

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۲، پاییز ۱۴۰۱، صص ۱۲۱-۱۳۶

## تحلیل هزینه فایده کنترل پدیده ریزگردها

### آیا درخت کاری کانون‌های ریزگرد داخلی استان خوزستان دارای توجیه اقتصادی است؟

امیرحسین منتظر حجت<sup>\*۱</sup>

[a.hojat@scu.ac.ir](mailto:a.hojat@scu.ac.ir)

حسن فرازمند<sup>۲</sup>

نعمت‌اله جعفرزاده حقیقی فرد<sup>۳</sup>

دنیا عموری<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۱۱

#### چکیده

زمینه و هدف: از سال ۱۳۸۴، ریزگردها به مشکلی اساسی در استان خوزستان تبدیل شده است و لزوم توجه و اقدام در جهت حل این معضل را بیشتر کرده است. از این رو درخت کاری کانون‌های حاد ریزگرد برای کنترل این پدیده در دستور کار سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری استان خوزستان قرار گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه، با بهره‌گیری از تحلیل هزینه-فایده، طرح درختکاری کانون‌های حاد استان خوزستان از منظر اقتصادی ارزیابی شد. بدین منظور منافع اجرای این سیاست بصورت کاهش در بیماری‌های قلبی و تنفسی در نظر گرفته شد که در زمان حال با ارزش فعلی هزینه‌های کاشت و داشت درختکاری مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که معیار ارزش خالص فعلی (NPV) مثبت و نسبت منافع به هزینه‌ها (B/C) بزرگتر یک است.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده اجرای این سیاست دارای توجیه اقتصادی است.

کلیدواژه: تحلیل هزینه- فایده، کانون ریزگرد، درخت کاری، استان خوزستان.

۱- دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز ، (نویسنده مسئول)

۲- دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استاد گروه بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

۴- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز

Human and Environment, No. 62, Autumn 2022, pp.121-136

# The Cost Benefit Analysis of the Phenomenon of Dust Storm Does the Tree Planting of Khuzestan Province have Economic Justification?

Amir Hossein Montazer-Hojat<sup>1\*</sup>

[a.hojat@scu.ac.ir](mailto:a.hojat@scu.ac.ir)

Hasan Farazmand<sup>2</sup>

Nematolah Jafarzadeh Haghighifard<sup>3</sup>

Donya Amouri<sup>4</sup>

Received: October 2, 2020

Accepted: March 10, 2021

## Abstract

**Background and purpose:** Since 2004, dust storm has become a major problem in Khuzestan province, and the need for attention and action to solve this problem has increased. For this reason, the tree planting of the acute centers of fine dust to control this phenomenon was placed on the agenda of the organization of forests, pastures and wetlands of Khuzestan province.

**Research method:** In this study, using cost-benefit analysis, the tree planting plan of acute origins of Khuzestan province was evaluated from an economic perspective. For this purpose, the benefits of the implementation of this policy were considered as a reduction in heart and respiratory diseases, which was compared with the current value of planting and tree planting costs.

**Findings:** The results of this study showed that the criterion of net present value (NPV) is positive and the ratio of benefits to costs (B/C) is greater than one.

**Discussion and conclusion:** according to the obtained results, the implementation of this policy has an economic justification.

**Keywords:** Cost-benefit analysis, dust center, tree planting, Khuzestan province

---

<sup>1</sup>-Associate Professor at Shahid Chamran University of Ahvaz, (Corresponding Author)

<sup>2</sup>- Associate Professor at Shahid Chamran University of Ahvaz

<sup>3</sup>- Professor at Ahvaz Jondishpour University of Medical Sciences

<sup>4</sup>- Master Science of Economics at Shahid Chamran University of Ahvaz

## مقدمه

تغییرات اقلیمی طی یک صد سال گذشته بر زندگی بشر اثرات متنوعی داشته که یکی از بدترین آثار، وقوع پدیده ریزگردها است. افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو زمین، کاهش بارندگی، افزایش جمعیت و گسترش پدیده صنعتی شدن دمای زمین را افزایش داده است. بنابر گزارش سازمان بین‌المللی تغییرات آب و هوایی در طی یکصد سال گذشته دمای هوای ۰/۶ درجه در افزایش یافته است. افزایش دما منجر به خشک شدن لایه‌های سطحی خاک و جدا شدن ذرات آن از هم شده و با هر باد نسبتاً ضعیفی ذرات آن به هوا بلند می‌شوند (۱). کشور ایران نیز به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان به طور مداوم در معرض طوفان‌های گردوغبار قرار دارد (۲). استان خوزستان و منطقه جنوب غرب کشور حادث‌ترین نقطه کشور از منظر وقوع پدیده ریزگرد است (۳). وجود صنایع بزرگ مانند نفت، گاز، فولاد و نیشکر موجب شده است که این استان به یکی از آلوده‌ترین استان‌های کشور تبدیل شود. از طرفی فعالیت‌های وزارت نفت در تالاب هورالعظیم و ساخت سدها و به دنبال آن کاهش آورد رودخانه‌ها، موجب شده تا بخشی از تالاب‌های استان (هورالعظیم و شادگان) خشک شده و به کانون ریزگرد تبدیل شوند. از دیگر دلایل بروز این پدیده مدیریت ناکارای منابع آب و نیز احداث سد در مناطقی است که بعضاً مطالعات کافی برای انجام آن صورت نگرفته است. احداث سد در این‌گونه موارد موجب خشک شدن زمین‌ها و تالاب‌های پایین دست حوضه آب‌ریز رودخانه شده و پدیده ریزگرد را موجب می‌شود. استفاده بی‌رویه از منابع آبی روستاحی و زیرسطحی نیز از دیگر دلایلی است که کارشناسان به آن اشاره می‌کنند. عدم استفاده از روش‌های مناسب در کشاورزی، عدم فرهنگ‌سازی در مصرف آب شهری و فناوری‌های پرمصرف در بخش صنعت از دیگر دلایل ایجاد کانون‌های ریزگرد است (۴). با توجه به وضعیت تغییر اقلیم و همچنین نبود زیرساخت‌های لازم و مدیریت کارا در کشورهای همسایه نیز (بخصوص کشور عراق) این پدیده را در استان خوزستان به یک پدیده غیر قابل

کنترل تبدیل کرده است به‌گونه‌ای که کنترل کانون‌های داخلی به تنهایی منجر به حل این مشکل نمی‌شود (۵). ریزگرد به عنوان یک آلاینده، آثار سوء و پیامدهای منفی ناگواری دارد که از بین آنها می‌توان به کاهش رشد و بازدهی محصولات کشاورزی، تشدید خسارات ناشی از بروز آفات و بیماری‌های گیاهی، افزایش تصادفات جاده‌ای به علت کاهش قدرت دید، لغو پروازها و خسارات مالی ناشی از آن، افزایش رسوب در تأسیسات تصفیه‌خانه‌ها، افزایش سرانه هزینه درمان خانوار، افزایش مصرف آب برای شستشو، تعطیلی واحدهای صنعتی، خدماتی، آموزشی و زبان‌های مالی وارده، افزایش مصرف بنزین، آلودگی منابع آب، اختلال در سیستم‌های برق‌رسانی، افزایش فرسایش بناها و کاهش عمر مفید آنها، افت بازدهی سیستم‌های فتوولتایی خورشیدی به دلیل کدورت هوا و مشکلات روحی و روانی انسان‌ها در اثر کاهش قدرت دید، اشاره نمود (۶).

صرف نظر از علل ایجاد این پدیده، ریزگردها پیامدهای نامطلوبی بر سلامت افراد، اقتصاد منطقه و کشور دارد. از خطرات مرتبط با ریزگردها می‌توان به مرگ انسان‌ها، ایجاد و تشدید بیماری‌های قلبی، تنفسی، چشمی و انواع سرطان‌ها در حوزه بهداشت انسانی اشاره نمود. به عنوان نمونه، بارش باران‌های اسیدی که در نتیجه ترکیب ذرات گرد و خاک با قطرات باران ایجاد می‌شود موجب شده که هر ساله شمار زیادی از ساکنان استان خوزستان به دلیل مشکلات تنفسی به مراکز درمانی مراجعه نمایند (۷). ریزگردها از طریق کاهش راندمان کشت نیز به بخش کشاورزی لطمه می‌زنند و فرسایش ابیه‌ها و ماشین‌آلات را در پی دارند (۸). پدیده ریزگردها در موارد زیادی منجر به تعطیلی ادارات و مراکز آموزشی استان می‌شود که به دلیل تعدد این پدیده به اقتصاد استان زیان‌های زیادی وارد شده است (۷). وجه اشتراک تمام مشکلات ذکر شده هزینه‌هایی است که به اقتصاد استان تحمیل می‌شود و در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌تواند موجب کند شدن روند رشد اقتصادی استان شود.

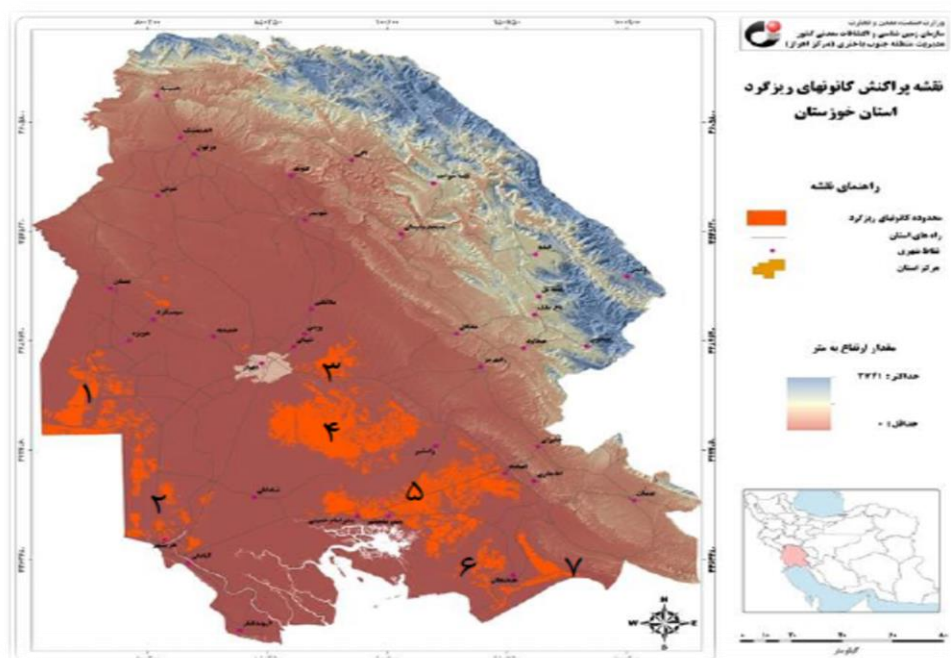
بدون ارزیابی اقتصادی اتخاذ شد و اعتبارات قابل توجه ریالی در بودجه سنواتی استان و نیز اعتبارات ارزی از صندوق توسعه ملی به آن اختصاص داده شد. مطالعه حاضر می‌کوشد منافع حاصل از سیاست درختکاری کانون‌های حاد استان خوزستان را در حوزه سلامت با هزینه اجرای آن بر پایه تحلیل هزینه-فایده و در چارچوب معیار کارایی تخصیصی ارزیابی نماید. به دلیل محدودیت آمار و اطلاعات در مورد مالچ‌پاشی ارزیابی اقتصادی اجرای این سیاست برای محققان میسر نشد (۸).

#### موقعیت کانون‌های داخلی خوزستان و شدت توفان‌های آنها

مساحت کل کانون‌های ایجاد ریزگرد استان خوزستان بالغ بر ۸۰۰ هزار هکتار است. کانون‌های مذکور در سه سطح ضعیف، متوسط و حاد دسته‌بندی می‌شوند. معیار این دسته‌بندی شدت و دفعات ایجاد طوفان هر کانون است. کانون‌های حاد استان خوزستان دارای مساحتی بالغ بر ۳۵۰ هزار هکتار از شرق و جنوب‌شرق اهواز تا شرق هندیجان و جنوب‌شرق استان گسترش یافته‌اند. علاوه بر این، در غرب استان نیز بخش‌های خشک شده تالاب هورالعظیم در غرب هویزه و نواحی پیرامون آن و همچنین بخش‌هایی از شمال خرمشهر جزو کانون‌های حاد ریزگرد هستند. این مناطق در قالب هفت منطقه به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند که در شکل زیر به رنگ نارنجی مشخص شده‌اند (۱۰). طی ده سال گذشته مجموعاً ۲۴۴ طوفان ریزگرد با شدت ضعیف، متوسط و قوی از این کانون‌ها ایجاد و به سمت نقاط مختلف استان گسیل شده است (۶).

در زمینه مقابله با این پدیده، تجربیات موفق چندانی در سایر کشورها در دست نیست (۸). در سال ۱۹۳۰ (موسوم به سی کثیف<sup>۱</sup>) این پدیده در امریکا منجر به مهاجرت بیش از نیم میلیون نفر از ساکنان دو ایالت تگزاس و کلرادو شد. با گسترش این پدیده به شعاع ۲۰۰۰ کیلومتری و ایجاد طوفان‌های ریزگرد در سایر ایالت‌های این کشور مانند کالیفرنیا و نیویورک، اقداماتی نظیر ممنوعیت کشت در برخی از مناطق به مدت پنج سال و پرداخت حقوق بیکاری به کشاورزان، ایجاد مناطق به شدت حفاظت شده و جلوگیری از انجام هرگونه فعالیت دامداری در این نواحی، واردات ۲۰ تا ۳۰ میلیون اصله نهال از کشورهای کانادا و استرالیا و درخت‌کاری کانون‌های ریزگرد، منجر به کنترل کامل این پدیده پس از ۹ سال شد (۹). در ایران نیز کارشناسان راه‌حل‌های مختلفی برای مقابله با این پدیده پیشنهاد می‌دهند که از آن جمله می‌توان به مالچ‌پاشی (مالچ نفتی یا مالچ طبیعی)، آبخیزداری و احیای تالاب‌ها، بیابان‌زدایی و درخت‌کاری، ایجاد مناطق حفاظت شده، مدیریت منابع آب و فرهنگ‌سازی مناسب در زمینه مصرف اشاره نمود.

یکی از شدیدترین طوفان‌های ریزگرد در سال ۹۵ رخ داد که به دنبال وقوع آن برق، آب، گاز و تلفن ثابت و همراه در سراسر استان خوزستان قطع شد. به دنبال این رخداد لطمات زیادی به اقتصاد استان وارد شد و در سطح هیات دولت برای مقابله با این پدیده تصمیم‌گیری شد. درخت‌کاری و مالچ‌پاشی دو سیاستی بود که از سوی دولت برای اجرا انتخاب شدند ولی این تصمیمات



شکل ۱- نقشه پراکنش مکانی کانون‌های ریزگرد با منشأ داخلی استان خوزستان

منبع: مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان، ۱۳۹۵

**Figure 1- Spatial distribution map of dust storm resources with internal origin in Khuzestan province**

گردیده‌اند. آبگیر مالچ توسط سیلاب‌های کارون، آبراه‌های محلی و رودخانه کوپال تغذیه می‌شوند. خشک شدن بوته‌زارهای حاشیه‌ی شرقی این آبگیر نقش مهمی در شکل‌گیری کانون تولید ریزگرد دارد. شدت فرسایش و برداشت خاک در آبگیرهای خشک شده انتهای کوپال که در شرق مالچ قرار دارند، بیشتر است و عمق برداشت گاه به ۳ یا ۴ سانتی‌متر می‌رسد. این بخش‌ها بصورت کفه‌های رسی وسیعی هستند که وجود فسیل‌های دوکفه‌ای و گاستروپود (شکم‌پایان) در بخش‌های فرسایش یافته آن‌ها نشانه محیط‌های تالابی گذشته است. این عرصه‌ها تقریباً عاری از هرگونه پوشش گیاهی هستند و اثر فرسایش باد در راستای شمال‌غرب تا جنوب‌شرق دیده می‌شود. مساحت این مناطق در مجموع حدود ۱۵۶۶۰ هکتار است (۱۰).

• ناحیه جنوب غربی هویزه

این محدوده بخش‌های خشک شده پیرامون تالاب هورالعظیم و نواحی پیرامون آن را شامل می‌شود که در مجموع حدود ۵۳۱۰۱ هکتار مساحت دارد (۱۰).

• ناحیه شمال و شرق خرمشهر

این مناطق دشت‌های آبرفتی مسطح و دانه‌ریزی هستند که فاقد پوشش گیاهی بوده و شوری زمین در آن‌ها بالاست. مساحت این مناطق در مجموع ۲۸۰۳۰ هکتار است (۱۰).

• ناحیه شرق اهواز

این ناحیه دربرگیرنده نهرهای خشک شده مالچ و آبگیرهای انتهایی رودخانه کوپال است که در طی خشک‌سالی‌های اخیر و کاهش آب ورودی خشک شده‌اند و به کانون تولید ریزگرد تبدیل

### • ناحیه جنوب شرق اهواز

این محدوده بخش‌هایی از غرب نهر مالج را در جنوب اهواز تا نواحی غرب جراحی و رامشیر در برمی‌گیرد. این پهنه گسترش قابل توجهی دارد و شامل مجموعه‌ای از آبگیرهای خشک شده‌ای است که در غرب مالج، انتهای رودخانه کوپال و انتهای برخی آبراهه‌های فصل در پهلو جنوبی تاقدیس مارون قرار دارند. این پهنه‌ها به صورت کفه‌های رسی وسیعی هستند که با وجود فسیل جاندارانی مانند شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها و نبود هرگونه پوشش گیاهی مشخص می‌شود. بخش‌های وسیعی از این محدوده را نیز به ویژه در غرب رودخانه جراحی، زمین‌های کشاورزی دیم تشکیل می‌دهد که به دلیل خشک‌سالی‌های اخیر رها شده و به صورت کانون‌هایی جهت تولید ریزگرد تبدیل شده‌اند. در برخی نقاط نیز خطواره‌های حاصل از فرسایش باد دیده می‌شود که راستای تقریباً شمال غرب تا جنوب شرق را نشان می‌دهند. مساحت این مناطق حدود ۱۱۲۶۳۶ هکتار است (۱۰).

### • محدوده بندر امام- امیدیه

این محدوده دربرگیرنده کفه‌های رسی بسیار وسیعی است که بطور عمده تحت تاثیر سیلاب‌های رودخانه جراحی قرار داشته است. مساحت این مناطق در مجموع به ۸۸۱۷۳ هکتار است [۱۰].

### • محدوده ماهشهر- هندیجان

این محدوده دربرگیرنده پهنه‌های رسی وسیع و فاقد پوشش گیاهی است که وجود فسیل‌های جانداران در بخش‌های فرسایش یافته نشان‌دهنده تالابی بودن آن در گذشته است. این محدوده نیز همانند سایر آبگیرهای خشک شده دارای آثار فرسایش شدید با تشکیل و گسترش تپه‌های ماسه بادی است. مساحت این مناطق در مجموع حدود ۳۳۴۵۴ هکتار است (۱۰).

### • محدوده شرق هندیجان

این محدوده شامل پهنه‌های رسی است که در شرق رودخانه زهره و به موازات تاقدیس رگ سفید شکل گرفته است. این پهنه‌ها بیشتر توسط آبراهه‌های فصلی که از ارتفاعات رگ سفید

سرچشمه می‌گیرند، تغذیه می‌شود. خشک‌سالی‌های متمادی در سال‌های گذشته و کاهش رطوبت سطحی سبب تبدیل این عرصه‌ها به کانون‌های ریزگرد شده است. مساحت این مناطق در مجموع حدود ۱۸۱۹۵ هکتار است (۱۰).

### ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

محیط‌زیست یک کالای عمومی است، زیرا دارای دو ویژگی رقابت ناپذیری و استثنانپذیری است؛ به این معنی که استفاده‌ی یک شخص از محیط‌زیست، شخص دیگر را از استفاده‌ی همزمان آن محروم نمی‌کند (رقابت ناپذیری)، همچنین نمی‌توان دیگران را از سهم شدن در منافع عام آن منع کرد (استثنانپذیری). بنابراین، بازار در آشکارسازی ترجیحات مصرف کننده و تعیین ارزش محیط‌زیست و قیمت آن شکست می‌خورد. از این رو، مداخله‌ی دولت در این حوزه ضروری است. دولت‌ها برای مقابله با مشکلات زیست‌محیطی و حفظ منابع طبیعی باید سیاست‌های مناسبی اتخاذ کنند. عموماً برای انتخاب بهترین گزینه سیاستی از معیارهای اقتصادی کارایی تخصیصی و اثربخشی هزینه استفاده می‌شود.

بر پایه معیار کارایی تخصیصی دولت‌ها باید منافع و هزینه‌های حاصل از اجرای یک سیاست محافظت کننده محیط‌زیست را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنند. هرسیاستی که ارزش فعلی منافع آن بیشتر از ارزش فعلی هزینه‌ها باشد گزینه‌ای مطلوب خواهد بود. ابزار این رویکرد، تحلیل هزینه-فایده است (۱۱).

در صورتی که محاسبه منافع اجتماعی ناشی از اجرای یک سیاست دشوار باشد، از معیار اثربخشی هزینه استفاده می‌شود. بر این اساس سیاستی انتخاب می‌شود که هزینه‌ی اجرای آن نسبت به سایر گزینه‌ها کمتر باشد.

تحلیل هزینه-فایده یک روش تجربی و ابزاری قدرتمند در دست سیاست‌گذاران برای ارزیابی یک سیاست است. این روش می‌تواند در شرایطی که هزینه‌ها و منافع یک سیاست برای جامعه از بازار

اگر NPV بزرگ‌تر از صفر باشد سیاست دارای توجیه اقتصادی است.

اگر NPV مساوی صفر باشد نقطه بی تفاوتی است.

اگر NPV کوچک‌تر از صفر باشد سیاست از نظر اقتصادی توجیه پذیر نیست.

روش نسبت منافع به هزینه‌ها علاوه بر ارزیابی اقتصادی یک طرح خصوصی، یک روش کاربردی و معروف در ارزیابی سیاست‌های عمومی است. در این روش با استفاده از نسبت منافع به هزینه‌های یک سیاست در زمان حال (یا یک نقطه زمانی) یا ارزش ارزش یکنواخت سالانه آنها، در مورد اقتصادی بودن یک سیاست قضاوت می‌شود. چنانچه این نسبت بزرگتر از یک باشد آن طرح یا سیاست اقتصادی تلقی خواهد شد.

#### پیشینه تجربی

بهرامی و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهش خود با استفاده از نرم‌افزار *AirQ*، آثار آلاینده‌های *PM10*، *PM2/5*، *NO2*، *O3* و *CO* را بر سلامت شهروندان همدان بررسی کردند. نتایج این مطالعه، مرگ و میر بیماران قلبی و تنفسی ناشی از آلاینده‌های فوق را به ترتیب برابر ۴/۴۲، ۳/۳۷، ۱/۷۵ و ۱/۷۴ و ۰/۹۲ درصد از کل مرگ و میر تخمین زده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود *PM10* بیشترین تأثیر را بر سلامت شهروندان داشته است. البته در این مطالعه هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌های اشاره شده در حوزه سلامت محاسبه نشده است (۱۶).

شین و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای خسارت ناشی از مرگ و میر ناشی از ذرات معلق *PM2/5* را در پایتخت کره جنوبی بررسی کردند. ارزیابی ریسک سلامتی بر اساس مدل واکنش دوز انجام شده است و تمایل به پرداخت ساکنان این شهر برای کاهش نرخ مرگ و میر تخمین زده شده است. نتایج تخمین ریسک *PM2/5* طی سال مورد بررسی ۲۱۸۱ مرگ و میر زودرس ناشی

قابل استخراج است، استفاده شود. همچنین روش‌هایی برای استخراج منافع و هزینه‌های غیر صریح هر سیاست وجود دارد که می‌توان از آنها به خصوص در سیاست‌های زیست‌محیطی استفاده نمود (۱۲).

به منظور استفاده از تحلیل هزینه-فایده در هدایت تصمیمات زیست‌محیطی، ابتدا باید منافع و هزینه‌های زیست‌محیطی هر تصمیم‌گیری شناسایی و ارزش پولی آن محاسبه شود. سپس اعداد بدست آمده به وسیله نرخ تنزیل اجتماعی تعدیل شده و برای دستیابی به تصمیم‌گیری درست در یک نقطه زمانی با یکدیگر مقایسه شوند (۱۳). البته می‌توان بر یکنواخت‌سازی هزینه‌ها و منافع فارغ از تنزیل آنها به زمان حال تکیه زد.

تحلیل هزینه-فایده دارای دو روش اصلی به شرح زیر می‌باشد (۱۴):

روش ارزش فعلی خالص (NPV)<sup>۱</sup>

روش نسبت منافع به هزینه‌ها (B/C)<sup>۲</sup>

در روش ارزش خالص فعلی با در نظر گرفتن تعدیل زمانی پول، تلاش می‌شود هزینه‌های اجرای یک سیاست و درآمدهای حاصل از آن مقایسه شوند. نرخ مورد استفاده را «حداقل نرخ جذب کننده» یا «هزینه سرمایه» یا «نرخ تنزیل» می‌نامند. البته در طرح‌های عمومی به خصوص زیست‌محیطی از نرخ تنزیل اجتماعی استفاده می‌شود.

ارزش فعلی مجموعه‌ای از جریان‌ات وجوه نقد آینده را می‌توان از طریق فرمول زیر محاسبه نمود (۱۵):

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

$A_t$  = جریان وجوه نقدی در سال  $t$ ام

$r$  = نرخ تنزیل اجتماعی

پژوهش برای دوره مورد بررسی نشان می‌دهند که تعداد مرگ و - میر بیماران تنفسی در اثر این آلاینده ۳۷ مورد، پذیرش بیمارستانی به دلیل انسداد مزمن ریه ۳۹ مورد، پذیرش به دلیل بیماری‌های تنفسی ۴۷۶ مورد و پذیرش بیمارستانی بیماران قلبی و عروقی ۱۸۴ مورد بوده است. در این مطالعه هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌ی اشاره شده در حوزه سلامت محاسبه نشده است (۲۰).

مینگ و لو<sup>۴</sup> (۲۰۰۷)، در مطالعه‌ای ریزگرد را به عنوان یک عامل مهم و خطرناک در بستری شدن روزانه بیماران قلبی و تنفسی مینگین چین طی سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ مورد بررسی قرار دادند. آنان به این نتیجه رسیدند که ریزگردها به‌طور معناداری با یک تأخیر ۳ روزه با بستری شدن بیماران قلبی و تنفسی در مردان و زنان مرتبط است. همچنین ریزگردها با یک تأخیر ۴ روزه با عفونت دستگاه تنفسی فوقانی در مردان و با یک تأخیر ۶ روزه با ذات‌الریه در مردان و با یک تأخیر ۳ روزه با فشار خون در مردان ارتباط دارد. در این مطالعه هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌ی اشاره شده در حوزه سلامت محاسبه نشده است (۲۱).

محمدی (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای ارتباط میان عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوای تهران با مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی را در دوره ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ مورد بررسی قرار داد. وی در این پژوهش ارتباط بین عناصر اقلیمی مانند دما، فشار، رطوبت نسبی و آلاینده‌های جوی مانند مونواکسید کربن، دی‌اکسید نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، هیدروکربن‌ها و ذرات معلق، با فوت‌شدگان در اثر بیماری‌های قلبی بررسی کرد. نتایج نشان دادند که بین عناصر اقلیمی مانند دما، فشار و رطوبت نسبی با تعداد فوت‌شدگان در اثر بیماری‌های قلبی رابطه معنی‌داری وجود دارد. به‌ویژه این ارتباط میان میانگین ماهانه این عناصر با میانگین ماهانه تعداد فوت‌شدگان در اثر بیماری‌های قلبی قوی‌تر است. در این مطالعه

از بیماری‌های حاد، ۱۸۵۱۰ مرگ‌ومیر زودرس برای بیماری‌های مزمن نشان داده شده است. میانگین ماهانه تمایل به پرداخت برای کاهش مرگ و میر بالاتر از ۱۰ سال ۲۰۲۰ دلار آمریکا تخمین زده شده است. خسارت کل ناشی از  $PM_{2.5}$  در شهر سنول ۱۰۵۷ میلیون دلار برای موارد حاد و ۸۹۷۲ میلیون دلار برای موارد مزمن تخمین زده شده است (۱۷).

توبیاس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای اثرات کوتاه‌مدت ذرات گرد و غبار روی مرگ و میر طی شیوع گرد و غبار ساهارا در اسپانیا را بررسی کردند. آنان تعداد مرگ و میر در روزهای گرد و غباری و بدون گرد و غبار را استخراج و مقایسه کردند. نتایج نشان داد که طی روزهای گرد و غباری افزایش ۱۰ میکروگرم بر مترمکعب ذرات  $PM_{2.5}$  تا  $PM_{10}$  مرگ و میر کل را به  $2/8$  درصد در مقایسه با  $0/6$  درصد در روزهای بدون گرد و غبار افزایش می‌دهد. در این مطالعه هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌های اشاره شده در حوزه سلامت محاسبه نشده است (۱۸). جئونگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۸)، هزینه‌های اجتماعی اقتصادی ناشی از طوفان‌های زرد کشور کره جنوبی را به عنوان یکی از پدیده‌های فرامرزی این کشور بررسی کرد. برای محاسبه هزینه‌های اجتماعی این طوفان از تحلیل داده ستانده<sup>۳</sup> و روش انتقال منافع استفاده شده است. مطابق با نتایج این مطالعه، هزینه‌های ناشی از این پدیده در کشور کره جنوبی در سال ۲۰۰۲ بین ۳۹۰۰ و ۷۳۰۰ میلیون دلار بوده است (۱۹).

گودرزی و همکاران (۲۰۰۷)، در تحقیقی اثرات آلاینده‌ی  $PM_{10}$  موجود در طوفان‌های گردوغبار را بر سلامت عمومی ساکنان کرمانشاه با استفاده از مدل‌سازی اپیدمیولوژیکی و داده‌های کیفیت هوا بررسی کردند. آنان از نرم‌افزار *AirQ* برای محاسبه مرگ‌ومیر ناشی از این آلاینده استفاده کردند. نتایج این

۱- Tobias et al

۲- Jeong

۳- Input-Output Tables

۴- Meng & Lu



همچنین نتایج نشان داد که با افزایش طوفان‌های گرد و غبار بعد از سال ۲۰۰۲، مجموع غلظت سالیانه ریزگردها ضریب تبیین بالایی (۰/۸۵) با شاخص NDVI داشت. همچنین، تأثیر تاخیری ریزگردها که بهترین همبستگی خطی را با ضریب تبیین (۰/۸۲) دارد، عدد تاخیر دو ماهه بعد از وقوع طوفان ریزگرد بدست آمد. (۲۵)

دانش جعفری و همکاران (۱۳۹۴)، در مطالعه‌ای تعداد مرگ و میر زودرس، عوارض بیماری و هزینه‌های اقتصادی ناشی از ذرات معلق  $PM_{10}$  در استان‌های خوزستان، کرمانشاه و کردستان در سال ۱۳۸۹ را برآورد کرده‌اند. در این روش با استفاده از روش‌های واکنش دوز، ارزش آماری زندگی و هزینه‌ی بیماری محاسبه شده است. نتایج نشان دهنده‌ی ۲۷۸۳، ۷۵۲ و ۳۷۰ مورد مرگ و میر به ترتیب در استان‌های خوزستان، کرمانشاه و کردستان است، ۱۲۳۶ مورد پذیرش بیمارستان، ۲۴۴۱۵۷ ویزیت اورژانس، ۴۴۶۰۰۸ عفونت تنفسی خفیف در کودکان، ۵۹۷۵۱۵۹۸ مورد حملات آسم و ۶۳۰۴۷ برونشیت مزمن در استان‌های منتخب بوده است. کل هزینه‌ی مرگ و میر مرتبط با آلودگی ذرات  $PM_{10}$  با استفاده از روش ارزش آماری زندگی در استان‌های منتخب به ترتیب ۳۵۰۶۵۸۰۰۰۰ و ۹۴۷۵۲۰۰۰۰ و ۴۶۶۲۰۰۰۰۰ دلار و با استفاده از روش دیه به ترتیب ۱۰۳۳۲ و ۲۰۷۱۵ میلیون تومان برآورد شده است. هزینه‌های مستقیم پزشکی بیماری‌های آسم، برونشیت مزمن و عفونت‌های تنفسی ضعیف در کودکان در استان‌های منتخب به ترتیب ۳۷، ۲۶۶ میلیارد تومان و متوسط هزینه‌ی فرصت هر بیمار ۸۵۷۷۵ تومان محاسبه شده است (۲۶).

گراوندی و همکاران (۱۳۹۴)، در مطالعه خود تغییرات غلظت آلاینده‌های  $PM_{10}$  را طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ در شهر اهواز به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه بررسی نموده و آثار سلامت این آلاینده را نیز با استفاده از نرم‌افزار  $AirQ$  ارزیابی کرده‌اند. طی دوره مورد بررسی میانگین این آلاینده در شهر اهواز

هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌های اشاره شده در حوزه سلامت محاسبه نشده است (۲۲).

هونگ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) به بررسی هزینه‌های اجتماعی اقتصادی طوفان‌های گرد و خاک در کشور کره جنوبی پرداختند. در این مطالعه فرض شده است که به صورت متوسط ۱۴ روز آلودگی در هر سال در این کشور وجود دارد و با احتساب این تعداد روز آلودگی، هزینه‌های سرانه ناشی از پدیده ریزگردها برابر با ۵۱/۹ برآورد شده است. پس از آن برای محاسبه هزینه کل ناشی از این پدیده، مقدار هزینه سرانه در جمعیت کشور کره جنوبی ضرب شده و با نرخ ۷/۵ درصد تنزیل گردیده است. از این رو، میزان هزینه‌های کل ناشی از پدیده ریزگردها در کشور کره جنوبی برابر با ۵۹۲۱ میلیون دلار برآورد گردیده است (۲۳).

شاهکویی و رحمانی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی مخاطرات اقلیمی حادث شده ناشی از ریزگردها در استان‌های شمال غرب کشور برای ماه‌های مختلف سال به همراه شناسایی تداوم و فراوانی آنها و همچنین مشخص کردن منشأ اصلی گرد و غبارهای وارد شده به منطقه پژوهش است. نتایج بررسی‌ها نشان داد وسعت خسارات این پدیده فقط به تهدید زمین‌های کشاورزی، صنعتی و... محدود نبوده است بلکه با مختل کردن زندگی عادی مردم آشکارا به تهدید جدی زیست محیطی تبدیل شده و واکنش افکار عمومی را به دنبال داشته است. خشک‌سالی‌های اخیر، جنگ احتمالی، کشاورزی، سدسازی، جنگ آب و سیاست انتقال آب از مناطق پرآب به مناطق کم‌آب در خوزستان و ایلام، دو منطقه اثرپذیر از ریزگردها، از عوامل مؤثر بر پدیده ریزگردها در غرب و جنوب ایران هستند (۲۴).

بیات و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات زمانی پوشش تالاب شادگان و ارتباط این تغییرات با طوفان‌های گرد و غبار پرداختند. نتایج نشان داد که طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ کاهش ۷/۳۶ درصدی سطح پوشش گیاهی حادث شده است.

بخش عمومی اینچنین است، احصاء و اندازگیری تمامی این منافع و هزینه‌ها امکان‌پذیر نبوده یا بسیار هزینه‌بر است. در این مطالعه، منافع حاصل از اجرای سیاست درخت‌کاری کانون‌های داخلی استان خوزستان از طریق تغییر در خسارت وارد شده به ساکنان استان محاسبه شده است. در بین خسارات وارده که وسعت و تنوع زیادی دارند، خسارات وارده به سلامت شهروندان اهمیت زیادی برای آنها و نیز برای دولت‌مردان دارد. در این مطالعه به منظور محاسبه خسارات وارده به سلامت شهروندان خوزستانی، بیماری‌هایی انتخاب شد که بیشترین خسارات را داشتند. بنابراین، یک پرسش‌نامه باز طراحی شد و در آن از پزشکان منتخب در مورد انتخاب این بیماری‌ها سوال شد. هفت پزشک متخصص بر اساس حوزه کاری و با مشورت جمعی از اساتید دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز در این مرحله انتخاب شدند. پس از گردآوری نظرات پزشکان، شماری از پزشکان متخصص انتخاب و از ایشان خواسته شد بیماری‌های تعیین شده در مرحله قبل را رتبه‌بندی کنند. معیار رتبه‌بندی این بیماری‌ها، شدت تاثیر ریزگردها بر وقوع بیماری مورد نظر بود. بر اساس نظرات گردآوری شده، دو بیماری قلبی و تنفسی به عنوان شایع‌ترین بیماری‌های ناشی از ریزگردها انتخاب شدند.

در مرحله بعد فهرست بیمارستان‌های استان خوزستان تهیه و ۵ بیمارستان در شهر اهواز و ۶ بیمارستان نیز در سایر شهرستان‌های استان شامل آبادان، ماهشهر، شادگان، دشت آزادگان، دزفول به صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس، با مراجعه به واحد مدارک پزشکی این بیمارستان‌ها هزینه‌های حاصل از درمان بستری و سرپایی بیماران تنفسی و قلبی استخراج گردید. آمار منجر به فوت در هر دسته در دسترس محققان قرار داده نشد چراکه پزشکی قانونی در این خصوص همکاری لازم را با محققان نداشت. ضمناً بیمارستان‌های خصوصی به غیر از بیمارستان آریا در شهرستان اهواز با محققان همکاری نکردند و بخش اعظم داده‌ها با نمونه‌گیری تصادفی از بین بیمارستان‌های دولتی بدست آمد. نتایج در جدول ۱ آمده است.

۲۴۹/۵ میکروگرم بر مترمکعب با حداقل ۵۴/۶ میکروگرم بر متر مکعب در ژانویه و حداکثر ۴۲۰/۵ میکروگرم بر مترمکعب در ماه جولای بوده است. نتایج نشان داد حداکثر غلظت روزانه در ساعات ۸ تا ۱۱ صبح و حداقل آن در ساعات بعد از ظهر حادث می‌شود. همچنین غلظت این آلاینده در روزهای پایانی هفته کاهش چندانی نسبت به دیگر روزها نداشته است. غلظت این آلاینده طی دوره مورد مطالعه دارای کاهش ثابت سالانه از ۳۱۵/۲ میکروگرم بر متر مکعب در سال ۲۰۰۹ تا ۱۴۳/۵ میکروگرم بر متر مکعب در سال ۲۰۱۴ بوده است. مرگ و میر ناشی از این آلاینده طی دوره مورد بررسی ۳۷۷۷ نفر (سالانه ۶۳۰ نفر) بوده است. در این مطالعه هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌ی اشاره شده در حوزه سلامت محاسبه نشده است (۲۷).

شاهسونی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای عوامل ایجاد کننده گرد و غبار و اثرات آن بر محیط‌زیست، سلامت و اقتصاد را بررسی کردند. در این مطالعه روش‌های منشاء‌یابی و کنترل طوفان‌های ریزگرد نیز تحلیل شده است. نتایج نشان داد که ذرات گرد و غبار موجب کاهش راندمان کشت تا ۳۰ درصد می‌شود، بیماری‌هایی مانند مننژیت، تب دره، آسم و بیماری‌های ویروسی را موجب می‌شود و به DNA، سلول‌های پوست و ریه صدمه وارد می‌کند. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد با افزایش هر ۱۰ میکروگرم ریزگرد در هر مترمکعب در زمان طوفان ریزگرد میزان مرگ و میر ۱ درصد افزایش می‌یابد (۲۸).

### روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مطالعه لازم است منافع و هزینه‌های ناشی از سیاست درختکاری در کانون‌های حاد استان خوزستان محاسبه شوند. بنابراین در ادامه، روش محاسبه هر یک به تفکیک اشاره خواهد شد.

### گردآوری داده‌های مورد نیاز و محاسبه منافع

به منظور انجام تحلیل هزینه فایده، لازم است در ابتدا منافع و هزینه‌های اجرای طرح درختکاری با دقت استخراج و در یک نقطه زمانی با یکدیگر مقایسه شوند. اما همان‌طور که در اغلب طرح‌های

جدول ۱- تعداد بیماران مراجعه کننده به مراکز درمانی شهرستان اهواز و سایر شهرستان‌های منتخب خوزستان

**Table 1- The number of patients referring to the treatment centers of Ahvaz city and other selected cities of Khuzestan**

تعداد در نمونه	نوع بیماری
۱۳۰۷۶	تعداد بیماران قلبی بستری شده در اهواز
۱۵۶۹۱	تعداد بیماران قلبی بستری شده در سایر شهرستان‌ها
۱۱۶۴۱	تعداد بیماران قلبی سرپایی اهواز
۱۵۲۴۹	تعداد بیماران قلبی سرپایی در سایر شهرستان‌ها
۳۵۲۴	تعداد بیماران تنفسی بستری شده در اهواز
۵۹۹۰	تعداد بیماران تنفسی بستری شده در سایر شهرستان‌ها
۱۲۷۷۹	تعداد بیماران تنفسی سرپایی اهواز
۱۹۱۶۸	تعداد بیماران تنفسی سرپایی در سایر شهرستان‌ها

منبع: یافته‌های تحقیق

بدست آمده برای هر دسته از بیماری‌ها در سهم سایر بیمارستان‌های غیر حاضر در نمونه ضرب شد و با اعداد بدست آمده از بیمارستان‌های نمونه جمع شد. نتایج در جدول ۲ گزارش شده است.

فرآیند نمونه‌گیری و گردآوری داده‌ها در ۱۳۹۵ انجام شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود با تعمیم اعداد بدست آمده به کل استان، خسارات وارده به ساکنان استان خوزستان از ناحیه بیماری‌های قلبی و تنفسی ناشی از ریزگردها عدد بسیار بزرگ ۴۷۰۹ میلیارد ریال در سال است.

معیار انتخاب بیماران، درج عامل بیماری در پرونده آنها یا به پیروی از منگ و لو (۲۰۰۷) مراجعه فرد به بیمارستان تا سه روز پس از وقوع توفان ریزگرد در استان بوده است. در مرحله آخر، تعداد بیماران بستری شده و سرپایی در میانگین هزینه هر یک ضرب شده و هزینه کل برای هر دسته بدست آمد. سپس، عدد بدست آمده به کل استان تعمیم داده شد. روش تعمیم به این صورت بود که تعداد کل بیمارستان‌های شهرستان اهواز و سایر شهرستان‌ها به تفکیک استخراج گردید (فقط بیمارستان‌های دولتی در شهرستان‌ها و خصوصی و دولتی در اهواز). سپس عدد

جدول ۲- هزینه کل بیماری‌های ناشی از گرد و غبار در اهواز و سایر شهرستان‌های منتخب (ریال)

**Table 2- The total cost of diseases caused by dust in Ahvaz and other selected cities (Rials)**

هزینه در نمونه	نوع بیماری	هزینه برای کل استان
۴۵,۹۲۷,۶۵۱	میانگین هزینه بیماران قلبی بستری شده	
۶۰۰,۵۴۹,۹۶۴,۴۷۶	مجموع هزینه بیماران قلبی بستری شده اهواز	۲,۴۰۲,۱۹۹,۸۵۷,۹۰۴
۷۲۰,۶۵۰,۷۷۱,۸۴۱	مجموع هزینه بیماران قلبی بستری شده سایر شهرستان‌ها	۱,۵۶۶,۶۳۲,۱۱۲,۶۹۸
۱,۸۱۳,۸۱۹	میانگین هزینه بیماران قلبی سرپایی	
۲۱,۱۱۴,۶۶۶,۹۷۹	مجموع هزینه بیماران قلبی سرپایی اهواز	۸۴,۴۵۸,۶۶۷,۹۱۶
۲۷,۶۵۸,۹۲۵,۹۳۱	مجموع هزینه بیماران قلبی سرپایی سایر شهرستان‌ها	۶۰,۱۲۸,۰۹۹,۸۵۰
۱۷,۱۳۱,۸۵۲	میانگین هزینه بیماران تنفسی بستری شده	

۲۴۱,۴۹۰,۵۸۵,۷۹۲	۶۰,۳۷۲,۶۴۶,۴۴۸	مجموع هزینه بیماران تنفسی بستری شده اهواز
۲۲۳,۰۸۶,۵۰۷,۵۶۵	۱۰۲,۶۱۹,۷۹۳,۴۸۰	مجموع هزینه بیماران تنفسی بستری شده سایر شهرستانها
۱,۴۰۹,۹۹۰		میانگین هزینه بیماران تنفسی سرپایی
۷۲,۰۷۳,۰۴۸,۸۴۰	۱۸,۰۱۸,۲۶۲,۲۱۰	مجموع هزینه بیماران تنفسی سرپایی اهواز
۵۸,۷۵۳,۶۷۰,۲۶۱	۲۷,۰۲۶,۶۸۸,۳۲۰	مجموع هزینه بیماران تنفسی سرپایی سایر شهرستانها
۴,۷۰۸,۸۲۲,۵۵۰,۸۲۶		مجموع هزینهها برای کل استان

منبع: یافته‌های تحقیق

## گردآوری داده‌های مورد نیاز و محاسبه هزینه‌ها

هزینه اجرای سیاست درختکاری شامل هزینه کاشت و داشت درختان در کل کانون‌های استان خوزستان است. بدین منظور باید مساحت کانون‌ها، شمار درختان مورد نیاز برای کاشت و ریز هزینه‌های کاشت و نگهداری درختان استخراج گردد. بدین منظور از منابع کتابخانه‌ای اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان و اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان خوزستان در سال ۱۳۹۵ استفاده شد. براساس استانداردهای موجود، در هر هکتار از کانون‌های ریزگرد، کاشت ۱۴۰ اصله نهال لازم است (مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان، ۱۳۹۵). همچنین،

مساحت کل کانون‌های حاد داخلی استان خوزستان بالغ بر ۳۴۹,۲۵۱ هکتار است. ریز هزینه‌های درختکاری در جدول ۳ گزارش شده است. این هزینه‌ها شامل هزینه ثابت ابتدای دوره (ردیف‌های ۱ تا ۶) و هزینه‌های یکنواخت سالانه هستند که برای یک دوره نامتناهی ادامه می‌یابند. بر اساس گزارشات اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان تعداد آبیاری سالانه ۲۰ نوبت، مرمت تشتک سالانه یک نوبت و حمل آب بر حسب ریال/کیلومتر محاسبه شده است. همان‌گونه که در جدول شماره ۳ ملاحظه می‌شود، مجموع هزینه اولیه درختکاری به ازای هر هکتار برابر با ۳۵,۴۰۶,۸۰۹ ریال در سال ۱۳۹۵ بدست آمد.

## جدول ۳- برآورد قیمت پایه یک هکتار نهال‌کاری و آبیاری سالانه بر اساس فهرست بهای سال ۱۳۹۵

Table3- Estimation of the base price of one hectare of planting and annual irrigation based on the price list of 2015

ردیف	فهرست بها	شرح کار	واحد کار	هزینه هر واحد	مقدار	هزینه در هکتار
۱	۰۲۱۰۱۱	حفر چاله	چاله	۹۵۸۰	۱۴۰	۱۳۴۱۲۰۰
۲	۱۹۳۱۳۱	خرید نهال	اصله	۱۰۰۰۰	۱۴۰	۱۴۰۰۰۰۰
۳	۱۵۱۴۰۱	بارگیری نهال بوسیله کارگر	اصله	۵۱۰	۱۴۰	۷۱۴۰۰
۴	۱۵۰۳۰۲	حمل نهال از نهالستان تا محل	اصله	۱۰۰۰	۱۴۰	۱۴۰۰۰۰
۵	۰۳۰۷۰۱	کاشت نهال	اصله	۱۲۸۰۰	۱۴۰	۱۷۹۲۰۰۰
۶	۰۲۱۹۰۱	احداث تشتک	تشتک	۱۰۹۰۰	۱۴۰	۱۵۲۶۰۰۰
۷	۰۲۱۹۰۲	مرمت تشتک	تشتک	۵۴۴۰	۱۴۰	۷۶۱۶۰۰
۸	۰۶۱۳۰۹	حمل آب	متر مکعب/کیلومتر	۴۱۰۰	۱۰۶۴	۳۰۰۰۰۰
۹	۰۴۵۳۰۱	هزینه آبیاری	اصله	۴۱۳۰	۲۸۰۰	۱۵۹۲۶۴۰۰
۱۰	۲۰۱۵۰۳	مراقبت و حفاظت	هکتار سال	۳۰۰۰۰۰	۱	۴۳۶۲۴۰۰

نرخ بهره واقعی در هر بخش از تفاضل نرخ سود سپرده‌گذاری بلندمدت پنج‌ساله بانک‌ها و نرخ تورم همان بخش بدست آمد. با استفاده از نماگرهای اقتصادی بانک مرکزی در سال ۱۳۹۵، نرخ بهره واقعی برای هزینه‌ها و منافع به ترتیب برابر ۲۰/۳ و ۶/۳ درصد بدست آمد. با توجه به استمرار بلندمدت منافع و نیز استمرار هزینه‌های سالانه درختکاری از روش تنزیل عواید یکنواخت سالانه برای یک دوره نامتناهی بصورت زیر استفاده شد (شایان ذکر است شش ردیف اول جدول هزینه‌ها در سال اول اجرای طرح انجام می‌شوند و نیاز به تنزیل ندارند):

$$NPV = \frac{A}{r}$$

که در آن  $NPV$  ارزش فعلی عواید،  $A$  عواید خالص یکنواخت سالانه (یا هزینه‌های سالانه) و  $r$  نرخ بهره واقعی است. عدد حاصل از رابطه فوق برای سیاست درختکاری کانون‌های حاد استان خوزستان در جدول زیر ارائه شده است.

با استفاده از اطلاعات جدول ۴ و با احتساب مساحت کانون‌های ریزگرد، هزینه ثابت اول دوره برای کل مساحت کانون‌های حاد بصورت حاصل ضرب مجموع ۶ ردیف اول در مساحت کانون‌های حاد استان بصورت زیر بدست آمد:

$$349,251,190,013,320,600 \text{ ریال} \times 6,272,600 = 2,172,600,000,000,000$$

از طرفی، هزینه سالانه داشت و نگهداری درختان مطابق ردیف‌های ۷ تا ۱۰ جدول ۳ به ازای هر هکتار بصورت زیر محاسبه شد:

$$21,350,400 \times 349,251 = 7,456,648,550,400 \text{ ریال}$$

#### تحلیل داده‌ها

به منظور انجام تحلیل هزینه فایده به ارزش فعلی هزینه‌ها و منافع نیاز است. بنابراین، در نبود نرخ تنزیل اجتماعی از نرخ بهره واقعی بخش کشاورزی و منابع طبیعی برای هزینه‌های درختکاری و نرخ بهره واقعی بخش بهداشت و درمان برای منافع استفاده شد.

#### جدول ۴- ارزش فعلی خالص کل و نسبت منافع به هزینه‌ها برای سیاست درختکاری کانون‌های حاد استان خوزستان

Table4- The total net present value and the ratio of benefits to costs for the tree planting policy of acute resources of Khuzestan province

B/C	NPV	ارزش فعلی (میلیارد ریال)	
۱/۹۲	۳۵,۸۲۰	۷۴,۷۴۳,۲۱۵	منافع
		۳۸,۹۲۲,۲۷۲	هزینه‌ها

منبع: یافته‌های تحقیق

امری ضروری است. از این‌رو، بیابان‌زدایی و درختکاری کانون‌های حاد استان خوزستان برای کنترل این پدیده در دستور کار سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری استان قرار گرفت و دولت اعتبار ریالی و ارزی قابل توجهی به این امر اختصاص داد. بنابراین جهت تخصیص بهینه این اعتبارات ارزیابی اقتصادی پیش از اجرا از اهمیت بسزایی برخوردار است. مطالعه حاضر کوشید تا این خلاء را پر نماید و از منظر اقتصادی سیاست درختکاری

همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود بر اساس هردو معیار  $NPV$  و  $B/C$ ، سیاست درختکاری در کانون‌های حاد استان خوزستان دارای توجیه اقتصادی است.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

ریزگردها طی سال‌های اخیر به مشکل اساسی استان خوزستان بدل شده است و لزوم توجه و اقدام در جهت حل این معضل

- 2013, Desert Ecosystem Magazine, Vol. 3, No. 5, pp. 19-28. (In persian)
- 2- Tayyi Semiromi, S. Moradi, H R. Khodagholi, M. and Ahmadi Akhormah, M. 2013. "Identifying and Investigating Factors Affecting Dust Dismantling in West of Iran", Human and Environment Quarterly, No. 27, pp. 1-10. (In Persian)
  - 3- Baaghdeh, M. and Ahmadi, H. 2013. "Analysis of Dust and Diversion Risks in West and Southwest of Iran", Journal of Rescue and Rescue Research, Vol. 6, No. 1, pp. 42-61.
  - 4- Azhdari, A. 2015. "Identification of the origin of dust storm in Khuzestan province", General Directorate of Geology and Mineral Exploration of the South Western Region. (In Persian)
  - 5- Lee, H. Kim, H. Honda, Y. Lim, Y-H and Yi, S. 2013. "Effect of Asian dust storms on daily mortality in seven metropolitan cities of Korea", Atmospheric Environment, Vol. 79, pp. 510-517.
  - 6- Godarzi M. Hosseini A. and Ahmadi H. 2016 "Investigation of the temporal and spatial distribution of days with dust in the west and southwest of Iran", Iranian watershed science and engineering, Vol. 11, No. 39, pp. 1-10.
  - 7- Fatahi, S., 2016. "Micro-grids, power outages and complexity in the most strategic province of Iran", Quarterly Journal of Strategic Studies of Public Policymaking, Vol. 7, No. 25, pp. 311-324. (In persian)
  - 8- McLeman, R. A., Dupre, J., Berrang Ford, L., Ford, J., Gajewski, K. and Marchildon, G. 2014. "What we learned from the Dust Bowl: lessons in science,

کانون‌های حاد استان خوزستان را که در اولویت اجرا قرار گرفته است، ارزیابی نماید. بر اساس نتایج این مطالعه کاشت درخت در کانون‌های مورد نظر دارای توجیه اقتصادی است و قویا توصیه می‌شود. چرا که ارزش فعلی منافع حاصل از این طرح از هزینه‌های آن بزرگتر بدست آمد. به بیانی دیگر، ارزش خالص فعلی مثبت بدست آمد که خود گواهی محکم بر اجرای این سیاست است. بدیهی است که اگر کنترل سایر بیماری‌ها نیز در مطالعه لحاظ می‌شد لطمه‌ای به اقتصادی بود این سیاست وارد نمی‌کرد و موجب بزرگتر شدن منافع اجرای این سیاست بر اساس هر دو معیار تصمیم‌گیری می‌شد. همچنین اگر سایر خسارتی که ریزگردها منشاء آنها هستند وارد تحلیل می‌شد مجدداً به اقتصادی بودن اجرای این سیاست لطمه‌ای وارد نمی‌شد. به عنوان نمونه خسارات وارده به صنعت یا کشاورزی و ابنیه تاریخی موجب بزرگتر شدن منافع حاصل از این سیاست می‌شد و قطعاً لزوم اجرای آن را بیشتر می‌نمود. بنابراین توصیه می‌شود اعتبارات تعیین شده از سوی دولت بر اساس جدول زمانی تعیین شده تخصیص یابد تا از خسارات بیشتر به اقتصاد استان جلوگیری شود. شایان ذکر است که مکانیزم طراحی، اجرای و نظارت بر اجرای این سیاست جزو اهداف این مطالعه نبوده است. همچنین، به دلیل در دست نبودن اطلاعات سایر سیاست‌های مقابله با پدیده ریزگردها مانند تثبیت خاک از طریق مالچ‌پاشی، آبخیزداری و ... امکان مقایسه این سیاست با سایر سیاست‌ها از طریق معیار اثربخشی هزینه وجود نداشت که این مساله می‌تواند موضوع مطالعات آتی باشد.

#### فهرست منابع

- 1- Yarahamdi D., Nasiri B., Khushkish A. and Nikbakht H. 2014. "The effect of climate fluctuations on the occurrence of dust phenomenon: A case study of dust in the west and southwest of Iran",

- 14- Skoonjad M. 1996. "Engineering Economics: Economic Evaluation of Industrial Projects". 7th edition, Publications of Amir Kabir University of Technology. Tehran. (In persian)
- 15- Bahrami, F., Leili, M., Vaziri, Y., Salahshour, A., Cristadli, A., Olivericonti, G. and Ferrante, M., 2018, "Health Impact Quantification of Ambient Air Pollutants Using AirQ Model Approach in Hamadan Iran", Journal of Environmental Research, Vol. 161, pp. 114- 121.
- 16- Shin, J. Y., Lee, Y. J., Lim, Y.W., Kim, S.S., Shin, D. 2011. "Evaluating the PM Damage Cost Due to Urban Air Pollution and Vehicle Emission in Seoul, Korea", Journal of Environmental Management, Vol. 192, pp. 603- 609.
- 17- Tobias, A., Perez, L., Diaz, J., Linares, C., Pey, J. and Querol, X. 2011. "Short-Term Effects of Particulate Matter on Total Mortality During Saharan Dust Outbreaks: A Case- Crossover Analysis in Madrid", Journal of Science of the Total Environment, Vol. 413, pp. 386- 389.
- 18- Jeong, D. 2008. "Socio- Economic Costs from Yellow Dust Damages in South Korea", Journal of Korean social Sciences, Vol. 2, pp. 1- 29.
- 19- Goudarzi, G. Daryaanoosh, S., Dodini, H. Hopke, P., Sicard, P., Marco, D., Allsandra, D. and Khanniabadi, Y. 2017. "Health Risk Assessment of Exposure to the Middle- Eastern Dust Storms in the Iranian Megacity of Kermanshah", Journal of Public Health, Vol. 148, pp. 109- 116.
- 9- Agricultural Research Center of Khuzestan Province, "Comprehensive Study-Executive Plan for Dealing with the Dust Phenomenon in the Indoor origins of Khuzestan Province, Final Report of the South-Eastern Dust Center of Ahvaz", 2015, Ministry of Jahad Agriculture, Organization for Research, Education and Promotion of Agriculture. Ahvaz. (In persian)
- 10- Emadzadeh M., Bastanifar, I. and Ebrahimi S. 2007. "Assessment and simultaneous forecasting of economic-environmental effects of projects (case study of Isfahan Scientific Research Town)", 1386, Economic Studies Quarterly, Vol. 4, No. 1, pp. 51-72. (In persian)
- 11- Lotf Alipour, M. and Islami Giski, S. 2018. "Cost-benefit assessment and sensitivity analysis of Sarcheshme copper complex", 2018, Economic Studies Quarterly, Vol. 4, No. 3, pp. 83- 99. (In persian)
- 12- Thomas A., and Kalan, A., "Environmental Economics, Applications, Policies and Theory", translated by Amir Hossein Montazer-hojat, Shahid Chamran University Publications, Ahvaz, second edition. (In persian)
- 13- Vahid, M. and Golzari, S., 2015. "Economic and environmental analysis of wastewater collection and treatment", Baysdar Water and Development Journal, Vol. 3, No. 1, pp. 83-93. (In persian)

- Natural Resources, Vol. 7, No. 2, pp. 32- 17. (In persian)
- 25- Danesh Jafari, D.; Daghar, H. and Khon Siavshan, S. 2014. "Estimation of the damage caused by the phenomenon of particulate matter on people's health in Iran, a case study of Khuzestan, Kermanshah and Kurdistan provinces", Environmental Quarterly, Vol. 41, No. 3, pp. 573-588. (In persian)
- 26- Gravandi, S.; Godarzi, G.; Salmanzadeh, S. Beit Meshaal, S.; Mohammadi, M. and Naeemabadi, A. 2014. "Estimation of the number of cardiovascular death cases and hospital referrals due to respiratory disease caused by contact with suspended particles less than 10 microns in Ahvaz city in 1384-1391", Rafsanjan Journal of Medical Sciences, Vol. 14, pp. 864-853. (In persian)
- 27- Shamsuni, A.; Yarahamdi, M.; Jafarzadeh Haqi, N.; Naeemabadi, A.; Mahmoudian, M.; Solat, H.; Soleimani, M. and Nadafi, K. 2006. "Effects of dust storms on health and environment", 1389, Journal of North Khorasan University of Medical Sciences, Vol. 2, No. 4, pp. 45-56. (In persian)
- 20- Meng, Z. and Lu, L. 2007. "Dust Events as a Risk Factor for Respiratory and Cardiovascular Disease in Miniqin, China", Journal of Atmospheric Environment, Vol. 41, pp. 7048- 7058.
- 21- Mohammadi, H. 2006. "The Correlation of Tehran Air Pollution by Cardical Diseases in (1999- 2003)", Journal of Geographi Research, Vol. 58, pp. 47-66.
- 22- Huang, Mei, Peng, Gongbing, Zhang, Jiashen and Zhang, Shihuang. 2006. "Application of artificial neural networks to the prediction of dust storms in Northwest China", Global and Planetary Change, No. 52, pp. 216-224.
- 23- Shahkoi, E. and Tahereh R., 2018. "Assessment of the risk of particulate matter in the northwest of Iran", Quarterly Journal of Geography Spatial Planning, Vol. 9, No. 2, pp. 57-80. (In persian)
- 24- Bayat, R.; Jafari, S.; Garzam Cheshme, B. and Charkhabi, A. 2016. "Study of the effect of particulates on vegetation changes (case study: Shadgan Lagoon, Khuzestan)", Remote Sensing and Geographical Information System in