش گیاهی علفی، پوشش گیاهی درختی و پوشش اراضی بایر سه تا از داده‌های کلیدی پایه هستند که با اجرای اولیه مدل و در فرایند آماده‌سازی داده‌ها، بااتصال به پایگاه داده‌های جهانی ماهواره مودیس تهیه می‌شوند. پس از تهیه نقشه‌های پایه پوشش گیاهی برای سال پایه ۲۰۰۰، می‌توان با استفاده از ابزار سناریو ساز این مدل، با اعمال تغییرات لازم نقشه وضعیت جاری (موجود) پوشش گیاهی را نیز با کاربست نرخ تغییرات پوشش بر اساس اطلاعات موجود تولید نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

در این تحقیق، برای تولید نقشه پایه پوشش گیاهی محدوده موردمطالعه، از داده‌های رستری ۹ موزاییک ۱ درجه‌ای (۱۰۰ کیلومتری) با قدرت تفکیک ۱ هکتار مدل برگرفته از تصاویر ماهواره‌ای MODIS VCF استفاده شد. با توجه به اینکه نقشه پایه مربوط به مقطع زمانی گذشته حوضه آبخیز و قبل از کاهش یا تخریب پوشش گیاهی در دو دهه اخیر است، داده‌های مدل همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد مربوط به دوره زمانی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۰ میلادی بوده است. سپس با طی گام‌های آماده‌سازی داده‌ها که گام اولیه در فرایند اجرای مدل محسوب می‌شود و انتقال خروجی آن به نرم‌افزار Arc GIS 10.3 و با انجام پردازش‌های لازم، نقشه پایه موردنظر تولید شد. سپس برای تعیین تغییرات رخ‌داده در پوشش گیاهی در بازه زمانی دو دهه اخیر از قابلیت ابزار سناریو ساز مدل به نام Policy Exercise استفاده گردید. بدین مفهوم که نرخ کاهش مساحت اراضی تحت پوشش گیاهی و مرتعی از مطالعات قبلی تغییرات پوشش/ کاربری زمین که بر اساس تحلیل تصاویر ماهواره‌ای تعیین شده بود، به‌عنوان نرخ اتلاف پوشش گیاهی وارد ابزار سناریو ساز نرم‌افزار شد تا بر این اساس نقشه جاری پوشش گیاهی محدوده موردمطالعه با انجام تغییرات لازم در نقشه پایه پوشش گیاهی تولید گردد. در این تحقیق، برای تعیین نرخ اتلاف پوشش گیاهی از نتایج مطالعات دانشگاه صنعتی شریف در چارچوب طرح احیای دریاچه ارومیه (کمالی و یونس زاده جلیلی، ۱۳۹۴) استفاده و بر همین اساس نرخ اتلاف پوشش گیاهی مرتعی در بازه زمانی ۲۰ سال اخیر در محدوده‌های شرقی دریاچه ارومیه ۴۰ درصد در نظر گرفته شد.

روش برآورد میزان تولید رواناب و تغییرات آن در طول زمان (قبل و بعد از اتلاف پوشش گیاهی)

در این مدل ابتدا محصول سالانه آب Y (x) برای هر پیکسل در لندسکیپ x، از رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$Y(x) = \left(1 - \frac{AET(x)}{P(x)}\right).P(x) \qquad (۱)$$

که در آن: AET(x) تبخیر تعرق واقعی سالانه برای پیکسل x و P(x) بارش سالانه در پیکسل x است. برای محدوده‌هایی که دارای پوشش گیاهی هستند، سهم تبخیر و تعرق در بودجه آبی، $\frac{AET(x)}{P(x)}$، برمبنای منحنی بودیکو (Zhang, et al., 2017) در نظر گرفته می‌شود:

$$\frac{AET(x)}{P(x)} = 1 + \frac{PET(x)}{P(x)} - \left[1 + \left(\frac{PET(x)}{P(x)}\right)^{\omega}\right]^{1/\omega} \qquad (۲)$$

که در آن: PET(x) پتانسیل تبخیر و تعرق و $\omega(x)$ یک پارامتر غیر فیزیکی است که به ویژگی‌های اقلیمی- خاک مربوط می‌شود. جزئیات این موارد عبارت‌اند از :T(x) پتانسیل تبخیر و تعرق به‌صورت ذیل تعریف می‌شود:

$$PET(x) = K_c(\ell_x).ET_0(x) \qquad (۳)$$

که در آن: ET0(x) تبخیر و تعرق مرجع در پیکسل x و $K_c(\ell_x)$ ضریب تبخیر و تعرق گیاه (پوشش) در ارتباط با پوشش/ کاربری ℓ_x در پیکسل x است. $ET_0(x)$ بازتاب‌دهنده شرایط محلی اقلیمی بر مبنای تبخیر و تعرق از پوشش گیاهی رشد یافته در محل است. $K_c(\ell_x)$ تا حد زیادی به‌واسطه ویژگی‌های پوشش گیاهی در پوشش/کاربری موجود در یک پیکسل تعیین می‌شود. Kc مقدار ارزشی ET0(x) را برای محصول زراعی یا نوع پوشش گیاهی در هر پیکسل از نقشه کاربری/ پوشش تعدیل یا اصلاح می‌نماید. تشریح بیشتر جزئیات معادلات و فرایندهای مربوط به این مدل به دلیل حجم بالایی از محاسبات مربوط به انواع گوناگونی از متغیرهای اقلیمی، فیزیکی و اکولوژیکی، در دستور کار این مقاله نیست. برای دسترسی به جزئیات بیشتر در مورد چگونگی محاسبات، می‌توان به مقالات مولیگان و بورک (Mulligan, 2013) ارجاع داد. همچنین لازم به ذکر است که آزمایش این مدل و اعتبار سنجی آن در منابع (Bruijnzeel et al., 2011, Van Soesbergen, 2013) تشریح شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طور خلاصه، در این مدل رواناب به‌صورت بودجه آبی انباشت شده در پایین‌دست موردمحاسبه قرار می‌گیرد. بودجه آبی منفی (بارش< تبخیر تعرق واقعی) در یک سلول به مفهوم مصرف رواناب در بالادست است. در این تحقیق برای برآورد رواناب در شرایط پایه قبل از اتلاف پوشش گیاهی یک بار مدل WWPSS با استفاده از نقشه پایه پوشش گیاهی اجرا شد. سپس برای بار دوم مدل بر اساس نقشه وضع موجود پوشش گیاهی پس از کاهش/ اتلاف آن اجرا گردید. سپس نتایج حاصل از خروجی‌های حاصل از دو مرحله اجرای مدل باهم مقایسه شد تا میزان تغییرات در تولید رواناب مشخص گردد.

روش تعیین پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی

مدل WWPSS، همچنین قادر است از طریق مدل‌سازی کمیت آب (تعادل آبی انباشت شده در پایین‌دست به‌عنوان رواناب)، شاخصی را برای تعیین سطح بالقوه آلایندگی آب در اثر اقدامات انسانی، تحت عنوان نمایه ردپای انسانی بر روی کیفیت آب (Water Quality Human Footprint)، تدارک نماید. تعادل آبی درواقع مقدار آبی است که به‌عنوان منبع در سطح زمین در دسترس است (Armstrong, et al., 2017). نمایه مذکور همچنین نشان می‌دهد، با توجه به اثرات اقدامات انسانی در تغییر پوشش طبیعی زمین تا چه حد ممکن است آب در پایین‌دست تحت تأثیر محرکه آلودگی ناشی از بالادست قرار گیرد. این شاخص فرض می‌نماید که بارش باران بر زمین تحت تصرف پوشش انسان‌ساخت، می‌تواند به تشکیل منابع آلاینده نقطه‌ای (معادن، چاه‌های نفت، جاده و شهر) و غیر نقطه‌ای (نواحی زراعی و چراگاهی) و تولید هرزاب‌های آلوده بیانجامد. ازاین‌رو شاخص ردپای انسانی بر کیفیت آب در یک نقطه، عبارت است از سهم آبی که به‌صورت بارش در آن نقطه بر پوشش‌های انسان‌ساخت می‌بارد و بنابراین شاخصی از سطح بالقوه آلودگی آب محسوب می‌گردد (Jia et al., 2010)؛ بنابراین اثرات بر کیفیت آب بستگی به‌اندازه و توزیع کاربری‌های انسانی در بالادست در ارتباط با جاهایی دارد که بارش نزول می‌نماید. درمجموع رویکرد علمی این مدل برای تعیین پتانسیل آلودگی و تغییر کیفیت آب، بر مبنای محاسبه شاخص میانگین ردپای انسانی است و بر اساس آن درصد آبی که ممکن است به‌واسطه ورود آلاینده‌های آبی آلوده گردد محاسبه می‌شود.

نتایج و بحث

تحلیل تغییرات پوشش گیاهی طی بازه زمانی پایه (۲۰۰۰) تا جاری (۲۰۲۰)

شکل ۲ مقدار پوشش گیاهی علفی- مرتعی محدوده شرقی حوضه آبخیز دریاچه ارومیه را در دو وضعیت پایه و گذشته (الف) و موجود و حال (ب) نشان می‌دهد. برای تعیین میزان تغییرات پوشش گیاهی از گذشته تا حال، کافی است ارزش عددی هر یک از سلول‌های رستری در نقشه‌های وضعیت پایه و جاری که نمایانگر درصد توزیع فضایی پوشش گیاهی علفی (غیردرختی) در هر سلول است، مورد مقایسه قرار گیرد. به‌عبارت‌دیگر محاسبه تفاوت بین نقشه پایه و جاری (نقشه پایه منهای نقشه جاری) در محیط نرم‌افزار Arc GIS 10.3 و تغییرات عددی رخ‌داده در هر یک از دو نقشه مذکور، می‌تواند تعیین‌کننده مقدار تغییرات رخ‌داده باشد.

بر اساس نتایج حاصل از خروجی مدل، بیشینه درصد پوشش علفی از ۱۰۰ به ۹۰ درصد کاهش یافته است. بازه تغییرات در شکل ۲ (الف و ب) قابل مشاهده است. بر این اساس میانگین پوشش علفی مرتعی کل حوضه آبخیز از وضعیت پایه تا موجود دارای کاهش نسبتاً چشمگیری بوده است و از ۷۸/۳۶ درصد در شرایط پایه به حدود ۴۷ درصد در شرایط موجود کاهش یافته است؛ بنابراین طی بازه زمانی موردنظر، روند تخریبی پوشش گیاهی در محدوده موردمطالعه به‌طور میانگین حدود ۳۲ درصد بوده است. به‌عنوان پیامد چنین تغییری پوشش بایر در محدوده موردمطالعه افزایش یافته است. با توجه به تغییرات ناشی از کاهش منابع آبی حوضه آبخیز دریاچه ارومیه و اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

مستقیم آن بر پوشش گیاهی، بروز این تغییرات، به مفهوم تبدیل تدریجی اراضی مرتعی به بایر در محدوده موردمطالعه قابل تفسیر است. این نتیجه با نتایج تحقیق یاراحمدی و نیک جو در سال ۱۳۹۱ که روند بیشترین تغییرات کاهشی در پوشش مراتع فقیر تا متوسط را در حوضه آبخیز ارومیه ۲۵-۷ درصد برآورد کرده بودند، مطابقت دارد. بر این اساس برآورد نرخ میانگین کاهشی ۳۲ درصد پوشش‌های علفی- مرتعی در این تحقیق را می‌توان به‌عنوان تداوم روند کاهش و تخریب مراتع در طی دهه اخیر در نظر گرفت.

تولید رواناب در شرایط پایه در زیر حوضه‌های موردمطالعه

جدول ۱، کمینه، بیشینه و میانگین تولید رواناب در هر یک از زیر حوضه‌های چهارگانه قلعه چای، آجی چای، صوفی چای و مردوق چای در حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه را در شرایط پایه مورد مقایسه می‌دهد. بر اساس اطلاعات حاصله از محاسبات مدل، در شرایط پایه حوضه آبخیز، کمترین تولید رواناب در زیرحوضه قلعه چای با میانگین ۲۳۹۵۱۶/۲۰ و بیشترین تولید آن در زیرحوضه مردوق چای با میانگین ۱۲۴۵۹۰۹/۵۹ مترمکعب در سال برقرار است.

برآورد تغییرات تولید رواناب در زیر حوضه‌های موردمطالعه در شرایط موجود و پس از اتلاف پوشش گیاهی

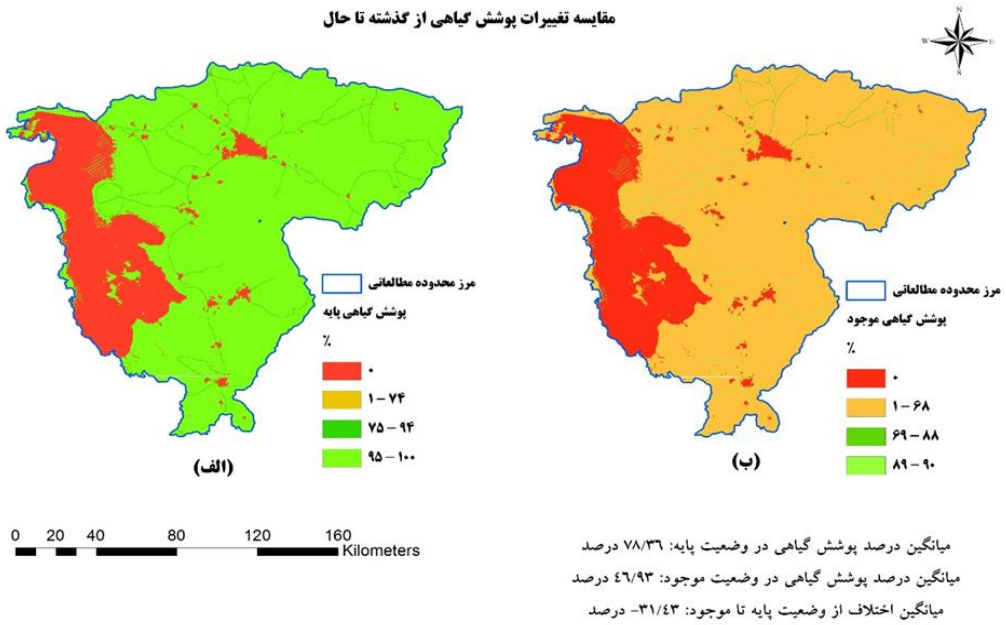
تغییرات کمیت میانگین تولید رواناب از وضعیت پایه تا موجود (قبل و بعد از اتلاف پوشش گیاهی) در زیر حوضه‌های آجی چای، قلعه چای، مردوق چای و صوفی چای در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین شکل‌های ۳ و ۴، وضعیت تغییرات در تولید رواناب را برحسب مترمکعب/سال و درصد تغییرات به ترتیب در زیر حوضه‌های قلعه چای و صوفی چای که بیشترین مقدار افزایش رواناب را داشته‌اند، نشان می‌دهد.

بر اساس محاسبات حاصل از اجرای مدل، میانگین تولید رواناب در شرایط موجود و پس از اتلاف پوشش گیاهی در زیر حوضه‌های آجی چای، قلعه چای، مردوق چای و صوفی چای به ترتیب به مقدار ۲/۶، ۳/۱۶، ۲/۹ و ۳/۲۵ درصد اولیه یعنی در مقایسه با وضعیت پایه و قبل از اتلاف پوشش گیاهی در محدوده‌های شرقی حوضه آبخیز دریاچه ارومیه افزایش یافته است. با نگاهی به شکل‌های ۳ و ۴ مشخص می‌شود که سطوح بیشینه تولید رواناب سطحی با تفاوتی نسبتاً چشمگیر با سطوح میانگین آن، به ترتیب در زیرحوضه‌های قلعه چای و صوفی چای ۸ تا ۱۲ درصد است که با توجه به پوشش مرتعی ضعیف‌تر این دو زیرحوضه نسبت به کل حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه و کاهش ۱۹ تا ۲۸ درصدی پوشش گیاهی آن‌ها نسبت به وضعیت پایه می‌تواند به لحاظ ایجاد مخاطرات ناشی از افزایش رواناب پیامدهای سنگین‌تری به همراه داشته باشد.

بر این اساس در کل محدوده حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه، میانگین رواناب تولیدشده از ۸۳۳۹۹۸/۳۳ مترمکعب در سال در وضعیت پایه به ۸۵۳۶۵۵/۲۹ در وضعیت موجود و به‌طور میانگین ۱۹۶۵۷ مترمکعب در سال افزایش یافته است که چنین امری به مفهوم افزایش ۲/۳ درصدی بار رواناب، افزایش پتانسیل مخاطرات بروز سیل، افزایش رسوبات ناشی از فرسایش آبی در شیب تپه‌ها و کانال‌های آبی، افزایش فرسایش خالص خاک، افزایش کدورت آب و کاهش کیفیت آب در آب‌های سطحی در پهنه حوضه آبخیز است. روند افزایشی رواناب به دلیل کاهش پوشش گیاهی منطقه و به‌تبع آن کاهش ظرفیت نگهداشت آب در خاک، با نتایج تحقیق رضایی مقدم و همکاران که افزایش ۱/۵ درصدی حجم رواناب تولیدی در حوضه آبریز سد علویان در استان آذربایجان شرقی و محدوده‌ای نزدیک به لحاظ جغرافیایی به محدوده این تحقیق را برآورد نمودند، انطباق دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. وضعیت پایه پوشش گیاهی (الف)، وضعیت موجود پوشش گیاهی (ب)

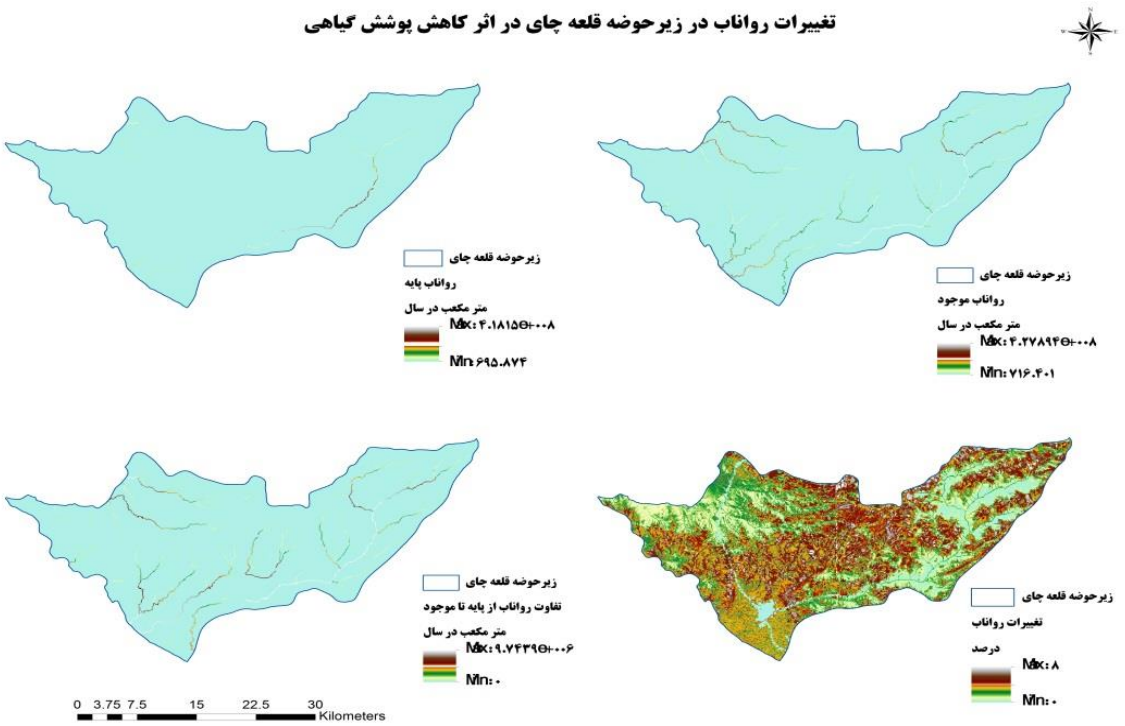
جدول ۱. تغییرات در میانگین تولید رواناب در زیرحوضه‌های آبخیز

نام زیر حوضه آبخیز	تغییرات تراکم پوشش گیاهی						تغییرات تولید رواناب (کمینه، بیشینه و میانگین)							
	وضعیت پایه (درصد)			وضعیت موجود (درصد)			وضعیت پایه (هزار مترمکعب/ سال)			وضعیت موجود (هزارمترمکعب/ سال)			تفاوت در میانگین رواناب (هزار مترمکعب/ سال)	میانگین تغییرات درصد
	کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه	بیشینه	میانگین	کمینه	بیشینه	میانگین		
آجی چای	۰	۱۰۰	۸۹,۹	۰	۹۰	۵۴,۰	۱,۸	۵۹۰۵۸۱,۵	۶۶۴۹۸,۱	۱,۸	۶۰۵۰۱,۳	۶۸۱۴۵,۳	۱۶۴۷,۲	۲,۶۰
قلعه چای	۰	۱۰۰	۷۷,۸	۰	۹۰	۴۶,۱	۶۹,۵	۴۱۸۱۵۰,۴	۲۳۹۵۱,۶	۷۱,۶	۴۲۷۸۹۴,۴	۲۴۵۵۸,۹	۶۳۷,۳۵	۳,۱۶
مردوق چای	۰	۱۰۰	۹۱,۷	۰	۹۰	۵۴,۳	۱۰,۳	۱۸۴۲۴۷۴,۸	۱۲۴۵۹۰,۹	۱۰,۳	۱۸۷۹۸۸۲,۴	۱۲۷۵۰۵,۱	۲۹۱۴,۱	۲,۹۰
صوفی چای	۰	۱۰۰	۹۷,۰	۰	۹۰	۵۷,۴	۶,۴	۱۹۸۶۱۴,۴	۵۵۰۰۲,۷	۶,۴	۲۰۴۶۰۹,۵	۵۶۶۳۷,۴	۱۶۳۴,۷	۳,۲۵

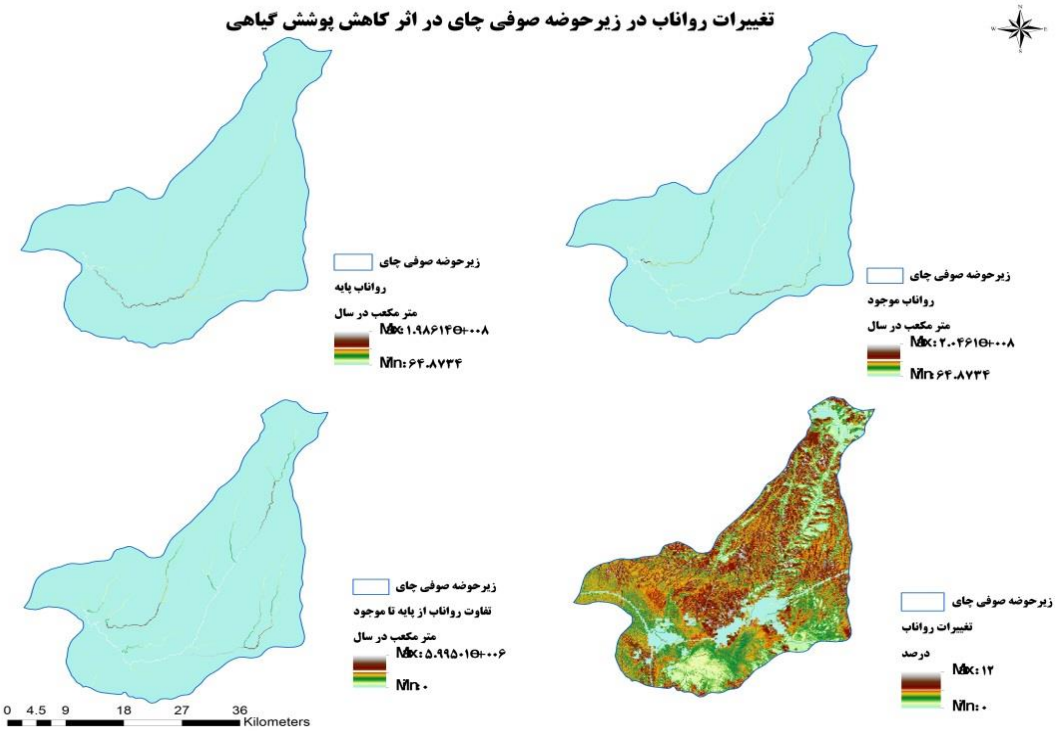
بنابراین با توجه به اینکه، اتلاف پوشش گیاهی در یک منطقه، می‌تواند اثرات شگرفی بر هر دو مقوله کمیت و کیفیت آب به دنبال داشته باشد. به لحاظ تغییرات کمیتی اتلاف پوشش گیاهی در حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه، بر وضعیت بودجه آبی و تولید رواناب طی دهه گذشته تأثیرگذار بوده است. عمده این تأثیرات نیز به دلیل کاهش میزان تبخیر و تعرق گیاهی (محمدی و دیگران، ۱۳۹۵) که دارای نقش تنظیم‌کنندگی برای تعادل هیدرولوژیک و بودجه آبی منطقه است رخ داده و با رهاسازی یک‌باره آب در طبیعت به‌جای نگه داشت و رهاسازی تدریجی آن طی فصول مختلف سال، موجب افزایش رژیم‌های سیلابی گردیده است که به دنبال آن انتظار می‌رود با افزایش فرسایش خاک و ورود بار رسوبات ناشی از خاک تخریب‌شده، کاهش کیفیت آب نیز اتفاق افتاده باشد. تغییرات کیفی آب در قسمت بعدی بر اساس نتایج اجرای مدل در ارتباط با پتانسیل توزیع آلودگی آب‌های سطحی موردبررسی قرارگرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. تغییرات تولید رواناب در زیرحوضه قلعه چای برحسب مترمکعب/ سال و درصد در شرایط موجود



شکل ٤. تغییرات تولید رواناب در زیرحوضه آبخیز صوفی چای برحسب مترمکعب/ سال و درصد در شرایط موجود

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد تغییرات در پتانسیل توزیع آلودگی آب‌های سطحی در زیر حوضه‌های موردمطالعه در شرایط موجود و پس از کاهش پوشش گیاهی

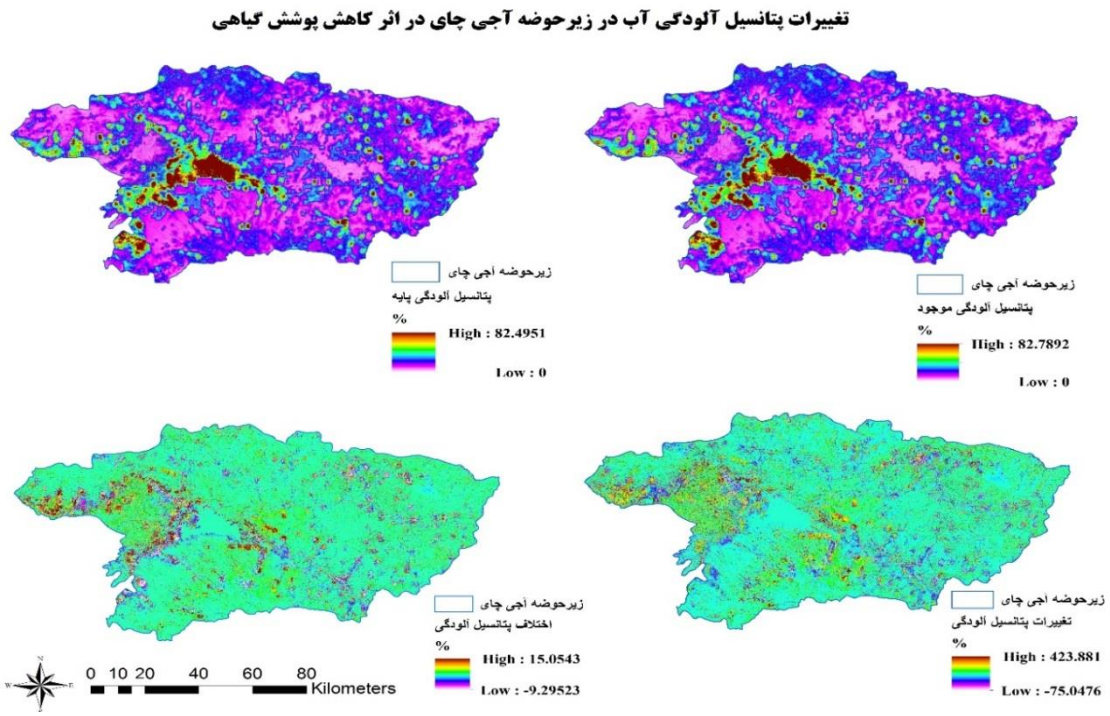
بر اساس خروجی‌های مدل، اختلاف‌پتانسیل آلودگی آب در محدوده آبخیز شرق دریاچه ارومیه بین دو وضعیت پایه و موجود، در طیفی بین ۱۵ تا ۹- درصد و به‌طور میانگین معادل ۰/۶ درصد افزایش پیدا نموده است. چنانچه قبلاً توضیح داده شد، پتانسیل آلودگی در مدل بر اساس اثرات تغییرات پوشش طبیعی زمین بر کمیت و چگونگی شکل‌گیری جریان رواناب و عبور آن از سطوح آلاینده نقطه‌ای (مثلاً نواحی مسکونی) و غیر نقطه‌ای (مثلاً نواحی زراعی) تعیین می‌شود؛ بنابراین کیفیت آب در جاهای مختلف آبخیز بسته به اندازه و نوع تغییرات پوشش/ کاربری زمین درگذر زمان تغییر می‌یابد که مدل درصد این تغییرات را به‌عنوان شاخص ردپای انسانی با اعداد منفی و مثبت نشان می‌دهد. ازاین‌رو منفی شدن شاخص مذکور به مفهوم بهبود کیفیت و مثبت شدن آن به مفهوم کاهش کیفیت آب‌های سطحی است. در محدوده موردمطالعه این تحقیق، مقدار میانگین کم آلودگی بدین معناست که نواحی با پتانسیل آلودگی زیاد و کم در مقیاس کل حوضه آبخیز همدیگر را خنثی می‌کنند. بااین‌حال، بر اساس خروجی‌های مدل، اختلاف‌پتانسیل آلودگی آب در محدوده موردمطالعه بین دو وضعیت پایه و موجود، در طیفی بین ۱۵ تا ۹- درصد است و این مقدار اختلاف، به تغییراتی در پتانسیل آلودگی با میانگین حدود ۲/۵ درصد در کل پهنه موردمطالعه انجامیده است.

البته با توجه به کاربرد انواع کودها و سموم شیمیایی در اراضی با کاربری زراعی و نیز سایر آلاینده‌های شیمیایی و خطرناک احتمالی در کاربری‌های صنعتی، حتی همین مقدار افزایش نیز باید موردتوجه قرار گیرد و به مفهوم روند افزایشی میزان آلودگی تفسیر گردد چراکه بسیاری از آلاینده‌ها حتی در اندازه‌های خیلی ناچیز نیز دارای پتانسیل مسمومیت و آسیب‌زایی هستند. بااین‌حال، این مقدار می‌بایست به دلیل وسیع بودن محدوده آبخیز در مقیاس زیر حوضه‌ها نیز موردبررسی قرار گیرد که در شکل‌های شماره ۵ تا ۸ نشان داده‌شده است.

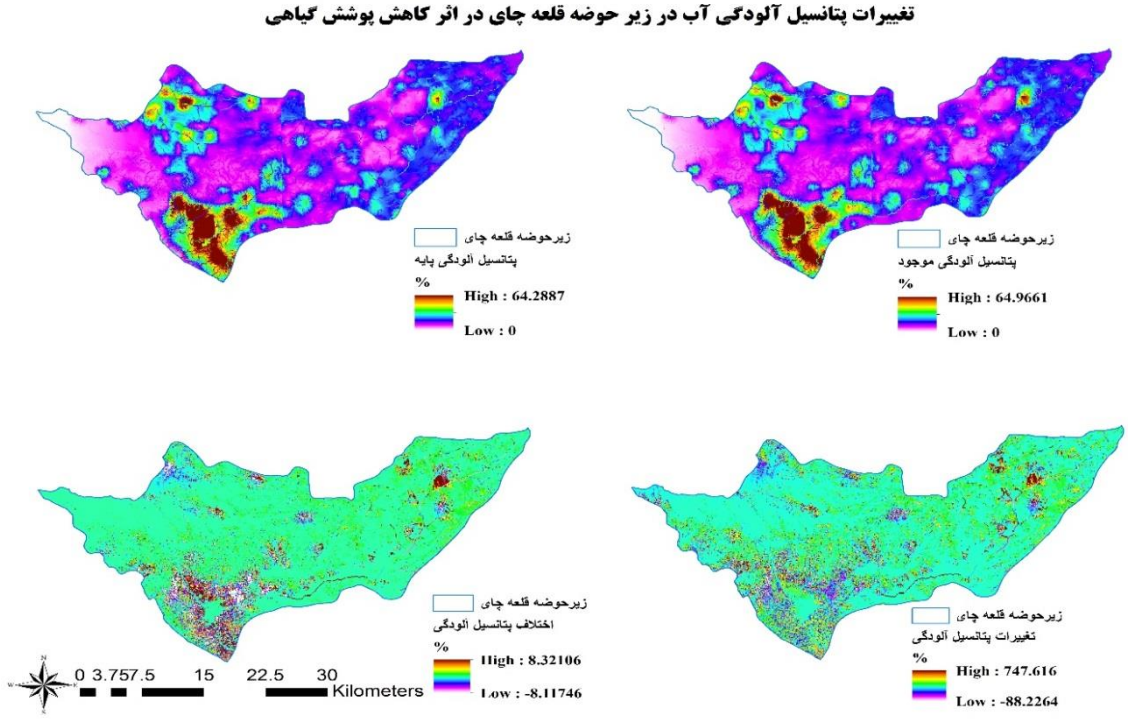
بر اساس اطلاعات حاصل از مدل، میانگین تغییرات در پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی در زیر حوضه های آجی چای، قلعه چای، مردوق چای و صوفی چای به ترتیب معادل ۳/۰۵، ۲/۳۷، ۱/۵۶ و ۱/۶۴ درصد برآورد شده است که بر این اساس پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی در زیرحوضه آجی چای از تغییرات بیشتری نسبت به سه زیرحوضه دیگر برخوردار خواهد بود. درمجموع با توجه به محاسبات انجام‌شده می‌توان چنین تفسیر نمود که کاهش پوشش گیاهی بر اساس خروجی‌های حاصل از مدل، تأثیر چندانی بر پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی ندارد، بااین‌حال تغییرات بیشتر در حوضه آجی چای می‌تواند علاوه بر پوشش مرتعی محدود به دلایل دیگری ازجمله وجود حداکثر بار جمعیت شهری و تراکم شدید نواحی صنعتی در این محدوده باشد. در این زمینه لازم به ذکر است که ۲۱ شهر از مجموع ۲۶ شهر حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه و ازجمله تبریز به‌عنوان مرکز استان در زیرحوضه آجی چای واقع‌شده‌اند. همچنین ۱۶ شهرک از ۲۵ ۲۵ شهرک صنعتی کل حوضه، در این زیرحوضه استقراریافته‌اند که این دو عامل انسانی می‌توانند پتانسیل ایجاد آلودگی آب را نسبت به زیر حوضه‌های مجاور تا حد زیادی افزایش دهند.

www.SID.ir

Archive of SID



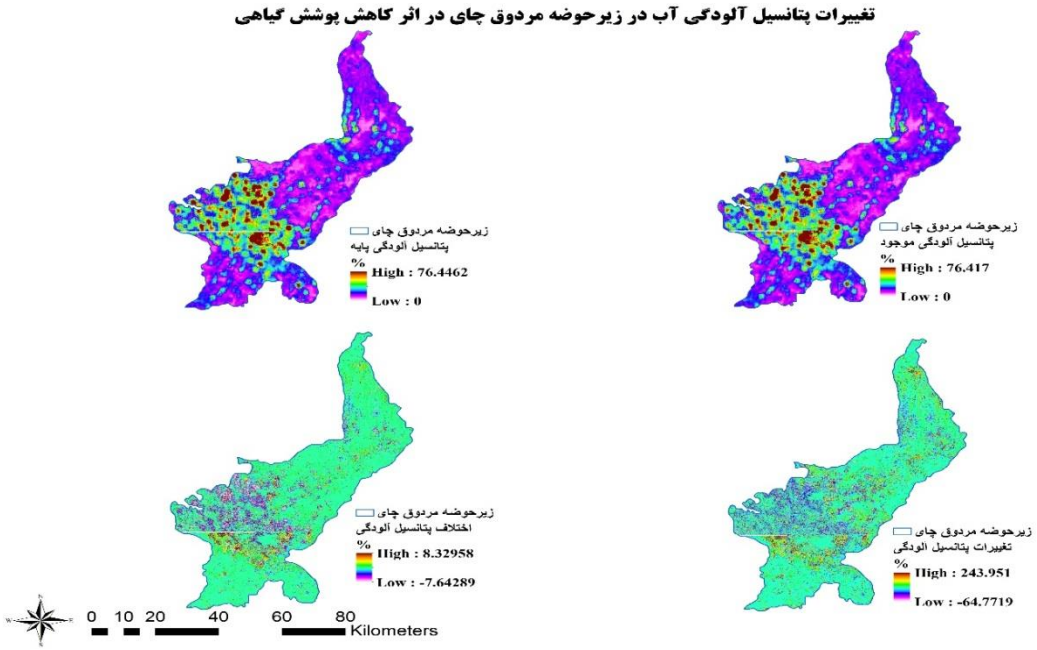
شکل ۵. مقایسه پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی در زیرحوضه آجی چای در شرایط پایه و موجود



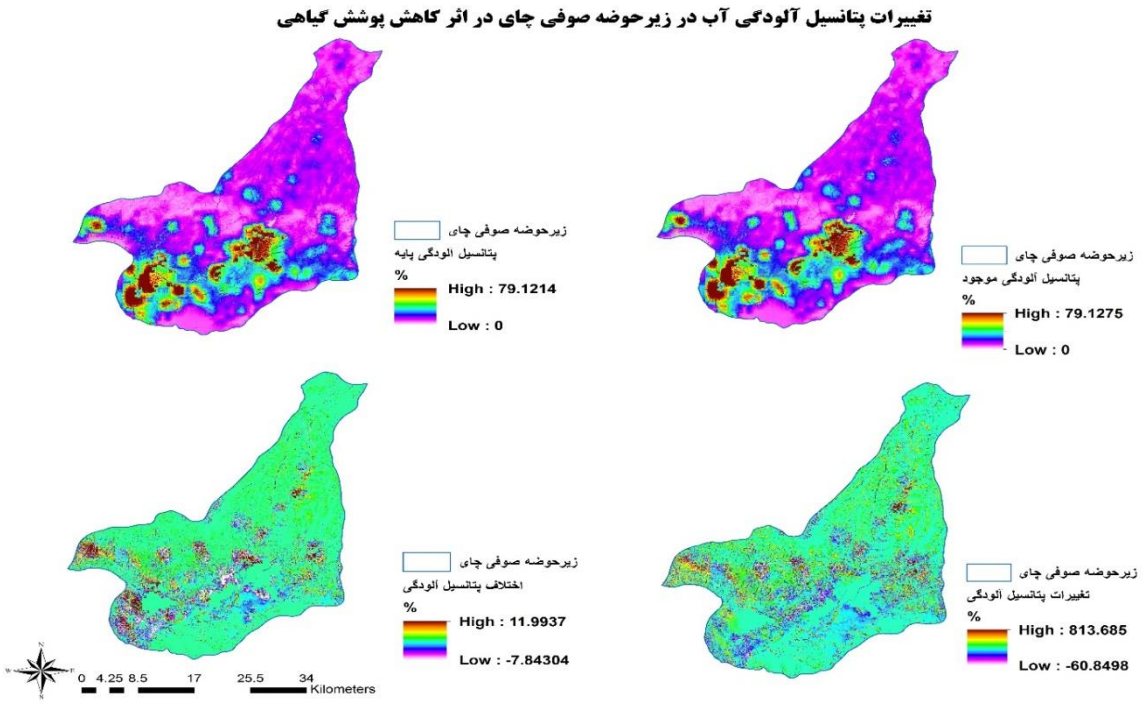
شکل ٦. مقایسه پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی در زیرحوضه قلعه چای در شرایط پایه و موجود

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. مقایسه پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی در زیرحوضه مردوق چای در شرایط پایه و موجود



شکل ۸. مقایسه پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی در زیرحوضه صوفی چای در شرایط پایه و موجود

بااین‌حال نقشه‌های حاصله داده‌های مفیدی را به لحاظ طبقه‌بندی اراضی از منظر توزیع هرزاب‌های آلوده و منابع آلاینده غیر نقطه‌ای فراهم می‌نماید که در مدیریت کاربری اراضی و جهت پایش آلاینده‌های آبی در محدوده موردمطالعه و همچنین پیشگیری از افزایش بیشتر بار آلودگی موجود مفید خواهد بود.

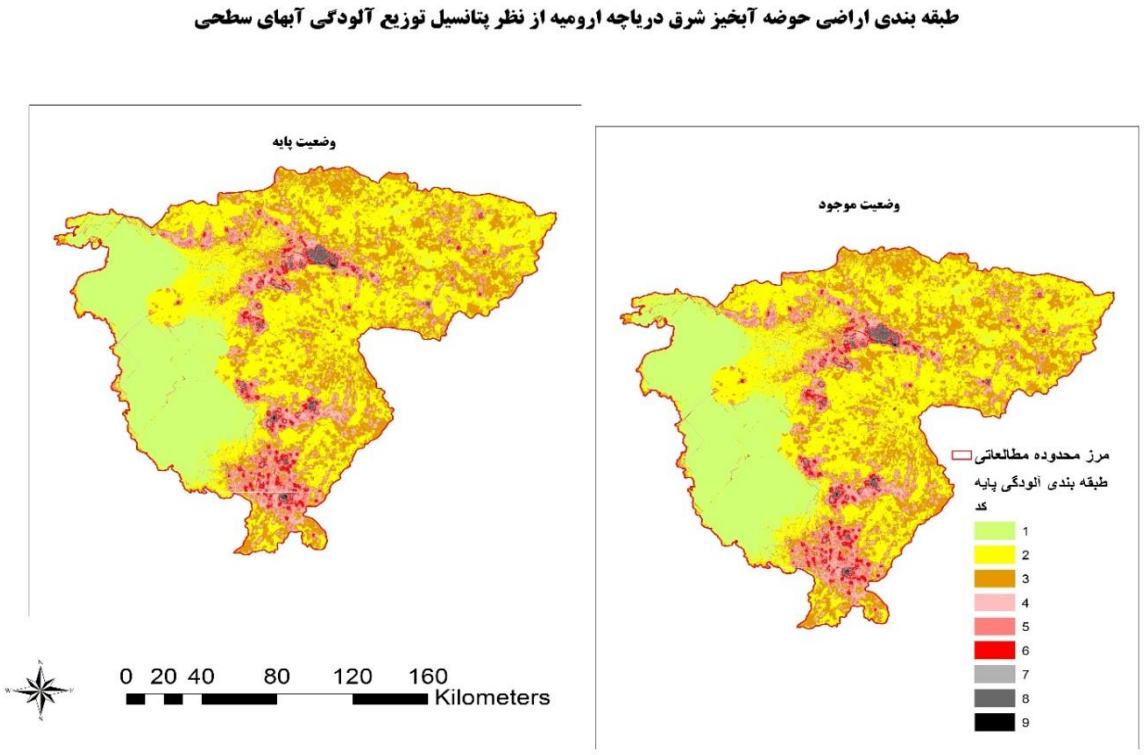
طبقه‌بندی محدوده حوضه آبخیز **شرق دریاچه ارومیه به لحاظ بار آلودگی آب‌های سطحی**

www.SID.ir

Archive of SID

خروجی‌های مدل WWPSS، داده‌های مناسبی را جهت طبقه‌بندی اراضی از منظر توزیع هرزاب‌های آلوده و منابع آلاینده غیر نقطه‌ای فراهم می‌نماید که در مدیریت کاربری اراضی و جهت پایش آلاینده‌های آبی در محدوده موردمطالعه و همچنین پیشگیری از افزایش بیشتر بار آلودگی موجود مفید خواهد بود. در این راستا، محدوده حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه به لحاظ بار آلودگی آب‌های سطحی در هر دو وضعیت پایه و موجود با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.3 مورد طبقه‌بندی قرار گرفت که نتایج آن در شکل شماره ۹ و جدول ۲ ارائه‌شده است.

چنانچه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مساحت تحت پوشش سطوح پایین آلودگی آب دارای روند کاهشی و بقیه اراضی تحت پوشش سطوح بالاتر آلودگی آب دارای روند افزایشی بوده‌اند. این بدان دلیل است که بر اساس منطق حاکم بر مدل مناطق دارای بار آلودگی بیشتر درواقع پایین‌دست نواحی هستند که در بالادست آن‌ها محرکه ایجاد بار آلودگی مانند مراکز صنعتی یا سکونتگاه‌های انسانی وجود دارد و بنابراین با کاهش پوشش طبیعی زمین ازجمله پوشش گیاهی و تبدیل آن به کاربری‌های انسان‌ساخت، انتظار می‌رود که بار آلودگی در این نواحی پایین‌دست تشدید شود که خروجی‌های مدل نیز این موضوع را تائید می‌کند. بااین‌حال کاهش مساحت محدوده‌های دارای بار آلودگی کمتر، بسیار ناچیز است که نمی‌توان آن را به مفهوم بهبود وضعیت آلودگی در این محدوده‌ها تفسیر نمود. این تغییرات اگرچه در حال حاضر کم است، اما درمجموع اتلاف پوشش گیاهی منجر به افزایش توزیع فضایی بار ناشی از آلاینده‌های منابع غیر نقطه‌ای در پهنه حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه شده است.



شکل ۹. طبقه‌بندی وضعیت توزیع فضایی پتانسیل آلودگی آب در حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه قبل و بعد از اتلاف پوشش گیاهی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. تغییرات مساحتی اراضی تحت پوشش سطوح مختلف آلودگی آب در حوضه آبخیز شرق دریاچه ارومیه در اثر اتلاف پوشش گیاهی

کد آلودگی	سطح آلودگی (درصد)	مساحت اراضی تحت پوشش در وضعیت پایه (هکتار)	مساحت اراضی تحت پوشش در وضعیت موجود (هکتار)	روند آلودگی (افزایش/ کاهش)
۱	۰-۱/۵	۵۹۷۵۸۷,۱۹	۵۸۵۴۷۷,۱۰	⇩
۲	۱/۵-۵	۹۹۹۲۴۹,۰۰	۹۸۷۴۴۶,۷۰	⇩
۳	۵-۸	۴۳۴۹۲۷,۲۹	۴۵۲۲۵۸,۵۲	⇧
٤	۸-۱۲	۱۳۶۸۸۳,۱۳	۱۴۰۶۷۳,۸۱	⇧
۵	۱۲-۲۰	۸۹۹۴۶,۰۹	۹۲۴۴۷,۵۶	⇧
٦	۲۰-۳۰	۳۳۱۸۰,۹۹	۳۳۲۸۳,۰۱	⇧
۷	۳۰-۴۰	۸۱۶۸,۲۱	۸۲۸۱,۰۴	⇧
۸	۴۰-۵۰	۳۹۷۳,۱۸	۳۹۷۴,۶۱	⇧
۹	۵۰-۸۳	۱۷۲۷,۰۸	۱۸۰۸,۹۲	⇧

نتیجه‌گیری

در این تحقیق از مدل WWPSS برای ارزیابی و برآورد تغییرات رواناب و پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی ناشی از کاهش پوشش گیاهی مرتعی در چهار زیرحوضه آبخیز واقع در محدوده شرقی دریاچه ارومیه استفاده شد. نتایج کلی تحقیق حاکی از افزایش تولید رواناب در هر چهار زیرحوضه پس از اتلاف ۳۲ درصدی پوشش گیاهی مرتعی بود. علت اصلی چنین امری می‌تواند در نقش تنظیمی پوشش گیاهی به‌عنوان مخزن نگه‌داری آب و رهاسازی تدریجی آن به طبیعت بر اساس مکانیسم تبخیر و تعرق گیاهی باشد؛ بنابراین با کاهش درصد پوشش گیاهی همان‌طور که انتظار می‌رفت بار رواناب سطحی افزایش پیدا کرد که نتایج توسط مدل تائید شد. همچنین نتایج این تحقیق در مورد تغییرات در پتانسیل توزیع آلاینده‌های آب، نشان داد اگرچه تغییرات نسبتاً افزایشی در این پارامتر پس از اتلاف ۳۲ درصدی پوشش گیاهی اتفاق افتاده است، اما اینکه این تغییرات لزوماً به‌واسطه اتلاف پوشش گیاهی باشد، چندان ملموس و بارز نیست. اگرچه نقش پوشش گیاهی در فیتراسیون آلاینده‌های آبی مکرراً در مطالعات قبلی اثبات شده است (رجائی و دیگران، ۱۳۹۵)، اما در محدوده موردمطالعه این تحقیق به دو دلیل احتمالی این نقش چندان برجسته نبوده است. اول اینکه محدوده‌های شرقی دریاچه ارومیه به لحاظ شرایط پوشش گیاهی به‌طور ذاتی با ویژگی‌هایی چون مراتع محدود، تراکم پوشش کم و درمجموع پوشش گیاهی ضعیف تعریف می‌شود. ازاین‌رو نمی‌توان انتظار داشت که پارامتر پوشش گیاهی در این محدوده بتواند نقش برجسته‌ای در کنترل آلاینده‌های آب سطحی ایفا نماید. ثانیاً غالب بودن کاربری زراعی شامل کشت فاریاب، دیم و باغ داری در کل پهنه حوضه آبخیز از یکسو و غلبه توزیع فضایی کاربری‌های انسان‌ساخت (سکونتگاه، مراکز صنعتی و...) نسبت به پوشش‌های طبیعی سرزمین (مراتع، اراضی درختکاری شده و...) می‌تواند عامل مستقیم افزایش بار آلودگی آب‌های سطحی باشد.

بااین‌حال نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مدل WWPSS می‌تواند مدل مناسبی با قابلیت کاربرد نسبتاً آسان برای سنجش اثرات متقابل پوشش گیاهی، تولید رواناب و پتانسیل آلودگی آب باشد. لذا کاربست این مدل در مناطقی با وضعیت پوشش گیاهی بیشتر و توسعه‌یافته به لحاظ وجود کاربری‌های زراعی، صنعتی و سایر استفاده‌های انسانی سرزمین که می‌توانند منبع توزیع آلاینده‌های مختلف برای منابع آب سطحی ازجمله رودخانه‌ها و تالاب‌ها باشند توصیه می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

تحقیقات منجر به تهیه این مقاله، با تصویب و حمایت اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی و با محوریت گروه ارزیابی و مخاطرات محیط‌زیست پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار انجام‌شده است. بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی نویسندگان این مقاله، از دو مجموعه فوق‌الذکر، اعلام می‌گردد.

منابع مورد استفاده

احمدی، ا.، و عصری، ی.، و طاطیان، م.، و تمرتاش، ر.، و یگانه، ح. ۱۳۹۷. بررسی اثر خشک شدن دریاچه ارومیه بر تغییرات جوامع گیاهی. *مرتع*، ۱۲(۲)، ۱۳۸-۱۵۲ .

امینی. ی. خورانی. ا. بختیاری کیا. م. آرخی. ص. ۱۳۹۶. ارزیابی آماری از انتقالات کاربری اراضی و پوشش زمین در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه با استفاده از ماتریس انتقال. *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، سال پانزدهم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۶، شماره پیاپی ۲۸.

ثانی خانی. ه. دین‌پژوه. ی. یوسف پور. س. قویدل زمان زاد. س. صولتی. ب. ۱۳۹۲. بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب حوضه‌های آبریز (مطالعه موردی: حوضه آبخیز آجی چای در استان آذربایجان شرقی). *نشریه آب‌وخاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۷، شماره ۶، بهمن- اسفند ۹۲، صفحات ۱۲۳۴-۱۲۲۵.

چاهوکی. ز. طاهری محمدآبادی. ن. آذرنیوند. ح. ۱۳۹۵. ارزیابی تغییرات مکانی پوشش گیاهی مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین. *مدیریت بیابان*، دوره ۴، شماره ۷.

رجائی. ف. اسماعیلی ساری. ع. سلمان ماهینی. ع. دلاور. م. مساح بوانی. ع. ۱۳۹۵. بررسی ارتباط شکل و ساختار پوشش گیاهی با منابع آلودگی غیر نقطه‌ای جهت ارائه راهکارهای مدیریتی بهبود کیفیت آب. *علوم و مهندسی محیط‌زیست*، شماره ۱۱، صفحات ۴۹-۶۰.

رستمی. ر. خورشید دوست. ع م. نیک جو. م ر. محمود زاده. ح. ۱۳۹۸. بررسی روند تغییرات کاربری شهرستان‌های شرق دریاچه ارومیه و شناسایی مناطق دارای قابلیت کشت گیاهان شوری پسند. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، سال نوزدهم، شماره 55 ، زمستان۹۸، صفحات ۱۵۲-۱۳۵.

رضایی مقدم. م ح. اندریانی. ص. الماس پور. ف. ولی زاده کامران. خ. مختاری اصل. ا. ۱۳۹۳. بررسی اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر روی سیل‌خیزی و دبی رواناب (مطالعه موردی: حوضه آبریز سد علویان). *مجله هیدروژئومورفولوژی*، شماره ۱، زمستان۱۳۹۳، صفحات ۵۷-۴۱.

رضایی مقدم. م ح. ولی زاده کامران. خ. رستم زاده. ه. رضایی. ع. ۱۳۹۱. ارزیابی کارایی داده‌های سنجنده مودیس در برآورد خشک‌سالی (مطالعه موردی: حوضهی آبریز دریاچه ارومیه). جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۵، زمستان ۹۱، صفحات ۵۲-۳۷.

غریب دوست. م. قربانی. م ح. فروزنده شهرکی. ا. ۱۳۹۵. برآورد میزان تأثیر تغییر اقلیم بر بارش-رواناب حوضه ی آبخیز صوفی چای. *فصلنامه علمی-پژوهشی مهندسی منابع آب*، سال نهم، تابستان ۹۵.

کمالی، م.، س یونس زاده جلیلی، ۱۳۹۴. بررسی تغییرات کاربری زمین در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. گزارش فنی دانشگاه صنعتی شریف .

www.SID.ir

Archive of SID

محمدی. م. سلمانی. ح. روحانی. ح. شیخ. و. مردیان. م. ۱۳۹۵. مدلسازی اثر سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر پاسخ هیدرولوژیکی حوضه آبخیز قزاقلی. *پژوهش‌های آبخیزداری*، دوره ۲۹، شماره ۴.

محمودزاده. ح. یاری. ف. واحدی. ع. ۱۳۹۶. کاربرد تکنیک‌های دورسنجی و GIS برای پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهر ارومیه با رویکرد تحلیل چند معیاره. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، دوره ۴۹، شماره ۴، تابستان ۹۵.

هراتی. ح. کیا دلیری. م. توانا. ا. راهنورد. آ. امیرنژاد. ر. ۱۳۹۹. ارتباط تغییرات پهنه آبی و پوشش گیاهی در شرق دریاچه ارومیه با پدیده ریز گردها. نشریه مهندسی عمران و محیطزیست، انتشار آنلاین.

یاراحمدی. ج. نیک جو. م ر. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلاب‌ها در حوضه صوفیچای. *نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی* (دانشگاه تبریز)، سال ۱۶، شماره ۳۹، بهار ۱۳۹۱، صفحات ۱۶۹-۱۵۱.

ALIZADEH-CHOOBARI, O., AHMADI-GIVI, F., MIRZAEI, N. & OWLAD, E. 2016 .Climate change and anthropogenic impacts on the rapid shrinkage of Lake Urmia. *International Journal of Climatology,* 36**,** 4276-4286.

Armstrong, Lawrence E., and Evan C. Johnson. 2018. Water intake, water balance, and the elusive daily water requirement. *Nutrients*, *10*(12), 1928.

BRUIJNZEEL, L., MULLIGAN, M. & SCATENA, F. N. 2011. Hydrometeorology of tropical montane cloud forests: emerging patterns. *Hydrological Processes,* 25**,** 46.٤٩٨-٥

CARROLL, M., TOWNSHEND, J., HANSEN, M., DIMICELI, C., SOHLBERG, R. & WURSTER, K. 2010. MODIS vegetative cover conversion and vegetation continuous fields. *Land Remote Sensing and Global Environmental Change.* Springer

.GAITAN, J. J., OLIVA, G. E., BRAN, D. E., MAESTRE, F. T., AGUIAR, M. R., JOBBAGY, E. G., BUONO, G. G., FERRANTE, D., NAKAMATSU, V. B. & CIARI, G. 2014. Vegetation structure is as important as climate for explaining ecosystem function across P atagonian rangelands. *Journal of Ecology*.١٤٢٨-١٤١٩ ,١٠٢ ,

Jia, X., Varbanov, P. S., Klemeš, J. J., & Wan Alwi, S. R. 2019. W ater availability footprint addressing water quality. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, *7*(1), 72-86.

Malian, A., Mohammadi, A., Valiallahi, J. 2017. Surrounding Environment Change during the Past 60 Years by Means of Remote Sensing Geobased Analyses. *Hydrogeomorphology*, *3*(9), 43-62.

Mazzei, C.A., Marangoni, T. T., Oliveira, J. N. D. 2018. Q uantitative analysis of environmental impact assessments of hydroelectric power plants on the IBAMA database and evaluation of the hydrological parameters used. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, *23*, 425-429.

MULLIGAN, M. 2012. WaterWorld: a self-parameterising, physically based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. *Hydrology Research,* 44**,** 748-769.

MULLIGAN, M. 2013. WaterWorld: a self-parameterising, physically based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. *Hydrology Research,* 44**,** 748-769.

MULLIGAN, M. 2016. Computational Policy Support Systems for Understanding Land Degradation Effects on Water and Food Security for and from Africa. *Land Restoration.* Elsevier.

PISSARRA, T. C. T., VALERA, C. A., COSTA, R. C. A., SIQUEIRA, H. E., MARTINS FILHO, M. V., VALLE JúNIOR, R. F. D., SANCHES FERNANDES, L. F. & PACHECO, F. A. L. 2019. A regression model of stream water quality based on interactions between landscape composition and riparian buffer width in small catchments. *Water,* 11**,** 1757.

VAN SOESBERGEN, A. 2013. *Impacts of climate change on water resources of global dams.* King's College London (University of London).

VAN SOESBERGEN, A. & MULLIGAN, M. 2014. Modelling multiple threats to water security in the Peruvian Amazon using the WaterWorld policy support system. *Earth System Dynamics,* 5**,** 55-65.

YARAHMADI, J. & NIKJOO, M. R. 2012. The Study of the Effects of Landuse Changes on Flood Occurrence in Sofi Chai Basin. *Geography and planning,* 16 (39)**,** 151-169

.Zhang, L., Hickel, K., Dawes, W., Chiew, F.H., Western, A., Briggs, P., 2004. A rational function approach for estimating mean annual evapotranspiration. Water Resources Research 40.

ZARANDIAN, A., YAVARI, A. R. & REZA, H. 2016 .Modeling Land Use Change Impacts on Water-Related Ecosystem Services Using a Policy Support System.

www.SID.ir

Archive of SID

ISSN 2251-7480

Assessment the Effects of Vegetation Degradation on Runoff Changes and Water Pollution Potential in the sub-watersheds of the Eastern Azerbaijan Province

Ardavan Zarandian[1*] and Majid Ramezani Mehrian[2]

1*) Assistant professor, Research Group of Environmental Assessment and Risks, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Tehran, Iran.
2) Assistant professor, Department of Environmental Studies, The Institute for Research and Development in Humanities (Samt), Tehran, Iran.
*Corresponding author email: azarandian@gmail.com

Received: 29-05-2021 Accepted: 28-08-2021

Abstract

Vegetation is an important factor affecting runoff, quantity and quality of water in a watershed. This study investigates the effects of vegetation reduction in the eastern watershed of Lake Urmia on two parameters of runoff and the potential for water pollution .The WWPSS model was used to simultaneously assess the three parameters. Vegetation shows a fraction of the types of grass, tree and land without vegetation that was obtained from MODIS VCF satellite images. Runoff was calculated as accumulated water budget downstream. This model also provides an indicator to determine the potential level of water pollution. The results showed that rangeland cover decreased by an average of about 32%. Also, the average runoff production increased by 2.6, 3.16, 2.9 and 3.25 percent, respectively, in the existing conditions in 4 sub-basins of Aji Chai, Qaleh Chai, Marduq Chai and Sufi Chai compared to the situation before the reduction of vegetation coverage. According to the results, the difference in water pollution potential between the baseline and existing conditions in different parts of the watershed has fluctuated in the range between -9 to15% and an average of 0.6%. This change has increased the pollution load in some places and decreased it in others; but in general, it has led to incremental changes in water pollution potential with an average of about 2.5% in the total watershed. The method used can be used to quantify and map ecosystem water changes and its application in environmental assessment and management.

Keywords: Assessment, Vegetation, Runoff, Water pollution, Watershed

www.SID.ir