

نشریه علمی ترویجی (حرفه‌ای) تنغ

جلد ۳، شماره ۷، پائیز و زمستان ۱۴۰۱



مؤسسه تحقیقات و نشر



دانشگاه گیلان  
واحد علوم و فنون

# تنغ



\* شیوه‌های جدید کاهش تبخیر از سطح آب

\* بررسی فرسایش آبی و راهکارهای مقابله با آن

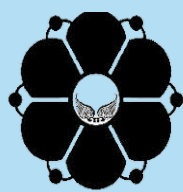
\* طراحی مسیر بهینه در سامانه اطلاعات جغرافیایی

\* بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوزه‌های آبخیز ایران با تأکید بر پورتال دانش تغییر اقلیم





نشریه علمی ترویجی (حرفه‌ای) تاک  
دانشگاه تهران



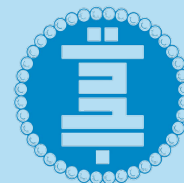
انجمن علمی دانشجویی دانشگاه تهران



معاونت فرهنگی و اجتماعی  
اداره کل فرهنگ و ارشاد اسلامی



انجمن علمی دانشجویی احیاء مناطق خشک و  
دانشگاه تهران



بنیاد حامیان دانشگاه تهران

## گاهنامه علمی ترویجی (حرفه‌ای) انجمن علمی دانشجویی احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشگاه تهران

دوره‌ی سوم / شماره هفتم / پائیز و زمستان ۱۴۰۱

شماره مجوز انتشار: ۱۳۲/۲۰۸۳۶۶

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشگاه تهران

مدیر مسئول: محمدصادق رهبانی

سر دبیر: محمد مهدی پور حنیفه

مشاور علمی: دکتر محمدعلی زارع چاهوکی، دکتر سلمان زارع

مدیر داخلی: پریا پور محمد

ویراستار، طراح و صفحه‌آرا: محمدصادق رهبانی

همکاران این شماره: امیررضا اسفندیار، سارا امیرجلالی، عباس  
راهدان، مژگان یاراحمدی و لیلا قاسمی.



این نشریه با حمایت کانون فرهنگی آموزشی قلم‌چی منتشر شده است.



<https://telegram.me/Ehyaut>



[https://instagram.com/ut\\_anjomanehya](https://instagram.com/ut_anjomanehya)



<https://twitter.com/Ehyaut>



<https://taghsj.ut.ac.ir>

راه‌های ارتباطی

عکس پشت جلد: سعید محمودی ازناوه





نشریه علمی-ترویجی (حرفه‌ای) تاغ  
دانشگاه تهران

بر اساس مجوز به شماره‌ی ۱۴۱/۸۸۶۰۲ با اعطای امتیاز حرفه‌ای به نشریه‌ی تاغ از سوی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران موافقت شد. بر این اساس نشریه‌ی تاغ یک نشریه‌ی علمی-ترویجی (حرفه‌ای) یک امتیازی محسوب می‌شود و اولین نشریه‌ی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران است که به این افتخار دست یافته‌است.

## فهرست

۴

دستخط مدیرمسئول

۵

سخن سردبیر

۶

شیوه‌های جدید کاهش تبخیر از سطح مخازن آب  
عباس راهدان، مژگان یاراحمدی و لیلا قاسمی

۱۹

بررسی تاثیرات تغییرات اقلیمی بر حوزه‌های آبخیز ایران  
سارا امیرجلالی

۳۰

بررسی فرسایش آبی و راهکارهای مقابله با آن  
محمدصادق رهبانی

۴۴

طراحی مسیر بهینه در سامانه اطلاعات جغرافیایی

۵۳

تاغ پلاس

۵۸

حافظ آب‌ها

مهندس علیقلی بیانی؛ پایه‌گذار دانش هیدرولیک و سدسازی ایران



باتوجه به وضعیت نامناسب منابع طبیعی و محیط زیست در کشورمان، نقش و مسئولیت دانشجویان رشته های مرتبط با این حوزه بسیار حائز اهمیت است. در حال حاضر، ما شاهد تخریب بی رحمانه منابع طبیعی و آسیب های جدی به محیط زیست هستیم که باعث تحت فشار قرار گرفتن منابع طبیعی، کاهش تنوع زیستی و تغییرات اقلیمی شده است. در این شرایط، دانشجویان رشته های مرتبط با منابع طبیعی و محیط زیست مسئولیت بزرگی را بر عهده دارند. آن ها نه تنها بایستی دوس خود را فراگیرند و مهارت های لازم را در حوزه تخصصی خود به دست آورند، بلکه نیاز است که در کنار این فعالیت ها، به کارهای ترویجی و فرهنگ سازی در این حوزه نیز اقدام کنند.

فعالیت های ترویجی و فرهنگ سازی می تواند شامل برگزاری کارگاه ها، سخنرانی ها، نشر مقالات و کتب، انجام پژوهش های علمی و ارائه شهادت علمی برای حفظ منابع طبیعی و محیط زیست باشد. باید توجه داشت که این فعالیت ها نه تنها به منظور افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت حفظ منابع طبیعی و محیط زیست است، بلکه باید تلاش شود تا در جامعه اصول و ارزش های حفاظت از محیط زیست به عنوان یک امر ضروری و غیر قابل انکار ترویج یابد. دانشجویان به عنوان نخچیان و نمونه های برتر جامعه، مسئولیت بزرگی در جهت ترویج این ارزش ها دارند. آن ها می توانند با استفاده از دانش و تخصص خود، نقشی موثر در ایجاد تغییرات مثبت در جامعه داشته باشند. به عنوان مثال، آن ها می توانند در صورت توانایی، پروژه ها و برنامه های علمی را طراحی و اجرا کنند که به حفظ منابع طبیعی و محیط زیست کمک کند. باتوجه به اینکه دانشجویان در دوران تحصیل، با محیط زیست و منابع طبیعی در تماس مستقیم هستند، آن ها می توانند به عنوان نمایندگان فعال در جامعه عمل کنند و سعی کنند تا با ترویج مفاهیم حفاظت از محیط زیست و استفاده پایدار از منابع طبیعی، رفتار جامعه را نسبت به این مسائل تغییر دهند.

این شماره از نشریه علمی ترویجی (حرفه ای) تاغ با همت اساتید، اعضای هیات علمی و دانشجویان حوزه های مرتبط با منابع طبیعی و محیط زیست آماده انتشار شده است. لذا از همه عزیزانی که ما را در انتشار این شماره یاری رسانند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

با امید به آینده ای پایدار و سالم برای محیط زیست و منابع طبیعی کشورمان.

محمد صادق ربانی

مدیرمسئول نشریه علمی ترویجی تاغ



## بسم الله الرحمن الرحيم

مسئله حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست امروزه به یکی از مهم ترین دغدغه های بشر تبدیل شده است. با توجه به رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی، فشار وارده بر منابع طبیعی روز به روز در حال افزایش است. آلودگی آب، خاک و هوا، انقراض گونه های جانوری و گیاهی و کاهش سرانه منابع تجدیدپذیر، یکی نشانه هایی از بحرانی بودن وضعیت محیط زیست هستند؛ بنابراین، لازم است که راهکارهایی برای کاهش فشار بر منابع طبیعی ارائه شود.

برای مثال، استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند باد و خورشید، به جای سوخت های فسیلی، کاهش تولید زباله ها و بازیافت آن ها، اجرای برنامه ها و سیاست های حفاظتی برای حفظ گونه های جانوری و گیاهی از نابودی و همچنین ترویج اصول محیط زیستی در آموزش و پرورش جوامع می تواند اقداماتی مؤثر برای حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست باشند. علاوه بر این، مشارکت فعال آحاد جامعه در طرح های حفاظت محیط زیستی، افزایش سرمایه گذاری دولتی در پروژه های سازگار با محیط زیست و تصویب قوانین در جهت توسعه پایدار و اجرای سخت گیرانه ترین قوانین و برخورد با آلوده کنندگان محیط زیست، می تواند گامی مؤثر در جهت حفظ منابع طبیعی برای امروز و فردا باشد.

همچنین، آگاهی بخشی به جامعه درباره تأثیرات منفی فعالیت های مخرب انسانی بر محیط زیست، فریت های حفاظت از آن و نحوه مشارکت در این روند، می تواند به افزایش اراده جمعی در جهت حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست کمک کند. در کنار آن، همکاری و تعامل بین کشورها در این زمینه نیز می تواند بهبود شرایط و حفظ منابع طبیعی در مقیاس جهانی اثرگذار باشد.

بر همین راستا نشریه تاغ بابر به کسری از مقالات علمی، آموزشی و فرهنگی در زمینه های مرتبط با محیط زیست تلاش می کند آگاهی عمومی را افزایش دهد و راهکارهایی علمی برای حفاظت از منابع طبیعی ارائه نماید. امیدواریم با همت محققان و پژوهشگران عرصه محیط زیست، بتوانیم گام های مؤثری برای حفظ مواهب طبیعت و دستیابی به توسعه پایدار برداریم.

با احترام

محمد مهدی پور حنیف

سردیر نشریه علمی ترویجی تاغ



عباس راهدان<sup>۱</sup>، مژگان یاراحمدی<sup>۲</sup>، لیلا قاسمی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران.

 Abasrahdan1993@ut.ac.ir

## شیوه‌های جدید کاهش تبخیر از سطح مخازن آب

### چکیده

آب یکی از ضروری‌ترین نیازهای بشر می‌باشد. تبخیر از جمله پدیده‌های اقلیمی در اتلاف آب دریاچه‌ها و مخازن روباز محسوب می‌گردد. علاوه بر این تغییرات آب‌وهوایی کره زمین هم مزید بر علت شده است و میزان تبخیر در چند دهه اخیر رو به افزایش می‌باشد؛ به طوری که این پدیده گاهی می‌تواند بیش از ۴۰ درصد از حجم آب ذخیره شده در دریاچه سد را کاهش دهد. روش‌های کاهش تبخیر با توجه به شرایط منطقه‌ای، توجیه اقتصادی و مسائل زیست‌محیطی متفاوت‌اند. در این پژوهش برخی از روش‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی کنترل تبخیر از سطح آب معرفی شده است، چرا که مدیریت بهتر آب ذخیره شده در مخازن آب، با کاهش تلفات تبخیر از سطح آزاد آب حاصل می‌شود.

### کلمات کلیدی:

تبخیر، سطح آزاد آب، تلفات، مخازن، مدیریت.

با توجه به محدودیت منابع طبیعی کره زمین و از طرفی رشد پیوسته جمعیت، بشر به دنبال روش‌های مناسب و پایدار استفاده از این منابع بوده است. آب از جمله ضروری‌ترین نیازهای بشر است. محدودیت‌های زمانی و مکانی حجم بسیار محدود آب شیرین و قابل‌دسترسی باعث شده است مدیریت و برنامه‌ریزی آن ضرورت بیش‌تری نسبت به گذشته پیدا کند (Piri & et al., ۲۰۱۱).

تبخیر از سطوح آب، زمین خاک، دریاچه‌ها و مخازن آب، یکی از فرآیندهای بسیار مهم و حیاتی در هواشناسی و هیدرولوژی است. هر ساله، میلیون‌ها مترمکعب آب شیرین از مخازن سدها که با هزینه زیادی جمع‌آوری شده است تبخیر می‌شود و از دست می‌رود و املاح برجای مانده از حجم آب تبخیر شده، کیفیت آب را کاهش می‌دهد (Ejlali, ۲۰۰۴). میزان تلفات تبخیر در سطح منطقه‌ای و جهانی زیاد می‌باشد؛ بنابراین برای مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، ارزیابی این تلفات و اینکه چه روشی ممکن است به بهینه‌سازی و مدیریت بهتر منابع آب کمک کند، بسیار مهم است. مدیریت بهتر آب ذخیره‌شده در مخازن آب، با کاهش تلفات تبخیر از سطح آزاد آب حاصل می‌شود (Stanhill, ۲۰۰۲).

مطالعه تبخیر و در پی آن تراز سطح آب اهمیت فراوانی در زمینه ارزش‌های اکولوژیک دریاچه، کشاورزی، مدیریت منابع آب و بسیاری از مسائل دیگر دارد و بدین منظور مدل‌های مختلف تجربی، نیمه تجربی و هوشمند توسعه یافته‌اند. با توجه به تأثیرگذاری عوامل مختلف متغیر بر تبخیر می‌تواند سیستم تغییرات تبخیر را به‌عنوان یک سیستم دینامیک طرح کرد (Farzin et al., ۲۰۱۷).

نوعی از تبخیر وجود دارد که در هر دمایی رخ می‌دهد که به آن تبخیر سطحی گفته می‌شود. در تبخیر سطحی مولکول‌های روی سطح آب در معرض تابش نور خورشید و یا وزش باد قرار می‌گیرند و با افزایش جنب‌وجوش، از سطح آب جدا شده و به بخار آب تبدیل می‌شوند. روش‌های زیادی برای کنترل تبخیر از سطح آزاد آب موجود است که دارای ماهیت و هزینه‌های متفاوت می‌باشند.

پژوهش حاضر باهدف ارائه‌ی روش‌های کنترل تبخیر از سطوح آب صورت گرفته است.

## ۲-روش‌های کلی برای کاهش تبخیر از سطوح آزاد آب

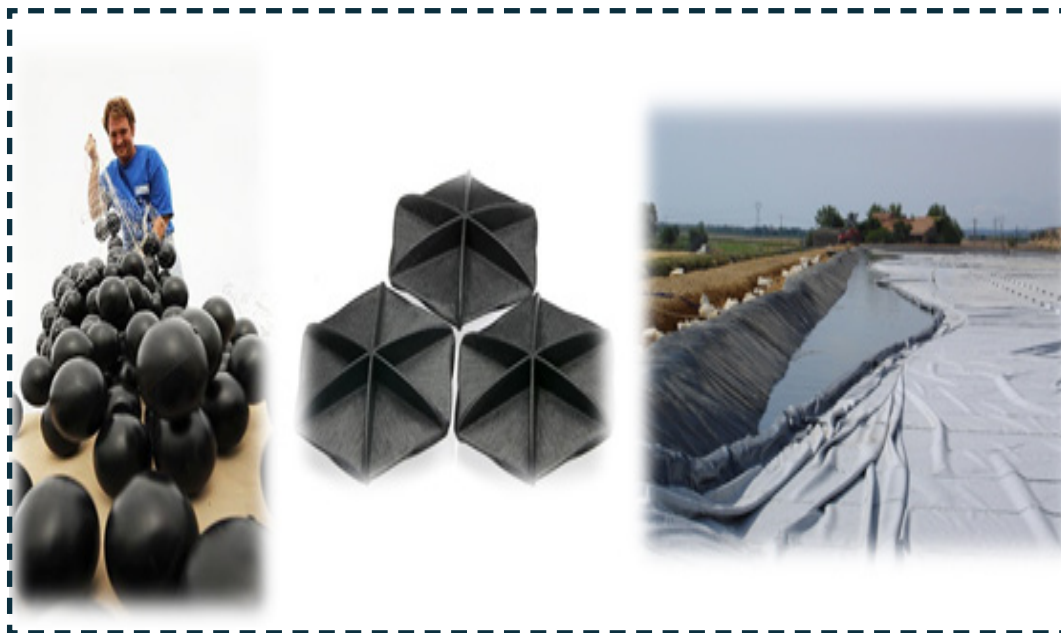
روش‌های کاهش تبخیر از سطوح باز به روش‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و مکانیکی (ساختاری و ساختمانی) تقسیم می‌گردند (Craig et al., ۲۰۰۵).

### ۲-۱-روش‌های فیزیکی

#### ۲-۱-۱-پوشش‌های شناور

این نوع پوشش‌ها عموماً به‌صورت یک پرده نفوذناپذیر که بر روی تمام سطح آب شناور می‌باشد، عمل می‌نمایند و افزون بر این که میزان تابش خورشیدی دریافتی در سطح آب مخزن را کاهش می‌دهند، تماس جریان هوا با سطح آب را به مقدار زیادی کاهش می‌دهند (آهنی و حسینعلی، ۱۳۹۴).





شکل ۱) انواع پوشش‌های شناور (تویی، چندضلعی و کاورهای صفحه‌ای)

## ۲-۱-۲- پوشش‌های چندقسمتی

دقیقاً مشابه پوشش‌های شناور می‌باشند، با این تفاوت که این پوشش از چندین بخش مجزای شناور تشکیل شده و با اتصال تمام تکه‌ها به یکدیگر می‌تواند یک پوشش بزرگ‌تر ایجاد نماید. این پوشش‌ها به صورت شش‌وجهی، دایره‌ای و مستطیلی و ... موجودند و در نتیجه اندازه و شکل بخش‌ها همواره نمی‌تواند ۱۰۰ درصد سطح آب را پوشش دهد؛ لذا بازدهی این روش از روش پوشش‌های شناور کمتر است. این نوع پوشش به صورت پیش‌ساخته و یا ساخته‌شده در محل مورد استفاده قرار می‌گیرد (باقری اردبیلیان و همکاران، ۱۳۸۷).

## ۲-۱-۳- ترکیبات سایه‌انداز

این نوع ترکیبات عموماً توسط کابل بر روی سطح آب به صورت معلق در می‌آیند و بر روی سطح آب، سایه می‌اندازند. این نوع پوشش، باعث کاهش تشعشع خورشید و سرعت باد و گیر انداختن رطوبت هوا در بین پوشش و سطح آب‌شده که همگی فاکتورهای مؤثر بر میزان تبخیر می‌باشند (شمسایی و حسنی، ۱۳۸۶).

## ۲-۱-۴- آبدان‌ها (بادکنک‌ها)

این کیسه‌ها معمولاً از مواد پلی‌اتیلن و یا پلی‌استر ساخته‌شده و یک لایه نفوذناپذیر در بالا و پایین مخزن ذخیره آب تشکیل می‌دهند. پوشش بالای مخزن و دیواره‌های آن، با سطح آب مخزن بالا و پایین می‌رود که می‌تواند باعث فرسوده‌شدن پوشش نیز بشود. این کیسه‌ها تبخیر و تراوش از منبع آب را به‌طور توأمان کاهش می‌دهند. این کیسه‌ها را می‌تواند در حفره‌های بزرگ زمینی یا در کانال‌های آبیاری نیز نصب نمود. این محصول مزایا و معایبی مشابه با سایر پوشش‌های شناور دارد (باقری اردبیلیان و همکاران، ۱۳۸۷).

## ۵-۱-۲- بادشکن

ساختمان بادشکن می‌تواند از ساختن دیواره‌ای بلند در اطراف منبع تا کاشت درختان در اطراف آن را شامل شود. در صورت امکان، بهتر است منبع آب جایی قرار بگیرد که از عوارض طبیعی مثل تپه‌ها برای کاهش دادن سرعت باد در اطراف آن بهره‌گیری شود (باقری اردبیلیان و همکاران، ۱۳۸۷).

## ۲-۲- روش‌های شیمیایی

در روش‌های شیمیایی کاهش تبخیر، از لایه حاوی ترکیبات شیمیایی کاهنده تبخیر استفاده می‌شود؛ به‌طور کلی روش‌های شیمیایی به‌اندازه روش‌های فیزیکی برای کاهش میزان تبخیر، مؤثر نمی‌باشند. محدوده وسیعی از مقادیر به‌عنوان بازده روش‌های شیمیایی در کاهش میزان تبخیر اعلام شده است که مقدار متوسط آن می‌تواند در محدوده ۲۰ تا ۴۰ درصد ارزیابی شود (آهنی و حسینعلی، ۱۳۹۴).

### ۱-۲-۲- تک لایه‌ها

این مواد باید قابلیت پخش شوندگی در سطوح آب را دارا باشند؛ به‌طوری‌که در ابعاد مولکولی، در یک جهت مولکول خاصیت هیدروفلیک (جاذب آب) و در سمت دیگر هیدروفوبیک (دافع آب) داشته باشند (انصاری فر و خادم آذریان، ۱۳۹۳). تحت شرایط مطلوب و ایده آل در آزمایشگاه، کاهش تبخیر توسط تک لایه‌ها بیش از ۶۰ درصد گزارش شده است، اما در شرایط عادی بازدهی کمتری خواهند داشت.

### ۲-۲-۲- الکل‌های آلیفاتیک

روش دیگر کاهش تبخیر، استفاده از یک نوع امولسیون متشکل از ۶۰٪ آب و ۴۰٪ الکل‌های آلیفاتیک می‌باشد. برای اجرای این روش می‌تواند از ماشین‌های آتش‌نشانی محلی، کامیون‌های مجهز به اسپری و روش دستی بهره‌جست (باقری اردبیلیان و همکاران، ۱۳۸۷).

## ۳-۲- روش‌های زیستی

در روش‌های زیستی معمولاً از گیاهان آبی یا گیاهانی با قابلیت رشد در نزدیکی مخازن استفاده می‌شود. در این روش میزان برهم‌کنش هوا با لایه مرزی سطح آب و همچنین تابش خورشیدی به سطح آب کم می‌شود و در نتیجه کاهش تبخیر اتفاق می‌افتد.

## ۴-۲- روش‌های ساختمانی

به‌طور کلی هنگام احداث سد باید توجه داشت که در صورت امکان، محل سد طوری انتخاب شود تا نسبت سطح مخزن به حجم آن، حداقل شود. همچنین برای جلوگیری از گسترش سطح آزاد آب دریاچه، دیوارچینی ساحل دریاچه در نواحی کم‌عمق و کم‌شیب صورت گیرد. به این منظور می‌تواند ساختار سلولی ایجاد نمود که در آن مخازن بزرگ به سلول‌های کوچک تقسیم می‌شوند تا بتوان سرعت و تأثیر باد را کاهش داده، با انتقال آب میان سلول‌ها و استفاده از بادشکن اطراف مخزن، عمق آب را حداکثر نمود (شمسایی و حسنی، ۱۳۸۶).





### ۳-به‌روزترین فناوری‌های دنیا در جلوگیری از تبخیر آب سدها

تغییرات آب و هوایی کره زمین سبب افزایش تبخیر آب سدها شده است، به‌طوری‌که این پدیده گاهی می‌تواند بیش از ۴۰ درصد از حجم آب ذخیره‌شده در یک سد را کاهش دهد. به همین دلیل محققان همواره به دنبال روش‌های مبارزه با این پدیده هستند در حال حاضر مدرن‌ترین فناوری‌ها در زمینه جلوگیری از تبخیر آب سدها در کشورهای کانادا، آمریکا، استرالیا، آفریقای جنوبی و امارات به کار گرفته می‌شوند که در ادامه به متداول‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

#### ۳-۱- پوشش شبکه‌ای با قابلیت جابجایی

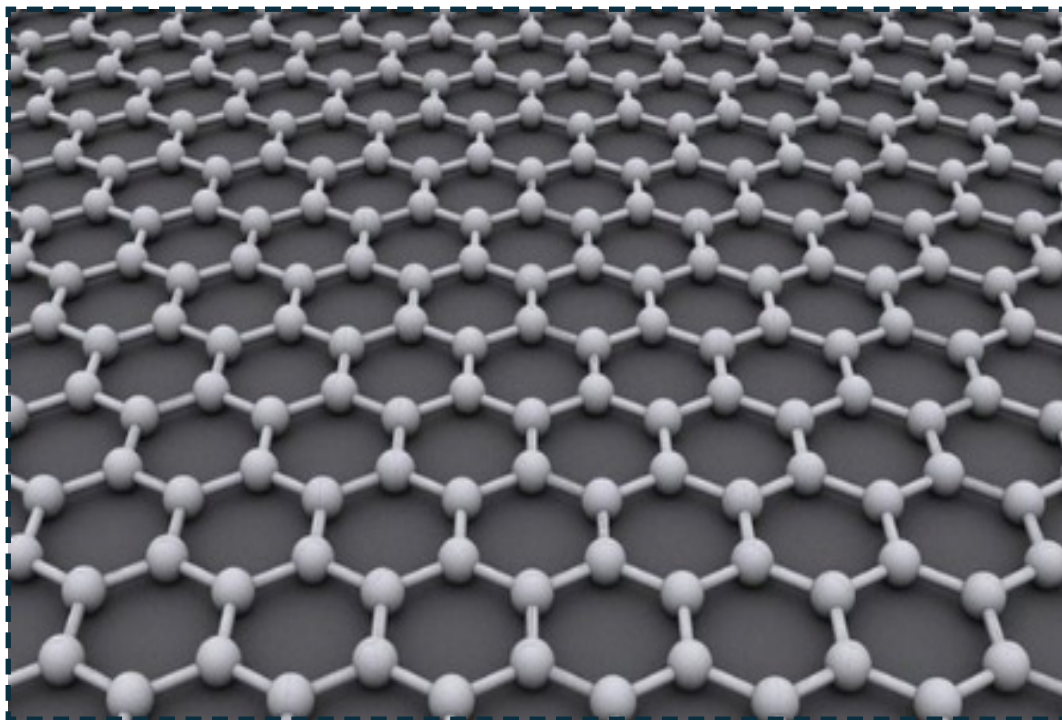
در آمریکا در زمینه جلوگیری از تبخیر آب سدها یک فناوری موسوم به «هگز کاور» است که توسط دانشگاه آریزونا طراحی شده است این فناوری چندمنظوره است به‌طوری‌که علاوه بر جلوگیری از تبخیر سطحی می‌تواند با استفاده از نور خورشید انرژی تولید کند مزیت این فناوری نسبت به صفحات خورشیدی هزینه پیاده‌سازی کمتر و امکان پوشش مساحت‌های بیشتر است. قابلیت منحصر به فرد این فناوری قابلیت جابجایی آن در زمان آبگیری بارش و افتادن سایه ابرها بر روی آب سد است و با کمک GPS می‌تواند مکان آن را تغییر داد.



شکل ۲) پوشش‌های شبکه‌ای

### ۲-۳- لایه‌های محافظ الکلی و پلی‌اتیلنی در ابعاد نانو

در استرالیا و کانادا استفاده از لایه‌های بسیار نازک نامرئی روی سطح آب که به‌صورت مانعی در برابر مولکول‌های جدا شده از سطح آب عمل می‌کند و جنس این لایه‌ها از نظر شیمیایی زنجیره‌های الکلی و پلی‌اتیلنی است که میزان تبخیر را ۳۰ درصد کاهش می‌دهد؛ اما مشکل آن‌ها این است که در مناطقی که وزش باد زیاد باشد کیفیت عملکرد آن‌ها کاهش یافته و نمی‌توان از آن‌ها استفاده کرد. قدمت استفاده از این روش حدود ۵۰ سال است.



شکل ۳) لایه‌های محافظ الکلی و پلی‌اتیلنی

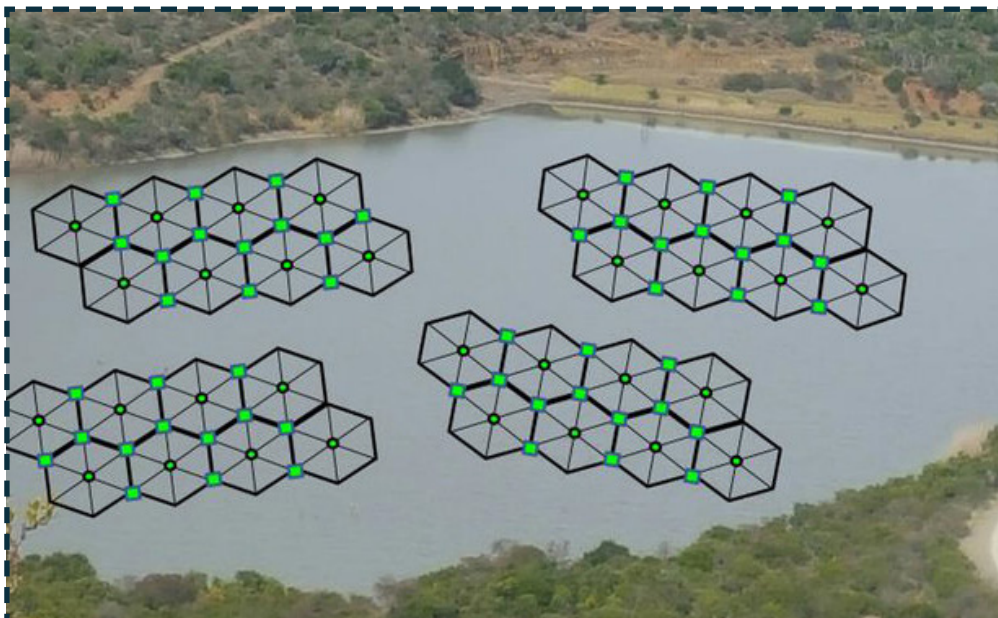
### ۳-۳- پوشش‌های شش‌ضلعی ثابت

در آفریقای جنوبی یکی از فناوری‌هایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، پوشش‌های پلی‌اتیلنی شش‌ضلعی است رنگ روشن این پوشش‌ها سبب می‌شود میزان جذب حرارت در آن‌ها کاهش یابد این پوشش‌ها در برابر آتش مقاوم هستند و عمر آن‌ها ۱۵ سال است و در صورتی که اقدامات نگهداری از آن‌ها به‌خوبی اجرا شود عمر مفید آن‌ها افزایش می‌یابد.

### ۴-۳- استفاده از توپ‌های پلاستیکی

شاید یکی از ساده‌ترین راه‌های جلوگیری از تبخیر سطحی آب در سدها استفاده از توپ‌های پلاستیکی باشد. در این روش سطح آب با استفاده از توپ‌های پلاستیکی پوشانده می‌شود تا از تابش مستقیم نور خورشید به آب جلوگیری شود و میزان تبخیر کاهش باید این طرح در برخی سدهای آمریکا نظیر لس‌آنجلس اجرا شده است اما محققان معتقدند افزایش دمای توپ‌ها به‌خودی‌خود می‌تواند سبب تبخیر آب شود و این طرح نمی‌تواند به‌عنوان یک راهکار موفق در نظر گرفته شود هرچند هزینه آن بسیار پایین خواهد بود.





شکل ۴) پوشش‌های شش ضلعی ثابت



شکل ۵) توپ‌های پلاستیکی

### ۵-۳- بادشکن های گیاهی

احداث بادشکن گیاهی به کمک درختان یکی از اقداماتی است که برای کاهش وزش باد بر روی سطح آب انجام می شود و می تواند حدود ۲۰ درصد میزان تبخیر آب را کاهش دهد اما چند نکته برای این روش باید در نظر گرفته شود مدت زمانی که طول می کشد تا درختان به ارتفاع استاندارد خود برسند باید در نظر گرفته شود که تا قبل از آبیگری سده درختان تا حد لازم رشد کرده باشند.

فاصله درختان از سد نه آن قدر نزدیک باشد که ریشه های آن ها از آب سد استفاده کنند و نه آن قدر دور باشد که نتوانند شدت وزش باد را کاهش دهند و همچنین از درختانی استفاده شود که ریشه آن ها مستحکم بوده و به حداقل آب نیاز دارند.



شکل ۶) بادشکن های گیاهی

### ۶-۳- استفاده از سقف های متحرک و سلول های خورشیدی

مناطق که میزان میانگین بارش و حجم آب ذخیره شده در سد به ندرت از حد معینی عبور می کند می تواند از سقف های متحرک و یا سلول های خورشیدی برای پوشاندن سطح آب استفاده کرد. این روش تقریباً تمام آب سد را حفظ می کند و جلوی تبخیر آب را می گیرد و در صورتی که از سلول های خورشیدی استفاده شود تولید انرژی هم انجام می شود مشکلی که این روش دارد این است که در بعضی سدها که مساحت آن ها زیاد است هزینه پیاده سازی بسیار بالاست و در برخی مناطق که بارش در آن ها متغیر باشد امکان ساخت این سقف ها مشکل خواهد بود.





شکل ۷) سلول های خورشیدی

### ۷-۳- استفاده از پوشش های شناور در مناطق گرم و خشک

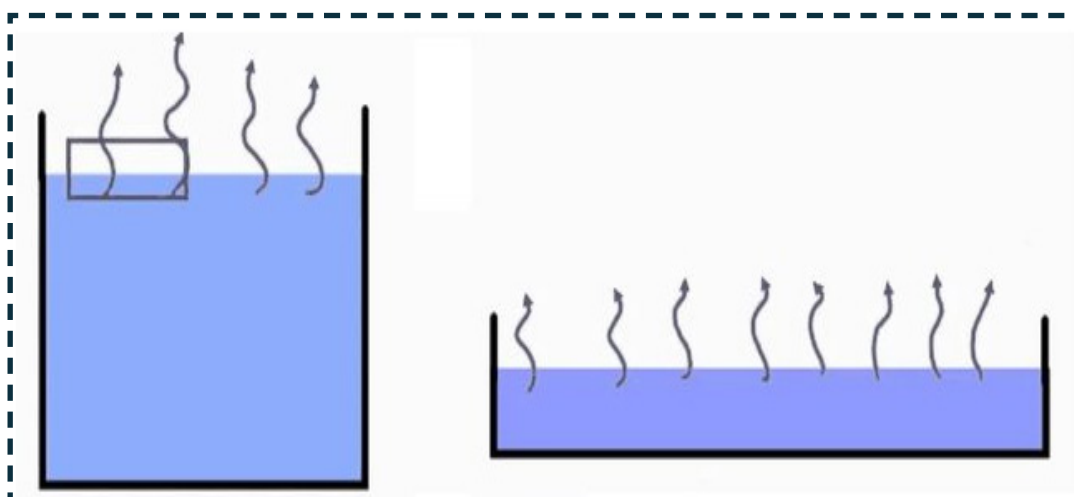
پوشش های شناور یکی از ابزارهای مورد استفاده در سدهایی هستند که در مناطق گرم و خشک قرار دارند. در این مناطق معمولاً بارش ها در فصل گرما کاهش چشمگیری دارد و بیشترین میزان تبخیر سطحی در این فصل اتفاق می افتد و استفاده از پوشش های شناور می تواند علاوه بر جلوگیری از تبخیر آب از تغییرات شیمیایی و تغییر در میزان غلظت املاح آب جلوگیری کند. این پوشش برای سدهای کشاورزی و کوچک قابل استفاده است و عمر مفید آن حدوداً ۲۵ سال است. این پوشش ها میزان تبخیر آب را تا ۶۰ درصد و تأثیر باد را تا ۹۰ درصد کاهش می دهند و با توجه به جلوگیری از نفوذ نور از رشد گیاهان زیرآبی جلوگیری می کند.

### ۸-۳- تغییر در ساختار ظاهری سد

در برخی سدها که بیشتر بر روی رودهای بزرگ و انشعابات آن ها ساخته می شود و جمع آوری آب باران اولویت کمتری دارد می تواند سازه سد را به گونه ای طراحی کرد که سطح باز آب در شد به حداقل رسیده و عمق بیشتری برای آب ایجاد کرد ساخت این نوع سدها بیشتر به جنس زمین و خاک منطقه و محدودیت های زیستی و محیطی بستگی دارد.



شکل ۸ پوشش های شناور



شکل ۹ تغییرات در بدنه سد

### ۹-۳ پوشش های گنبدی و ورقه ای

یکی از روش های هزینه بر اما بسیار مفید برای جلوگیری از تبخیر آب سدها استفاده از صفحه های موسوم «اکواکب» است. این صفحه ها به صورت زنجیره ای از صفحات گنبدی شکل متصل به هم بر روی سطح آب سد قرار می گیرند و علاوه بر جلوگیری از تبخیر آب دمای آب را کاهش داده و از تیره شدن رنگ آب نیز جلوگیری می کنند. این صفحه ها در صورتی که ۸۰ درصد از سطح سد را بپوشانند می توانند تا ۷۰ درصد از تبخیر آب جلوگیری کنند و تنها مشکل آن ها هزینه بالای است. نوع دیگری از این پوشش ها نیز وجود دارد که «e-vapeap» که ارزان تر هستند و می توانند به طور کامل جلو تبخیر آب را بگیرند اما مقاومت آن ها در برابر وزش باد بسیار کم است.





شکل ۱۰ پوشش‌های گنبدی و ورقه‌ای

#### ۴- مزایای برخی از روش‌های کاهش تبخیر از سطح مخازن

##### ۴-۱- مزایای استفاده از پوشش شناور فیتچ

۱. لایه‌ای به ضخامت ۵/۰ تا ۱ میلی‌متر
۲. پلی‌اتیلن یا پلی‌پروپیلن با چگالی بالا
۳. استفاده از پوشش فیتچ بسیار کارآمد و سازگار با محیط‌زیست
۴. کاهش تبخیر تا بیش از ۹۵ درصد
۵. عمر مفید ۱۵ سال (Winter, ۲۰۱۲).

##### ۴-۲- مزایای استفاده از پوشش شناور ریووک

پوشش شناور ریووک از پلی‌پروپیلن ساخته شده و پوششی بسیار مقاوم می‌باشد. این پوشش مانند پوشش فیتچ به لوله‌های پر شده از شن و ماسه متصل می‌باشد و در سطح آن حوضچه‌ای ایجاد می‌شود که آب حاصل از باران در آن ذخیره شده و می‌توان با پمپ و یا ایجاد سوراخ در پوشش شناور، این آب را وارد مخزن کرد. با استفاده از این پوشش‌ها می‌توان تبخیر را تا بیش از ۹۵ درصد کاهش داد. این پوشش دارای عمر مفید حدود ۳۰ - ۲۰ سال می‌باشد (Thole, ۲۰۱۴).

##### ۴-۳- مزایای استفاده از رنگ جلبک

رنگ کنترل جلبک، یک ترکیب خاص که یا کاملاً و یا با درصدهای مختلف از رنگ‌های غذایی تولید می‌شود و به‌عنوان یک مانع برای جلوگیری از ورود نور خورشید به داخل آب که موجب کاهش تبخیر و رشد جلبک‌ها می‌شود، می‌تواند تبخیر را تا ۸۰ درصد کاهش دهد (Aquarius, ۲۰۱۳).



#### ۴-۴- توپ‌های مشکی پلاستیکی

- از جنس پلی‌اتیلن
  - تا ۹۰٪ کاهش تبخیر
  - قابل بازیافت
- سازمان آب و انرژی لس‌آنجلس برای جلوگیری از تبخیر آب مخزن ۱۲ میلیارد لیتری سیلمار در کالیفرنیا ۹۶ میلیون توپ مشکی پلاستیکی را در سطح مخزن رها کرد. این توپ‌های مشکی به میزان ۱/۱ تا ۱/۲ میلیارد لیتر در سال از تبخیر آب جلوگیری می‌کند (New scientist, ۲۰۱۵).

#### ۴-۵- صفحات بنزنی

- کاهش تبخیر بیش از ۵۰٪
- صفحات بنزنی به رنگ سفید می‌باشند و می‌توانند نور خورشید را منعکس کنند، در نتیجه مانع از افزایش درجه حرارت آب می‌شود. این صفحات اثر باد را کاهش می‌دهند (Zhang, et al, ۲۰۱۵).

#### ۴-۶- طراحی و ساخت پوشش فیزیکی فومتالات با استفاده از ضایعات پلیمری به منظور کاهش تبخیر از پساب‌های اسیدی

- پوشش فیزیکی شناوری به نام فومتالات که حاصل تزریق صنعتی پلی استایرن در قالب‌های پر شده با بطری‌های دلاستر می‌باشد
- کاهش میزان تبخیر تا بیش از ۹۰ درصد
- حفظ محیط زیست و مقابله با چالش کم‌آبی (افخمی و همکاران، ۱۳۹۶).

#### ۴-۷- قرار دادن پانل‌های خورشیدی

- کاهش تبخیر از سطح مخزن تا ۷۰ درصد
  - با محدود کردن رشد جلبک‌ها و سایر آلودگی‌ها از کیفیت آب محافظت می‌کنند (CRAINS, New York City, ۲۰۱۷).
- در این روش پانل‌ها نور خورشید را جذب کرده و در عمل مانع نفوذ نور خورشید به سطح آب زیرین آن‌ها شده، بدین ترتیب تبخیر کاهش می‌یابد. هزینه‌های بستر پانل‌ها، خنک‌سازی، ردیابی و سیستم رفلکتور با افزایش میزان برق تولیدی کاهش خواهد یافت.





## ۵- نتیجه گیری

بر اساس پیش‌بینی‌های اقلیمی، دمای کره زمین رو به افزایش است؛ این مسئله توازن میان آب مصرفی و آب موردنیاز را برهم می‌زنند. بدین ترتیب آب مصرفی بیشتر از ذخایر آبی موجود می‌شود. این عدم توازن علاوه بر کشاورزی و محیط‌زیست، انسان را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد و او را از نعمت داشتن آب تصفیه‌شده و تغذیه مناسب محروم می‌سازد. یکی از پدیده‌های عمده که موجب تلفات مقادیر زیادی از آب‌های جمع‌آوری‌شده پشت سدها، استخرها، دریاچه‌ها و ... می‌شود، تبخیر است. روش‌های زیادی برای کنترل تبخیر از سطح آزاد آب موجود است که دارای ماهیت و هزینه‌های متفاوت می‌باشند. برای کاهش و کنترل تبخیر روش‌های از روش‌های زیستی، شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی استفاده می‌شود. در این مطالعه ارائه‌ی تعدادی از این روش‌ها پرداخته شد.

## منابع

۱. افخمی و همکاران. ۱۳۹۶. طراحی و ساخت پوشش فیزیکی فومتالات با استفاده از ضایعات پلیمری به منظور کاهش تبخیر از پساب‌های اسیدی. مجله محیط زیست و مهندسی آب. دوره ۳، شماره ۱، صفحات ۶۵-۵۴.
۲. آهنی، ع؛ و حسینعلی، ا. ۱۳۹۴. معرفی یک روش هوشمند برای کاهش تبخیر آب از سطح مخازن روباز. رویداد پیوند آب و انرژی شریف. کانون علمی فرهنگی دانشکده برق (رسانا). انستیتو آب و انرژی شریف، تهران، ایران.
۳. باقری اردبیلیان، پ.، باقری اردبیلیان، م؛ و مسافری، م. ۱۳۸۷. بررسی روش‌های کاهش تبخیر از منابع و مخازن آب با نگاهی به وضعیت تبخیر در آب‌های سطحی استان آذربایجان شرقی. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران، تبریز، ایران.
۴. شمسایی، ا؛ و حسنی، ا. ۱۳۸۶. مروری بر روش‌های کاهش میزان تبخیر از سطوح آزاد آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک. اولین همایش سازگاری با کم‌آبی. ماهنامه مهرآب، تهران، ایران.
5. Aquarius, 2013, Aquarius Drilling Services & Water Treatment.
6. Craig, I. P. 2005. Loss of storage water due to evaporation A literature review. NCEA Publication, University of Southern Queensland, Australia. 1-75.
7. Ejlali, F. 2004. Climates and weather Explained. Payame Noor Publication. University, 306p.
8. Farzin, S., Hajiabadi, R., Ahmadi, M. H. 2017. Application of chaos theory and artificial neural networks to evaluate evaporation from lakes water surface. Journal of Water and Soil, 30(1), 61-74.
9. Farzin, S., Hajiabadi, R., Ahmadi, M. H. 2017. Application of chaos theory and artificial neural networks to evaluate evaporation from lakes water surface. Journal of Water and Soil, 30(1), 61-74.
10. Lloyd Samson Thole, 2014, Run-off rainwater harvesting project, Zambia, The Patents and Companies Registration Agency.
11. Piri, M., Hesam, M., Dehghani, A. A., & Meftah H. 2011. Experimental study on the effect of physical and chemical approach in reducing the evaporation from water surface. Journal of Water and Soil Conservation, 17(4), 141-154.
12. Stanhill, G. 2002. Is the Class-A evaporation pan still the most practical and accurate meteorological method for determining irrigation water requirements. Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 112, 233-236.
13. Winter T.C., Rosenberry D.O., and Sturrock A.M. 2012. Evaluation of 11 equations for determining evaporation for a small lake in the north central United States. Water Resources Research.
14. www.aquariusdrilling.com. au/treatment/acd-dam-treatment.



سارا امیرجلالی

دانشجوی کارشناسی، مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

 saraamirj@gmail.com



## بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوزه‌های آبخیز ایران با تأکید بر پورتال دانش تغییر اقلیم (CCKP)

### چکیده

تغییرات اقلیمی و بلایای طبیعی به عنوان چالش‌های اساسی جهانی در حوزه محیط‌زیست، اقتصاد و اجتماع شناخته می‌شوند. در این سیاق، مدیریت آبخیز به عنوان یک استراتژی اساسی برای افزایش انعطاف‌پذیری جوامع در مواجهه با این چالش‌ها، به تحقیقات گسترده‌تری نیازمند است. مقاله حاضر به بررسی شیوه‌ها و استراتژی‌های مدیریت آبخیز تمرکز دارد و بررسی می‌نماید که چگونه این روش‌ها می‌توانند برای مواجهه با چالش‌های تغییرات اقلیمی و بلایای طبیعی مرتبط با آن‌ها، سازگار شوند. هدف اصلی این مطالعه، شناسایی و تحلیل اثربخشی استراتژی‌ها و رویکردهای مختلف در مدیریت حوزه‌های آبخیز در شرایط تغییرات اقلیمی است. در پایان، این مقاله نه تنها به بهبود درک مفهوم مدیریت آبخیز و اهمیت آن برای حفظ منابع آب و کاهش خطرات محیط‌زیستی و اقتصادی کمک می‌کند، بلکه راهکارهایی را برای افزایش انعطاف‌پذیری اجتماعات در برابر تغییرات اقلیمی و بلایای طبیعی ارائه می‌دهد.

### کلمات کلیدی:

تغییرات اقلیمی، حوزه آبخیز، پورتال دانش تغییر اقلیم (CCKP).



تغییرات اقلیمی می‌تواند بر فرآیندهای طبیعی اکوسیستم حوضه آبخیز تأثیر بگذارد (Band et al. ۱۹۹۶; IPCC ۲۰۰۱a; Stone et al. ۲۰۰۱) و پیامدهای بلندمدتی بر فرآیندهای اقتصادی و اکولوژیکی داشته باشد (USEPA ۲۰۰۴). میانگین دمای سطح جهانی ۰.۴۵-۰.۶ درجه سانتی‌گراد (۰.۸-۱.۰ درجه فارنهایت) و میانگین سطح دریا تقریباً ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر (۸-۶ اینچ) در طول قرن گذشته افزایش یافته است (USEPA, ۲۰۰۴; IPCC, ۲۰۰۱).

در حالی که تغییرات اقلیمی به طور طبیعی نیز رخ می‌دهد، رشد جمعیت، سوزاندن سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدایی افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو را تسریع کرده و زمین را گرم می‌کند (USEPA ۲۰۰۴). این روند افزایش دمای سطح زمین می‌تواند بر چرخه هیدرولوژیکی و فرآیندهای مختلف یک سیستم آبخیز تأثیر بگذارد. اثرات بالقوه شامل تغییرات رواناب، غنی‌سازی مواد مغذی، بارگیری رسوب و نرخ تبخیر و تعرق در یک سیستم حوضه آبخیز است (بند و همکاران ۱۹۹۶؛ چانگ و همکاران ۲۰۰۱؛ ایوانز و همکاران ۲۰۰۳).

تغییرات آب و هوا و بلایای طبیعی به عنوان یکی از چالش‌های عمده امروزه در مقیاس جهانی مطرح شده‌اند و تأثیرات عمیقی بر محیط زیست و اقتصاد جوامع دارند. این تغییرات نه تنها به تغییرات در الگوی بارش و دما منجر می‌شوند، بلکه به افزایش تعداد و شدت بلایای طبیعی نیز منجر می‌گردند. در این شرایط، مدیریت آبخیز تطبیقی به عنوان یک استراتژی اساسی برای افزایش انعطاف‌پذیری جوامع در مواجهه با این تحولات گوناگون مورد توجه قرار گرفته است.

حوضه‌های آبخیز به عنوان منابع اصلی تأمین آب برای مصرف کشاورزی، صنعتی، و شرب در مناطق مختلف جهان اهمیت زیادی دارند. این منابع، علاوه بر تأمین آب، در مدیریت سیلاب‌ها، کاهش خطرات سیل و تراز آب زیرزمینی نیز نقش اساسی دارند. با توجه به تغییرات آب و هوا و افزایش بلایای طبیعی نظیر سیلاب، خشکسالی‌ها و جوشاندن برف، مدیریت کارآمد و انعطاف‌پذیری در آبخیزها ضروری به نظر می‌آید.

علیرغم تحقیقات گسترده در مورد تأثیرات تغییر اقلیم، تحقیقات و اطلاعات در مورد تأثیر تغییرات اقلیمی بر سیستم‌های آبخیزداری در مراحل ابتدایی خود باقی مانده است. ارزیابی تغییرات اقلیمی در سیستم حوضه آبخیز برای توسعه استراتژی‌ها و سیاست‌های جایگزین برای کاهش اثرات گرمایش جهانی مهم است (IPCC, ۲۰۰۱).

هدف اصلی این مقاله، شناسایی بهترین شیوه‌ها و راهکارهای ممکن برای مدیریت آبخیز در شرایط تغییرات آب و هوایی است. با توجه به اینکه تغییرات آب و هوا به نوعی ناپیش‌بینا و متغیر هستند، یافتن راهکارهایی که بتوانند با این تغییرات سازگاری داشته باشند و به جامعه کمک کنند تا در برابر بلایای طبیعی و کاهش منابع آب مقاومت نمایند، ضروری به نظر می‌آید. در این مقدمه، به معرفی چالش‌های تغییرات آب و هوا و بلایای طبیعی در حوضه‌های آبخیز پرداخته و اهمیت مدیریت آبخیز تطبیقی برای حفظ منابع آب و کاهش خطرات محیط‌زیستی و اقتصادی بیشتر برجسته شده است. سپس، اهداف و رویکردهای اصلی این مقاله معرفی شده و مطالبی که در ادامه آمده است تا به دست‌آوردن یک مفهوم جامع از مدیریت آبخیز تطبیقی و ارتقاء کارآمدی آن برای مواجهه با تغییرات آب و هوا و بلایای طبیعی کمک کند، تشریح می‌شود.

## اثرات تغییر اقلیم بر حوضه‌های آبخیز

تغییر اقلیم پیامدهای قابل توجهی برای حوضه‌های آبخیز دارد و چالش‌های متعددی را برای عملکرد اکولوژیکی و هیدرولوژیکی آن‌ها ایجاد می‌کند. حوضه‌های آبخیز، مناطقی از زمین هستند که به یک بدنه آبی مشترک می‌ریزند و به تغییرات دما، الگوهای بارش و فراوانی و شدت رویدادهای شدید آب‌وهوایی بسیار حساس هستند. این تغییرات می‌تواند تعادل دسترسی به آب، کیفیت آب و خدمات اکوسیستمی ارائه شده توسط حوضه‌های آبخیز را مختل کند (De Groot et al., ۱۹۹۴). اثرات تغییر اقلیم بر حوضه‌های آبخیز عبارتند از:

۱. الگوهای هیدرولوژیکی تغییر یافته: تغییر اقلیم می‌تواند منجر به تغییر در الگوهای بارندگی شود، در نتیجه تغییر در زمان‌بندی و توزیع آب در دسترس در حوضه‌های آبخیز ایجاد شود. این مسئله می‌تواند منجر به تغییر الگوهای جریان آب شود، از جمله کاهش جریان آب در فصول خشک و افزایش سیل در طول رویدادهای بارندگی شدید.
۲. افزایش تنش آبی: افزایش دما و تغییر الگوی بارش می‌تواند کمبود آب را در برخی مناطق تشدید کند و استرس بیشتری را بر حوضه‌های آبخیز وارد کند. کاهش و ذوب سریع برف می‌تواند منجر به کاهش دسترسی به آب در طول فصول خشک شود و بر منابع آب انسانی و اکوسیستم‌های آبی تأثیر بگذارد.
۳. اثرات کیفیت آب: تغییرات اقلیمی می‌تواند بر کیفیت آب در حوضه‌های آبخیز تأثیر بگذارد. دمای هوای بالا موجب افزایش دمای آب می‌شود که این مسئله به نوبه خود می‌تواند تأثیرات منفی بر روی زیستگاه‌های آبی داشته باشد و ترکیب گونه‌ها را تغییر دهد. همچنین تغییر در الگوهای بارش می‌تواند بر رواناب و رسوب نیز تأثیر بگذارد و منجر به کاهش کیفیت آب شود (Arnell et al., ۲۰۰۱).
۴. اختلالات اکوسیستم: تغییرات اقلیمی می‌تواند تعادل اکولوژیکی را نیز در حوضه‌های آبخیز مختل کند. تغییرات دما و بارندگی بر توزیع و رفتار گونه‌ها تأثیر گذار است و می‌تواند منجر به تغییراتی در تنوع زیستی شود. بعلاوه به طور بالقوه عملکرد اکوسیستم‌های آبی را نیز تهدید می‌کند. (Herman et al., ۱۹۹۴)

## تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوضه‌های آبخیز ایران؛ چالش‌ها و راهکارها

تغییرات اقلیمی در ایران، تأثیرات متنوعی بر حوضه‌های آبخیز این کشور داشته و چالش‌های موجود را تشدید نموده است، علاوه بر این، چالش‌های جدیدی نیز به وجود آورده است. در ادامه به تعدادی از تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوضه‌های آبخیز ایران پرداخته خواهد شد:

### کاهش دسترسی به آب

افزایش دما و تغییر الگوی بارش منجر به کاهش دسترسی به آب در بسیاری از حوضه‌های آبخیز در سراسر ایران شده است. کاهش بارندگی و افزایش نرخ تبخیر به کاهش سطح آب در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و منابع آب زیرزمینی کمک کرده است. این امر پیامدهای قابل توجهی برای تامین آب، کشاورزی و اکوسیستم‌های این حوضه‌های آبخیز دارد.

### تشدید تنش آبی

ایران به دلیل اقلیم خشک و نیمه‌خشک با تنش آبی مواجه است. تغییرات اقلیمی این تنش را با تغییر الگوهای بارش تشدید





کرده است. برخی از مناطق ایران با کاهش بارندگی مواجه هستند که منجر به شرایط خشک تر و محدودیت منابع آبی می شود. این مسئله، پیامدهای منفی در ارتباط با بهره‌وری کشاورزی، تامین آب برای جمعیت انسانی و عملکرد اکوسیستم‌ها وابسته به دسترسی کافی به آب را به همراه دارد.

### تغییرات در الگوهای هیدرولوژیکی

تغییر اقلیم، الگوهای هیدرولوژیکی حوضه‌های آبخیز ایران را تغییر داده است. تغییرات در شدت و زمان بارندگی منجر به تغییر در زمان و بزرگی جریان‌ها شده است. این قضیه، می‌تواند منجر به افزایش خطرات سیل در طول رویدادهای بارندگی شدید و کاهش جریان آب در طول دوره‌های خشک شود و بر فعالیت‌های انسانی و اکوسیستم‌هایی که به شرایط هیدرولوژیکی خاص متکی هستند، تأثیر بگذارد.

### تأثیر بر اکوسیستم‌ها

تغییر اقلیم، پیامدهای قابل توجهی بر تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم‌ها در حوضه‌های آبخیز ایران دارد. تغییر در الگوهای دما و بارش می‌تواند بر توزیع و رفتار گونه‌ها تأثیر بگذارد و منجر به تغییر در جوامع اکولوژیکی شود. کمبود آب و الگوهای هیدرولوژیکی تغییر یافته نیز می‌تواند عملکرد اکوسیستم‌های آبی را مختل کند و بر جمعیت ماهی‌ها، کیفیت آب و تعادل کلی اکولوژیکی تأثیر بگذارد. (Abbaspour et al., ۲۰۰۹)

### افزایش خطر بیابان‌زایی

ایران به دلیل آب و هوای خشک در حال حاضر مستعد بیابان‌زایی است. تغییرات اقلیمی با افزایش دما و کاهش دسترسی به آب، چندین حوضه آبخیز در ایران تحت تأثیرات قابل توجهی از تغییرات اقلیمی قرار دارند. چند نمونه از حوضه‌های آبخیزی که به شدت تحت تأثیر قرار گرفته‌اند عبارتند از:

حوضه آبریز رودخانه کارون: رودخانه کارون طولانی‌ترین و مهم‌ترین رودخانه ایران است و حوضه آبخیز آن به شدت تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار دارد. کاهش بارندگی و افزایش نرخ تبخیر منجر به کاهش سطح آب در رودخانه شده است که بر تامین آب برای آبیاری، تولید برق آبی و سلامت اکوسیستم تأثیر گذاشته است.

حوضه آبخیز رودخانه زاینده‌رود: رودخانه زاینده‌رود، واقع در مرکز ایران، به دلیل تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی با کمبود شدید آب مواجه است. کاهش بارندگی و افزایش دما منجر به کاهش جریان رودخانه و کاهش تغذیه آب زیرزمینی شده است. این امر پیامدهای قابل توجهی برای فعالیت‌های کشاورزی، تامین آب شهری و سلامت اکولوژیکی کلی حوضه داشته است.

حوضه آبخیز دریاچه ارومیه: دریاچه ارومیه واقع در شمال غربی ایران یکی از بزرگترین دریاچه‌های آب شور جهان است. تغییرات اقلیمی نقش بسزایی در کوچک شدن دریاچه داشته است. کاهش بارندگی، افزایش تبخیر و تغییر در الگوهای دما به کاهش سطح آب کمک کرده و اکوسیستم، تنوع زیستی و معیشت محلی دریاچه را تهدید کرده است.

دریاچه ارومیه یکی از بزرگترین دریاچه‌های شور دنیا بود که در دهه‌های گذشته به عنوان یکی از معجزه‌های طبیعی ایران شناخته می‌شد. در گذشته، دریاچه ارومیه به عنوان یک منبع آبی مهم برای شرب، کشاورزی، و حفظ تنوع زیستی در منطقه خدمت می‌کرد. این دریاچه دارای آبیاری حدود ۲۰۰ هزار هکتار زمین کشاورزی و بیش از ۵۰ گونه پستاندار و پرندگان بود. تغییرات اقلیمی از جمله افزایش دما، تغییرات در الگوهای بارش، و کاهش کمیت آب تا حدودی بر دریاچه ارومیه تأثیر



گذاشته‌اند. این تغییرات اقلیمی منجر به افزایش تبخیر و تبخیر تر، کاهش بارندگی، و کمبود آب در دریاچه شده‌اند. وضعیت کنونی دریاچه ارومیه نگران‌کننده است. سطح آب دریاچه به طور مداوم کاهش می‌یابد و بسیاری از جزئیات از دست رفته است. این کاهش سطح آب منجر به تراکم نمی‌گردد، بلکه به کاهش غیرمعمول آب شور و اسیدی در دریاچه منجر شده و این وضعیت به بحران اکولوژیکی و اقتصادی منجر شده است.

دریاچه هامون و حوضه رودخانه هیرمند: دریاچه هامون که در جنوب شرقی ایران در امتداد مرز با افغانستان قرار دارد، به شدت تحت تاثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته است. کاهش بارندگی، خشکسالی‌های طولانی‌مدت و افزایش تقاضای آب برای کشاورزی منجر به خشک شدن دریاچه شده است. از بین رفتن آب در این حوضه پیامدهای شدید محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی برای منطقه به همراه داشته است.

حوضه آبخیز رودخانه هراز: رودخانه هراز نیز که از میان رشته کوه‌های البرز در شمال ایران می‌گذرد، اثرات تغییرات اقلیمی را تجربه می‌کند. تغییرات در الگوهای بارش و افزایش دما بر در دسترس بودن آب و زمان‌بندی جریان رودخانه تأثیر گذاشته است. این تغییرات پیامدهایی برای تامین آب، تولید برق آبی و اکوسیستم‌های وابسته به رودخانه دارد (Beyglou et al., ۲۰۰۹).



تصویر (۱) وضعیت زاینده‌رود

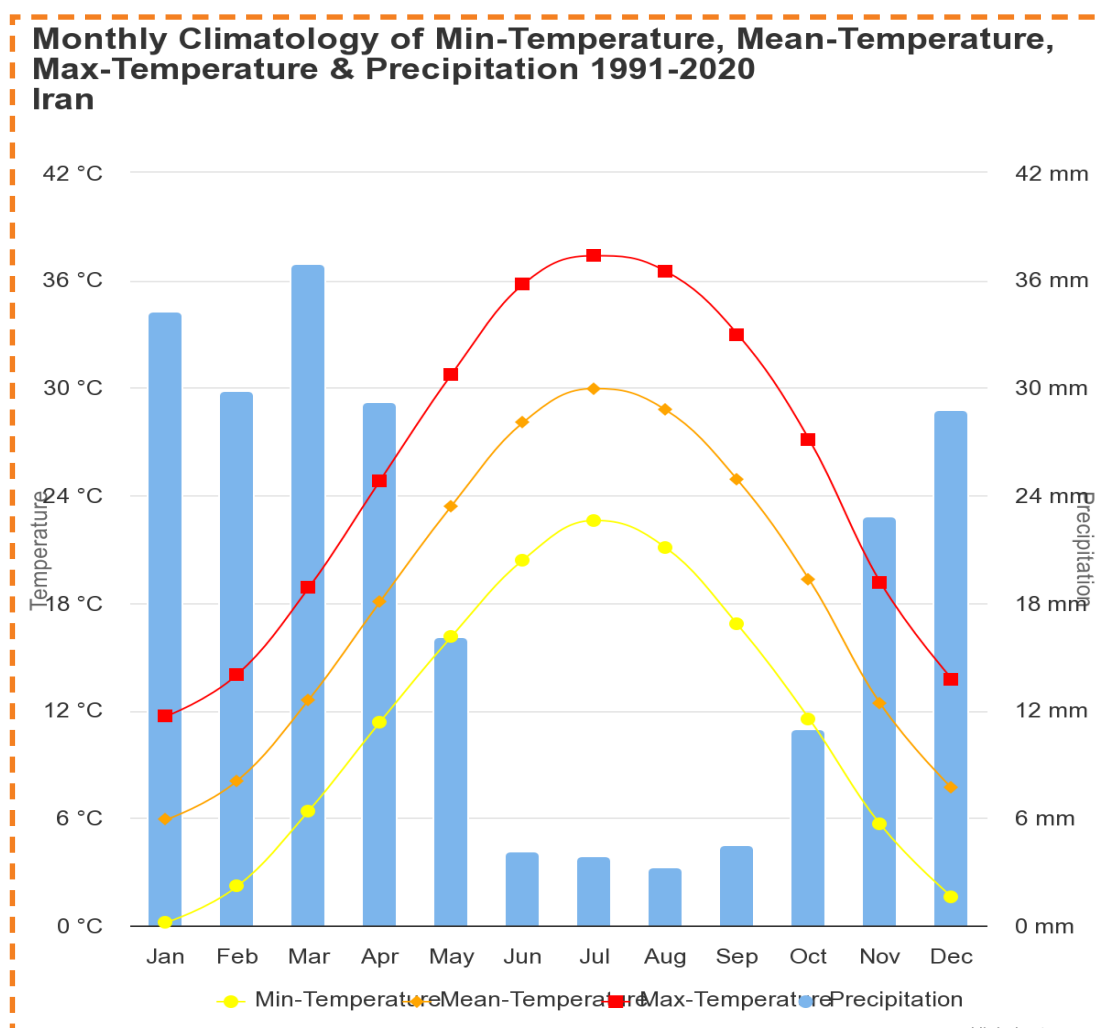


## پورتال دانش تغییر اقلیم (CCKP)

پورتال دانش تغییر اقلیم (CCKP) پلتفرمی است که دسترسی به اطلاعات و داده‌های زیادی را در رابطه با تغییرات آب‌وهوا و تأثیرات آن فراهم می‌کند. داده‌ها را از منابع مختلف، از جمله مطالعات علمی، مدل‌های آب‌وهوا و گزارش‌ها، جمع‌آوری و مدیریت می‌کند تا اطلاعات جامعی در مورد مسائل مربوط به تغییرات آب و هوا ارائه دهد.

این پورتال اغلب شامل نقشه‌ها، نمودارها و نمودارهای تعاملی است که داده‌های آب‌وهوایی را به صورت بصری نشان می‌دهد. این تجسم‌ها می‌توانند روند دما، بارندگی و سایر متغیرها را در طول زمان نشان دهند و به شما این امکان را می‌دهند که چگونگی تأثیر تغییرات اقلیمی بر مناطق خاص یا متغیرهای مورد نظرتان را بررسی کنید.

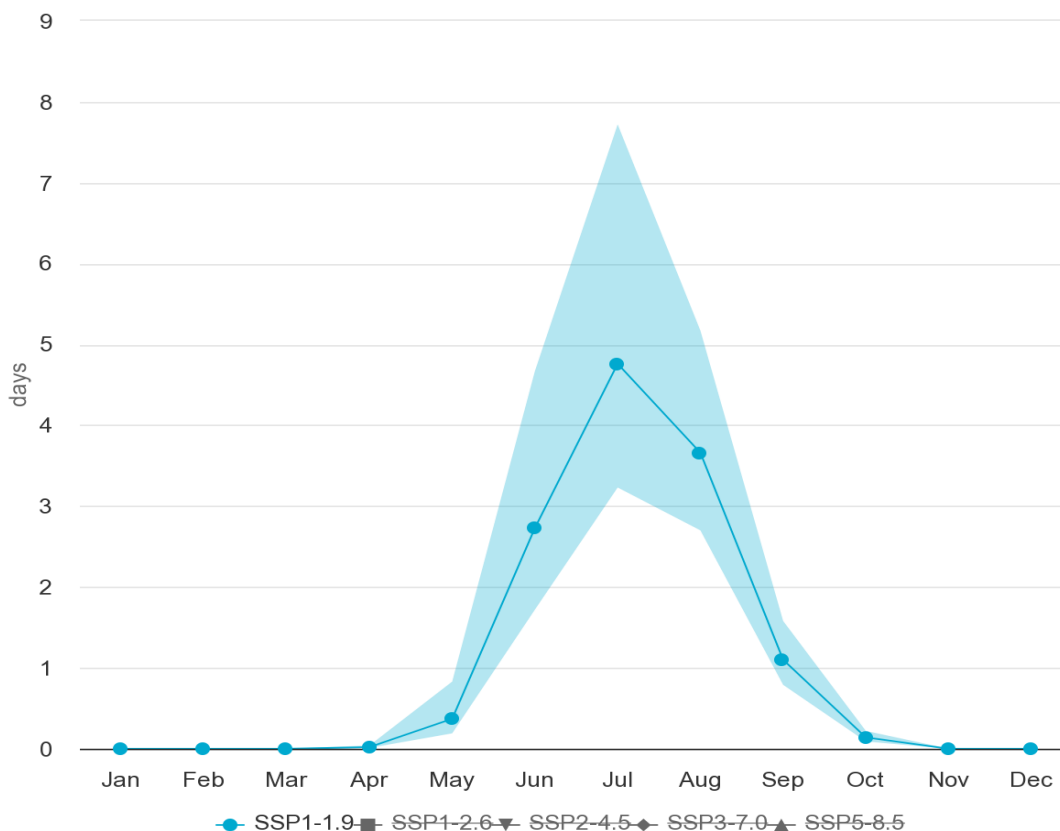
نمودارهای زیر با کمک پورتال دانش تغییر اقلیم (CCKP) برای بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر جنبه‌های مختلف در ایران به دست آمده است. با استفاده از داده‌ها و ابزارهای تجسمی گسترده ارائه شده توسط CCKP، می‌توان تأثیرات تغییرات اقلیمی را بر موضوعات مختلف در داخل کشور تجزیه و تحلیل کرد و به تصویر کشید. نمودارهای ارائه شده، روندها و تغییرات کلیدی را نشان می‌دهند و بینش‌های ارزشمندی را در مورد چالش‌های جاری ناشی از تغییرات اقلیمی در ایران ارائه می‌دهند (Houghton et al., ۲۰۰۱).



تصویر ۲) تغییر اقلیم ماهانه حداقل دما، میانگین دما، حداکثر دما و بارندگی



**Projected Days with Heat Index > 35°C Anomaly for 2020-2039  
Iran; (Reference Period: 1995-2014), SSP1-1.9, Multi-Model Enser**



تصویر ۳) روزهای پیش بینی شده با شاخص گرمایی < ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ناهنجاری برای سال های ۲۰۲۰-۲۰۳۹

این نمودارها تغییرات هشداردهنده در الگوهای بارش، کاهش دسترسی به آب و اختلال در چرخه‌های هیدرولوژیکی در حوضه‌های آبخیز ایران را نشان می‌دهند. البته این تغییرات پیامدهای گسترده‌ای دارد و نه تنها بر منابع آبی بلکه بر اکوسیستم‌ها و جوامع وابسته به آن‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. بدیهی است که تغییرات اقلیمی تهدیدی جدی برای پایداری و عملکرد حوضه‌های آبخیز، تشدید کمبود آب، به خطر انداختن کیفیت آب و تضعیف تعادل اکولوژیکی است.

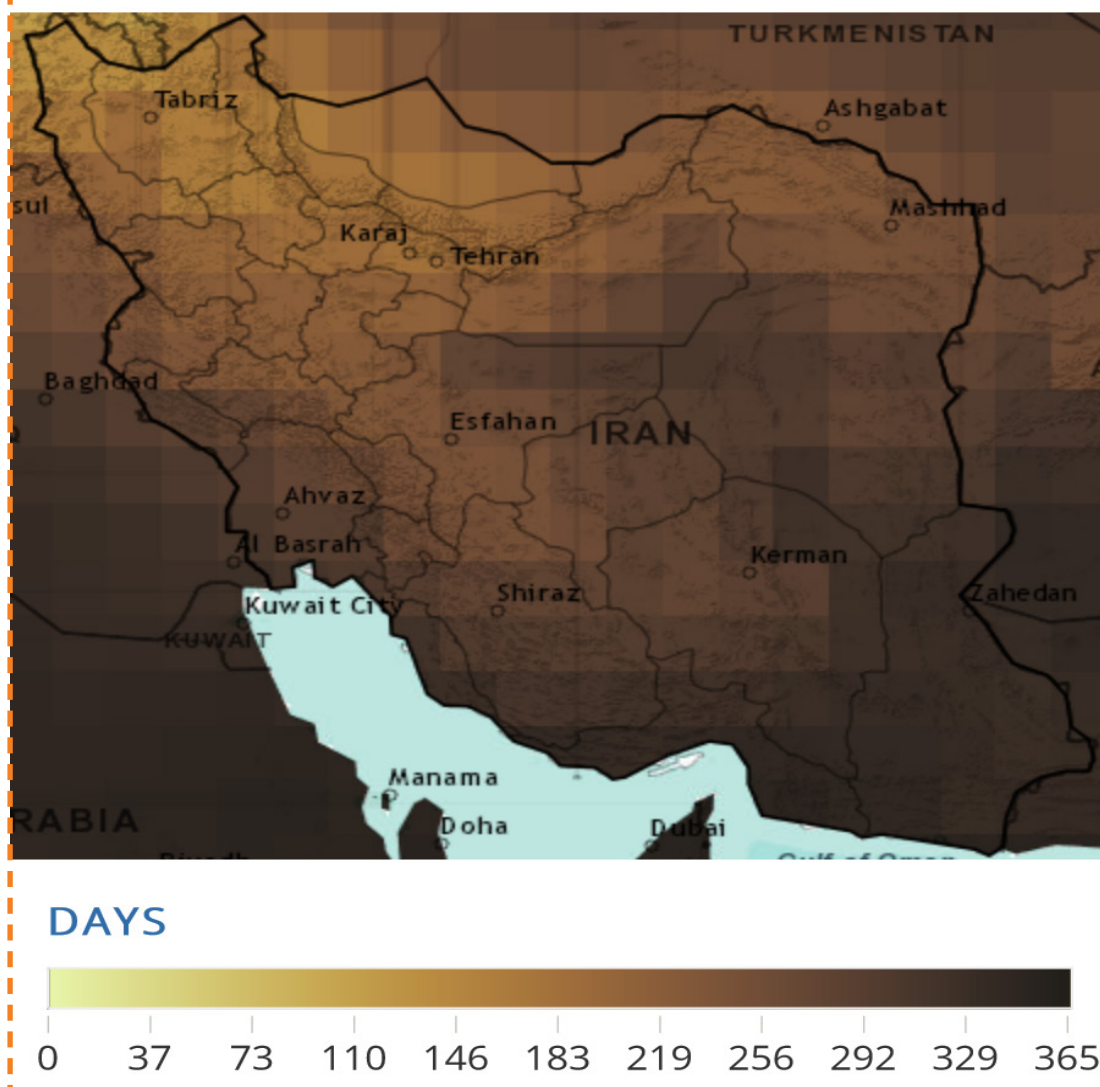
اجرای استراتژی‌های تطبیقی که مدیریت منابع آب را بهبود می‌بخشد، شیوه‌های پایدار را ترویج می‌کند و انعطاف‌پذیری اکوسیستم را تقویت می‌کند، بسیار مهم است. این مسئله شامل اقداماتی مانند بهبود حفاظت از آب، حفاظت و احیای زیستگاه‌های حیاتی و اجرای شیوه‌های کشاورزی هوشمند برای آب‌وهوا می‌شود.

با تشخیص فوریت اقدام، می‌توان در جهت به حداقل رساندن تلفات ناشی از تغییرات اقلیمی در حوضه‌های آبخیز ایران تلاش کرد. ایجاد انعطاف‌پذیری نه تنها به حفاظت از منابع حیاتی آب کمک می‌کند، بلکه از اکوسیستم‌ها و معیشت‌های متنوعی که به آن‌ها وابسته است نیز محافظت می‌کند. این مسئولیت جمعی ماست که این چالش‌ها را اولویت‌بندی کرده و بر اساس آن‌ها عمل کنیم و آینده‌ای پایدار را برای حوضه‌های آبخیز ایران تضمین کنیم (Stocker et al., ۲۰۱۳).





Projected Climatology of Max Number of  
Consecutive Dry Days for 2020-2039  
(Annual)  
Iran; (Ref. Period: 1995-2014), SSP1-1.9,  
Multi-Model Ensemble



تصویر ۴) تغییر اقلیم پیش‌بینی شده حداکثر تعداد روزهای خشک متوالی برای ۲۰۲۰-۲۰۳۹

### رویکردی یکپارچه برای ایجاد تاب‌آوری در حوضه‌های آبخیز ایران

ایجاد تاب‌آوری در حوضه‌های آبخیز ایران نیازمند رویکردی جامع است که جنبه‌های مختلف برنامه‌ریزی را ادغام کند. در این مقاله چندین استراتژی وجود دارد، که می‌تواند به جلوگیری از آسیب بیشتر و افزایش انعطاف‌پذیری در حوضه‌های آبخیز کمک کند.

## صرفه‌جویی و بهره‌وری از آب

ترویج شیوه‌های حفاظت از آب می‌تواند به کاهش تقاضای آب و افزایش دسترسی به منابع آب در حوضه‌های آبخیز کمک کند. اقداماتی مانند ترویج تکنیک‌های آبیاری کارآمد، اجرای فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش آگاهی در مورد اهمیت استفاده مسئولانه از آب است.

## مدیریت و برنامه‌ریزی حوزه آبخیز

اجرای استراتژی‌های مدیریت و برنامه‌ریزی موثر حوزه آبخیز برای مدیریت پایدار منابع آب بسیار مهم است. این راهکار شامل رویکردهای یکپارچه‌ای است که جنبه‌های اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و اجتماعی-اقتصادی حوضه‌های آبخیز را در نظر می‌گیرد.

## احیای جنگل‌ها و اکوسیستم

احیای جنگل‌ها و اکوسیستم نقش حیاتی در افزایش تاب‌آوری حوزه آبخیز دارد. کاشت گونه‌های درختی بومی و احیای اکوسیستم‌های تخریب شده می‌تواند به بهبود حفظ آب، کاهش فرسایش خاک و افزایش تنوع زیستی کمک کند (Poffet al., 2002).

## زیرساخت‌های مقاوم در برابر آب و هوا

توسعه زیرساخت‌های مقاوم در برابر آب و هوا می‌تواند به کاهش اثرات تغییرات آب‌وهوایی بر حوضه‌های آبخیز کمک کند. پروژه‌های زیربنایی مانند ساخت تأسیسات ذخیره آب، اقدامات حفاظتی در برابر سیل و سازه‌های کنترل فرسایش از نمونه‌های این راهکار است.

## مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)

اجرای رویکردهای IWRM می‌تواند هماهنگی و مدیریت منابع آب را در حوضه‌های آبخیز افزایش دهد. IWRM ادغام بخش‌ها و ذینفعان مختلف درگیر در مدیریت آب از جمله کشاورزی، صنعت و توسعه شهری را ترویج می‌کند. این رویکرد بر رویکرد مشارکتی و یکپارچه با در نظر گرفتن ملاحظات اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی تأکید دارد (Beebe, 1995).

## مشارکت جامعه و ایجاد ظرفیت

مشارکت جوامع محلی و ایجاد ظرفیت آن‌ها برای مدیریت پایدار حوزه آبخیز ضروری است. توانمندسازی جوامع از طریق کمپین‌های آگاهی‌بخشی، برنامه‌های آموزشی و ابتکارات آموزشی به تقویت حس مالکیت کمک می‌کند و اتخاذ شیوه‌های پایدار را تشویق می‌کند. دانش محلی و شیوه‌های سنتی نیز می‌تواند در سازگاری با شرایط متغیر ارزشمند باشد (Michener et al., 1997).

## سیاست و حکمرانی

تقویت چارچوب‌های سیاستی و مکانیسم‌های حاکمیتی برای مدیریت موثر حوزه آبخیز حیاتی است. این مسئله شامل توسعه و اجرای مقرراتی است که استفاده پایدار از آب را ترویج می‌کند، ایجاد انگیزه‌هایی برای حفظ آب، و ادغام ملاحظات تغییر اقلیم در سیاست‌های مدیریت آب.



ادغام این جنبه‌های مختلف برنامه‌ریزی اقدام، از جمله حفاظت از آب، مدیریت آبخیز، احیای اکوسیستم، توسعه زیرساخت‌ها، مشارکت جامعه و اصلاحات سیاستی، می‌تواند به ایجاد تاب‌آوری در حوضه‌های آبخیز و جلوگیری از آسیب‌های بیشتر در ایران کمک کند. با اتخاذ رویکردی جامع و انطباقی، ذینفعان می‌توانند برای تضمین پایداری و تاب‌آوری بلندمدت حوضه‌های آبخیز ایران در برابر تغییرات اقلیمی با یکدیگر همکاری کنند (Butler et al., ۲۰۰۱).

## زیرساخت سبز

زیرساخت سبز در واقع به عنوان یکی از کارآمدترین و موثرترین رویکردها برای احیاء و مقاوم‌سازی حوضه‌های آبخیز شناخته می‌شود. زیرساخت سبز، به استفاده استراتژیک از عناصر طبیعی یا مبتنی بر طبیعت برای مدیریت منابع آب، بازیابی عملکرد اکوسیستم و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی اشاره دارد.

چندین پروژه موفق در ایران وجود دارد که اثرات مثبت احیای جنگل‌ها را بر حوضه‌های آبخیز نشان داده است. در اینجا چند نمونه بیان می‌شود:

پروژه احیای جنگل‌های مختلط هیرکانی خزر: این پروژه بر احیای جنگل‌های مختلط هیرکانی خزر که برای حفاظت از حوضه‌های آبخیز شمال ایران حیاتی هستند، تمرکز دارد. تلاش‌های احیای جنگل با هدف بهبود تنظیم آب، کاهش فرسایش خاک و افزایش تنوع زیستی انجام می‌شود. این پروژه با موفقیت تأثیر مثبت احیای جنگل را بر انعطاف‌پذیری حوضه آبخیز و سلامت اکولوژیکی آن، نشان داده است.

پروژه احیای جنگل‌های حوضه کرج: حوضه آبخیز کرج، واقع در نزدیکی تهران، به شدت تحت تأثیر جنگل‌زدایی و شهرنشینی قرار گرفته است. پروژه احیای جنگل در این منطقه بر کاشت گونه‌های درختی بومی برای احیای پوشش گیاهی طبیعی، بهبود نفوذ و حفظ آب متمرکز شده است. این پروژه نتایج مثبتی را در کاهش سیل، بهبود کیفیت آب و افزایش تاب‌آوری کلی حوضه آبخیز نشان داده است.

پروژه حفاظت و احیای جنگل‌های زاگرس: رشته کوه‌های زاگرس در غرب ایران، جنگل‌زدایی گسترده‌ای را تجربه کرده است که منجر به فرسایش خاک، کاهش دسترسی به آب و از بین رفتن تنوع زیستی شده است. پروژه حفاظت و احیای جنگل‌ها در این منطقه با هدف احیای جنگل‌های تخریب شده و بهبود شرایط حوضه آبخیز انجام می‌شود. این پروژه با موفقیت نقش احیای جنگل را در افزایش حفظ آب و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی نشان داده است.

این پروژه‌ها اهمیت احیای جنگل‌ها را در احیاء و تقویت حوضه‌هایی که با مشکلات ناشی از تغییرات اقلیمی در ایران مواجه هستند، برجسته می‌کند. آن‌ها نتایج مثبت احیای جنگل را نشان می‌دهند، از جمله بهبود تنظیم آب، کاهش فرسایش خاک، افزایش تنوع زیستی و افزایش انعطاف‌پذیری در برابر اثرات تغییرات اقلیمی.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوضه‌های آبخیز ایران پرداخته و نیاز مبرم به اقدام برای مقابله با این چالش‌ها برجسته شده است. تغییر اقلیم منجر به تغییرات قابل توجهی در الگوهای بارش، کاهش دسترسی به آب و افزایش آسیب‌پذیری در حوضه‌های آبخیز شده است. بدیهی است که اثرات تغییر اقلیم تهدیدی جدی برای پایداری و عملکرد





حوضه‌های آبخیز ایران است و منابع آبی، اکوسیستم‌ها و جوامع متکی به آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مقاله اهمیت دسترسی به منابع اطلاعاتی قابل اعتماد مانند پورتال دانش تغییر اقلیم (CCKP) را برای به دست آوردن داده‌ها و نمودارهایی که بارندگی و تغییرات بارندگی در ایران را نشان می‌دهد مورد بحث قرار داد. پلتفرم‌هایی مانند CCKP بینش‌های ارزشمندی را در مورد تأثیرات تغییرات اقلیمی بر حوضه‌های آبخیز ارائه می‌دهند و می‌توانند به درک مقیاس و ماهیت این تغییرات کمک کنند.

برای ایجاد انعطاف‌پذیری در حوضه‌های آبخیز و جلوگیری از آسیب‌های بیشتر، ادغام جنبه‌های مختلف برنامه‌ریزی اقدام ضروری است. استراتژی‌هایی مانند حفاظت از آب، مدیریت حوزه آبخیز، احیای اکوسیستم، زیرساخت‌های مقاوم در برابر آب‌وهوا، مشارکت جامعه، سیاست‌گذاری و حکمرانی موثر بسیار مهم هستند. علاوه بر این، این مقاله بر اهمیت زیرساخت سبز به عنوان یک رویکرد کارآمد و موثر برای احیای حوضه‌های آبخیز تأکید دارد. استفاده استراتژیک از عناصر طبیعی یا مبتنی بر طبیعت می‌تواند به مدیریت منابع آب، بازیابی عملکرد اکوسیستم و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی کمک کند.

## منابع

1. Abbaspour KC, Faramarzi M, Seyed Ghasemi S, Yang H (2009) Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. *Water Resour Res* 45:1–16.
2. Arnell, N., Liu, C., et al. (2001). Chapter 4: Hydrology and water resources. In J. Mc-Carthy, O. Canziana, N. Leary, D. Dokken, & K. White (Eds.), *Climate change (2001): Impacts, adaptation, and vulnerability* (pp. 191–233). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Band L, Mackay D, Creed I, Semkin R, Jeffries D (1996) Ecosystem processes at the watershed scale: sensitivity to potential climate change. *Limnol Oceanogr* 41(5):928–938.
4. Beebee, T. J. C. (1995). Amphibian breeding and climate change. *Nature*, 374, 219–220.
5. Beyglou M, Khoshakhlagh F, Ovji R (2009) The seasonal location and frequency of cyclone tracks of wet periods in middle-western Iran. *Natl Geogr Res* 68:71–84.
6. Bouraoui F, Grizzetti B, Granlund K, Rekolainen S, Bidoglio G (2004) Impact of climate change on the water cycle and nutrient losses in a finnish catchment. *Climatic Change* 66(1-2):109–126.
7. Butler, R. W., & Vennesland, R. G. (2000). Integrating climate change and predation risk with wading bird conservation research in North America. *Waterbirds*, 23(3), 535–540.
8. Carpenter S, Fisher S, Grimm N, Kitchell JF (1992) Global change and freshwater ecosystems. *Ann Rev Ecol Syst* 23:119–137.
9. Chang H, Evans B, Easterling D (2001) Effects of climate change on stream flow and nutrient loading. *J Am Water Resour Assoc* 37(4):973–986.
10. De Groot, R. S., & Ketner, P. (1994). Sensitivity of NW European species and ecosystems to climate change and some implications for nature conservation and management. In J. Pernetta, R. Leemans, D. Elder, & S. Humphrey (Eds.), *Impacts of climate change on ecosystems and species: Implications for protected areas* (pp. 28–53). Gland: The World Conservation Union (IUCN), Gland.
11. Dibike, Yonas B. and Coulibaly, Paulin, 2005, Hydrologic impacts of climate change in the Saguenay Watershed: Comparison of Ownscaling Methods and Hydrologic Models. *Journal of Hydrology*, 307(1-4): 145–163.
12. Evans B, Lehning D, Corradini K, Petersen G, Nizeyimana E, Hamlett J, Robillard P, Day R (2003) A comprehensive GIS-based modeling approach for predicting nutrient loads in watersheds. *J Spatial Hydrol* 2(2):1–18.
13. Herman, T. B., & Scott, F. W. (1994). Protected areas and global climate change: assessing the regional or local vulnerability of vertebrate species. In J. Pernetta, R. Leemans, D. Elder, & S. Humphrey (Eds.), *Impacts of climate change on ecosystems and species: Implications for protected Areas* (pp. 13–27). Gland: The World Conservation Union (IUCN).
14. Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., et al. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press





محمدصادق رهبانی

دانشجوی کارشناسی ارشد، علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

 rohbani.mohammad@ut.ac.ir



## بررسی فرسایش آبی و راهکارهای مقابله با آن

### چکیده

فرسایش آبی یکی از مشکلات جدی در حوزه محیط‌زیست است که به علت تأثیرات منفی بر روی خاک، منابع آب و نظام های اکولوژیک، توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. در این مقاله، انواع فرسایش آبی و راهکارهای مقابله با آن بررسی شده است. در قسمت اول مقاله، به تعریف و شناسایی انواع فرسایش آبی پرداخته شده است. علاوه بر این، عوامل مؤثر در هر نوع فرسایش نظیر باران‌زائد، شدت جاری آب، شدت باد نیز مورد توجه قرار گرفته است. در قسمت دوم، راهکارهای مقابله با فرسایش آبی بررسی شده است. این راهکارها شامل تغییر روش‌های کشاورزی، مدیریت منابع آب، تکنولوژی‌های جدید و اصلاحات خاک است. به عنوان مثال، کشاورزان می‌توانند با استفاده از روش‌های نگهداری خاک مانند کشت مستقیم و چرخش محصولات، فرسایش آبی را به حداقل برسانند. همچنین، ساماندهی منابع آب و استفاده بهینه از آب در سطح شهرستان‌ها و مناطق روستایی نقش مؤثری در کنترل فرسایش آبی دارد. باتوجه به این مقاله، فرسایش آبی از چالش‌های بسیار جدی در حوزه منابع طبیعی و محیط‌زیست محسوب می‌شود و پاسخگو بودن به آن نیازمند تلاش همگان است. با اجرای راهکارهای مناسب می‌توان در کاهش فرسایش آبی و حفظ منابع طبیعی گام برداشت.

### کلمات کلیدی:

فرسایش، فرسایش آبی، فرسایش خاک.

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشوری است. امروزه فرسایش خاک بعنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می‌آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته و حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. فرسایش نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک شدن مزارع می‌گردد و از این راه خسارات زیاد و جبران ناپذیری به جا می‌گذارد؛ بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، سدها، بنادر و کاهش ظرفیت آبیگری آن‌ها نیز زیان‌های فراوانی را سبب می‌گردد [۳].

بنابراین نباید مساله حفاظت خاک و حراست آن را کوچک و کم اهمیت شمرد. بر حسب قرائن موجود انجام عملیات حفاظت آب و خاک از قرن‌های پیش در جوامع بشری، هر چند به صورت ابتدایی متداول بوده است ولی گسترش آن در قرن حاضر به ویژه در ۴۰-۵۰ سال اخیر رشد بسیاری یافته و در جهان دانش و فناوری، امری معمول است.

پایین بودن میزان تولیدات کشاورزی در ایران در مقایسه با استانداردهای جهانی به میزان زیادی به علت کاهش مداوم حاصلخیزی خاک است. با اجرای صحیح برنامه‌های حفاظت خاک می‌توان متوسط تولید در واحد سطح را افزایش داد. بنابراین یکی از اساسی‌ترین و اصولی‌ترین روش‌های دستیابی به خودکفایی، اجرای برنامه‌های حفاظت آب و خاک است. به کار گرفتن روش‌های حفاظت خاک باید به صورت مشترک و هماهنگ با همکاری و همیاری مردم به اجرا درآید تا از آب و خاک به نحوی مطلوب و بر اساس موازین علمی بهره‌برداری شود. اجرای طرح‌های حفاظت آب و خاک باید متکی به نتایج تحقیقات و بررسی‌های علمی باشد [۱۳].

در سال‌های اخیر روش‌های جدیدی برای کنترل فرسایش در پیش گرفته شده است که با تغییراتی بر حسب شرایط منطقه‌ای در طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی می‌تواند به مورد اجرا گذاشته شود.

## فرسایش خاک و دامنه گسترش آن

یکی از مشکلاتی که بشر از آغاز زراعت بر روی زمین با آن مواجه بوده است، فرسایش سریع خاک‌ها توسط باد و آب است. هرچند امروزه با این مساله نسبت به روزهای وقوع طوفان‌های شن در آمریکا (که در سال ۱۹۳۰ اتفاق افتاد) کمتر احساسی برخورد می‌شود، ولی باز هم از اهمیت آن کاسته نشده است. فرسایش خاک هنوز هم در آمریکا و بسیاری از مناطق حاره‌ای و نیمه خشک دنیا از معضلات اصلی به شمار می‌رود و در کشورهایی که آب و هوای معتدلی دارند (از جمله انگلستان، بلژیک و آلمان) به عنوان یکی از مسائل خطرناک تلقی می‌شود [۳].

این مشکل در ایران که بخش وسیع از آن را کویرها در بر گرفته‌اند و خاک از پوشش مناسبی برخوردار نیست بسیار بارز و چشمگیر است. جلوگیری از فرسایش خاک که در واقع معنی آن کاهش میزان تلفات خاک است، به حدی که سرعت فرسایش تقریباً برابر سرعت طبیعی تلفات خاک گردد، بستگی به انتخاب استراتژی‌های مناسب در حفاظت خاک دارد. این امر مستلزم شناخت تمامی فرایندهای فرسایش است. عواملی که بر میزان فرسایش مؤثرند عبارتند از: بارندگی، رواناب، باد، خاک، شیب، پوشش گیاهی، وجود یا عدم وجود تمهیدات حفاظتی و چندین عامل دیگر [۱]. (تصویر ۱)





تصویر (۱) تاثیر فرسایش بر اراضی.

### انواع فرسایش؛ بر اساس انواع عوامل فرسایشی

در طبیعت دو نیرو، یا دو عامل وجود دارد که باعث جابجایی خاک یا به عبارت دیگر فرسایش خاک می‌شود: آب و باد. یکی از مهم‌ترین فرایندهای طبیعی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و فرا خشک فرسایش بادی است. این فرایند در شرایطی رخ می‌دهد که علاوه بر وجود خاک حساس، باد دارای حاکمیت و سرعت قابل توجه باشد. انتقال ذرات خاک به صورت‌های مختلف معلق، جهشی و خزشی انجام می‌گیرد و باعث خسارت‌های جدی به محیط‌زیست می‌شود [۹].

### انواع فرسایش؛ براساس رفتار طبیعت و دخالت انسان

فرسایش طبیعی، که فرسایش عادی هم نامیده می‌شود، پیوسته در طبیعت بوسیله آب یا باد صورت گرفته و می‌گیرد. نتیجه قوه ثقل، سرازیری دامنه‌ها، جریان آب سطحی روی زمین، وجود نه‌رها، رودها، یخچال‌ها و غیره است. عمل این نوع فرسایش کند و هماهنگ با تولید خاک است؛ بدین معنی که از یک طرف خاک تشکیل می‌شود و از طرف دیگر امکان دارد فرسایش یابد. عوامل طبیعی مؤثر در فرسایش سبب فرسایش یافتن قله مرتفع و کاهش ارتفاع آن‌ها و همچنین پرکردن دره‌ها و چاله‌ها می‌شود که نتیجه آن صاف و هموار شدن سطح زمین است [۷].

در این نقل و انتقال خاک، در صورتی که عمل خاکسازی بیش از فرسایش باشد، موجب افزوده شدن و گسترش خاک‌ها می‌شود، اگر متعادل باشد، یک هماهنگی بین فرسایش و خاکسازی بوجود می‌آید ولی چنانچه تخریب سریع، شدید و عمل خاکسازی ضعیف باشد، تعادل طبیعی بر هم می‌خورد.

در چنین وضعی که زمین به شدت فرسایش می‌یابد سنگ‌های مادر ظاهر می‌گردد و چهره زمین به صورت لخت و بایر در

می‌آید. مبارزه با این فرسایش بسیار مشکل است و در بسیاری از موارد غیر ممکن است. فرسایش سریع یا مخرب همان‌طور که ذکر شد نتیجه تاثیر اعمال بشر است [۱۲]. (تصویر ۲)



تصویر ۲) تاثیر فرسایش بر جنگل.

### مراحل فرسایش؛ مرحله کنده‌شدن خاک

فرسایش چه توسط باد صورت گیرد چه توسط آب، خواه عادی باشد خواه سریع، دارای سه مرحله است: مرحله کنده‌شدن خاک، مرحله انتقال خاک و مرحله انباشته شدن و تجمع خاک. در این مرحله، ابتدا خاکدانه‌ها بر اثر از بین رفتن هوموس و کلوئیدهای خاک، چسبندگی خود را از دست می‌دهند و از هم می‌پاشند. در نتیجه خاک آماده فرسایش می‌شود. در چنین وضعی، خاک سطح الارض که حاصل‌خیزترین قسمت خاک است، به طور ناگهانی یا به تدریج بوسیله آب یا باد از جای خود کنده می‌شود [۱۴].

### مراحل فرسایش؛ مرحله حمل یا انتقال خاک به وسیله آب یا باد

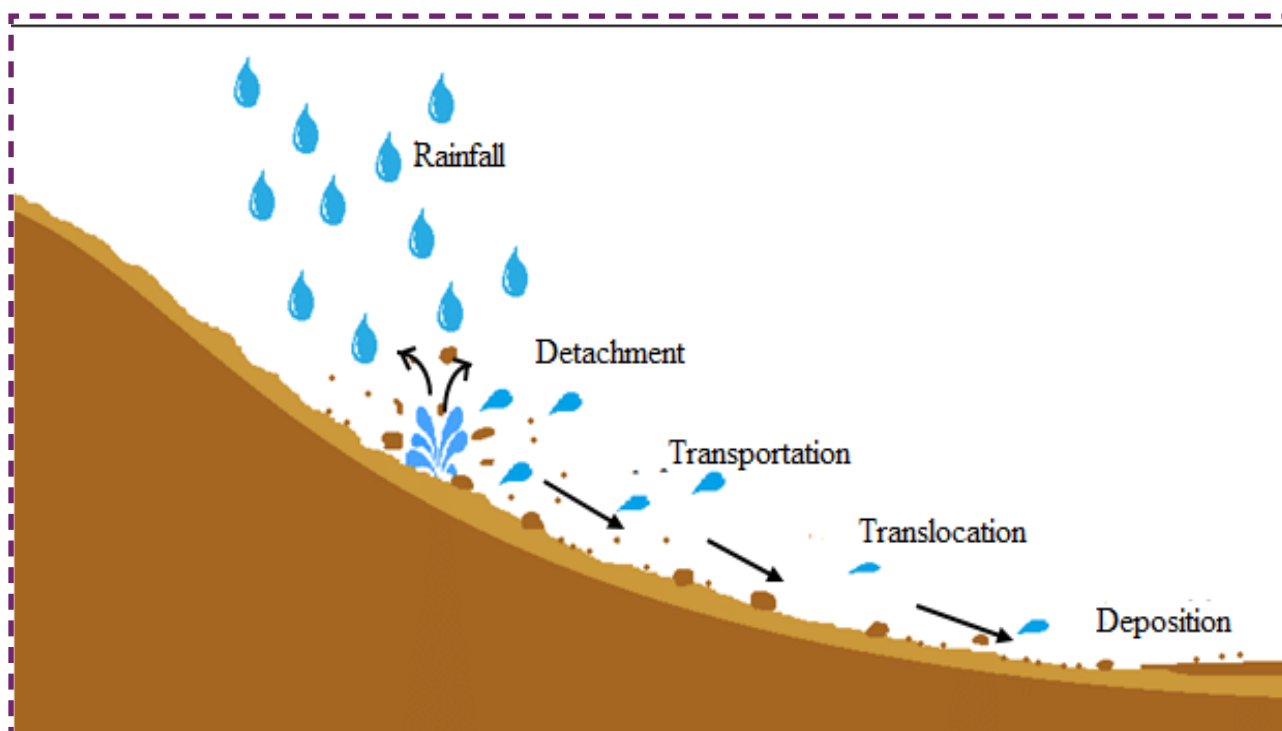
چون ذرات خاک چسبندگی خود را از دست داده‌اند، نمی‌توانند در مقابل جریان‌های شدید آب‌ها یا بادهای تند مقاومت کنند، در نتیجه از جای خود کنده می‌شوند و به نقطه دیگر منتقل می‌گردند. در مورد فرسایش آبی معمولاً مواد از منطقه مرتفع‌تر به محل پست‌تر منتقل می‌گردند. مسافتی را که آب یا باد مواد را با خود می‌برد به عوامل مختلفی بستگی دارد، از آن جمله می‌توان در مورد آب، شدت آب، شیب زمین، ریز و درشتی آبرفت‌ها (شن، رس و غیره) و در مورد فرسایش بادی شدت باد، قطر بادرفتها و همچنین مسطح و وسیع بودن جلگه‌ها و دشت‌ها را نام برد.



## مراحل فرسایش؛ مرحله تجمع و انباشته شدن مواد

بادرفتها (موادی که توسط باد حمل می گردند) هر جا به مانعی (گیاه، دیوار، سنگ و غیره) برخورد کنند فوراً بر روی زمین می افتند و در آنجا روی هم انباشته می شوند. این مواد در شرایط فوق العاده تشکیل تپه های بزرگ و حتی توده های عظیم شنی یا ماسه ای شبیه کوه را می دهد.

آبرفت ها بتدریج که از شدت جریان آب و شیب زمین کاسته می شود از حرکت باز می مانند و در سطح زمین رسوب می کنند (ابتدا ذرات درشت تر و بعد ذرات ریزتر). در بعضی موارد تجمع مواد آبرفتی بقدری زیاد است که یک طبقه رسوبی قابل توجهی را تشکیل می دهد [۱۴]. (تصویر ۳)



تصویر ۳) مراحل فرسایش.

## اهمیت فرسایش آبی

درست است که از خاک هایی که در نتیجه فرسایش آبی شدید از نقاط مرتفع تر نقاط پست تر یا چاله ها و پشت سدها منتقل می شود، باز زمین به وجود می آید و این گونه زمین ها اغلب امکان دارد زمین های رسوبی یا آبرفتی حاصلخیزی باشد (کما اینکه زمین های حاصلخیز را در اکثر موارد همین زمین های رسوبی یا آبرفتی تشکیل می دهد) ولی از آنجا که مقدار زمینی که بر اثر رسوب و تجمع مواد بوجود می آید در مقابل سطح هایی که خاک آن فرسایش یافته است، ویران می شود، تا این رسوبات را بوجود آورد، آنقدر ناچیز و بی ارزش است، که به منظور جلوگیری از تخریب و زیان های بیشتر و همچنین حفظ تعادل طبیعت باید با اقدامات سریع و جدی تا آنجا که ممکن است مانع از فرسایش خاک شد.

طبق محاسباتی که صورت گرفته است، بطور کلی برای تشکیل یک سانتی متر خاک ۵۰۰ تا ۸۰۰ سال زمان لازم است و اگر حساب کنیم که خاک زراعتی ۲۵ سانتی متر عمق داشته باشد پس این ضخامت خاک، طی ۲۰ هزار سال، کار مداوم طبیعت بوجود آمده است [۱۰].

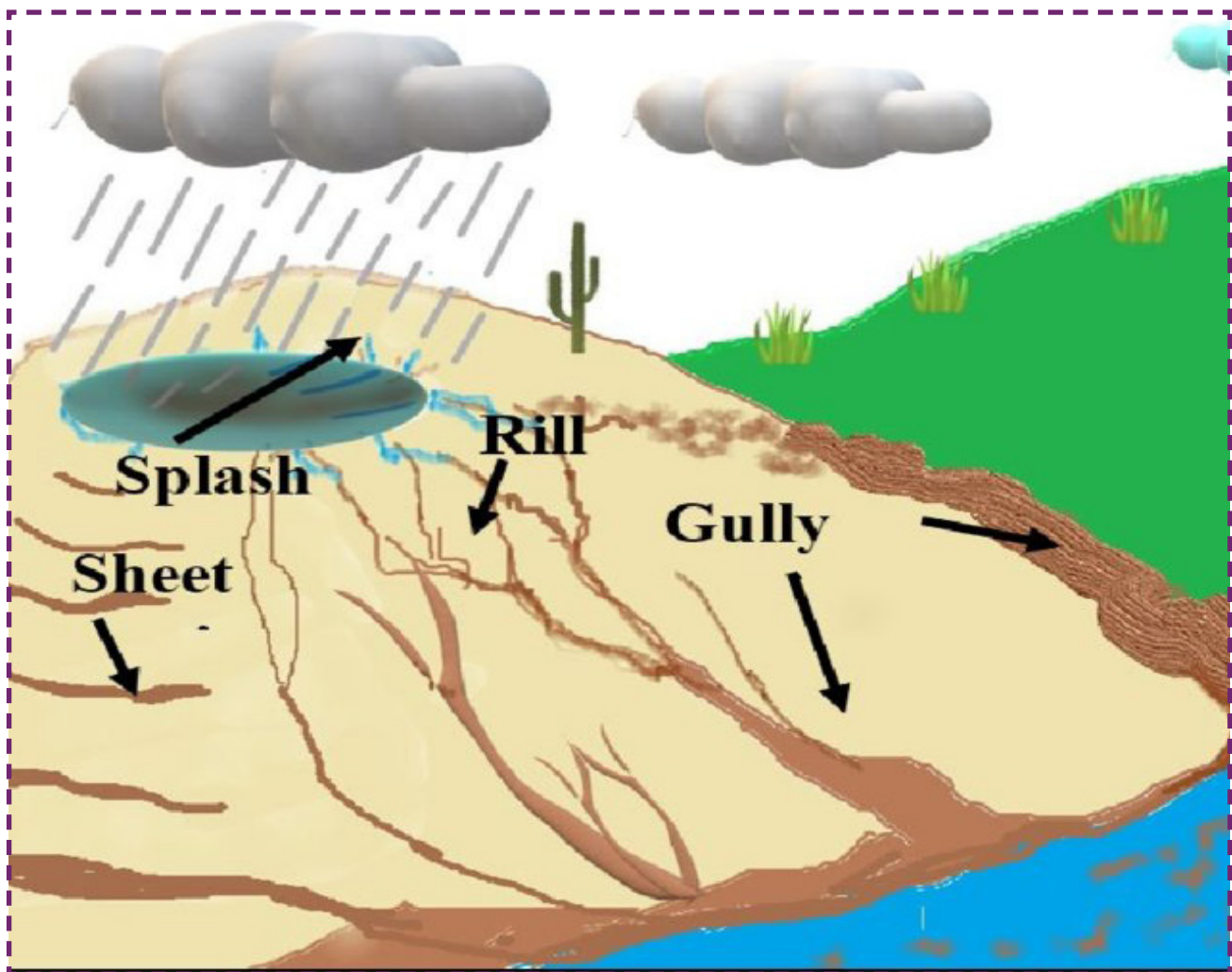




## فرسایش سطحی یا سفره‌ای

گستره عامل فرسایشی در این فرسایش، در تمام سطح زمین است. این شکل فرسایش بیشتر منشا بادی دارد، ولی طبیعی است که فرسایش آبی نیز ابتدا به طور سطحی اتفاق می‌افتد که به علت فرسایش یکنواخت در تمام سطح کمتر محسوس می‌گردد.

این نوع تخریب با ظهور لکه‌های سفید و روشن در سطح نمودار می‌شود و نشان‌دهنده تخریب و از بین رفتن سطحی‌ترین قسمت زمین، آن هم به صورت لکه‌لکه است. اختلاف رنگ بین قسمت‌های فرسایش یافته و فرسایش نیافته علامت این تخریب است، زیرا قسمت رویی به علت دارا بودن مواد آلی، غالباً تیره رنگ می‌باشد. علامت دیگر این فرسایش وجود ریگ و سنگریزه‌های آزاد در سطح زمین است. در این نقاط باد ذرات ریز را با خود برده و ریگ و سنگریزه در سطح زمین باقی مانده است [۶]. (تصویر ۴)



تصویر ۴) انواع فرسایش آبی.

## فرسایش خندقی یا نهری

منشا این فرسایش، آب است. در این فرسایش عمق و عرض زمین‌های فرسایش یافته بیشتر از فرسایش شیاری است. این شکل فرسایش، بر اثر پیشرفت فرسایش شیاری بوجود می‌آید، به این نحو که شیارها به هم می‌پیوندند، در نتیجه زمین بیشتر شسته می‌شود و نهرها یا خندق‌هایی در سطح زمین تشکیل می‌گردد. در این تخریب، سنگ مادر ظاهر می‌شود و آنقدر عمیق و عریض است که گاواهن قادر به عبور از آنها نیست.

این خندق‌ها یا نهرها تدریجا عمیق‌تر می‌شوند. عمق خندق‌ها به یک متر یا بیشتر می‌رسد و بتدریج شکل آنها تغییر می‌کند. این عمل در صخره‌های سست، خاک‌های رسی و رسی آهکی بیشتر دیده می‌شود. این فرسایش اغلب در محدوده آب و هوای خشک و در نواحی که تغییرات درجه حرارت در فصول مختلف در آنجا شدید است ظاهر می‌گردد. البته این شکل تخریب در زمین‌های جنگل‌کاری شده نیز دیده می‌شود و ساختمان زمین‌شناسی خاک هم در این فرسایش بی‌تأثیر نیست. با توسعه خندق‌ها و عریض‌تر شدن آنها، آب علاوه بر خاک سطح‌الارضی، خاک زیری و خاک تحت‌الارضی را نیز از جا می‌کند و با خود می‌برد. فرسایش خندقی علاوه بر ویرانی خاک زراعتی، سبب وارد آمدن خسارات زیادی به راه‌ها، جاده‌ها، خطوط ارتباطی و مجاری آب‌ها و همچنین موجب افزایش هزینه نگهداری تاسیسات مزبور نیز می‌شود. شخم‌زدن شیب‌های تند و چرای بیش از حد و لگدکوب شدن خاک مراتع طبیعی توسط احشام، باعث از بین رفتن پوشش نباتی و کنده شدن خاک و در نتیجه پیدایش آبراهه‌ها و خندق‌ها می‌گردد[۶].

## فرسایش شیاری یا آبراهه‌ای

منشا این تخریب اغلب باران است و در پیدایش آن عامل، شیب بسیار موثر می‌باشد. فرسایش شیاری یا آبراهه‌ای، در دامنه کوه‌ها و حتی در سطح زمین‌های کم شیب نیز به سهولت دیده می‌شود. این شکل فرسایش، پیشرفته‌تر از فرسایش سفره‌ای بوده و ممکن است به صورت خطوط موازی نیز ظاهر شود که ابتدا کم عمق است ولی به سرعت عمیق‌تر می‌شود. این شکل فرسایش، تا زمانی که سنگ مادر ظاهر نشده است، به نام فرسایش شیاری خوانده می‌شود[۵]. (تصویر ۵)



تصویر ۵) فرسایش شیاری.



## فرسایش سیلابی

فرسایش سیلابی یک تخریب ساده نیست. در مناطق کوهستانی و حتی در زمین‌های سست جلگه‌ای فرسایش شیاری و خندقی ممکن است به فرسایش سیلابی تبدیل گردد. در این فرسایش جریان آب بویژه آب‌های گل‌آلود، حامل ریگ و شن و غیره، موجب شسته شدن اطراف آن و حمل مواد بیشتر با خود می‌گردد.

با این عمل، زمین‌های دیواره بستر، استحکام و قدرت خود را از دست می‌دهد و به تدریج و در مواقع جاری شدن سیلاب‌های شدید حتی به طور ناگهانی ریزش می‌کند و امکان دارد که موجب تخریب و ویرانی مزارع و روستاهایی که در جوار این مسیل‌ها واقع شده‌اند، بشود. با افزایش مواد خاکی در آب، وزن مخصوص آن بیشتر و قدرت و نیروی درهم کوبنده آن زیادتر می‌گردد [۵].

(تصویر ۶)



تصویر ۶) فرسایش سیلابی.

## فرسایش تونلی

یکی از جالب‌ترین و نادرترین این فرسایش‌ها، فرسایش تونلی می‌باشد. این فرسایش در ناهمواری‌ها اشکالی را شبیه به لانه روباه به وجود آورده است که به نام اشکال فرسایش تونلی معروف هستند. اشکال فرسایش تونلی مطالعه شده در منطقه ساختاری ساده داشته‌اند و شامل تعدادی حفره یا گودال‌های قیفی شکل با ابعاد گوناگون و یک شبکه زهکشی زیرزمینی بوده‌اند که این شبکه توسط خروجی‌هایی به شبکه زهکشی سطحی متصل است. علیرغم ساختمان فیزیکی ساده این اشکال، مکانیسم تشکیل آن‌ها بسیار پیچیده می‌باشد [۶] (تصویر ۷).





تصویر ۷) فرسایش تونلی.

## عملیات حفاظتی

هدف از عملیات حفاظتی خاک آن است که میزان تلفات خاک از حد معینی پایین تر نگه داشته شود، تا امکان بهره‌برداری از زمین به مدت طولانی فراهم گردد. به لحاظ نظری این حد برابر سرعت طبیعی تولید خاک است. به عبارت دیگر عملیات حفاظت خاک باید شرایطی را ایجاد کند که در آن سرعت تشکیل خاک و سرعت فرسایش خاک برابر باشد. یکی دیگر از هدف‌های حفاظت خاک جلوگیری از هدر رفتن مواد غذایی زمین و جلوگیری از آلودگی آب‌ها است. ممانعت از پر شدن سریع مخازن سدها و کانال‌های آبیاری از رسوب نیز از هدف‌های دیگر کنترل فرسایش است. البته فرسایش خاک یک پدیده طبیعی است و جلوگیری از آن امکان‌پذیر نمی‌باشد ولی می‌توان آن را تا حد معینی پایین نگه داشت. تصمیم‌گیری در مورد این که این حد تا چه اندازه باید باشد بستگی به نیازها و هدف‌های پروژه‌های آب‌خیزداری دارد [۱۱] (تصویر ۸).

## روش‌های حفاظت خاک

۱. محافظت خاک در مقابل اثر تخریبی قطرات باران.
  ۲. افزایش ظرفیت نفوذ آب در خاک به منظور کاهش رواناب.
  ۳. بهبود بخشیدن به پایداری خاکدانه‌ها.
  ۴. افزایش زبری سطح خاک به منظور کاهش سرعت آب یا باد.
- برای رسیدن به هدف‌های فوق انواع روش‌ها به کار گرفته می‌شود که می‌توان آن‌ها را در سه گروه عملیات زراعی، عملیات مدیریت خاک و عملیات مکانیکی طبقه‌بندی کرد. [۳]





تصویر ۷) فرسایش تونلی.

در روش‌های زراعی یا بیولوژیکی سعی بر این است تا از نقش پوشش گیاهی در جلوگیری از فرسایش برجسته شود. در عملیات مدیریت خاک روش‌هایی دنبال می‌شود تا در اثر اجرای آن‌ها ساختمان خاک بهبود یابد و امکان رشد گیاه به نحوی که منجر به پوشش انبوه گیاه گردد، فراهم آید. روش‌های فیزیکی یا مکانیکی به خصوصیت‌های پستی و بلندی سطح زمین بستگی دارد. مثلاً با احداث تراس و بادشکن از سرعت جریان آب یا باد کاسته می‌شود. بطور خلاصه روش‌های مکانیکی به روش‌هایی گفته می‌شود که به منظور کاهش انرژی موجود برای فرسایش به کار می‌رود. در روش‌های مدیریت خاک مقاومت زمین نسبت به فرسایش افزایش داده می‌شود و در روش‌های زراعی سطح خاک در مقابل فرسایش محافظت می‌شود [۸].

### اثر فرسایش بر روی حاصلخیزی

خارج شدن مواد غذایی خاک به وسیله عمل فرسایش و آبدوی؛ یعنی فرسایش و آبدوی با از بین بردن ذرات ریز خاک مواد غذایی موجود در آن‌ها را نیز با خود می‌برد. البته از بین رفتن مواد غذایی مختلف به این وسیله به دو صورت انجام می‌گیرد [۳].

برای نمونه فسفر چون بر روی ذرات کلوئیدی چسبیده است معمولاً همراه آن‌ها از دست می‌رود، ازت که محلول در آب می‌باشد نیز می‌تواند در آب حل شده و از زمین خارج گردد در اثر فرسایش، مواد غذایی مورد نیاز گیاه از بین رفته و حاصلخیزی خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه از میزان تولید کاسته می‌شود باید در نظر داشت که کاهش حاصلخیزی خاک در اثر فرسایش نه تنها میزان تولید را پایین می‌آورد بلکه کیفیت محصول تولید شده را کاهش می‌دهد [۸].

## کاهش عمق خاک سطحی

فرسایش، عمق خاک سطحی را کاهش می‌دهد و در نتیجه از حاصلخیزی خاک کاسته می‌شود. نهایت کاهش عمق خاک سطحی رسیدن به خاک تحت‌الارض است. خاک تحت‌الارض، غالباً فقیر از مواد آلی و غذایی است و ساختمان نامناسبی دارد و بنابراین میزان تولید آن کم خواهد بود. به طور کلی عمق خاک سطحی در میزان تولید تنها هنگامی مشکل ایجاد نمی‌کند که خاک سطحی حاصل‌خیز و خیلی عمیق بوده و یا با افزودن مواد غذایی کافی به خاک باقی‌مانده از فرسایش بتوان به میزان کافی محصول به دست آورد [۸].

## مبارزه با فرسایش آبی؛ مبارزه غیرمستقیم

در مبارزه غیرمستقیم هدف ایجاد پوشش گیاهی یا بیشتر کردن آن است. برای نتیجه‌گیری بهتر، بایستی روش بهره‌برداری از زمین با حفظ خاک متناسب باشد و به جهت ایجاد تعادل بین خاک، گیاه، زمین‌های مرتعی، جنگلی و زراعتی مشخص گردد تا نقاطی که استعداد جنگل را دارد، جنگل‌کاری، و قسمت‌هایی که برای مرتع‌داری مناسب است، در آنجا پوشش مرتعی ایجاد یا توسعه داده شود و خلاصه سطح‌هایی که برای کشاورزی مستعد است، گیاهان زراعتی مناسب با آن محل به‌ویژه از خانواده لگومینوز کاشته بشود.

هرچند گیاهان زراعتی خاک را به خوبی مرتع و جنگل در برابر عوامل فرسایشی حفظ نمی‌کنند، اما چون خاک استعداد کشاورزی دارد، چنانچه از روی اصول صحیح کشت و زرع گردد، هم از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه است و هم خاک حفظ خواهد شد.

## مبارزه با فرسایش آبی؛ مبارزه مستقیم

مبارزه غیرمستقیم یعنی ایجاد پوشش گیاهی یا تقویت پوشش زنده خاک بیشتر به منظور پیشگیری صورت می‌گیرد، در صورتی که مبارزه مستقیم هنگامی شروع می‌شود که خاک فرسایش یافته باشد و باید اقداماتی انجام داد که خاک بیش از این فرسایش نیابد و امکاناتی فراهم کرد تا سطوح فرسایش‌یافته ترمیم گردد. بنابراین در مبارزه مستقیم وضع خاک از نظر فرسایش از مرحله پیشگیری به مرحله استعلاجی می‌رسد که انجام این امر مستلزم صرف هزینه زیاد است و اصل اقتصادی آن بایستی مراعات گردد.

فرسایش آبی موقعی اتفاق می‌افتد که سرعت آب‌های جاری از سرعت آستانه فرسایش تجاوز کند. سرعت آستانه فرسایش، حداقل سرعتی است که آب بتواند ذرات خاک را با خود حمل کند. در مبارزه مستقیم با فرسایش آبی، هدف نفوذ دادن آب بیشتر در زمین، یا هدایت آب‌های اضافی به طرف مجاری خروجی و خلاصه جلوگیری از سرعت آب‌های جاری در سطح زمین است تا به سرعت آستانه فرسایش نرسد که موجب فرسایش خاک گردد.

## کشت روی خطوط تراز

کشت روی خطوط تراز یک روش موثر جهت کنترل فرسایش در زمین‌هایی با شیب کم تا متوسط می‌باشد و به مبنای کشت روی زمین شیب‌دار است، که آماده‌سازی زمین، کشت و برداشت گیاه بر روی خطوط تراز انجام می‌گیرد. این کشت سبب حفاظت در برابر فرسایش ورقه‌ای و شیاری می‌شود و در مواقعی دارای بهترین عمل حفاظتی است که رگبارهایی با





شدت کم تا متوسط بر روی شیب های ملایم پدید آیند[۵].

این روش، روشی مدیریتی است. کشت کنثوری سبب افزایش نفوذ و کاهش رواناب سطحی می شود و سبب نگهداری آب های دریافت شده با حفظ منابع خاک می شود که در تولید محصول ضروری است. در مواقع وقوع رگبارهایی با شدت بالا و بر شیب های تند، این روش دارای کمترین حفاظت است. موقعی که شدت رگبار بیشتر از میزان نفوذ شود، تجمع آب در پشت فاروها، سبب سرریز شدن می شود و آب از یک فارو به فاروی دیگر می رود و سبب تخریب زمین می گردد. این تخریب ممکن است سبب فرسایش موضعی شدید به شکل گالی ها شود.

کشت روی خطوط تراز نیازمند توسعه نقشه های توپوگرافی جزئی است که خطوط کنثوری را روی زمین مشخص کنند. کشاورزان از این اطلاعات برای ایجاد ردیف های کشت بر زمین استفاده می کنند. ایجاد ردیف های کشت بستگی به اندازه زمین و عرض تجهیزات دارد. توجه اصلی کشاورز باید منوط به کاهش ردیف های نشانه باشد. ردیف های نشانه مناطقی در زمین هستند که عرض آن ها کمتر از عرض تجهیزات است.

کارایی این روش به خصوصیات خاک، بارندگی و توپوگرافی بستگی زیادی دارد. کارایی آن در خاک های با زهکشی ضعیف، بارندگی های شدید و شیب های زیاد کم است. شیب مناسب معمولاً بین ۳ تا ۸ درصد است. نتایج ۱۲ سال آزمایش در مورد کشت روی خطوط تراز نشان داد که این کشت نسبت به کشت در جهت شیب حدود ۲۱ درصد افزایش محصول داشته است[۱۲].

## کشت نواری

برای تکمیل کشت کنثوری می توان از کشت نواری استفاده نمود. برای استفاده از کشت نواری دو روش وجود دارد: کشت نواری در امتداد تراز که محصولات بر نوارهای در امتداد خطوط تراز در مزرعه کاشته می شود در امتداد خطوط تراز در مزرعه کاشته می شود؛ روش دوم کشت نواری در مزرعه است که به معنای کشت محصولات در نوارهایی است که به صورت عمودی بر شیب عمومی مزرعه جای گرفته اند.

هر دو روش کشت نواری سبب حفاظت در برابر فرسایش می شوند، اما کشت نواری بر خطوط تراز حفاظت بیشتری نسبت به کشت نواری در مزرعه دارد. پتانسیل سرریز شدن رواناب در کشت نواری روی خطوط تراز کمتر است. هر دو روش بصورت مدیریتی طبقه بندی می شود و عمل آن ها کاهش منبع رسوب است و انتقال رسوب در مزرعه را متوقف می کنند.

در این نوع کشت نیز مشکل ردیف های نشانه وجود دارد که با کشت نواری در مزرعه تعدیل می شود. انتخاب یکی از این دو روش بستگی به شاخص های ویژه موجود در مزرعه دارد. عموماً کشت نواری بر روی خطوط تراز در مناطقی که شیب مزرعه تند باشد مورد استفاده قرار می گیرد [۸].

کشت نواری سبب نفوذ رواناب سطحی می شود و رسوبات مازاد در نوارهای کشت نهشته می شوند. بیشترین اثر کشت نواری در کاهش فرسایش خاک است. طبق بررسی های انجام شده، کشت نواری نسبت به کشت روی خطوط تراز، فرسایش را حدود ۵۰ درصد کاهش می دهد[۶].

## تناوب کشت حفاظتی

تناوب کشت حفاظتی می تواند سبب افزایش منافع اقتصادی و حفظ محیط زیست شود. تناوب کشت حفاظتی، عملکرد

مدیریتی کاهش منبع می‌باشد که به معنای کشت انواع مختلف محصول در ترتیب‌های مشخص در مزرعه است که چندین منفعت دارد. تناوب محصول عمدتاً برای کاهش فرسایش خاک، بخصوص فرسایش ورقه‌ای طرح‌ریزی می‌گردد. تناوب محصول سبب نگهداری مواد آلی خاک می‌شود. انتخاب گیاهان جهت کنترل فرسایش خاک بر اساس مقدار بیومس موجود می‌باشد. تناوب کشت حفاظتی بستگی به شرایط محلی مانند نوع خاک و یا توپوگرافی دارد [۱۰].

تغییر تناوب کشت سبب تشخیص کمبود یا ازدیاد مواد غذایی در مزرعه می‌شود. اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی این روش بستگی زیادی به نوع محصول انتخاب شده دارد. باید مدنظر داشت که کشت تناوبی برای جلوگیری از فرسایش خاک، به تنهایی کافی نیست و این تناوب باید از مدیریت صحیح نیز برخوردار باشد. در صورت استفاده مناسب از علف‌ها و گیاهان مرتعی در تناوب، فرسایش خاک به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

## سکوبندی

سکوبندی در نواحی شیبدار صورت می‌گیرد و منظور از ایجاد سکو، از بین بردن شیب زمین بوسیله پله‌بندی است. چون غرض از مبارزه با فرسایش آبی، جلوگیری از شدت جریان آب در سطح زمین و نفوذ دادن بیشتر آن در خاک است، دامنه کوه‌ها را که ممکن است شیب ملایم داشته باشد، به صورت پله‌های پهن یا تخت‌هایی که همان سکوها باشد در می‌آورند و سطح هر پله را هموار می‌کنند تا آب‌های جاری نتواند به کمک شیب زمین، به شدت جریان یابد. به این وسیله آب‌ها در سکوها یا زمین‌های تخت شده جمع می‌شود که در نتیجه بهتر و بیشتر در زمین آن نفوذ می‌کند. در روی همین سکوها که به حفظ خاک و استفاده بیشتر از آب کمک می‌کند، درخت یا گیاه دیگری می‌کارند.

دیواره سکوها را معمولاً سنگ‌چین می‌کنند، اما در نقاطی که سنگ کم است به طریق دیگر نیز می‌توان عمل کرد. به عنوان مثال می‌توان دیواره سکوها را از خاک‌هایی که از کندن دامنه کوه حاصل می‌شود، ساخت. در این روش باید گیاهان (درخت یا بوته) را با فاصله کم از هم در روی دیواره پایین و تکیه‌گاه سکو کاشت تا به این طریق از تخریب خاک و شسته شدن دیواره خاکی جلوگیری به عمل آید [۲].

## نتیجه‌گیری

همان‌طور که گفته شد خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشور است و امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می‌رود. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود، خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته، حاصل‌خیزی خود را از دست می‌دهند. برای مبارزه با فرسایش هدف اول معمولاً ایجاد پوشش گیاهی است ولی در شرایطی که امکان ایجاد پوشش گیاهی نیست برای مبارزه با فرسایش آبی در مناطقی با شیب کم تا متوسط از کشت روی خطوط تراز و در مناطق پر شیب از سکوبندی و کشت نواری استفاده می‌کنیم. نتایج کشت روی خطوط تراز، نشان داد که این کشت نسبت به کشت در جهت شیب حدود ۲۱ درصد افزایش محصول داشته است. همچنین کشت نواری نسبت به کشت روی خطوط تراز، فرسایش را حدود ۵۰ درصد کاهش می‌دهد.

می‌توان با جمع‌بندی این محاسبات نتیجه گرفت که کل هزینه‌های فرسایش خاک در کشور ما رقمی در حدود ۲۲۵۹۰ میلیارد ریال در سال ۱۳۷۹ بوده است. مقایسه این ارقام با ارزش افزوده بخش کشاورزی، شکار و جنگلداری در این سال که معادل ۷۳۱۷۰ میلیارد ریال به قیمت‌های جاری است، نشان می‌دهد که تقریباً ۳۱ درصد این ارزش افزوده به نابودی کشیده می‌شود.



1. Abbaspour, K.C.; Faramarzi, M.; Ghasemi, S.S.; Yang, H. Assessing the Impact of Climate Change on Water Resources in Iran. *Water Resour. Res.* 2009, 45, 1–16.
2. Arabameri A, Tiefenbacher JP, Blaschke T et al (2020) Morphometric analysis for soil erosion susceptibility mapping using novel GIS-based ensemble model. *Remote Sens* 12:874.
3. Bronick, C.J.; Lal, R. Soil structure and management: A review. *Geoderma* 2005, 124, 3–22.
4. Giang, P.Q.; Giang, L.T.; Toshiki, K. Spatial and Temporal Responses of Soil Erosion to Climate Change Impacts in a Transnational Watershed in Southeast Asia. *Climate* 2017, 5, 22.
5. Gupta, S.; Kumar, S. Simulating Climate Change Impact on Soil Erosion Using Rusle Model—A Case Study in a Watershed of Mid-Himalayan Landscape. *J. Earth Syst. Sci.* 2017, 126, 43.
6. Issaka S, Ashraf MA (2017) Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review. *Geol Ecol Landsc* 1:1–11.
7. Jain MK, Das D (2010) Estimation of sediment yield and areas of soil erosion and deposition for watershed prioritization using GIS and remote sensing. *Water Resour Manag* 24:2091–2112.
8. Kavdir, V.; Ozcan, H.; Yigini, Y. The influence of clay content, organic carbon and land use types on soil aggregates stability and tensile strength. *Turk. J. Agric. For.* 2004, 28, 155–162.
9. McCool DK, Williams JD (2008) Soil erosion by water. In: *Encyclopedia of ecology, Five-Volume Set*. Elsevier Inc., pp 3284–3290.
10. Mohamadi MA, Kavian A (2015) Effects of rainfall patterns on runoff and soil erosion in field plots. *Int Soil Water Conserv Res* 3:273–281.
11. Sadhasivam N, Bhardwaj A, Pourghasemi HR, Kamaraj NP (2020) Morphometric attributes-based soil erosion susceptibility mapping in Dnyanganga watershed of India using individual and ensemble models. *Environ Earth Sci* 79:360.
12. Stefanidis, S.; Stathis, D. Effect of Climate Change on Soil Erosion in a Mountainous Mediterranean Catchment (Central Pindus, Greece). *Water* 2018, 10, 1469.
13. Visser, S.M.; Strek, G.; Ribolzi, O. Techniques for simultaneous quantification of wind and water erosion in semi-arid regions. *J. Arid Environ.* 2004, 59, 699–717.
14. Yan, F.L.; Shi, Z.H.; Li, Z.X.; Cai, C.F. Estimating interrill soil erosion from aggregate stability of Ultisols in subtropical China. *Soil Till. Res.* 2008, 100, 34–41.





## آموزش نرم افزار

امیر رضا اسفندیار

دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی عمران و بهره‌برداری منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

 amirrezaesfandyar@ut.ac.ir

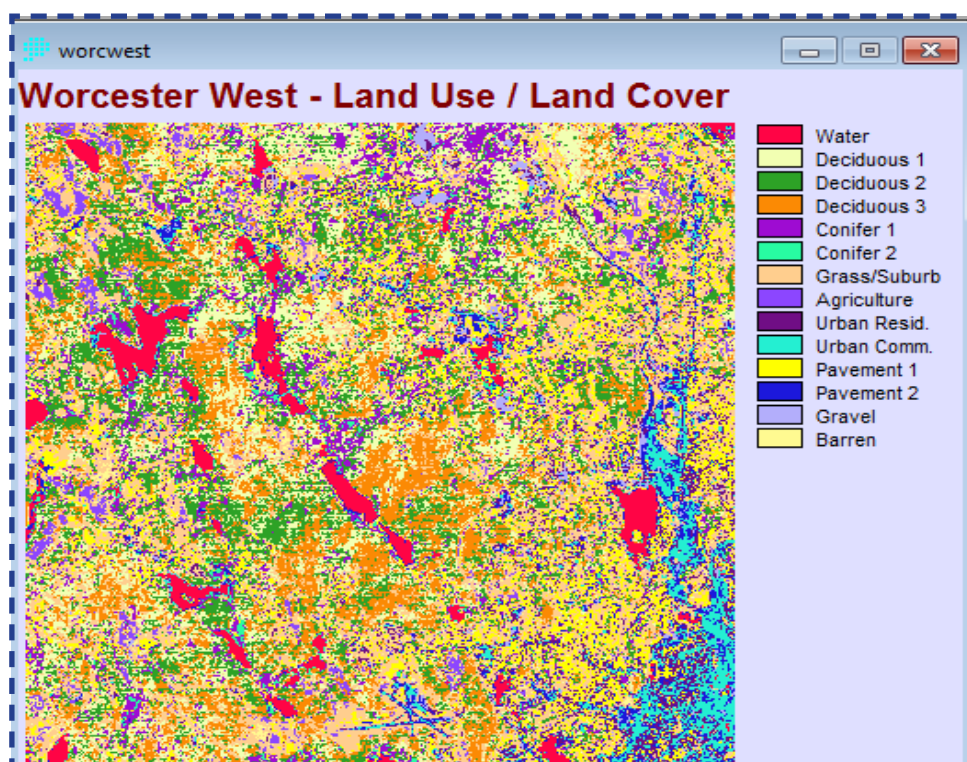


## طراحی مسیر بهینه در سامانه اطلاعات جغرافیایی

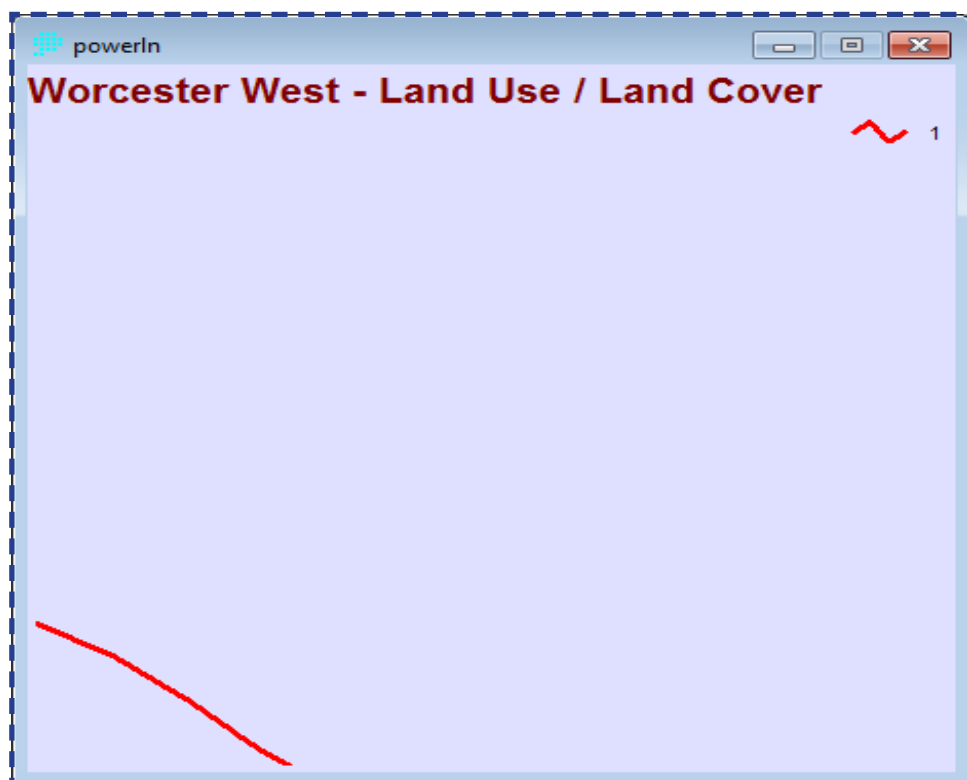
با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌توان به پردازش و تجزیه و تحلیل نقشه‌های مختلف برای دستیابی به یک هدف مشخص پرداخت. در این آموزش سعی بر این است تا با استفاده از داده‌های موجود و همین‌طور ابزارها و توابعی که نرم‌افزار ادریسی در اختیار کاربر می‌گذارد، به حل یک مساله یا پروژه پرداخت تا نقشه‌های خروجی مورد نیاز حاصل گردد.

یکی از کاربردهای سامانه اطلاعات جغرافیایی تعیین مسیر بهینه بین دو پدیده می‌باشد. تصور کنید به عنوان مدیر یک واحد صنعتی باید مسیری از جاده‌ی اصلی تا کارخانه‌ی خود ایجاد کنید اما به علت مسائل محیط‌زیستی مجوز احداث جاده در نزدیکی دریاچه‌ها را نداشته یا در طول این مسیر زمین‌هایی وجود دارد که تحت مالکیت شما نبوده و مالکین آن اجازه‌ی احداث جاده را در محدوده‌ی زمین‌های خود نمی‌دهند. سامانه اطلاعات جغرافیایی در اینجا به کمک شما آمده و بهینه‌ترین مسیر را با توجه به محدودیت‌های شما پیشنهاد می‌دهد. در این آموزش سعی داریم تا با این قابلیت جذاب بیشتر آشنا شده و همین‌طور روش انجام آن را نیز توضیح دهیم.

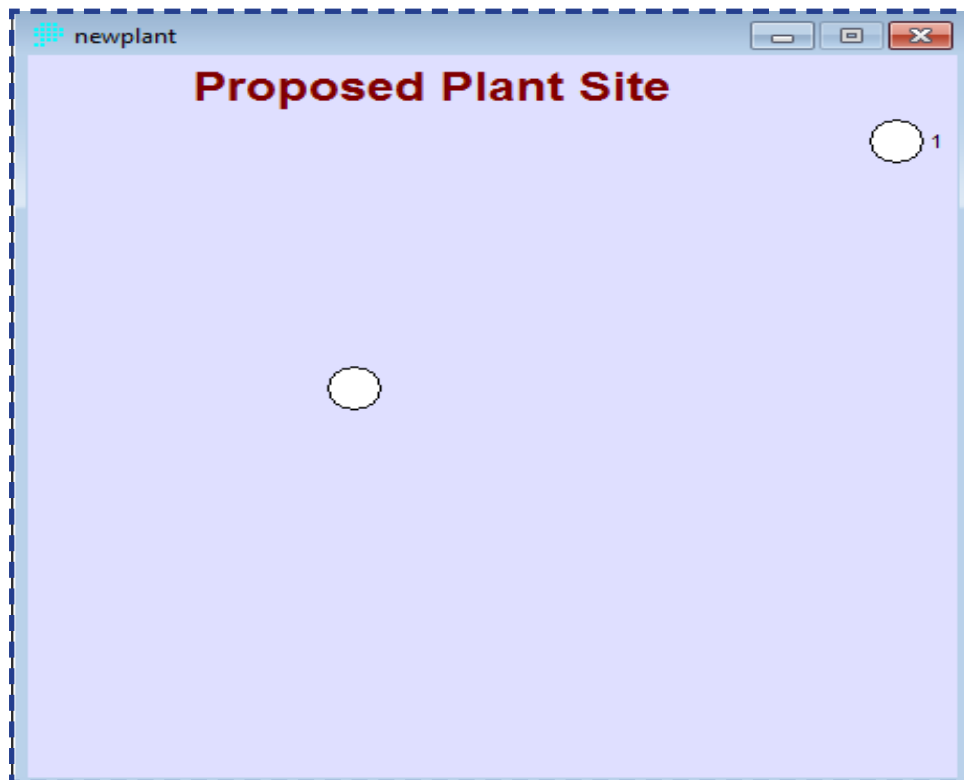
در ابتدا داده‌هایی که در دسترس ما قرار دارد را در تصاویر ۱ تا ۳ مشاهده می‌کنید.



تصویر (۱) نقشه کاربری اراضی



تصویر (۲) نقشه وکتوری جاده اصلی



تصویر ۳) محل احداث کارخانه

همان‌طور که در تصاویر یک تا سه مشاهده می‌کنید ما نقشه‌ی موقعیت کارخانه، کاربری اراضی و مسیر جاده را به صورت نمادین در اختیار داریم. می‌خواهیم با توجه به کاربری اراضی و محدودیت‌هایی که به ما به عنوان کاربر سامانه اطلاعات جغرافیایی ابلاغ گردیده است، بهینه‌ترین مسیر را بین جاده‌ی اصلی تا کارخانه پیدا کنیم.

در نقشه‌ی کاربری اراضی، نوع کاربری هریک از اراضی در منطقه‌ای که کارخانه در آن واقع شده است وجود دارد. مسیر مورد نظر ما اجازه‌ی عبور از بعضی از این اراضی را نداشته و یا بعضی از اراضی اولویت بیشتری نسبت به سایر اراضی برای احداث جاده را دارا می‌باشند. در اینجا باید نقشه‌ای تحت عنوان نقشه اصطکاک ایجاد کنیم. در این نقشه که با تابع Reclass بر روی نقشه کاربری اراضی ایجاد می‌شود، به هریک از کاربری‌ها ارزش جدیدی با توجه به ارزش آن زمین برای احداث جاده، داده می‌شود. در اینجا ارزش ۱۰۰۰ به معنای محدودیت و حساسیت کامل و عدد ۱ به معنای دسترسی کامل و حداقل حساسیت آن زمین برای عبور مسیر است.

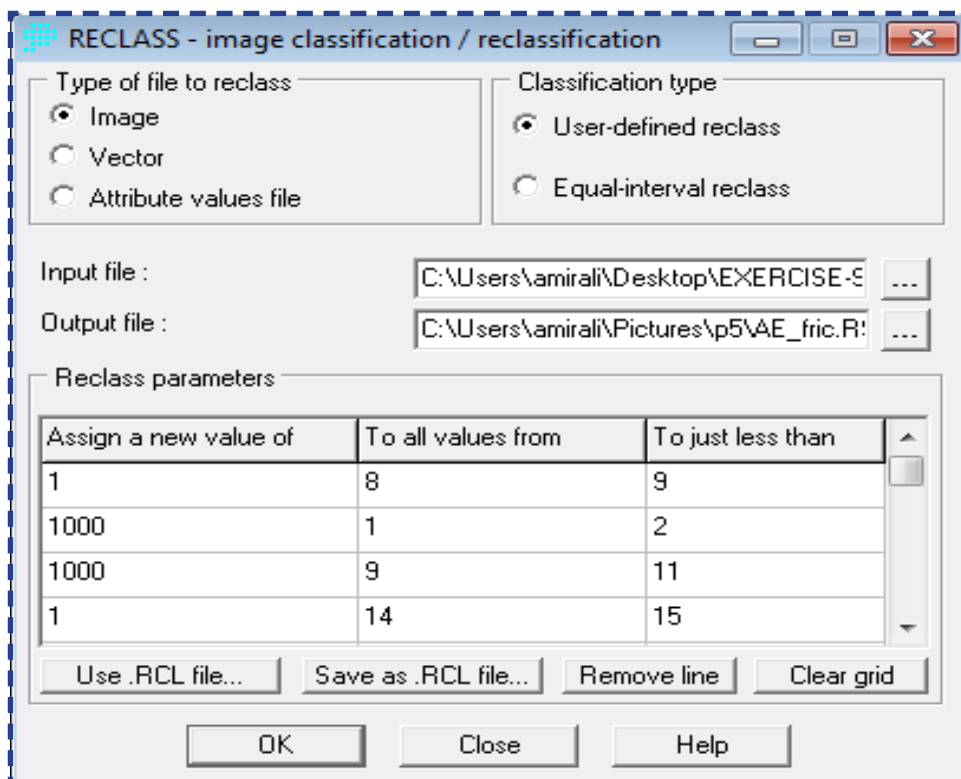
برای این کار در مرحله‌ی اول با استفاده از تابع Reclass و اطلاعات موجود در جدول پروژه پدیده‌های مختلف در نقشه‌ی کاربری اراضی را با توجه به نوع نیاز و درجه حساسیت طبقه‌بندی کرده، تا نقشه اصطکاک حاصل شود (تصویر ۴).

در تصویر ۵ خروجی نقشه‌ی اصطکاک را مشاهده می‌کنید.

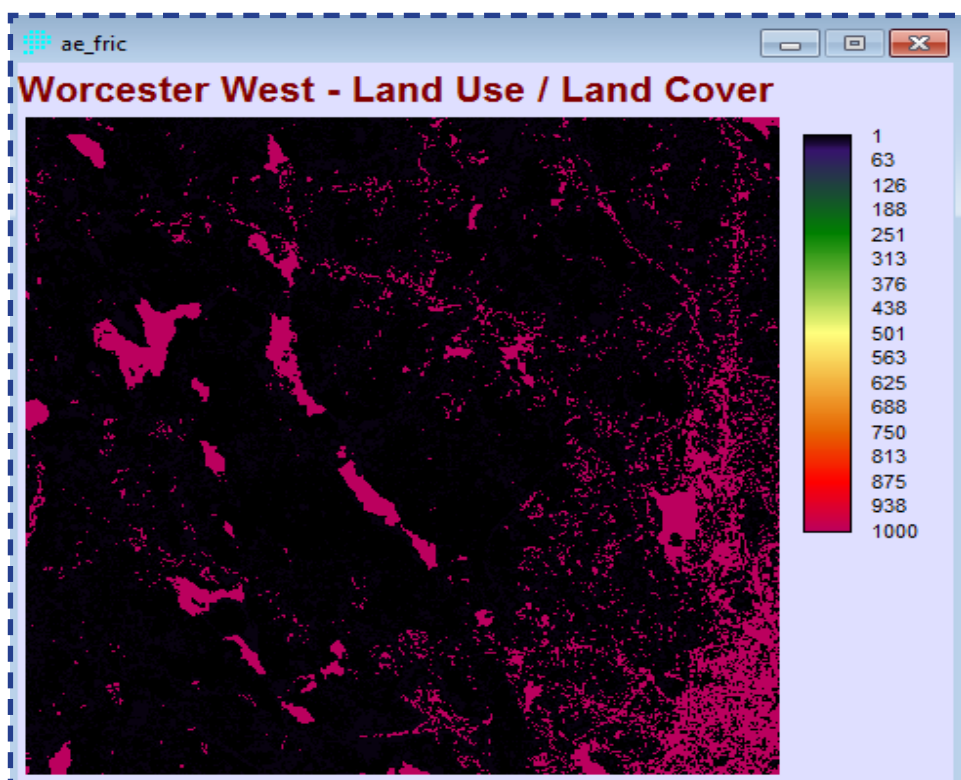
در مرحله‌ی بعد با توجه به اینکه در مراحل بعدی توابع از ما نقشه‌هایی با فرمت رستری می‌خواهند، نقشه‌های موقعیت کارخانه و جاده اصلی را بصورت رستری در می‌آوریم که در تصاویر ۶ تا ۱۰ مراحل انجام این کار را مشاهده می‌کنید.



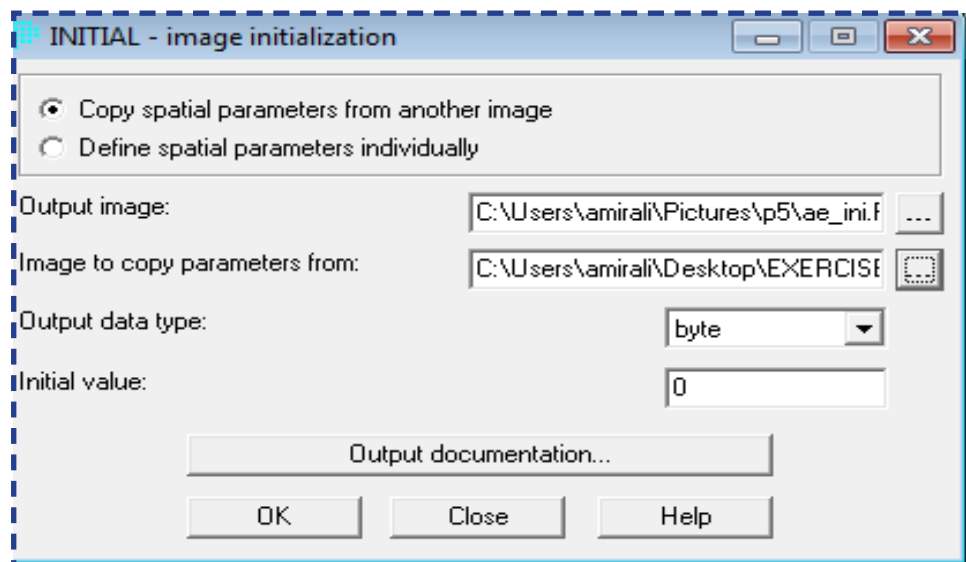




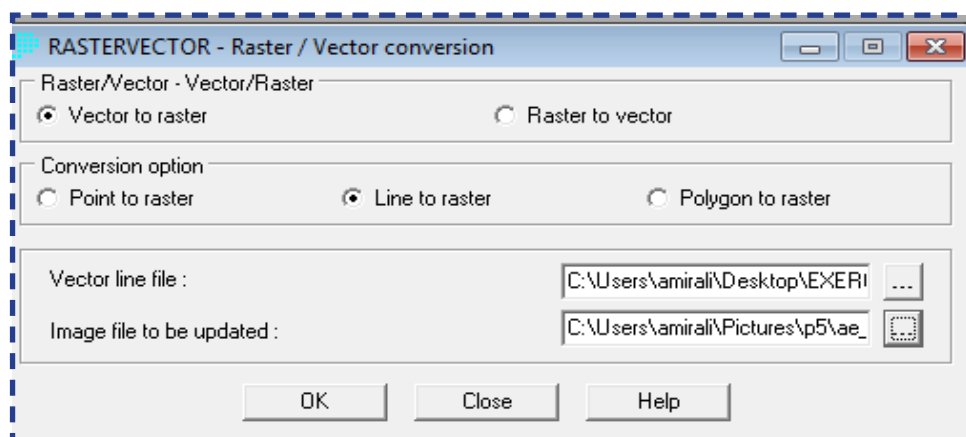
تصویر ۴) تابع Reclass روی نقشه‌ی کاربری اراضی.



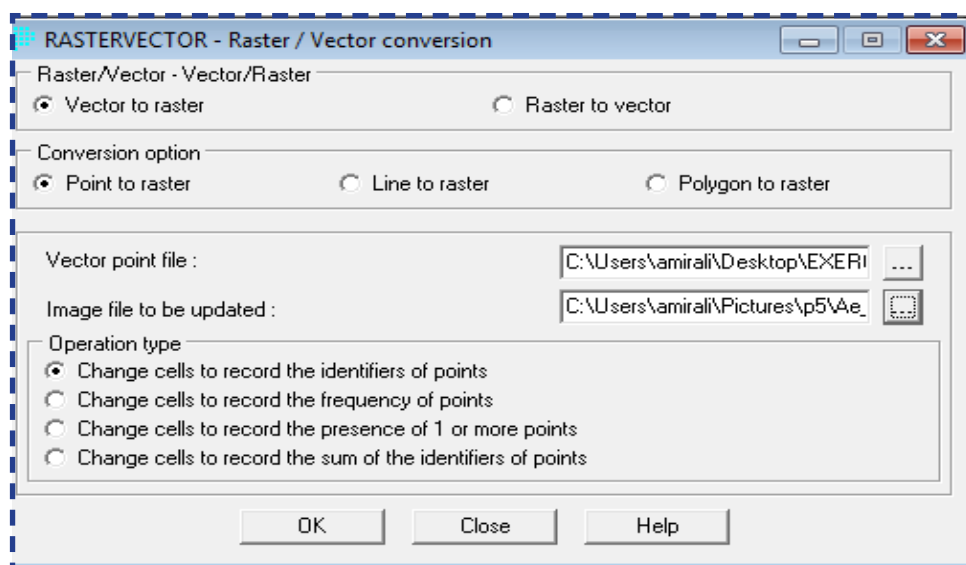
تصویر ۵) خروجی تابع.



تصویر ۶) تهیه‌ی قاب خالی



تصویر ۷) تابع Rastervector

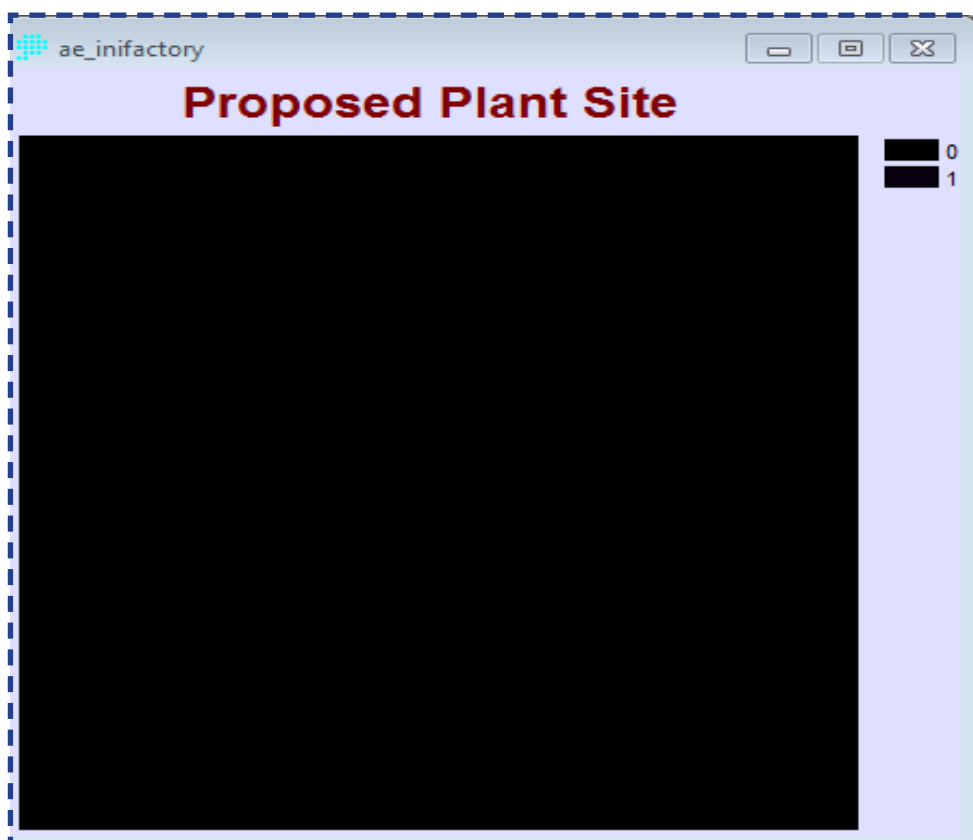


تصویر ۸) تابع Rastervector





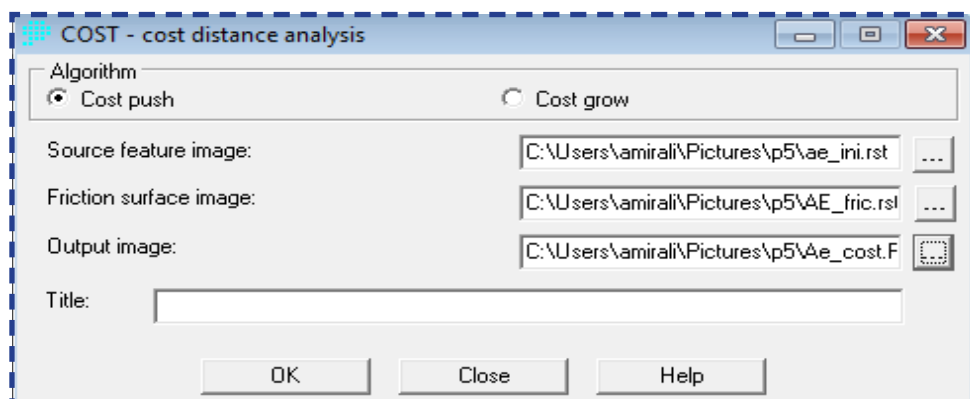
تصویر ۹) خروجی تابع



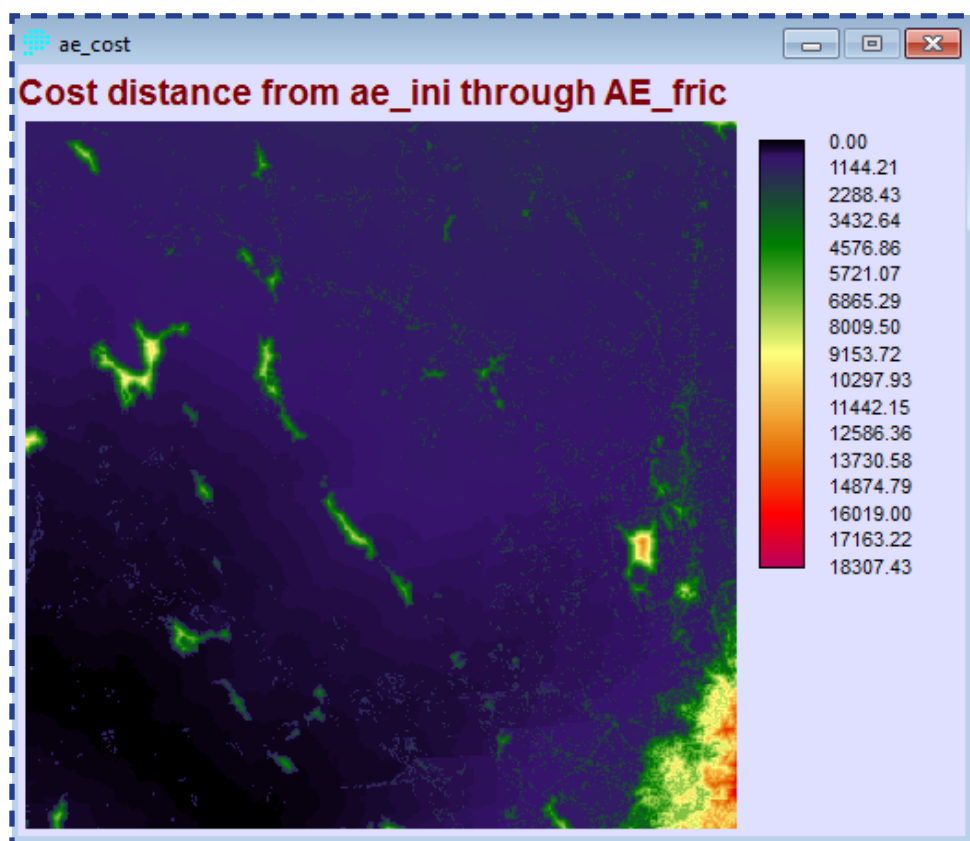
تصویر ۱۰) خروجی تابع



حال با استفاده از تابع Cost و نقشه‌ی رستری مسیر جاده مطابق تصویر ۱۱ و ۱۲ نقشه‌ی Cost برای جاده‌ی اصلی را بدست می‌آوریم. این تابع به عبارتی هزینه‌ی عبور مسیر از هریک از سلول‌ها را در قالب یک ارزش خاص نشان می‌دهد، تا به زبان ساده کم هزینه‌ترین مسیر توسط نرم‌افزار محاسبه گردد.

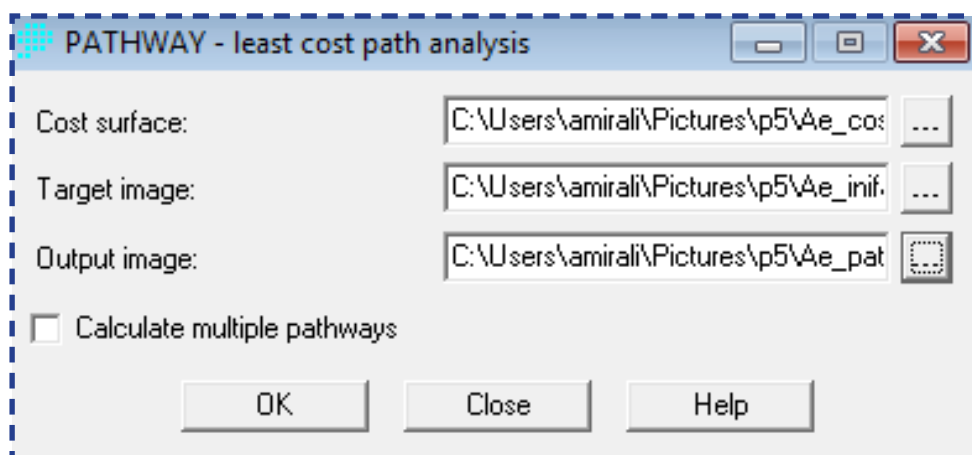


تصویر (۱۱) تابع Cost

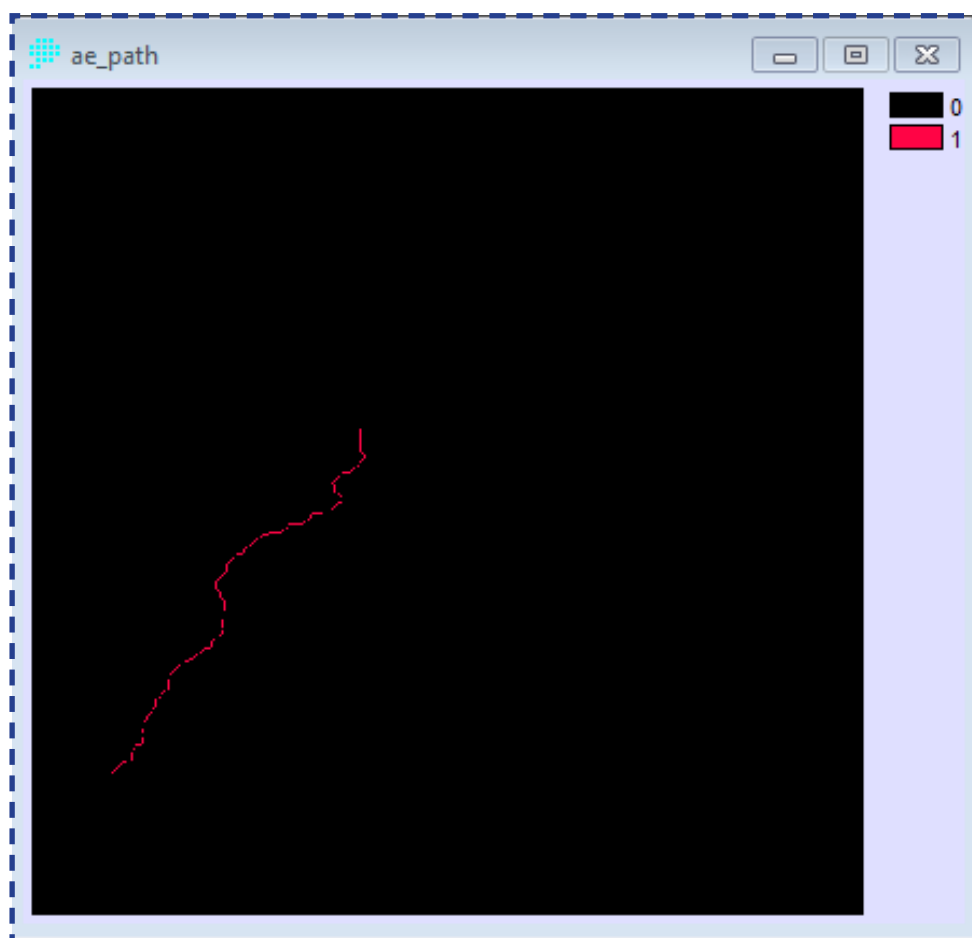


تصویر (۱۲) خروجی تابع

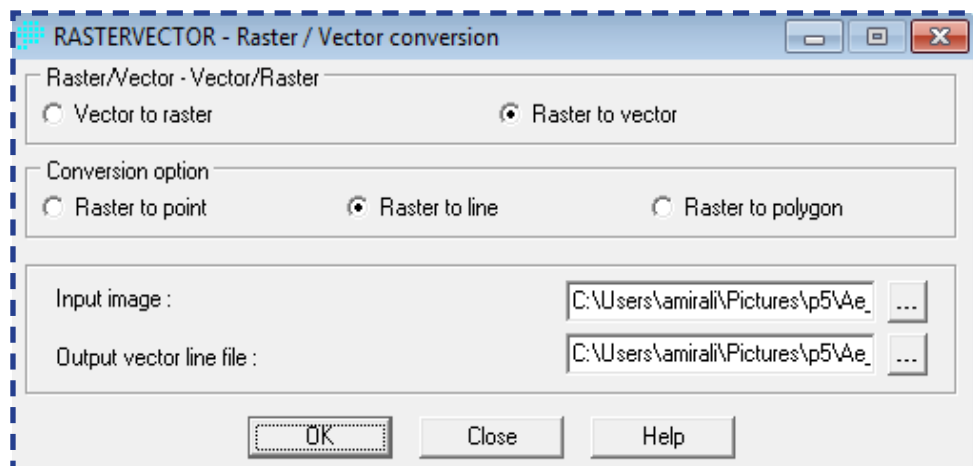
در مرحله‌ی بعد با کمک تابع Pathway مسیر بهینه از جاده اصلی تا کارخانه را با توجه به نقشه‌ی اصطکاک ایجاد می‌کنیم. این تابع با انجام محاسبات پیچیده بهترین مسیر را با توجه به طبقه‌بندی ما برای کاربری‌های مختلف و ارزش‌هایی که در این طبقه‌بندی داده شد، ایجاد می‌کند (تصاویر ۱۲ و ۱۳).  
حال می‌توان با وکتوری کردن مسیر بهینه‌ی ایجاد شده و با کمک Add Layer نقشه‌های وکتوری را روی هم‌گذاری کرده و مسیر بهینه از ابتدا تا انتهای مسیر را مشاهده کرد (تصاویر ۱۴ تا ۱۶).



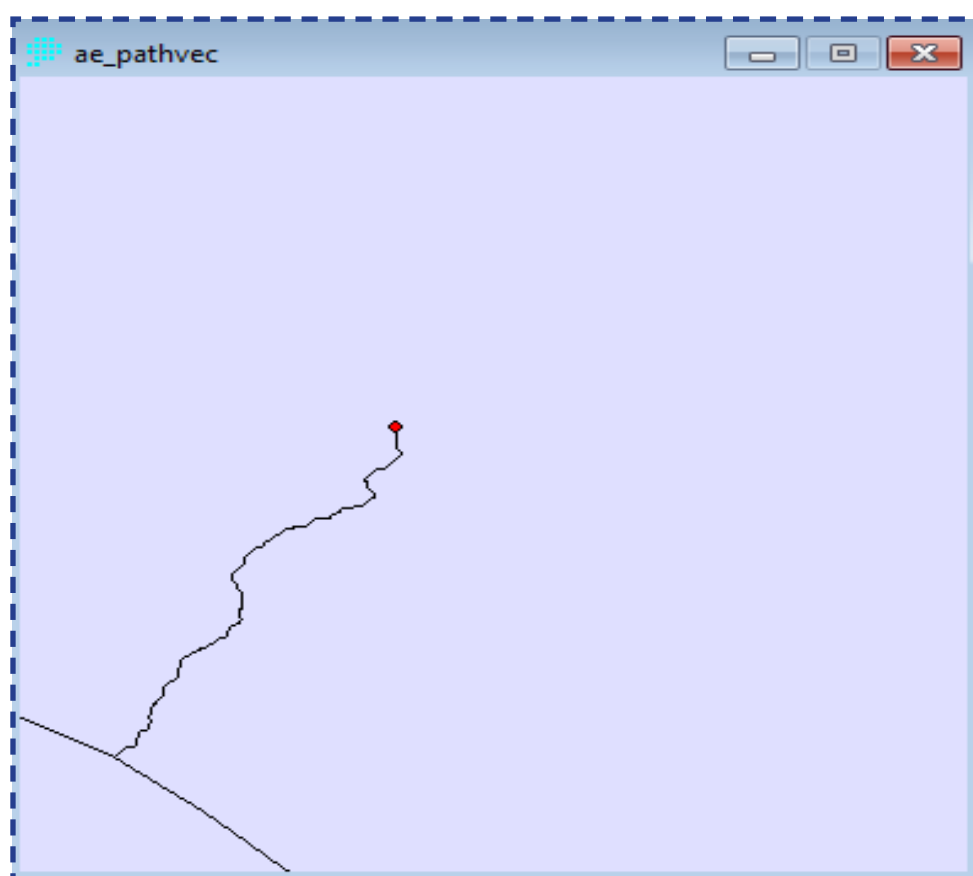
تصویر ۱۳) تابع Pathway



تصویر ۱۴) خروجی تابع Pathway



تصویر ۱۵) تابع Rastervector



تصویر ۱۶) مسیر بهینه





# تأغ پلاس

در این بخش از نشریه، شما را با مجموعه‌ای از منابع فرهنگی غنی و متنوع در حوزه منابع طبیعی و محیط‌زیست آشنا خواهیم کرد. این منابع شامل مستندها، مقالات، پادکست‌ها و کتاب‌هایی است که به شما امکان می‌دهد تا در عرصه‌های گوناگون این حوزه با تازه‌های علمی و فرهنگی آشنا شوید. با توجه به اینکه هر رسانه دارای قابلیت‌های مخصوص و منحصر به فردی است، در این بخش سعی کرده‌ایم تا گسترده‌ترین پوشش را در بین منابع فوق داشته باشیم.

مستندها، با نقل قول‌ها و تصاویر متنوع و متعددی، شما را به دنیای جذاب و البته پرچالش منابع طبیعی و محیط‌زیست هدایت خواهند کرد. همچنین، مقالات علمی و تحقیقات پژوهشگران حائز اهمیت در این حوزه را بررسی خواهیم کرد تا به شما اطلاعات دقیق و به‌روز را ارائه دهیم.

پادکست‌ها به شما این فرصت را می‌دهند تا با صدای فعالین و کارشناسان معتبر، درباره مسائل مختلف منابع طبیعی و محیط‌زیست گوش داده و نظرات آنان را بشنوید. در پادکست‌ها، شما قادر خواهید بود تجربیات و دیدگاه‌های عملی افراد حاضر در صنعت، علم و سایر حوزه‌های مرتبط را بشنوید.

اما اگر علاقمند به چالش‌برانگیزترین منابع اطلاعاتی هستید، کتاب‌های حوزه منابع طبیعی و محیط‌زیست را پیدا خواهید کرد. در این کتاب‌ها، نویسندگان با استفاده از تحقیقات علمی، تجارب شخصی و دیدگاه‌های هنجارشکنانه، به شما این امکان را می‌دهند تا با به‌روزترین تازه‌های نشر در این حوزه آشنا شوید.



این مستند سریالی که توسط Netflix تولید شده به دنبال راهی برای کاوش دلایل و عوامل تحولات جهانی طبیعت است. می‌توان گفت این سری مستند در میان تمامی مستندهای حیات وحش، یکی از کامل‌ترین نگاه‌ها را نسبت به زیست‌بوم‌های طبیعی دارد و همین موضوع باعث شده است که این اثر به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین مستندهای حیات وحش شناخته شود.

مستند Our Planet، علاوه بر نمایش زیبایی و ظرافت حیات وحش، به ما یادآوری می‌کند که این طبیعت، یک هدیه ارزشمند است که باید از آن محافظت کنیم. این مستند، به ما نشان می‌دهد که چگونه فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب‌وهوایی، در حال تخریب این هدیه ارزشمند هستند.

این سریال در چندین قسمت، مناظر طبیعی مختلف را از سراسر جهان به تصویر می‌کشد؛ از جنگل‌های بارانی آمازون تا کویر بزرگ آفریقا، از قله‌های برفی قطب شمال تا اقیانوس‌های آبی و عمیق. هر قسمت از "Our Planet" به ما فرصت می‌دهد تا به‌تمامی نقاط جهان سفر کنیم، با زیبایی‌های طبیعت آشنا شویم و سپس در نقطه اوج داستان، جنایات انسان بر این سرزمین بی‌مانند را مشاهده نماییم. در هر قسمت، مستند به معضلات و چالش‌هایی که جانوران و طبیعت در برابر آن‌ها قرار دارند، می‌پردازد. تغییرات اقلیمی، گرمایش جهانی، تخریب محیط‌زیست و کاهش تنوع زیستی محدود مواردی است که در این مستند سریالی به آن پرداخته می‌شود. "Our Planet" به ما یادآوری می‌کند که باید به جانوران و محیط‌زیست خودمان احترام بگذاریم و اقداماتی برای حفظ آن‌ها انجام دهیم.



### سیاره ما؛ حیرت‌انگیز آسیب‌پذیر

هنر یعنی ترکیب ذوق، سلیقه، احساسات و تجربیات فردی در قالب یک اثر به‌یادماندنی. هنر یعنی توانایی بازگوکردن داستانی زیبا و ناملموس به‌وسیله بهره‌گیری از روش‌های خلاقانه. هنر گاهی می‌تواند ادغام موسیقی و تصویر برای روایت سرگذشت جهانی باشد که در آن زندگی می‌کنیم. کاری که دیوید اتنبرو در قالب مجموعه مستند Our Planet انجام می‌دهد.

او از هنر استفاده می‌کند تا زیبایی و عظمت جهان هستی را به بهترین شکل ممکن به دیگران نشان دهد. او در این شاهکار هنری، مخاطب را با خود همراه می‌کند که گاهی در دل آسمان پرواز یک کبوتر کوهی که بال‌هایی همانند فرشتگان را دارد تماشا کند؛ گاهی در اعماق اقیانوس به شنیدن آواز یک نهنگ مادر برای فرزندش را بنشینند و گاهی در میان ناشناخته‌های صحرا نظاره‌گر تقلای یک شتر وحشی در میان تپه‌های عظیم شنی باشند. به‌طور کلی "سیاره ما"، خلاصه‌ای از جادوی پنهان طبیعت بکر را به نمایش می‌گذارد و بیانگر داستانی بزرگ از تحولاتی است که زیستگاه‌های طبیعی را برای ما قابل‌درک می‌کند. Our Planet، مستندی فوق‌العاده است که با استفاده از تکنولوژی نوین و امکانات برجسته فیلمسازی، به نمایش جهانی باشکوه و خیره‌کننده می‌پردازد که زیبایی آن از خیال انسان فراتر است.

روایت بی‌نظیر دیوید اتنبرو نیز یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد این سریال است. صدای قدرتمند و عمیق اتنبرو، همراه با لحن صحبت کردن متناسب با هر صحنه، به مخاطبان احساس مستقیم و واقعی را منتقل می‌کند. او به شکل جذابی داستان‌های طبیعت را به گوش می‌رساند و ما را به دنیای طبیعت وحشی و زیبا می‌برد. به‌علاوه، تصویربرداری در "Our Planet" فوق‌العاده است. در برخی سکانس‌ها از تکنیک‌های کادربندی و حرکت دوربین به‌نوعی استفاده شده است که جزئیات کوچک و استثنایی به بهترین شیوه به نمایش درآیند و این موضوع باعث شده نمای بصری بسیار زیبایی تمام این مجموعه را در بر بگیرد. در تیتراژ این مجموعه، موسیقی و اشعار آن نیز به‌گونه‌ای انتخاب شده است که بتواند مخاطب را به تغییر سبک زندگی و نجات سیاره ترغیب نماید. در بخشی از اشعار موسیقی تیتراژ پایانی آمده است:

این سریال برای افزایش بازدهی و رسیدن هرچه سریع‌تر به هدف خود که تغییر در زندگی بشری است وب‌سایتی را ایجاد کرده که در آن روش‌های بهبود وضعیت سیاره را توضیح داده است. شما نیز می‌توانید به مراجعه به سایت [ourplanet.com](http://ourplanet.com) آگاهی خود را در جهت کامیابی سیاره آبی افزایش دهید. به‌طور کلی، سریال "Our Planet" یک مجموعه فوق‌العاده است که با ترکیبی از تصاویر شگفت‌انگیز، روایت قوی و محتوای آموزشی، توانسته است نظر مخاطبان را جلب کند. این سریال نه تنها زیبایی‌های طبیعت را نشان می‌دهد، بلکه به ما یادآوری می‌کند که باید به جانوران و محیط‌زیست خودمان احترام بگذاریم و آن‌ها را حفظ کنیم. "Our Planet" یک تجربه بصری و آموزشی است که هر فردی باید آن را تماشا کند و بداند که یا حالا یا هیچ‌وقت.



# نصب کنید

(پیشنهادی برای دانشمندان و یادکر فتن)

محمد مهدی پور حنیفه

در سال‌های اخیر، حفاظت از محیط‌زیست به یکی از دغدغه‌های اصلی جوامع بشری تبدیل شده است. آلودگی هوا، آب و خاک، تخریب جنگل‌ها و منابع طبیعی، و تغییرات آب‌وهوایی از جمله چالش‌های جدی پیش روی بشر هستند که نیازمند اقدامات فوری و گسترده‌ای هستند. با پیشرفت تکنولوژی و توسعه اپلیکشن‌های مختلف، شرکت‌ها قدم‌هایی برای حفظ محیط‌زیست و افزایش آگاهی انسان‌ها برای بهره‌برداری صحیح از آن برداشته‌اند. در ادامه تلاش می‌کنیم به چند نمونه از این اپلیکشن‌های کاربردی و همسو با طبیعت اشاره کنیم.

Ecosia یک موتور جستجوی رایگان است که درآمد خود را از طریق تبلیغات تامین می‌کند. این شرکت از درآمد خود برای کاشت درختان در سراسر جهان استفاده می‌کند؛ با هر جستجو، Ecosia یک درخت در مناطق جنگلی آسیب دیده می‌کارد. این نرم افزار تاکنون بیش از ۱۰۰ میلیون درخت را در سراسر جهان کاشته و هدف آن کاشت ۱ میلیارد درخت تا سال ۲۰۲۵ است.



**Plantum**  
AI Plant Identifier

NatureID یک پلتفرم آنلاین شناسایی گونه‌های گیاهی و جانوری

است.

این نرم افزار به کاربران کمک می‌کند تا گونه‌های گیاهی و جانوری را در اطراف خود شناسایی کنند. NatureID بیش از ۱۰۰ میلیون گونه گیاهی و جانوری را شناسایی می‌کند.

Oroeco یک نرم‌افزار ردیابی مصرف آب است. این نرم‌افزار به کاربران کمک می‌کند تا مصرف آب خود را در خانه، محل کار و سایر مکان‌ها ردیابی کنند. Oroeco به کاربران کمک می‌کند تا مصرف آب خود را کاهش داده و در مصرف آب صرفه‌جویی کنند.







## نامه عاشقانه به زمین

تیک نات هان

ترجمه محسن اسلامی



### شناسنامه کتاب

نویسنده: تیک نات هان

مترجمان: محسن اسلامی

انتشارات: نشر آن سو

کتاب نامه عاشقانه به زمین نوشته تیک نات هان است. کتاب نامه عاشقانه به زمین با ترجمه محسن اسلامی منتشر شده است. این کتاب تلاشی است برای حفظ زمین و محافظت از محیط زیست.

کتاب نامه عاشقانه به زمین را به چه کسانی پیشنهاد می کنیم؟

این کتاب را به تمام علاقه‌مندان به حفظ محیط زیست پیشنهاد می کنیم.

### درباره کتاب نامه عاشقانه به زمین

این روزها حال زمین خوب نیست. فعالیت‌های خودخواهانه انسان‌ها نقشی اساسی در آسیب دیدن لایه اوزون، خارج شدن روزافزون آب از جو زمین و گرم شدن تدریجی آن دارد. انسان‌ها در طول قرن‌های متمادی خود را پادشاه زمین می‌دانستند - هنوز هم چنین‌اند. این پادشاه خودخوانده تا جایی که در توان داشته منابع و موجودات زنده زمین را استثمار کرده و هر روز بیشتر از دیروز مترصد دست‌اندازی و سلطه‌گری بیشتر بر زمین و دارایی‌هایش است. حالا کار به جایی رسیده است که انسان‌های خودخواه، نابودی خویش را در آینده نابودی زمین می‌بینند و حالا نیز به جای دست برداشتن از استثمار زمین در اندیشه دست‌اندازی به دیگر ابعاد کیهان هستند.

پیامبران، قدیسان و اخلاقیان در همه زمان‌ها انسان‌ها را از این نوع دست‌اندازی به زمین برحذر داشته‌اند. حالا، در زمان ما که خطر نابودی زمین بیش از هر زمان دیگری زنگ می‌زند، این پیام صدایی واضح‌تر و آشناتر دارد، اخلاق محیط زیست رونقی دیگر دارد و دست‌اندازان به محیط طبیعی برای دست‌اندازی، نیازمند بهانه‌تراشی‌های پیچیده‌تری هستند. در این زمانه هر تلاشی برای نجات زمین و محیط زیست طبیعی غنیمت است و شاید بتواند دست‌اندازان را گامی عقب براند، یا لاقط پیشروی آنان را کند و کندتر کند.

این اثر تلاشی است از این دست. نویسندگان تلاش کرده است مخاطب را در جایگاهی قرار دهد که بتواند زمین را به عنوان مادر خود و دیگر انسان‌ها باز شناسد؛ همو که همه موجودات زنده و غیر زنده پیرامون ما را با سخاوتی مادرانه در دامن خود می‌پرورد.

### بخشی از کتاب نامه عاشقانه به زمین

در همین لحظه، زمین روی سر و زیر پای شماست، زمین اطراف شما و حتی درون شماست. زمین همه‌جاست. شاید فکر می‌کردید که فقط سطح زیر پا زمین است. اما آب، دریا، آسمان، و هر آنچه در اطراف ماست از زمین می‌آید. هر آنچه که بیرون ما و درون ماست، از زمین می‌آید. بیشتر زمان‌ها فراموش می‌کنیم که همه عناصر سازنده خود را از سیاره‌ای گرفته‌ایم که روی آن زندگی می‌کنیم. آبی که در تن، استخوان، و تک‌تک سلول‌های ریز داخل بدن ماست، همه از زمین آمده است و بخشی از زمین است. زمین فقط زیست‌محیطی که در آن زندگی می‌کنیم نیست. ما زمین هستیم و همواره او را درون خود داریم.

با فهم این نکته، می‌توانیم دریابیم که زمین حقیقتاً زنده است. ما که زنده‌ایم و نفس می‌کشیم، همانا ظهور و بروز این سیاره زیبا و سخاوتمندیم. این را که بدانیم آنگاه می‌توانیم شروع به دگرگون‌ساختن رابطه خود با زمین کنیم. می‌توانیم راه رفتن به شیوه متفاوتی را آغاز کنیم و به نحو متفاوتی مراقب او باشیم. آن وقت است که تمام عیار دل به عشق زمین می‌دهیم. وقتی عاشق کسی یا چیزی باشیم، میان ما و شخص یا چیزی که به آن عشق می‌ورزیم، فاصله‌ای نیست. از هرچه در توان داریم برای آنها مایه می‌گذاریم و این کار را موجب شادمانی و تغذیه می‌دانیم. هر یک از ما می‌تواند با زمین چنین ارتباطی داشته باشد. برای آنکه زمین زنده بماند و ما هم زنده بمانیم، این ارتباطی است که تک‌تک ما باید با زمین داشته باشد.



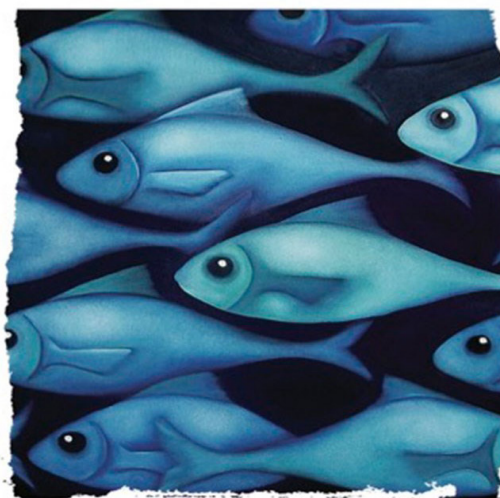
## شناسنامه کتاب

نویسنده: دکتر دانیل گلמן

مترجمان: حمیدرضا بلوچ، کورش اکبری

انتشارات: پندار تابان

کتاب هوش محیط زیستی نوشته دانیل گلמן است و با ترجمه حمیدرضا بلوچ و کورش اکبری در انتشارات پندار تابان منتشر شده است. این کتاب نشان می‌دهد که اکثر ما به عنوان مصرف کننده، دلمان می‌خواهد در موقع خرید انتخاب صحیحی داشته باشیم. اما انتخاب صحیح چیست؟



**هوش محیط زیستی**  
Ecological Intelligence

دکتر دانیل گلמן  
حمیدرضا بلوچ / کورش اکبری

## کتاب هوش محیط زیستی را به چه کسانی پیشنهاد می‌کنیم؟

این کتاب را به تمام علاقه‌مندان به یک زندگی منطقی پیشنهاد می‌کنیم.

## درباره کتاب هوش محیط زیستی

انبوه اجناس دنیای ما دارای قیمت‌های پنهان هستند؛ یعنی ما نمی‌توانیم بفهمیم چیزهایی که روزانه می‌خریم و استفاده می‌کنیم تا چه اندازه هزینه‌های دیگری را با خود دارند، و چه خسارت‌هایی به زمین، سلامت مصرف‌کنندگان و افرادی که با کار خود رفاه و ملزومات ما را فراهم می‌کنند، وارد می‌آورند.

دنیای روزمره ما دریایی لبریز از چیزهایی است که می‌خریم، مصرف می‌کنیم، هدر می‌دهیم و یا نگه می‌داریم. هر یک از این اجناس، تاریخ و آینده خود، همچنین گذشته و پایانی دارد که از چشمان ما کاملاً پنهان است. و از زمان استخراج و ترکیب اجزای اولیه‌اش، ساخت و حمل آن، همچنین استفاده‌اش در خانه یا محل کار و بالاخره زمانی که آن را دور می‌اندازیم تأثیراتی را برجای می‌گذارد. و از قضا این آثار پنهان ممکن است مهم‌ترین ویژگی آن جنس باشد.

چه مصرف‌کننده باشیم، چه مأمور خرید یک مؤسسه یا مدیری که یک محصول را مدیریت می‌کند، اگر با دقتی که یک اکولوژیست صنعتی دارد بدانیم آنچه که می‌خریم، می‌فروشیم یا می‌سازیم چه اثرات پنهانی دارند، آن‌گاه می‌توانیم با تصمیم‌گیری‌های ارزشمندتر آینده بهتری را رقم بزنیم. این کتاب می‌خواهد به شما کمک کند انتخاب صحیحی در زمینه حفظ محیط زیست داشته باشید.

## بخشی از کتاب هوش محیط زیستی

پاسخ این است: «هیچ کجا. واژه اربابه، به نظم و ترتیب موقتی اجزای تشکیل‌دهنده آن اشاره دارد، یعنی چیزی مبهم.» این نوشته باستانی از این معنا برای نشان دادن طبیعت گریزان نفس که نه در خاطرات، نه در افکار و نه در ادراک و احساسات ما وجود دارد استفاده می‌کند، اما این بینش را برای چیزهای دیگر هم می‌توان به کار برد، مثلاً برای یک اسباب‌بازی الکترونیک، یک مخلوط‌کن یا هر شیء مصنوع دیگر. هر شیء این‌چنینی به اجزا و فرایندهای تشکیل‌دهنده آن بخش‌پذیر است.

مهندسين صنایع، تجزیه اجسام به این اجزا را «برآورد چرخه حیات» یا LCA می‌نامند، روشی که به ما اجازه می‌دهد هر وسیله ساخته‌شده را به اجزا و فرایندهای اولیه‌اش تجزیه کنیم و با دقت بسیار بالا، تأثیر آن‌ها را از لحظه شروع ساخت تا پایان عمرشان بر طبیعت اندازه‌گیری نماییم. یکی از اولین برآوردهای چرخه حیات توسط شرکت کوکاکولا خیلی سال‌ها پیش در دهه شصت میلادی برای تعیین معیارهای نسبی بطری‌های پلاستیکی و شیشه‌یی و اندازه‌گیری مزایای بازیافت آن‌ها انجام پذیرفت. این روش به تدریج برای دیگر ابهامات موجود در صنعت به کار گرفته شد و در حال حاضر گروه عظیمی از شرکت‌ها با مارک‌های ملی و بین‌المللی از این روش در جاهای مختلف به منظور انتخاب طراحی محصول یا انتخاب چگونگی ساخت آن استفاده می‌کنند و بسیاری دولت‌ها برآورد چرخه حیات را به منظور تنظیم و کنترل آن صنایع به کار می‌گیرند.



## حافظ آب‌ها

مهندس علیقلی بیانی؛ پایه‌گذار دانش هیدرولیک و سدسازی ایران

محمد صادق رهبانی

«عمارت عالی‌هی جهان»، «عجایب فارس» و «اعجاز معماری» عبارت‌هایی هستند که در ستایش «بند امیر» یا همان «سد عضد» گفته‌اند. سدی که در دوره‌ی امیر «عضدالدوله دیلمی» ساخته شد و علاوه‌بر همهی کارکردهایی که در آبادانی منطقه‌ی فارس داشته، نشان می‌دهد که ایرانی‌ها در کارهای فنی و مهندسی قوی بوده‌اند. حالا این تعریف‌ها را بگذارید در کنار این جمله‌ی بعضی فرنگی‌ها درباره‌ی وضعیت آب تهران قدیم: «مردم تهران در شمال شهر از آب آلوده به کثافات نهرها و در جنوب شهر از کثافات مخلوط به آب می‌آشامند.»

با مقایسه این جمله و عبارت‌های اول متن که به فاصله‌ی چند صد سال، از قرن چهارم تا دهه‌ی ۲۰ شمسی، قدمی جلو نرفته و حتی عقب‌تر هم آمده بودیم. «علیقلی بیانی» در این شرایط و در سال‌های سخت و پر آشوب دهه‌ی ۱۳۲۰ کارش را شروع کرد؛ وقتی که سلطه‌ی کشورهای خارجی، مشکلات داخلی را به اوج خودش رسانده بود و آن‌قدر بحران در مملکت وجود داشت که می‌شد بی‌خیال کارهای زیربنایی شد، بیانی متخصصی بود که مسئولیت اجرایی و دولتی هم داشت و با کمترین امکانات توانست خیلی از اولین‌ها را در حوزه‌ی آب به اسم خودش ثبت کند.



علیقلی بیانی در یک خانواده‌ی معروف تبریزی در تهران به دنیا آمد. تحصیلات متوسطه را در تهران و در مدرسه‌ی ثروت تمام کرد. بعد از تمام شدن درس دبیرستان در مسابقه‌ی اعزام محصل به اروپا که هر سال برگزار می‌شد، شرکت کرد و قبول شد. سال ۱۳۱۱ برای تحصیل در رشته‌ی مهندسی هیدرولیک مکانیک مایعات به فرانسه رفت. البته جواب آزمون، رشته و کشور دیگری را برای بیانی مشخص کرده بود، اما پیگیری‌های او و کمک وزارتخانه باعث شد در رشته مورد علاقه‌اش درس بخواند. در آن زمان انتخاب رشته‌ی تحصیلی دانشجویان اعزامی بر عهده‌ی وزارت فرهنگ بود.

«بعد از قبولی در مسابقه، به من گفتند که باید برای تحصیل در رشته‌ی بانکداری به انگلستان بروم، ولی من که علاقه‌ای به این رشته نداشتم از رفتن به خارج خودداری کردم. اولیای مدرسه‌ی ثروت از این بابت بسیار ناراحت شدند و به یاد دارم که ناظم مدرسه به من گفت، اگر علاقه‌ای به این رشته نداری لااقل برو چند ماهی در انگلستان گردش کن. به دنبال این مسئله وزیر فرهنگ وقت، مرحوم قره‌قلو، شخصا مرا که محصلی ساده از خانواده‌ی معمولی بودم را به دفتر کارش دعوت کرد و در حضور ناظم مدرسه دلیل مخالفت من با این سفر را پرسید. من هم با بیان بی‌علاقگی خود به رشته‌ی بانکداری گفتم که علاقه‌مندم در رشته‌های مرتبط با فیزیک و ریاضی تحصیل کنم به این ترتیب با موافقت وزیر جای من را با دانشجوی دیگری که قرار بود برای تحصیل در رشته هیدرولیک به فرانسه برود، عوض کردند. به خاطر دارم که آن فرد فوق‌العاده از این مسئله خوشحال شده بود، چون رشته‌ی بانکداری از رشته‌های بسیار پرطرفدار بود که از همان اوایل خدمت فرصت‌های شغلی خوبی برای آن وجود داشت.»



مهندس علیقلی بیانی

در خصوص کاهش رطوبت خاک در منطقه تالاب صالحیه دو دلیل عمده وجود دارد، یک آن که بنا به کاهش بارندگی‌ها و تداوم دوره خشک‌سالی، مقدار نزولات جوی در این منطقه و حوزه‌آبخیز تالاب صالحیه کاهش یافته است به طوری که برخلاف گذشته این دشت سیلابی ورودی بسیار کمی از نقاط بالادست دارد.

در کنار آن با انجام پروژه‌های زهکشی توسط وزارت جهاد کشاورزی در استان قزوین جهت بهبود شرایط خاک و آب زمین‌های زراعی و توسعه صنعت کشاورزی، رطوبت خاک در بخش قرار گرفته در استان البرز به شدت کاهش یافته و از طرفی باعث شورتر شدن خاک در این ناحیه شده است. همین موضوع یکی از اساسی‌ترین دلایل افزایش فرسایش و برداشت ذرات خاک از این منطقه‌ی تالاب صالحیه می‌باشد.

بیانی در فرانسه در کنار تحصیل در مدرسه‌ی مهندسی هیدرولیک، به توصیه‌ی اساتیدش درس‌های ریاضیات عمومی و مکانیک استدلالی را هم در دانشکده‌ی علوم گرنبل خواند. موضوع رساله‌اش هم بررسی جریان‌های سیلابی در انحنای مجاری مربعی بود. موضوعی که جدید و بکر بودنش باعث شد از سمت استادانش مورد تشویق قرار بگیرد.

علیقلی بیانی که حالا او را مهندس بیانی صدا می‌زدند، سال ۱۳۱۷ به ایران برگشت و حدود یک سال در اداره‌ی آبیاری از سازمان‌های تابع اداره‌ی کل فلاح و مشغول به کار شد. در این مدت کوتاه مأموریت‌های زیادی به نواحی دورافتاده‌ی کشور داشت و راه علمی اندازه‌گیری آب رودخانه‌ها و قنوات را به مردم یاد داد. سال ۱۳۲۰ و بعد از تمام شدن خدمت نظام وظیفه به وزارت کشور منتقل شد و در سمت معاون فنی اداره‌ی آب شهرداری تهران و پس از مدتی در سمت ریاست آن اداره شروع به کار کرد.

یکی از مهم‌ترین کارهای بیانی در این مدت این بود که واحدهای سنتی اندازه‌گیری آب قنوات ایران (سنگ، دیوانی سنگ، زراعتی سنگ آسیا) را به واحدهای سیستم متریک تبدیل کرد. در آن زمان آب آشامیدنی مردم تهران همان آب جوی بود. منابع آب تهران، ۲۵ قنات و آب نهر کرج بود که آلودگی‌های فراوانی داشتند. آلودگی آب منشأ خیلی از بیماری‌ها بود و بیانی به شیوه‌ی خودش سعی کرد آن را حل کند.

«نخستین کاری که کردم نمونه‌برداری از آب نهر کرج بود. پس از تجزیه‌ی آن به وسیله‌ی انسیتو پاستور، آلودگی آب در این نهر مسلم شد. البته این امر برای اهل بهداشت تعجبی نداشت، چون در آن زمان مردم مرفه تهران از آب قنات شاه که به وسیله‌ی بشکه داران توزیع می‌شد برای شرب استفاده می‌کردند، اما لازم بود آب قنات شاه هم تجزیه شود. قبلاً توضیح بدهم که در آن زمان در خیابان واقع در شمال خیابان جمهوری امروز، از قنات شاه آب می‌کشید. این آب به لوله‌ای با فشار وارد می‌شد و این لوله دارای شیرهایی بود که هریک به لوله‌ای لاستیکی به طول کافی متصل بود. بشکه داران به مدد این دستگاه از دریچه‌ی بالای بشکه آب می‌گرفتند. به سبب توجه به این وسائل، مردم تهران گمان می‌کردند که آب قنات شاه پاکیزه است. ولی پس از تجزیه‌ی آب شاه به وسیله‌ی انسیتو پاستور معلوم شد، که آب بشکه‌داران قنات شاه از آب نهر کرج آلوده‌تر است. با این وصف بشکه‌داران در فروش این آب آلوده هم دغلی می‌کردند. بدین توضیح که هر وقت آب دیگر بشکه تمام می‌شد، بشکه‌دار بی‌انصاف از آب هر قنات یا هر نهري که در دسترس داشت بشکه را پر می‌کرد و همان آب را به عنوان



آب قنات شاه سطلی یک ونیم ریال می فروخت. چاره‌ی این کار به نظر مسئولان شهر این شده بود که دریچه‌ی بالای بشکه را پس از پرکردن مهر و موم کنند و اگر دیده شود که مهر و موم شکسته است تا از آب دیگری بشکه را پر کنند، بشکه‌دار را جریمه کنند. بشکه‌داران هم چاره‌ی کار را پرداخت رشوه‌ای به مأمور شهرداری می‌دانستند؛ تا این دغلی ندیده انگاشته شود.»

چاره‌ای که به نظر علیقلی بیانی رسید و متعاقب آن به قول خودش فحش و ناسزای بسیاری از طرف بشکه‌داران نثار او شد این بود که دستور داد دریچه‌ی بالای بشکه‌ها را پر کنند تا آبگیری از بالا امکان نداشته باشد. در عوض همه‌ی شیرهای روی لوله‌ی خروجی پمپ را که طبق معمول دهانه به سوی زمین داشتند، هشتاد درجه بچرخاند تا دهانه به سوی بالا باشد؛ بعد لوله‌ی لاستیکی آب را با فشار پمپ از طریق شیر بشکه که در کف آن قرار داشت وارد بشکه کنند. بدین طریق جلو دغلی بشکه‌داران گرفته شد و ناچار بودند فقط بشکه را از آب قنات شاه که پمپی روی آن نصب شده بود، پر کنند.

این کار مهندس بیانی هر چند مفید بود ولی مشکل آلودگی را حل نمی‌کرد. برای فهمیدن منبع آلودگی قرار شد چاه خویی انجام شود. یعنی مقنی وارد مجرای زیرزمینی قنات شود و علت آلودگی آب را پیدا کند. این کار انجام شد و معلوم شد مجرای قنات شاه آن طور که مردم گمان می‌کردند همه جا زیرزمین نیست و برای مثال آب کوره مستراح خانه‌ای قطره قطره از سقف مجرای قنات وارد آب شاه می‌شود. پیدا کردن منبع آلودگی و برطرف کردن آن دستاورد بزرگی بود اما کافی نبود.

## سفر به انگلیس

بیانی بعد از حل این مشکل، رئیس اداره‌ی آب، شهر شد ولی به خاطر بودجه‌ی ناچیز کشور کار مهمی نتوانست انجام بدهد. در همان روزها به دعوت شورای فرهنگی بریتانیا، به عنوان پژوهشگر فارغ‌التحصیل به کالج سلطنتی لندن رفت. او علاوه بر پیگیری مکانیک مایعات، در زمینه‌ی طول نفوذ بندها، سدهای کوتاه در مسیر آب، آزمایش‌های علمی گسترده‌ای انجام داد. دلیل این تحقیقات بررسی مسائل فنی اجرای یک طرح عمرانی برای کاهش طول مسیرهای سرباز حرکت آب در سطح شهر و در نتیجه توزیع سالم‌تر آب در تهران بود که بعدها با عقد قرارداد مربوط به لوله‌کشی تهران اجرای آن منتفی شد. چرا که در همان روزها قراردادی برای تهیه‌ی پروژه‌ی آب تصفیه‌شده‌ی تهران با یک مهندس مشاور انگلیسی امضا شد و بیانی بعد از بازگشت به ایران به عنوان رئیس اداره‌ی لوله‌کشی در کنار گروه مشاور انگلیسی کارش را شروع کرد.

وضعیت مملکت در آن روزگار جوری بود که مهندس بیانی می‌توانست ساده‌تر از این کارها را پیش ببرد و کمتر خودش را به دردسر بیندازد. اما او دنبال کار اصولی و عملی بود. یکی از ماندگارترین کارهایش هم لوله‌کشی آب تهران است که برای آن دردسرهای فراوانی کشید.

«قریب پنج سال آقای مهندس نصرت الله خبیری و اینجانب مسئول کار طاقت‌فرسای بی‌شکر و سپاس خواندن و نظر دادن و بحث کردن اسناد بسیار مفصل این پروژه و ترجمه‌ی آن به زبان فارسی بودیم. این دوران به راستی سال‌های کار پرمشقت شبانه‌روزی ما دو نفر بود.» از علیقلی بیانی کتاب‌های زیادی به جا مانده، وجه دوم شخصیت او که به اندازه‌ی اولی پررنگ است، ترجمه و تألیفات متعدد او است. در فهرست کتاب‌های بیانی هم تألیفاتی مانند مطالعه‌ی طول نفوذ بندها (به زبان انگلیسی)، شناخت برتری پروژه‌های آبیاری محاسبه‌ی سنگ دیوانی، طریقه‌ی منطقی توزیع اعتبارات سدسازی و آبیاری به چشم می‌خورد که تخصصی رشته‌ی خودش است و هم کتاب‌هایی در زمینه‌ی عرفان و فلسفه؛ چراکه بیانی شاگرد و

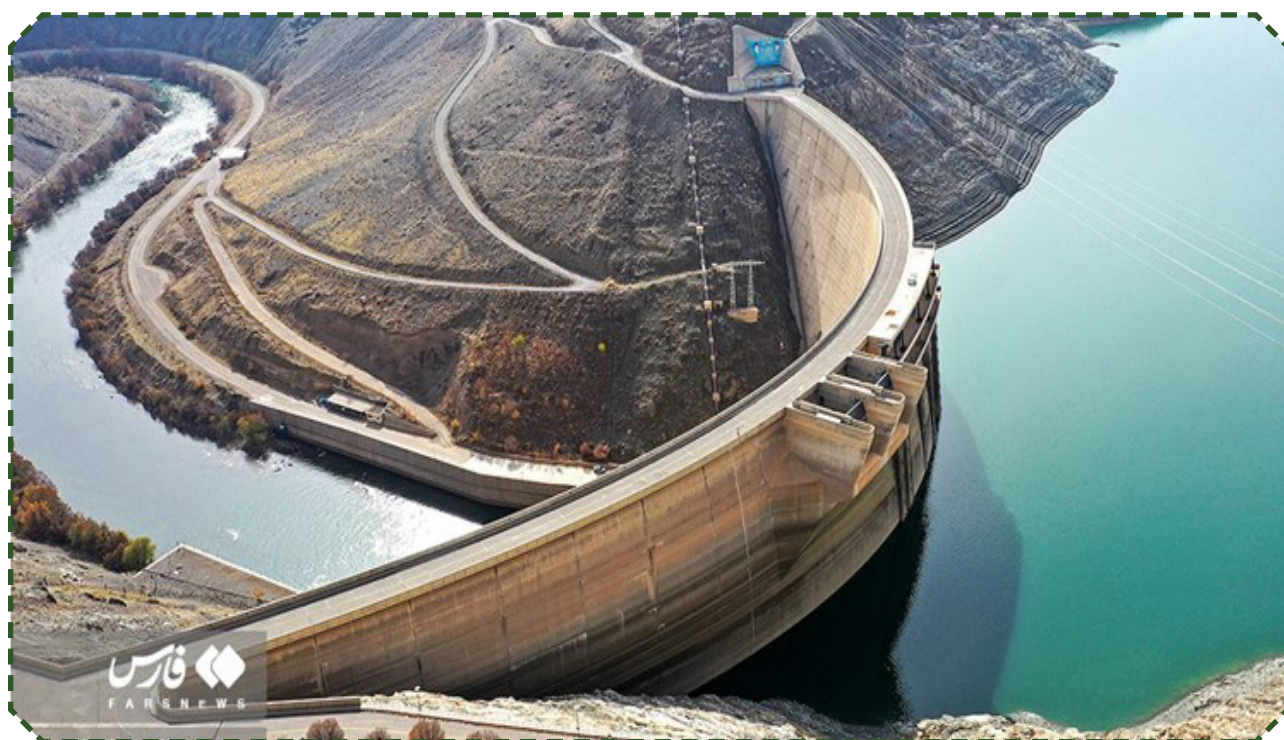




هم صحبت اساتیدی مثل ادیب بجنوردی از شاگردان حاج ملاهادی سبزواری و شیخ محمد سنگلجی (استاد) فقه بود. او در نوشتن هم مثل کارهای عمرانی جدی و دقیق بود و ترجمه‌اش از کتاب فیزیک و فلسفه اثر «جیمز جینز» در سال ۱۳۶۹ برنده‌ی جایزه‌ی اول کتاب سال شد.

## ماجرای سد اختوان

بعد از کودتای ۲۸ مرداد به خاطر همکاری با دولت دکتر مصدق مدت کوتاهی به زندان رفت. بعد از بیرون آمدن از زندان و گذراندن یک دوره‌ی کوتاه بیکاری، مسئولیت ساختن اولین سد مخزنی ایران را بر عهده گرفت؛ سدی که قرار بود در اختوان در نزدیکی گلپایگان احداث شود. زمانی که بیانی کارش را شروع کرد، بخشی از پروژه جلو رفته بود آن هم نه به شکل درست و اصولی.



سد اختوان گلپایگان

«هنگامی که من مسئول سد اختوان شدم، تونل آبگیری و بخش بزرگی از کارهای بدنه‌ریزی خود سد، انجام شده بود. برای ادامه‌ی کارها دچار سه مشکل بزرگ شدم. اول اینکه جاده‌ی راهیابی به کارگاه، همان جاده قدیم ده اختوان بود که پس از بالا آمدن سطح آب جاده، زیر آب رفت و ارتباط ما با گلپایگان قطع شد. مشکل دوم این بود که برخلاف اصول ابتدایی سدسازی، محل آبگیری جایی قرار داشت که پس از دو سه سال بهره‌برداری مدخل تونل به سبب رسوبات بسته می‌شد و هیچ امکانی برای استفاده از آب دریاچه باقی نمی‌ماند. مشکل سوم این بود که به محض اینکه آبگیری مخزن شروع شد، فوران آب از درزهای جدار بتنی تونل چنان شدید بود که انجام کار درون تونل برای نصب لوله‌های فلزی و شیرها مطلقاً میسر نبود. این سه مشکل در مدت دو سال و نیمی که در آن بیغوله بودم شب و روز مرا گرفت و هر آن منتظر حادثه‌ی بزرگی بودم. در کنار این مشکلات فنی زندگی عادی هم در آنجا عملاً امکان نداشت. به خاطر زیر آب رفتن جاده ارتباطشان

با گلپایگان قطع شده بود و برای وسایل اولیه‌ی زندگی مثل غذا و نفت باید منتظر رسیدن یک قاصد از گلپایگان می‌ماندند. در این شرایط معلوم است که در این دو سال و نیم نه از پزشک خبری بود و نه از دارو و نه امکانات معمولی دیگر. علاوه بر این مشکل بزرگ دیگری هم آن‌ها را تهدید می‌کرد، امنیت جانی نداشتیم چون گرگ گرسنه فراوان بود. همان طور که در یکی از ده‌های نزدیک اختوان آموزگاری که با دوچرخه‌اش به مدرسه می‌رفت، طعمه گرگ شد. شب‌ها گرگ‌ها وارد حیاط خانه‌ی من می‌شدند. چنانکه دو سگ من را گرگ‌ها دریدند. من اگر کار واجبی هم داشتم هنگام شب از اتاق بیرون نمی‌رفتم چون بی‌تردید گرگ‌ها من را هم مثل آن آموزگار بدبخت می‌دریدند.»

## مردان سفیدرود

بیانی بعد از موفقیت پروژه‌ی اختوان به سازمان برنامه رفت و شد مسئول قسمت سدسازی. یکی از کارهای مهم بیانی در آن سازمان ریاست نمایندگان ایران در مذاکره با نمایندگان دولت شوروی بود. در این ماجرا دو قرارداد برای استفاده‌ی برابر دو کشور از آب و انرژی رودخانه‌ی ارس و اترک امضا شد.

آن وقت‌ها هم مثل همین روزها مذاکره با کشورهای خارجی کار سخت و پیچیده‌ای بود. ولی علیقلی بیانی هم از لحاظ فنی و هم سیاسی توانست طرف مقابلش را قانع کند. «من برای اقناع همتای شوروی‌ام که پروفیسور «باسووسکی» نام داشت و تألیفات متعدد در فنون تأسیسات آبی داشت، تلاش بسیار زیادی کردم تا توانستم با توضیحات ظریفانه و درست طرف شوروی را آماده‌ی قبول پیشنهاد دولت ایران کنم.»

بیانی بعد از چهار سال و در سال ۱۳۴۰ از طرف نخست وزیر، مدیر سازمان سفیدرود شد و شش سال در آن سازمان کار کرد؛ سازمانی که وظیفه داشت پروژه‌ی سد سفیدرود را تمام کند. احداث این تأسیسات به راستی سیمای طبیعی گیلان



سد سفیدرود

را دگرگون و منافع بسیاری نصیب کشاورزها کرد. «برای نمونه عرض می‌کنم که سال پیش از پایان ساخت تونل فومن، کشاورزان فومنات حدود ۹۰ میلیون تومان زیان خشکسالی داشتند.»

از ویژگی‌های خوب بیانی قدردانی از کسانی است که در کارها به او کمک کردند. در خاطراتش هر جا و از هر پروژه‌ای که تعریف می‌کند حتما نام چند نفر از همکارهایش را می‌برد و نمی‌گذارد همه‌چیز به اسم خودش تمام شود. «کاری به این بزرگی در سازمان سفیدرود بی‌همراهی گروه مهندسان ایرانی که جمعا ۳۵ یا ۳۶ نفر بیشتر نبودند، امکان نداشت. برای نمونه مهندس حیدری چندین سال تنهایی در جایی کار می‌کرد که عده‌ی بسیاری از افراد مبتلا به جذام در آن زندگی می‌کردند.» بیانی بعد از تمام کردن پروژه‌ی سد سفیدرود، معاون وزارتخانه‌ی آب و برق شد و بعد مشاور سازمان برنامه. مهندس بیانی از گذشته و کارهایی که در حوزه‌ی آب کرده بوده آن قدری رضایت داشت که در سال‌های پایانی عمرش نوشت: «هروقت از آب لوله‌کشی تهران بهره‌مند می‌شوم مشقات خودمان را فراموش و به آن کار خداپسند ثمربخش افتخار می‌کنم.»

## سد و فرهنگ

علیقلی بیانی به عنوان یک شخصیت فرهنگی بین اهالی ادب آن قدر شناخته شده بود که کیهان فرهنگی یکی از معتبرترین نشریات دهه‌ی ۶۰، با او در مورد کتاب‌هایش مصاحبه کرد. متن زیر بریده‌ای از این مصاحبه است.

«بنده اصلا خودم را در این حد نمی‌دانم که به عنوان یک شخصیت فرهنگی خدمت آقایان عرایضی بکنم، چون یک عده هستند که از اول در امور فرهنگی بوده‌اند و تمام عمر خود را به ترجمه و تألیف گذرانده‌اند. کار اصلی بنده پرداختن به امور عمرانی بوده است، کارهای مربوط به آب. حالا خواه سدسازی، خواه لوله‌کشی، برای نمونه لوله‌کشی شهر تهران را بنده از سال ۱۳۲۵ تا اواخر سال ۳۰ عهده‌دار بودم و در کارهای گوناگون مثل سد گلپایگان، سد سفیدرود، سد گرگان، سد تاریک و سد سنگر سوار کارهای عمرانی می‌کردم.

آن وقت در حاشیه‌ی این کارهای عمرانی می‌پرداختم به خواندن و نوشتن و اینگونه امور که به اصطلاح تفنن بنده بود. حدود دو سال در پلی تکنیک که در ابتدا اسم آن هنرسرای عالی بود و بعد به پلی تکنیک تغییر پیدا کرد، مکانیک مایعات تدریس می‌کردم. منظورم هیدرولیک ژنرال و توربین‌ها و سدسازی است. ولی در آنجا هم بنده استادی که در کادر دانشگاه باشم، نبودم. به هر حال بنده در حد کسانی که تألیفات متعدد داشته باشند، نیستم و برای همه‌ی آن‌ها احترام قائل هستم ولی من وقت این کار را نداشتم که به تحریر و تألیف‌های متعدد بپردازم. پنج شش تا کتاب و چند رساله در حدود اطلاعاتم نوشته‌ام. بیشتر هم تلاشم این بوده است که در حاشیه‌ی مطالب علمی و فنی محض، چیزهایی بنویسم که برای نسل جوان ایران مفید باشد.

آن وقتی که به ایران آمدم یعنی در سال ۱۳۱۷، هنوز دوره‌ی رضاشاه بود، البته آزادی سیاسی اصلا وجود نداشت ولی پس از وقایع سوم شهریور که رضاشاه رفت در ایران تبلیغات مارکسیستی شروع شد. مارکسیست‌ها اولین دسته‌ای بودند که در ایران تشکیلات منظم داشتند. آن روزها این تبلیغات در ایران خیلی رواج داشت ولی آنچه خیلی خطرناک می‌نمود جنبه‌ی الحادی آن بود. چون تبلیغاتی که آن‌ها می‌کردند زیر بنای الحادی داشت. بنده هم چون در خانواده‌ای مسلمان به دنیا آمده بودم و مخصوصا پدر و مادر و به طور کلی خانواده‌ام شیعه‌ی خیلی متعصب بودند، طبعا علاقه‌ی شدیدی داشتم که تبلیغات الحادی در بین جوانان جنبه علم‌نمایی پیدا نکند، لذا آن چیزهایی که بنده می‌نوشتم بیشتر برای این بود که

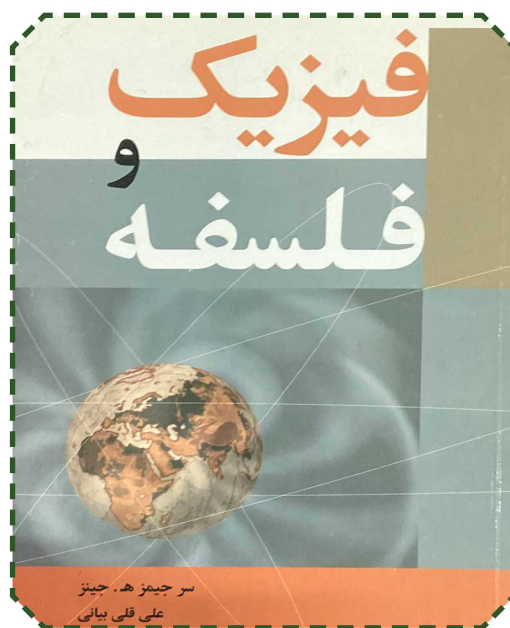
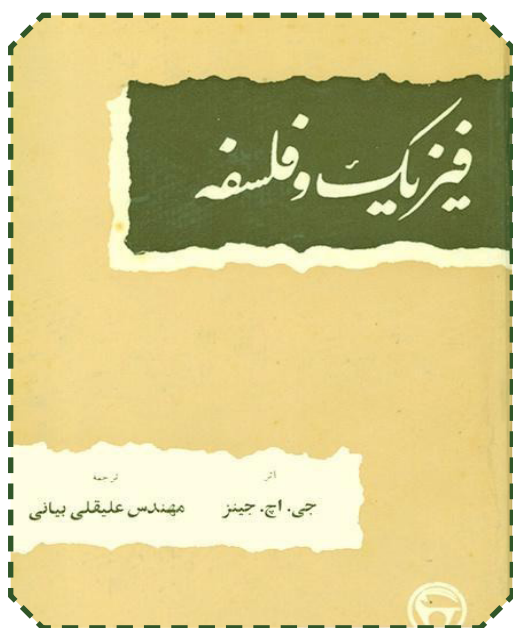




جوان‌ها را مطلع کنم که این تبلیغاتی که می‌کنند این حرف‌هایی که می‌زنند و به عنوان مطالب علمی سعی دارند در مغز جوان‌ها فرو کنند، به هیچ وجه مطالب علمی نیست.

با توجه به سادگی جوان‌ها و شرایط زمانی که درست پس از دوران خفقان سیاسی بود، بنده احساس خطر کردم و تلاشم را متوجه این امر کردم که برای رفع خطر در حدودی که توانایی دارم برای راهنمایی جوان‌ها بکوشم. خوشبختانه و به لطف الهی من این شانس را داشتم که از اوان جوانی پیش از این که به اروپا بروم و برگردم با افرادی که فرهنگ قدیم ایران را کاملاً می‌شناختند، آشنا بودم و از آن‌ها بهره گرفته بودم و بنابراین می‌دانستم مطالب اصلی‌ای که باید از آن‌ها دفاع کرد کدامند.

در ایام جوانی هم از آنجا که آدم کله‌اش بوی قورمه‌سبزی می‌دهد، وارد کارهای حزبی شدم و به همراه آقای مهندس احمد زیرک‌زاده مقالاتی می‌نوشتیم و بدون ذکر نام منتشر می‌کردیم. بعد وقتی دیدم که این مارکسیست‌ها، جوان‌ها را گمراه کرده‌اند و حرف‌هایی را که خودشان می‌زنند به عنوان مطالب علمی تحویل می‌دهند و نوجوان‌های بیچاره هم که اطلاع زیادی از علم ندارند و نمی‌دانند که علم چه می‌گوید و اصلاً نمی‌دانند که مارکسیسم یا سوسیالیسم مبحث علمی است یا نه و حرف‌هایی که این‌ها می‌زنند خیال‌بافی است یا نه، چاره را در این دیدم که جواب آن‌ها را از طریق فرهنگ فرنگی بدهم، بنابراین بخش آخر کتاب برتراند راسل به عنوان «رام کردن قدرت» را ترجمه کردم و در مقدمه هم شرح حال راسل و عقاید او را نوشتم.



آثار مهندس علیقلی بیانی



\* دکتر حمیدرضا کشتکار  
\* استاد مشاور انجمن علمی  
\* استادیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی دانشگاه تهران



\* محمدصادق رهبانی  
\* دبیر انجمن علمی  
\* دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیز، دانشگاه تهران



\* پریا پورمحمد  
\* عضو اصلی انجمن علمی  
\* دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیز، دانشگاه تهران



\* فاطمه کیهانی کبیر  
\* عضو اصلی انجمن علمی  
\* دانشجوی کارشناسی مهندسی طبیعت، دانشگاه تهران



\* محمد مهدی پورحنیفه  
\* عضو اصلی انجمن علمی  
\* دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، دانشگاه تهران



## نقش و حقوق زنان

در مدیریت پایدار سرزمین

روز جهانی مقابله با بیابان‌زایی و خشکسالی

۲۷ خرداد ۱۴۰۲

دانشکده منابع طبیعی (کمیته علم

و فناوری کارگروه ملی

مقابله با بیابان‌زایی)

برگزار می‌کند:

.....

چهارمین نشست علمی به

به مناسبت روز جهانی

مقابله با بیابان‌زایی با محوریت:

## نقش و حقوق زنان در مدیریت پایدار سرزمین

مکان: سالن شهید مطهری دانشکده منابع طبیعی

دانشگاه تهران،

تاریخ رویداد: ۲۸ خرداد ماه ۱۴۰۲

ساعت ۱۰ الی ۱۲

سخنرانان:



**جناب آقای دکتر علی اکبر مهرابی**

استاد پیشکسوت دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران



**سرکار خانم دکتر طیبه مصباح‌زاده**

عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی

دانشگاه تهران

با حمایت:

سازمان منابع طبیعی و

آبخیزداری کشور،

اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری

استان البرز

سازمان حفاظت محیط‌زیست

اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان البرز،

جمعیت همیار کرج



انجمن علمی دانشگاه علوم قضایی و خدمات اداری تهران برگزار می کند:

## علل تخریب جنگل و تصرف منابع طبیعی از منظر قضایی، تقنینی و مدیریتی

همراه با پرسش و پاسخ

حضور برای عموم آزاد می باشد

دبیر علمی نشست

**محمد نصراللهی الموتی**

دبیر شبکه تشکل های محیط زیستی و منابع طبیعی کشور



میهمانان

**دکتر علی محمد شاعری**

نماینده سابق مجلس شورای اسلامی



**قدرت الله عموزاد مهدیرجی**

قاضی محترم دادسرای انتظامی قضات و مولف کتب حقوقی



**دکتر رضا افلاطونی**

ریاست محترم سازمان امور اراضی کشور



**زمان برگزاری: یکشنبه ۲۴ اردیبهشت - ساعت ۱۵:۳۰**

**مکان: خیابان انقلاب، خیابان خارک، دانشگاه علوم قضایی و خدمات اداری، تالار شهید بهشتی**

جهت هماهنگی و کسب اطلاعات بیشتر با آقای رضا احمدی لمراسکی  
مسئول اجرایی نشست از طریق شماره **۰۹۳۷۷۸۹۹۷۹۵** یا آیدی  
**@RZA\_AHMDI** تماس حاصل فرمایید.



۶۸

نشریه علمی ترویجی (حرفه ای) ناغ، دوره سوم، شماره هفتم، پائیز و زمستان ۱۴۰۱



# نشریه طبیعت

## فراخوان پذیرش مقالات

نشریه علمی دانشجویی گروه احیای مناطق خشک و کوحستانی دانشگاه منابع طبیعی دانشگاه تهران

ما زنده عشقیم نمردیم و نمیریم  
روشندل و صاحب اثر و پاک ضمیریم

ما چشمه نوریم و بتابیم و بخندیم  
هم صحبت ما باش که چون اشک سحرگاه

مصمم هستیم جهت توسعه و احیای منابع طبیعی  
به نشر و چاپ مقالات علمی دانشجویی در این حوزه اقدام نماییم،  
لذا از عزیزان حامی طبیعت انتظار داریم ما را در این امر مهم و  
مقدس یاری نموده و آثار ارزشمند خود را جهت نشر، ارسال فرمایند.

### شرایط ارسال :

- ✓ مقالات تألیف و یا ترجمه نویسندگان باشد.
- ✓ مشخصات شخصی و اطلاعات تماس در فایل نوشته شود.
- ✓ از ارسال آثار تکراری خودداری شود.
- ✓ مقاله ی ارسال حتما دارای منبع موثق باشد.
- ✓ مقالات و فایل ها با فرمت word ارسال شود.
- ✓ موضوع مطالب می تواند: چکیده پایان نامه و رسالات دانشجویی،  
استارتاپ ها و شرکت های دانش بنیان، ایده های نوآورانه،  
مقالات علمی پژوهشی \_ علمی ترویجی و ارائه راهکارهای صنعتی باشد.

جهت ارسال آثار و کسب اطلاعات بیشتر



۰۹۳۵ ۹۴۶ ۵۶۳۵



@Muhamad\_Rohban

مهلت ارسال حداکثر

۳ مهر ماه



# فراخوان دریافت آثار

## نشریه علمی ترویجی تاغ

نشریه علمی ترویجی (حرفه‌ای) گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی (مهندسی طبیعت) دانشگاه تهران

اولین نشریه علمی ترویجی (حرفه‌ای) دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران از کلیه علاقه‌مندان دعوت می‌کند آثار خود را در حوزه "محیط زیست و منابع طبیعی" و سایر مباحث مرتبط، جهت چاپ در شماره آتی این مجله ارسال نمایند.

### محور مطالب:

مقالات علمی ترویجی  
مقالات علمی پژوهشی  
دستاوردهای نوآورانه و فناورانه  
چکیده پایان‌نامه‌ها و رسالات دانشجویی  
استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان  
چالش‌ها و راهکارهای صنعتی  
رویدادهای تخصصی

### مطالب تالیف یا ترجمه خود نویسندگان

باشد. مشخصات فردی، وابستگی سازمانی و اطلاعات تماس در فایل ارسالی ذکر شود.  
آثار ارسالی عیناً مشابه یا قبلاً به چاپ رسیده در سایر نشریات نباشد.  
منابع در پایان مقاله و مطالب ذکر شود.  
مطالب و مقالات در فرمت ورد (Word) تنظیم و ارسال گردد.

ارسال آثار و کسب اطلاعات بیشتر:

@Muhamad\_Rohban  
<https://taghsj.ut.ac.ir>



مهلت ارسال آثار حداکثر تا ۲۰ فروردین



۷۰

نشریه علمی ترویجی (حرفه‌ای) تاغ، دوره سوم، شماره هفتم، پائیز و زمستان ۱۴۰۱





سازمان پژوهش‌های علمی  
اداره کل فرهنگ و ارشاد اسلامی



انجمن علمی دانشجویی ایران  
دانشگاه تهران

# روزخوان عضویت و دعوت به همکاری

انجمن علمی دانشجویی گروه احیاء مناطق خشک و کوستانی دانشگاه تهران از دانشجویان

علاقه‌مند جهت عضویت و همکاری در زمینه‌های زیر دعوت به عمل می‌آورد.

**امور علمی و آموزشی**

**امور گرافیکی**

**امور اجرایی**

**وبسایت اینترنتی و بازتاب اخبار و نشریات**

**امور مطالعاتی و تحقیقاتی**

جهت کسب اطلاعات بیشتر، همکاری و عضویت به دفتر انجمن (طبقه اول) دانشکده منابع طبیعی  
دانشگاه تهران) مراجعه نمایند.  
راه‌های ارتباطی:



09359465635



@Muhamad\_Rohban







# Tagh



فصلنامه علمی و پژوهشی  
معاونت فرهنگی و ارتباطات

Office of Cultural Affairs  
University of Tehran

Vol.3, Number 7, Autumn & Winter 2023

The Department of Reclamation of Arid and Mountainous Region  
the University of Tehran

