

فصلنامه اقتصاد و برنامه ریزی شهری

سایت نشریه: <http://eghtesadeshahr.tehran.ir>

مقاله پژوهشی

ارزیابی اقتصادی استفاده از پخش سیلاب برای احداث پارک جنگلی در حاشیه شهر

نرجس اکبری^۱، سید مهدی حشمت‌الواعظین^۲، علی‌اکبر نظری سامانی^۳، خالد احمدالی^۴

^۱ کارشناس ارشد علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۲ دانشیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۳ دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۴ استادیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده:

از گذشته‌های دور عقیده بر این بوده است که همواره جنگل‌ها بر تولید آب، جلوگیری از ایجاد سیلاب و کاهش فرسایش مؤثرند. امروزه با استفاده از پیشرفته‌ترین تکنیک‌ها و با استفاده از آخرین فناوری‌ها، هدایت سیلاب‌ها به آبخوان‌ها، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌منظور استفاده بهینه از حداقل بارندگی هر منطقه صورت می‌گیرد. با استفاده از این فناوری‌ها می‌توان در ایجاد پوشش گیاهی و به‌ویژه ایجاد پارک جنگلی در حاشیه اراضی شهری در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهتمام ورزید. بنابراین، پژوهش حاضر به دنبال این مسئله است که نقش پخش سیلاب در ایجاد پوشش گیاهی درختی را ارزیابی کند. بنابراین، در مطالعه حاضر ذخیره رطوبت خاک و مقدار و سرعت نفوذپذیری در تیمار بدون پخش سیلاب و پخش سیلاب در پوشش گیاهی درختکاری‌شده (جنگل انبوه) بررسی شد. نتایج نشان‌دهنده آن است که شاخص هزینه-اثربخشی در تیمار پخش سیلاب همراه با پوشش درختی کمتر از تیمار پخش سیلاب و بدون پوشش درختی (مرتعی) است. در واقع، تلفیق پخش سیلاب با کاشت درخت در برابر کاشت گیاهان بوته‌ای به مقدار ۸۸ هزار ریال به ازای یک مترمکعب آب کمتر است. بنابراین، با استفاده از فناوری پخش سیلاب و تلفیق با گونه‌های درختی مناسب می‌توان علاوه بر افزایش اثربخشی در حفظ رطوبت، مقدار آب بیشتری را برای نفوذ به آبخوان در خاک ذخیره کرد.

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۴

تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

کلمات کلیدی:

ارزیابی اقتصادی

پخش سیلاب

پارک جنگلی

DOI: 10.22034/UE.2021.02.01.05

مقدمه

و نیمه‌خشک با کمبود آب که از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد است، روبه‌رو هستند (شمس‌الهی، ۱۳۸۷: ۳۴). با این وجود، درختان نقش مؤثری در تنظیم و حفظ تعادل آب در آبخیزها ایفا می‌کنند. عملکرد اکوسیستمی تهیه و تنظیم آب توسط اکوسیستم‌های جنگلی، شامل تنظیم جریان فصلی آب، تأمین آب برای مصارف مختلف، تصفیه و ذخیره آب است. اکوسیستم جنگلی به واسطه برخورداری از خاک غنی از هوموس و مواد آلی، موجب جذب بیشتر آب در خاک می‌شود و نفوذ آب در افق‌های زیرین خاک را افزایش می‌دهد. بروز اختلال در عملکرد یا نابودی اکوسیستم‌های جنگلی به‌ویژه در زمین‌های شیب‌دار و کوهستانی، نه تنها به افزایش شدت فرسایش خاک منجر می‌شود، بلکه شسته شدن لایه سطحی خاک که غنی از مواد آلی است و ظرفیت زیادی

ایران سرزمینی خشک و نیمه‌خشک با نزولات جوی بسیار کم است، به طوری که از مجموع ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب قابل برداشت در آن، فقط ۵۴ میلیارد مترمکعب آن مصرف شده و باقی از دسترس خارج می‌شود. کمبود آب یکی از تنگناهای توسعه در بخش منابع طبیعی محسوب می‌شود. به همین ترتیب، کمبود بارش و پراکنش نامناسب آن از نظر زمانی، موجب عدم بهره‌برداری صحیح از منابع آب در بیشتر نقاط ایران شده است که بیش از ۷۰ درصد خاک در مناطق خشک

نویسنده مسئول:

ایمیل: aknazari@ut.ac.ir

مکانیسم نفوذ به این صورت است که ورود آب به داخل خاک در نتیجه تأثیر هم‌زمان نیروی ثقل و موینگی صورت می‌گیرد. نیروی ثقل فقط در جهت قائم عمل می‌کند، اما نیروی موینگی در ابتدا که خاک خشک بوده و منافذ موین خالی از آب است هم در جهت عمودی و هم در جهت افقی عمل می‌کند، ولی به تدریج که منافذ از آب اشباع شد، تنها نیروی ثقل دخالت کرده و جریان نفوذ عموداً عمودی است. به همین دلیل، سرعت نفوذ در ابتدای وارد شدن آب به سطح خاک زیاد و سپس، به تدریج کاهش یافته و به مقدار ثابتی که فقط نتیجه عمل نیروی ثقل است، می‌رسد. بنابراین، مقدار آبی که در زمین نفوذ می‌کند، صرف نظر از وضعیت سطح خاک به صورت تجمعی نسبت به زمان افزایش می‌یابد. نفوذ آب در خاک به عواملی مانند بافت و ساختمان خاک، پوشش گیاهی، شیب زمین و از همه مهم‌تر، قابلیت پراکندگی ذرات سطحی خاک بستگی دارد. اگر لایه سطحی خاک حاوی مقدار زیادی یون قابل تبادل سدیم باشد، پس از مرطوب شدن باعث پراکندگی ذرات خاک می‌شود و جلوی نفوذ آب را سد می‌کند. بنابراین، نفوذ آب به داخل خاک در لایه‌های رسی و سیلتی بسیار اندک است (علیزاده، ۱۳۸۳).

عوامل زیادی در سرعت نفوذ آب به داخل خاک مؤثرند. از جمله این عوامل می‌توان به بافت، ساختمان، رطوبت اولیه، مواد آلی خاک و خصوصیات شیمیایی آب و خاک اشاره کرد (بوویر و دلکوکس^۲، ۱۹۹۶). بافت خاک که تشکیل‌دهنده ذرات خاک است در تخلخل خاک مؤثر است و هر چقدر ذرات تشکیل‌دهنده ساختمان خاک درشت‌تر باشد، فضای خالی بین ذرات بزرگ‌تر بوده و قابلیت نفوذ آب در خاک بیشتر است (بصیرپور^۳، ۱۹۹۵). غالباً ذرات رس همراه با سیلاب در فضای خالی و خلل و فرج ذرات درشت‌تر قرار می‌گیرد و موجبات کاهش نفوذپذیری را فراهم می‌سازد (بای بوردی، ۱۳۷۹: ۲۵۳).

با این وجود، زمانی می‌توان در مورد راندمان و اثربخشی پروژه‌ها قضاوت صحیحی داشت که بتوان علاوه بر ارزیابی فنی، میزان اثربخشی و هزینه طرح‌ها را با توجه به گزینه مرجع ارزیابی کرد (باقریان و باقریان، ۱۳۹۴). برای نمونه، اگر هزینه اجرای طرح‌ها در نظر گرفته نشوند، این ارزیابی‌ها نمی‌توانند معنادار باشند. در واقع ارزیابی، یک تحلیل سیستماتیک است و در مفهوم وسیع به فرایند تشخیص، تعیین و کمی کردن اثرات مورد انتظار اقداماتی گفته می‌شود (نجفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). برای ارزیابی صحیح نیاز به تجزیه و تحلیل اثربخشی هزینه‌ها احساس می‌شود. تجزیه و تحلیل اثربخشی هزینه‌ها^۴ به‌ویژه زمانی مناسب است که ارزش‌گذاری منافع حاصل از پروژه (مانند ارزش حفظ آب و خاک) مشکل باشد. در این روش هزینه و اثربخشی در ارتباط با یک هدف از پیش تعیین‌شده، محاسبه می‌شود و پتانسیل قابل توجهی به عنوان یک روش ارزیابی ارائه می‌دهد (مکملان^۵، ۱۹۹۸). بنابراین، چارچوب درست برای ارزیابی شامل سه عنصر اصلی است: نخست، عملیات آبخیزداری

در نگهداشت آب دارد، به کاهش قدرت نگهداری آب می‌انجامد و افزایش حجم رواناب، خدمات مربوط به تنظیم جریان آب و ذخیره‌سازی آن در جنگل‌ها به شدت آسیب می‌بیند (مربعی و همکاران، ۱۳۸۹).

یکی از ویژگی‌های اقلیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک، علاوه بر کمبود نزولات جوی، وقوع رگبارهای شدید و کوتاه‌مدت است. که در بیشتر موارد سبب وقوع سیلاب‌های فراوان می‌شود. وقوع این سیلاب‌ها اغلب نه تنها سبب فرسایش خاک و وارد شدن میلیون‌ها تن خاک حاصلخیز به دریاچه‌ها و پشت مخازن سدها می‌شود، بلکه خسارت‌هایی نیز به بناها، جاده‌ها، پل‌ها، روستاها و شهرها وارد می‌سازد (اکبری، ۱۳۹۷).

برای پیش‌گیری از وقوع سیل و کاهش خسارت‌های ناشی از سیل اقداماتی صورت می‌گیرد که به سه دسته سازه‌ای، غیرسازه‌ای (عملیات مکانیکی و بیولوژیک) و ترکیبی تقسیم می‌شود (اکبری، ۱۳۹۷) که در این صورت، پخش سیلاب یکی از انواع اقدامات غیر سازه‌ای کنترل سیل است و شامل مجموعه‌ای از عملیات مکانیکی و بیولوژیکی است که با مهار، پخش و نفوذ سیلاب در عرصه‌های آبخوان، منجر به احیای کمی و کیفی منابع آب و خاک، کاهش و حتی حذف خسارت‌های سیل و استفاده بهینه از سیلاب، احیای مراتع و ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت می‌شود (سکوتی اسکوتی و مهدیان، ۱۳۸۷). با از بین رفتن پوشش گیاهی، بخش درخور توجهی در بارش‌های سیلابی به وسیله رواناب از دسترس خارج شده و موجب ضرر و زیان می‌شود. از این رو، پخش سیلاب به عنوان یکی از روش‌های مهار و استفاده از سیلاب مطرح می‌شود.

پخش سیلاب از طریق توسعه پوشش گیاهی (بوته‌ای - درختی) نقش مهمی را در بخشی از چرخه هیدرولوژیک از طریق جذب هوایی بارش‌ها، توزیع مکانی و زمانی آن‌ها، کاهش سرعت برخورد قطرات باران بر سطح زمین، کاهش رواناب و افزایش نفوذ آن ایفا می‌کند که اهمیت زیادی در حفاظت آب و خاک دارد (سی آ و لی^۱، ۲۰۰۱). درختان به دلیل شعاع و عمق ریشه‌دوانی وسیع در سطح و عمق خاک نسبت به گیاهان زراعی یا مرتعی اثربخشی بیشتری در هدایت آب دارند (احمدی و سرخنی، ۱۳۸۶).

روابط بارش - رواناب حوضه نتیجه اثر متقابل بسیاری از فرایندها مانند اقلیم، کاربری اراضی و عوامل اداکیکی است. به بیانی، سه ویژگی اولیه حوضه آبخیز شامل خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی تغییرات هیدرولوژیک را در قالب فرایندهای بارش رواناب و فرسایش اداره می‌کنند. دو ویژگی خاک و توپوگرافی، تغییرات کوتاه‌مدت ندارند و می‌توان آن‌ها را جزء عوامل ایستا محسوب کرد. بنابراین، تغییر در واکنش هیدرولوژیک یک حوضه آبخیز در مقیاس زمانی میان‌مدت و بلندمدت به تغییر در نوع و توزیع پوشش گیاهی بستگی دارد. تأثیرات هیدرولوژیک کاربری اراضی و مدیریت پوشش گیاهی در قالب تغییر در عمق رواناب، دبی حدافل، دبی حداکثر، رطوبت خاک و تبخیر و تعرق آشکار می‌شود (طبرزدی و همکاران، ۱۳۹۷).

2 Bouvier & DelClaux

3 Basiripour

4 Cost-Effectiveness Analysis (CEA)

5 Macmillan

1 CAO & Li

در سال ۱۸۶۱ ریخته شد. لشکر مهندسی آمریکا، که عهده‌دار تأسیسات مهم آبی آن کشور است، با صرف ۲۵ میلیارد دلار تأسیساتی را برای مهار آن رود بزرگ احداث کرد. سیل تابستان ۱۹۹۳ بسنده نبودن این تمهیدات را آشکار ساخت. هرچند بنا به گفته سریل، فقط ۲۰ دستگاه از ۲۷۵ تأسیساتی که به وسیله دولت آمریکا بنا شده بود در سیل یادشده ویران شد و سیل‌بندهای به‌جامانده برابر ۲۵۰ میلیارد دلار زبان‌های سیل را کاستند، ولی ۷۰ درصد از ۱۱۰۰ سیل‌بندهایی که به وسیله مردم بنا شده بود، ویران شد (رهبر و همکاران، ۱۳۸۸).

چهاردولی (۱۳۸۲) به ارزشیابی اقتصادی طرح پخش سیلاب در چناب پاکدشت استان تهران پرداخت. ارزشیابی اقتصادی احداث ایستگاه پخش سیلاب با بهره‌گیری از روش‌های رایج تحلیل اقتصادی و برآورد هزینه - منفعت حاصله طی عمر مفید ۲۵ ساله آن مورد نظر قرار گرفت و به رغم مشکلات پدیدآمده تغییرات حاصله نتایج هزینه - منفعت برآوردشده با میزان کاهش ۱۰ درصد نشان‌دهنده آن است که هزینه‌های سرمایه‌گذاری در خصوص حفاظت منابع آب و خاک از جمله فعالیت‌های آبخوان‌داری در صورتی که از دیدگاه اقتصادی جنبه مثبت داشته است، هرچند اهمیت آن نیز از لحاظ اجتماعی و اقتصادی برای روستاهای پایین‌دست آبخوان‌داری تبعات مطلوبی نیز بوده است.

شفقتی (۱۳۹۲) به بررسی اجرای پروژه پخش سیلاب به عنوان راهکاری مناسب در زمینه مدیریت سیلاب‌ها و رواناب‌های شهری پرداختند. در معرفی پروژه پخش سیلاب در این مطالعه علاوه بر معرفی منطقه و نیز سیستم اجرایی این پروژه، نسبت به ارزیابی عملکردهای مختلف اجرای این طرح در زمینه کنترل سیلاب و رواناب، تغذیه سفره‌های زیرزمینی، رضایتمندی ساکنان و نیز جلوگیری از خطرپذیری شهر و تأسیسات موجود در پایین‌دست محل اجرای پروژه مباحثی ارائه شد.

همچنین، دو مطالعه مجزا به ارزیابی اثرات اجتماعی اقتصادی طرح پخش سیلاب در دو حوزه مختلف پرداختند. نتایج هر دو تحقیق نشان داد ارزیابی ساکنان روستاهای حاشیه از اجرای طرح‌های پخش سیلاب بر آبخوان مثبت و در حد متوسط به بالا بوده است. در مجموع، مهم‌ترین اثرات ناشی از اجرای پروژه پخش سیلاب در پایین‌دست، عبارت بودند از: کاهش خسارت‌های واردشده به تأسیسات و تجهیزات، افزایش ذخیره نزولات و نفوذ رواناب بر اثر اجرای پروژه‌های مختلف مکانیکی و در نتیجه، افزایش دبی آب چاه‌ها برای انجام عملیات کشاورزی و باغداری، کاهش میزان رسوب در پایین‌دست حوزه و جلوگیری از عریض شدن بستر رودخانه، کاهش تقریبی خطرات ناشی از سیلاب بر اثر نفوذ رواناب در پایین‌دست حوزه و خروجی آن و درنهایت، بهبود شرایط اکولوژیکی و اکوسیستم منطقه در پایین‌دست بر اثر افزایش نفوذ رواناب و نیز بالا آمدن سطح سفره‌های آب زیرزمینی ناشی از اجرای عملیات مکانیکی (درختی و همکاران، ۱۳۹۴؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۴).

بهربرداری از سیلاب‌ها با تفکر و اندیشه مبتنی بر یافته‌های تحقیقاتی و منطبق با شرایط مختلف اکولوژیکی، زمینی و انسانی با هدف

(ورودی‌ها) و هزینه‌های مربوط به آن، دوم، اثرات فیزیکی که با عملیات مدیریتی مربوط است (خروجی‌ها) و سوم، تغییرات اقتصادی مرتبط با تأثیرات فیزیکی (مانند هزینه) (نجفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

مهم‌ترین اهداف قابل طرح که می‌توانند در اجرای پروژه پخش سیلاب مد نظر باشند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- اهداف مرتبط با آب و چرخه آن (مهار سیل - افزایش آبدی قنوت و تغذیه آب زیرزمین).

۲- اهداف مرتبط با خاک (ثبیت شن‌های روان، جلوگیری از گسترش اراضی بایر و تبدیل آن به زمین‌های کشاورزی، تکامل خاک از طریق نفوذ رس به داخل پروفیل خاک درشت‌دانه، بهبود حاصلخیزی خاک).

۳- اهداف بیولوژیکی (تقویت پوشش درختی برای باد شکن، تعدیل اقلیم، تحول در گونه‌های گیاهی).

۴- اهداف اقتصادی - اجتماعی (افزایش سطح زیر کشت، تقویت اشتغال و کاهش مهاجرت روستاییان) شدت و ضعف این اهداف سبب می‌شود برخی از آن‌ها در اولویت قرار گرفته و حائز اهمیت بیشتری باشند (رفیعی‌مبادی و نیک‌نیا، ۱۳۸۴).

تحقیقات متعدد بر این موضوع تأکید دارند که درختان در مقایسه با گیاهان دارای ریشه سطحی و کم‌عمق مانند گیاهان زراعی، مرتعی و بوته‌زارها آب بیشتری مصرف کرده و حوضه‌های آبخیز پوشیده از جنگل، میزان ذخیره آب زیرزمینی بیشتر، رواناب سطحی و جریان رودخانه‌ای کمتری دارند. این نتایج در سطوح مختلف مانند مطالعه تأثیر تک‌درخت (المیدا و همکاران، ۲۰۰۷)، منطقه دارای پوشش درختی (دای و ورسلف، ۲۰۰۸) و همچنین، در بین نقاط مختلف حوضه آبخیز (ریبرگ و همکاران، ۲۰۰۸) به اثبات رسیده است.

مقیاس منطقه مطالعه‌شده عامل بسیار مهمی در تخمین و پیش‌بینی میزان مصرف آب توسط جنگل‌های دست‌کاشت است. به بیان دیگر، سطح منطقه جنگل‌کاری‌شده در برآورد میزان کاهش رواناب، تأثیر زیادی دارد. در صورتی که کمتر از ۲۰ درصد مساحت حوضه آبخیز تحت عملیات جنگل‌کاری باشد، برآورد میزان تأثیر جنگل در کاهش رواناب بسیار دشوار خواهد بود (گنگ و همکاران، ۲۰۰۷).

پیشینه تحقیق

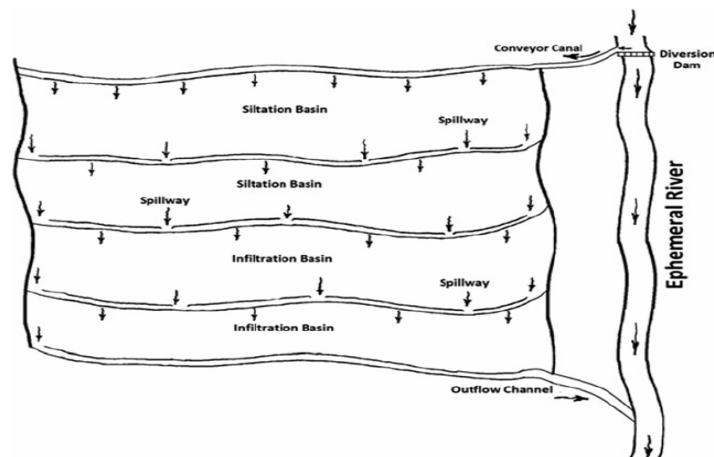
مطالعات متعددی در زمینه پخش سیلاب و نیز ارزیابی اثرات اقتصادی و اجتماعی آن انجام شده است. در ادامه، به برخی از این مطالعات اشاره شده است.

دولت آمریکا طی سال‌های ۱۹۳۶ تا ۱۹۹۶ مبلغ ۷ میلیارد دلار برای کاهش زیان‌های سیل در آن کشور هزینه کرد، با این وجود زیان‌های سیل همه‌ساله افزوده شده، و در اواخر این دوره به سالانه یک میلیارد دلار بالغ شد. طرح ایجاد سیل‌بند در طرفین ۴۸۰۰ کیلومتر از طول می‌سی‌سی‌پی

6 Almeida and et al

7 Vreeburg and et al

8 Gong and et al



شکل ۱. شماتیک یک پروژه پخش سیلاب (هاشمی، ۲۰۱۵)

۲۰ درصد نشان دهنده این است که اجرای پروژه آبخوانداری کاشمر از نظر اقتصادی کاملاً به صرفه است (باقریان و مظهری، ۱۳۹۴).
 بین ارزش گذاری خدمات جنگل با کنترل سیلاب ارتباط جدایی ناپذیری وجود دارد. برای مثال، اکوسیستم لوسر در سوماترای جنوبی تحت حمایت پارک ملی اندونزی است، اما همواره در معرض جنگل زدایی قرار دارد. مطالعه‌ای تحت سه سناریوی «حفاظت»، «جنگل زدایی» و «استفاده انتخابی» در این منطقه انجام شد. نتایج نشان داد سناریوی حفاظت و استفاده انتخابی علاوه بر اینکه با خود منافع بسیاری از جمله تأمین آب، شبلات، جلوگیری از سیل و خشکسالی، کشاورزی و مزارع، انرژی برق‌آبی، گردشگری، تنوع زیستی، ترسیب کربن، جلوگیری از آتش سوزی، محصولات جنگلی غیر الوار و الوار برای جوامع محلی، منطقه‌ای و دولت‌ها دارد، از لحاظ اقتصادی نیز آورده بیشتری برای دولت‌ها دارد. نتایج نشان داد آورده اقتصادی ناشی از جنگل زدایی ۷ میلیارد دلار، حفاظت ۹/۵ میلیارد دلار و استفاده انتخابی ۹/۴ میلیارد دلار است (ون^۹، ۲۰۰۳).

روش تحقیق

یک شبکه پخش سیلاب، بیشتر شامل سازه‌های آبیگری، نهر آبرسان، نهر آبرسان گسترشی، نهرهای گسترشی پخش سیلاب خاکریزهای تنظیم‌کننده شیب، دروازه‌ها و نهر تخلیه آب مازاد است. یکی از مزایای اصلی این شبکه‌ها، سادگی فناوری و روش اجرای آن است. شماتیک یک پروژه پخش سیلاب در شکل ۱ نشان داده شده است. در بخش مطالعات و عملیات صحرایی ابتدا کل عرصه پخش سیلاب از نظر پوشش گیاهی بررسی شد. پس از بازدید میدانی، مناطق عدم پخش سیلاب و پوشش گیاهی^{۱۰} (NFS) (شاهد) و پخش سیلاب و

دستیابی به روش‌های کارآمد چندمنظوره، با اجرای اولین طرح تحقیقاتی پخش سیلاب در سال ۱۳۵۲ در ایستگاه تحقیقاتی نودهک قزوین توسط مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع در کشور آغاز شد (اکبری، ۱۳۹۷) که بر این اساس، دو روش برای ارزیابی اقتصادی برنامه‌های مدیریت آب وجود دارد: تجزیه و تحلیل هزینه - منفعت (CBA) و تحلیل هزینه - اثربخشی (CEA). تجزیه و تحلیل هزینه - منفعت (CBA) و تجزیه و تحلیل اثربخشی - هزینه (CEA) هر دو ابزار مفید برای ارزیابی برنامه است. تجزیه و تحلیل اثربخشی - هزینه تکنیکی است که هزینه‌های یک برنامه و نتایج کلیدی یا منافع آن را گزارش می‌دهد. تجزیه و تحلیل هزینه - منفعت تلاش می‌کند تا هزینه‌های منافع بسیاری از برنامه‌ها را از نظر پولی مقایسه کند. این تجزیه و تحلیل می‌تواند در هر زمان قبل، بعد یا طی اجرای برنامه استفاده شود و تا حد زیادی به تصمیم‌گیرندگان در ارزیابی کارایی برنامه کمک کند (اکبری، ۱۳۹۷).
 بحران آب در اغلب مناطق کشور، لزوم اجرای طرح‌های مختلف استحصال آب را توجیه می‌کند. در اجرای طرح پخش سیلاب کاشمر نیز همانند سایر طرح‌های پخش سیلاب مبالغ نسبتاً زیادی هزینه شده است. وجود دیدگاه‌های متفاوت در خصوص نتایج و راندمان حاصل از پروژه‌های پخش سیلاب، ارزیابی اقتصادی این فعالیت‌ها را به منظور اطلاع از نسبت منفعت به هزینه پروژه ضروری می‌سازد. در این پژوهش ابتدا کلیه هزینه‌ها و درآمدهای پروژه پخش سیلاب کاشمر برای سال‌های بررسی شده تعیین شد. سپس، راندمان اقتصادی پروژه با استفاده از روش‌های متداول اقتصاد مهندسی ارزیابی شد. ارزیابی اقتصادی پروژه بیانگر فزونی درآمدهای پروژه بر هزینه‌های آن است. نسبت منفعت به هزینه (B/C) پروژه نیز بزرگ‌تر از یک است که بیانگر اقتصادی بودن اجرای پروژه است و در نهایت، مقدار بازده داخلی پروژه معادل با ۵۵ درصد محاسبه شد که مقایسه این رقم با حداقل مقدار قابل قبول یعنی

9 Van

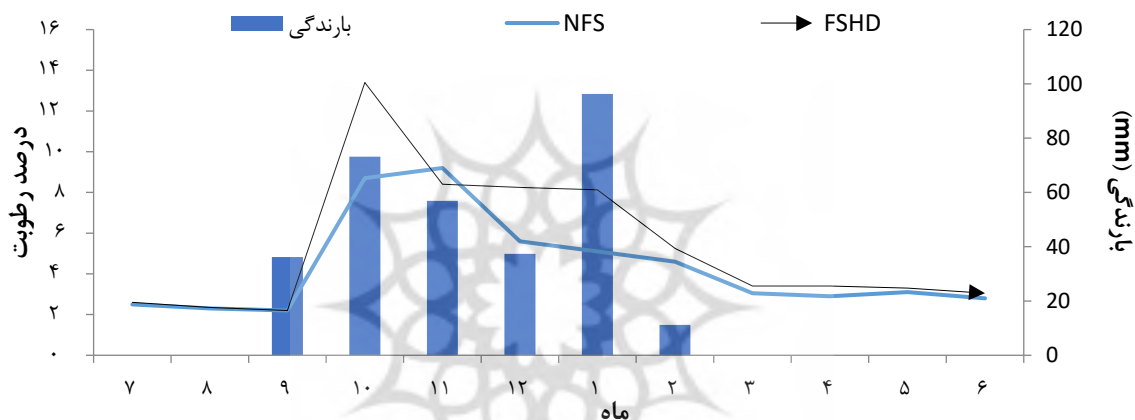
10 Non Flood Spreading Area



ب

الف

شکل ۲. الف) عدم پخش سیلاب، ب) پخش سیلاب و جنگل کاری با تراکم کاشت زیاد



شکل ۳. میانگین درصد رطوبت خاک در یک سال در مناطق نمونه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک (شاهد) و پخش سیلاب و جنگل کاری با تراکم کاشت زیاد (FSHD)



شکل ۴. دمای سطح خاک

جدول ۱. نتایج هزینه سالانه (میلیون ریال) برای گزینه ۱، ۲ و شاهد

معادل سالانه هزینه احداث	هزینه خالص احداث	عملیات
۰	۰	شاهد (بدون عملیات)
۲۹/۸۰	۵۱۸	گزینه ۱: پخش سیلاب و بدون پوشش درختی
۲۹/۷۵	۵۱۹	گزینه ۲: پخش سیلاب با پوشش درختی

پوشش بررسی شده است.

نمودار مربوط به داده‌های دما در اعماق ۵، ۳۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری خاک با استفاده از داده‌های مربوط به دماسنج‌های مستقر شده در ایستگاه سینوپتیک منطقه مطالعه شده به شرح زیر است.

هزینه-اثر بخشی

هزینه-اثر بخشی، هزینه‌های نسبی پروژه را با اثرات آن طی دوره عمر مفید طرح مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. عمر مفید سیستم پخش سیلاب در بسیاری از منابع ۲۵ سال در نظر گرفته شده است. به منظور تحلیل هزینه-اثر بخشی باید گزینه‌های مورد نظر را نسبت به گزینه مرجع (بدون پخش سیلاب و پوشش درختی) مقایسه کرد.

به منظور محاسبه هزینه خالص احداث پخش سیلاب (گزینه ۱) ابتدا درآمد حاصل از علوفه تولید شده، از هزینه پخش سیلاب کم می‌شود. متوسط تولید سالانه علوفه در پخش سیلاب برابر با ۲۱۵ کیلوگرم در هکتار است و میزان علوفه تولید شده با توجه به بارندگی‌های مناسب در سال ۱۳۹۷، حدود ۳۴۲ کیلوگرم در هکتار است. برای محاسبه درآمد چون علوفه تولیدی طبیعی بوده، عملیات کاشت و احیای مراتع در عرصه صورت نگرفته و فقط میزان علوفه طبیعی تولیدی عرصه در هکتار لحاظ شده است. برای محاسبه ارزش ریالی علوفه تولیدی چون هیچ‌گونه هزینه‌ای برای کاشت و داشت آن صورت نگرفته، قیمت هر کیلوگرم علوفه تولیدی معادل ۴۰ درصد قیمت تضمینی جو در همان سال محاسبه شده است. همچنین، میزان تنزیل ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است.

برای محاسبه هزینه خالص احداث پخش سیلاب و جنگل کاری (گزینه ۲) هزینه احداث پخش سیلاب و جنگل کاری از درآمد حاصل از جنگل کاری کم شد. که در این صورت، درآمد از حجم متوسط جنگل کاری در پایان عمر سازه پخش سیلاب به مترمکعب و جرم حجمی گونه کنار و قیمت چوب سرپا به تن بر ریال محاسبه شد و از هزینه‌های احداث کسر شد. بنابراین، هزینه خالص احداث و پخش سیلاب و جنگل کاری به دست آمد.

یافته‌ها

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش در منطقه تحت تأثیر پخش سیلاب با پوشش گیاهی مرتعی (بوته و علفزار) مقدار نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نسبت به سایر مناطق بررسی شده کاهش چشم‌گیری

پوشش درختی انبوه^{۱۱} (FSHDP) به طور میانگین با ۲۱۱ اصله در هکتار در نظر گرفته شد. در هر یک از مناطق یادشده مقدار رطوبت خاک در چهار نقطه و در سه عمق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. همچنین، از هر یک از مناطق نمونه خاک برای تعیین بافت خاک برداشته شد و آزمایش نفوذپذیری خاک از روش حلقه‌های مضاعف در هر یک از مناطق انجام گرفت. همچنین، در هر یک از قطعات نمونه مشخصه‌های کمی مانند ارتفاع درخت، قطر و سطح تاج پوشش اندازه‌گیری شد که در ادامه به شیوه اندازه‌گیری‌ها پرداخته خواهد شد. نفوذپذیری، استعداد و توانایی خاک برای عبور سیالات به‌ویژه آب است و در قانون دارسی به صورت ضریب K به چشم می‌خورد (بای‌وردی، ۱۳۷۹). مکانیسم نفوذ به این صورت است که ورود آب به داخل خاک در نتیجه تأثیر هم‌زمان نیروی ثقل و موینگی صورت می‌گیرد. نیروی ثقل فقط در جهت قائم عمل می‌کند، اما نیروی موینگی در ابتدا که خاک خشک بوده و منافذ موین خالی از آب است، هم در جهت عمودی و هم در جهت افقی عمل می‌کند، ولی به تدریج که منافذ از آب اشباع شد، فقط نیروی ثقل دخالت می‌کند و جریان نفوذ بیشتر عمودی است. به همین دلیل، سرعت نفوذ در ابتدای وارد شدن آب به سطح خاک زیاد و سپس، به تدریج کاهش یافته و به مقدار ثابتی که فقط نتیجه عمل نیروی ثقل است، می‌رسد. بنابراین، مقدار آبی که در زمین نفوذ می‌کند، صرف نظر از وضعیت سطح خاک به صورت تجمعی نسبت به زمان افزایش می‌یابد. نفوذ آب در خاک به عواملی مانند بافت و ساختمان خاک، پوشش گیاهی، شیب زمین و از همه مهم‌تر قابلیت پراکنندگی ذرات سطحی خاک بستگی دارد. اگر لایه سطحی خاک حاوی مقدار زیادی یون قابل تبادل سدیم باشد، پس از مرطوب شدن سبب پراکنندگی ذرات خاک می‌شود و جلو نفوذ آب را سد می‌کند. بنابراین، نفوذ آب به داخل خاک در لایه‌های رسی و سیلتی بسیار اندک است (علیزاده، ۱۳۸۳). همچنین، نتایج نشان داد با سبک‌تر شدن بافت خاک دقت مدل نیز افزایش می‌یابد (محمدی، ۱۳۸۴).

نکته مهم این است که اگرچه سرعت نفوذ لحظه‌ای در منطقه پخش سیلاب نسبت به منطقه شاهد کمتر است، ولی دو پارامتر مؤثر در نفوذ یعنی مدت زمان تماس آب با خاک و نیز حجم آب موجود در منطقه پخش سیلاب در نهایت سبب ذخیره بیشتر آب در پروفیل خاک در این مناطق خواهد شد. همان‌طور که گفته شد، مقدار نفوذ در منطقه بدون پوشش درختی (شاهد) در سطح خاک بیشتر از پخش سیلاب بدون

آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران استفاده می‌شده است. این قابلیت می‌تواند برای ایجاد عرصه‌های جنگلی در حاشیه مناطق شهری استفاده شود. در واقع، طرح‌های پخش سیلاب با افزایش میزان رطوبت خاک شرایط محیطی را برای استقرار گیاهان فراهم می‌کند و به این ترتیب، پخش سیلاب ایجادشده منجر به تغذیه آب زیرزمینی کم‌عمق خواهد شد. اجرای عملیات پخش سیلاب می‌تواند بر اجزای مختلف اکوسیستم اثرات مثبت و یا منفی داشته باشد، ولی دانستن اینکه به ازای یک واحد هزینه چه مقدار آب در خاک نگه داشته می‌شود، نکته بسیار مهمی است و به عنوان شاخص اقتصادی هزینه - اثربخشی مطرح است. این شاخص فارغ از ارزش‌گذاری اقتصادی دستاوردهای یک پروژه به عنوان معیار مناسبی برای ارزیابی اقتصادی پروژه قابل استفاده است. بر پایه یافته‌های این پژوهش مقدار هزینه صرف‌شده به ازای حفظ یک واحد رطوبت خاک در اراضی جنگل‌کاری‌شده حدود ۸۸ هزار ریال کمتر از اراضی مرتعی است. بنابراین، در ایجاد فضای سبز در حاشیه شهرها علاوه بر استفاده از رهیافت پخش سیلاب برای ایجاد پوشش گیاهی می‌توان مقدار رطوبت بیشتری را در خاک حفظ کرد. بنابراین، در پایین‌دست حوضه آبخیز مناطق شهری می‌توان با بهره‌گیری از فناوری پخش سیلاب، علاوه بر ایجاد فضای سبز درختی، در جهت تغذیه آب زیرزمینی اهتمام ورزید.

منابع

- افرنده سرخنی، حمیدرضا؛ احمدی، محمدتقی (۱۳۸۶). «نقش جنگل‌کاری اصولی با توجه به (LAI) و کم کردن بار دامنه در حفاظت مناطق پرشیب حوضه آبخیز»، سومین همایش زمین‌شناسی کاربردی و محیط زیست
- اکبری، ن (۱۳۹۷). «پایان‌نامه کارشناسی ارشد: بررسی اثربخشی هزینه پخش سیلاب و جنگل‌کاری بر ذخیره رطوبتی خاک در ایستگاه پخش سیلاب دشت موسیان - دهلران استان ایلام»
- بای‌وردی، محمد (۱۳۷۹). کتاب اصول مهندسی آبیاری، دانشگاه تهران، چ هفتم.
- باقریان، رضا؛ باقریان، علی (۱۳۹۴). «بررسی تأثیر طرح‌های پخش سیلاب بر آبخوان در کنترل و کاهش خسارات سیل (نقش استحصال در بهره‌برداری روش‌های زیرسطحی سد زیرزمینی)». همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران
- باقریان، رضا؛ مظهری، محمد؛ شادمانی، علیرضا (۱۳۹۴). «ارزیابی اقتصادی پروژه پخش سیلاب کاشمر». مجله علمی ترویجی سامانه‌های سطوح آبخیز باران، دوره ۳، ش ۴، صص ۴۹-۵۶.
- درخش، مسعود؛ اسکندری، مهرنوش؛ نژادمحمد، علیرضا (۱۳۹۴). «ارزیابی پخش سیلاب بر وضعیت اجتماعی و اقتصادی حوضه آبخیز جهان‌آباد تربت جام (ابعاد اقتصادی اجتماعی)» همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران
- چهاردولی، حبیب اله (۱۳۸۲). «ارزشیابی اقتصادی طرح پخش سیلاب در چنابد پاکدشت استان تهران» سومین همایش آبخیزداری
- رضایی، جعفر؛ باقریان، رضا؛ صیدزاده، حیدر (۱۳۹۴). «ارزیابی اثرات اجتماعی اقتصادی طرح‌های پخش سیلاب بر آبخوان دهلران از دید روستاییان حاشیه طرح (ابعاد اقتصادی اجتماعی)» همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران
- رفیعی‌مبادی، م، ح؛ نیک‌نیا، ن (۱۳۸۴). «اهداف قابل طرح در مسیر اجرای پخش سیلاب در منطقه بیرجند». دومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران، دانشگاه شهید باهنر، صص ۷۰۰-۷۰۸.
- رفاهی، حسین‌قلی (۱۳۸۶). فرسایش آبی و کنترل آن. دانشگاه تهران.
- رهبر، مرتضی؛ شبانی، مهدی؛ رضوی، نیلوفر (۱۳۸۸). «نقش و جایگاه رود در منظر

داشته است. همچنین، زیاد تر بودن سرعت نفوذ لحظه‌ای در منطقه نمونه بدون پوشش گیاهی نسبت به پوشش جنگل‌کاری زیاد مبین این است که کاهش رطوبت خاک در این اراضی بیشتر است (رفاهی، ۱۳۷۸). بنابراین، محتوای رطوبتی خاک بر اثر پخش سیلاب افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، روند تغییرات درصد حجمی رطوبت در پروفیل خاک واقع در عرصه پخش سیلاب، از اواسط دی‌ماه تا اردیبهشت‌ماه، حالت نسبتاً افزایشی داشته است. این موضوع نشان می‌دهد در عرصه پخش سیلاب، به دلیل کاهش تدریجی حجم ورودی، رطوبت لایه‌ها از حالت اشباع به سمت ظرفیت نگهداری حرکت می‌کنند (رفیعی‌مبادی و نیک‌نیا، ۱۳۸۴). با توجه به اینکه بعد از ایجاد رواناب حدود یک سوم از رطوبت رواناب در قالب رطوبت سطحی در خاک می‌ماند که به نام آب سبز مطرح است و در صورتی که مورد استفاده گیاه قرار نگیرد، بر اثر تبخیر از دست خواهد رفت. بنابراین، با استفاده از فناوری پخش سیلاب گیاهان می‌توانند از ظرفیت آب سبز استفاده کنند و از سوی دیگر، با کاهش دمای سطح خاک و کاهش تبخیر منحنی رطوبتی خاک را تداوم بخشند. بهره‌گیری از شاخص هزینه اثربخشی مبین این است که هزینه احداث پخش سیلاب و پوشش مرتعی برای یک هکتار در سال معادل ۵۱۸ میلیون ریال است و اثربخشی آن برابر ۴۹۹ هزار متر مکعب در یک سال است. هزینه احداث جنگل‌کاری و پخش سیلاب برای یک هکتار در سال معادل ۵۴۴ میلیون ریال است و اثربخشی آن برابر با ۵۲۵ هزار متر مکعب در یک سال است. نتایج نشان‌دهنده آن است که هزینه- اثربخشی تیمار پخش سیلاب و پوشش درختی برابر با ۲۷۴ (هزار ریال به مترمکعب) کمتر از هزینه- اثربخشی پخش سیلاب و بدون پوشش درختی است (مرتعی) که برابر با ۳۶۲ (هزار ریال به مترمکعب) است. این موضوع نشان می‌دهد انجام پروژه پخش سیلاب و جنگل‌کاری نسبت هزینه کمتر و حفظ آب بیشتری خواهد بود. همچنین، ایجاد فضای سبز و پوشش جنگلی می‌تواند به عنوان اثربخشی ثانویه و بسیار مهم برای مناطق حاشیه شهر به حساب آید. در این صورت انجام پروژه پخش سیلاب با اهداف جنگل‌کاری می‌تواند اولویت قرار گیرد. جنگل موجود سبب تبخیر دیرتر رطوبت خاک می‌شود و بنابراین، در صورت ورود مجدد آب به این منطقه امکان تقویت آبخوان نیز وجود دارد و جنگل از رطوبت سطحی برای زنده ماندن خود استفاده می‌کند.

نتیجه‌گیری

از آنجا که اقلیم غالب ایران خشک و نیمه‌خشک است، همواره با کمبود منابع آبی روبه‌رو بوده است. از طرف دیگر در دهه‌های اخیر، به دلیل افزایش نسبی دما و کاهش متوسط بارش از ۲۵۰ به ۳۲۰ میلی‌متر در سال، محدودیت‌هایی برای برداشت آب از منابع آب زیرزمینی ایجاد شده است. همچنین، با توجه به افزایش جمعیت شهری نیاز به توسعه پوشش گیاهی و ایجاد پارک‌های جنگلی از ضرورت‌های ناگزیر برای مدیران شهری است. پخش سیلاب به عنوان یک فناوری از دیرباز برای ایجاد پوشش گیاهی، تولید مبتنی بر سیلاب و همچنین، افزایش تغذیه

- Basiripour, A. 1995. Investigation of soil infiltration rate variability by suspended load of water on ground water artificial recharge. M.Sc. Thesis. Isfahan University. 125 pp. (In Persian)
- Bouvier, C., & DelClauz, F. (1996). ATHYS: a hydrological environment for spatial modelling and coupling with GIS. IAHS Publications-Series of Proceedings and Reports-Intern Assoc Hydrological Sciences, 235, 19-28.
- CAO, Z., & LI, Y. (2001). Flood routing on initially dry land in flood storage and detention basins [J]. Journal of Basic Science and Engineering, 9(1), 74-79.
- Dye, P., & Versfeld, D. (2007). Managing the hydrological impacts of South African plantation forests: An overview. Forest Ecology and Management, 251(1-2), 121-128.
- Hashemi, H. (2015). Climate change and the future of water management in Iran. Middle East Critique, 24(3), 307-323.
- Macmillan, D. C., Harley, D., & Morrison, R. (1998). Cost-effectiveness analysis of woodland ecosystem restoration. Ecological Economics, 27(3), 313-324.
- Vreeburg, J. H. G., Schippers, D., Verberk, J. Q. J. C., & Van Dijk, J. C. (2008). Impact of particles on sediment accumulation in a drinking water distribution system. Water research, 42(16), 4233-4242.
- Gong, J. R., Zhang, X. S., Huang, Y. M., & Zhang, C. L. (2007). The effects of flooding on several hybrid poplar clones in Northern China. Agroforestry Systems, 69(1), 77-88.
- Van Beukering, P. J., Cesar, H. S., & Janssen, M. A. (2003). Economic valuation of the Leuser national park on Sumatra, Indonesia. Ecological economics, 44(1), 43-62.
- شهری (مطالعه موردی: رود دره کن در تهران). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی - دانشکده معماری و شهرسازی
سکوتی اسکوتی، رضا؛ مهدیان، محمدحسین (۱۳۸۷). «بررسی اثرات پخش سیلاب بر روند تغییرات نفوذپذیری خاک در ایستگاه پخش سیلاب پلدشت». اولین همایش ملی مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار در ایران
شفقتی، مهدی (۱۳۹۲) «اجرای پروژه پخش سیلاب راهکاری مناسب در زمینه مدیریت سیلاب‌ها و رواناب‌های شهری (مطالعه موردی پروژه پخش سیلاب جمع آب چناران)» کنفرانس ملی مدیریت سیلاب
شمس‌الهی، نگار (۱۳۸۷) «پایان نامه کارشناسی ارشد: بررسی اثر پخش سیلاب بر روی روند تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چناب ورامین)». پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی. صفحه ۳۴.
طبرزدی، اعظم؛ جورغلامی، مقدا؛ مقدم نیا، علیرضا؛ مجنونیان، باریس؛ عطارد، پدرام (۱۳۹۷) «ارزیابی اثر پوشش جنگلی بر پارامترهای کمی و کیفی رواناب در حوضه آبخیز پارک جنگلی چیتگر تهران». نشریه مرتع و آبخیزداری. دوره ۷۱. ش ۴. صص ۹۹۷-۱۰۱۱
علیزاده، امین. (۱۳۸۳). کتاب فیزیک خاک. انتشارات آستان قدس رضوی (شرکت به نشر).
مبرقی، ن؛ شرزهای، غ؛ قدوسی، ج. (۱۳۸۹). «نقش بوم‌سازگان جنگلی در حفاظت از منابع آبی و برآورد ارزش این عملکرد در جنگل‌های خزری ایران (مطالعه موردی: آبخیز شماره یک در حوضه ۴۵)». مجله جنگل ایران، دوره ۲، ش ۳، صص ۱۸۷ تا ۱۹۶.
نجفی‌نژاد، علی؛ مصطفی‌زاده رنوف؛ بردی، شیخ‌واحد (۱۳۹۲). راهنمای مدیریت پروژه‌های آبخیزداری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
محمدی، اقبال (۱۳۸۴). «اثر پخش سیلاب بر برخی از خصوصیات خاک». سومین همایش ملی فرسایش و رسوب
Almeida, A. C., Soares, J. V., Landsberg, J. J., & Rezende, G. D. (2007). Growth and water balance of Eucalyptus grandis hybrid plantations in Brazil during a rotation for pulp production. Forest Ecology and Management, 251(1-2), 10-21.

Urban Economics and Planning

Homepage: <http://eghtesadeshahr.tehran.ir/>

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Economic evaluation of the use of flood spreading to create a forest park in the suburb

Narjes Akbari¹, Seyed Mahdi Heshmatol Vaezin², Aliakbar Nazari Samani^{3*}, Khaled Ahmadaali⁴

¹Senior Expert of Forest Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

^{2,3} Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

⁴Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021-01-13

Accepted 2021-03-03

Keywords:

Economic

Flood Spread

Forest Park

ABSTRACT

It is believed that forests are effective in producing water, preventing floods and reducing soil erosion. Today, using advanced techniques and the latest technologies, floods are directed to aquifers, to make optimal use of the minimum rainfall, especially in arid and semi-arid regions. It is possible to create vegetation and especially to create a forest park in the urban suburb of arid and semi-arid areas. Therefore, this study seeks to evaluate the role of flood spreading in the creation of tree vegetation. Therefore, in this study, soil moisture storage and the amount and speed of permeability in the treatment without flood spreading and flood spreading in arboreal vegetation (dense forest) were investigated. The results show that the cost-effectiveness index in flood spreading treatment with tree cover is less than flood spreading treatment without tree cover (rangeland). In fact, combining flood spreading with planting trees is less than planting shrubs at 88000 Rials per cubic meter of water. Therefore, by using flood spreading technology and combining with suitable tree species, in addition to increasing the effectiveness of moisture retention, more water can be stored to penetrate the aquifer into the soil.

DOI: [10.22034/UE.2021.2.01.05](https://doi.org/10.22034/UE.2021.2.01.05)

©2021 Urban Economy. All rights reserved.

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



HOW TO CITE THIS ARTICLE

N. Akbari, S. M. Heshmatol Vaezin, A. Nazari Samani, K. Ahmadaali, (2021). Economic evaluation of the use of flood spreading to create a forest park in the suburb. *Urban Economics and Planning*, 2(1): 37-44.

DOI: [10.22034/UE.2021.02.01.05](https://doi.org/10.22034/UE.2021.02.01.05)

url: http://eghtesadeshahr.tehran.ir/article_129977.html



*Corresponding Author: Email: aknazari@ut.ac.ir