

ارزش اقتصادی کارکرد کاهش آلودگی هوا و صوت

امیرحسین منتظر حجت^{۱*}، بهزاد منصوری^۲، پرژک ذوفن^۳ و هنا سعید^۴

۱. استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

bmansouri58@gmail.com

۲. استادیار، گروه آمار، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

p.zoufan@scu.ac.ir

۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

hanas2221@gmail.com

۴. کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۲۱

چکیده

آلودگی هوا یکی از انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی است که بقا و سلامتی موجودات زنده از جمله انسان را تهدید می‌کند. بعد از انقلاب صنعتی و به‌خصوص در یک صد سال اخیر به علت پیشرفت تکنولوژی صنعتی و تولید انواع وسایل نقلیه، میزان آلودگی هوا در جهان افزایش پیدا کرده است. درختان با فیلتر کردن و جذب آلاینده‌ها، نقش مهمی در کاهش آلودگی هوا ایفا می‌کنند و یکی از ابزارهای طبیعی در مهار آلودگی هوا هستند. هدف این تحقیق برآورد منافع اقتصادی حاصل از حفظ و کاشت برترین گونه درختی کاهش‌دهنده آلودگی هوای سطح شهر اهواز در سال ۱۳۹۴ است. بدین منظور گونه‌های درختی که بیشترین فراوانی را در سطح شهر اهواز دارند، انتخاب شدند. سپس با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی و شاخص‌های سنجش توان گونه درختی برای جذب آلاینده‌های هوا و صوت، برترین گونه درختی تعیین شد (درخت برهان). در نهایت با استفاده از نمونه‌گیری طبقه‌ای و روش مدل‌سازی انتخاب منافع اقتصادی حاصل از خدمات تصفیه‌ای این گونه درختی محاسبه شد. نتایج نشان داد که تمایل به پرداخت ساکنان شهر اهواز با حفظ و کاشت بیشتر این گونه درختی افزایش می‌یابد. همچنین ارزش سالانه منافع و ارزش سرمایه‌ای درخت برهان به ترتیب ۱۱۶۷ و ۱۸۵۲ میلیارد ریال محاسبه شد.

کلیدواژه

آلودگی هوا، ارزش سرمایه‌ای گونه درختی، تمایل به پرداخت، شاخص‌های APTI، مدل‌سازی انتخاب.

۱. سرآغاز

طبیعی ادامه یابد، تا یک قرن آینده شاهد محدودیت‌های بزرگی در زمینه توسعه تولید و ادامه حیات انسان خواهیم بود. آلودگی هوا یکی از پدیده‌هایی است که در قرن گذشته و به‌خصوص دهه‌های اخیر توجه صاحب‌نظران، سیاست‌گذاران و مردم را به خود جلب کرده است. آلودگی هوا، سلامت انسان‌ها را متأثر می‌کند، چهره شهرها را زشت می‌سازد و آثار سویی بر دست‌ساخته‌های بشر از جمله تأسیسات صنعتی دارد.

منابع طبیعی در فرایند توسعه کشورهای نقش بسزایی ایفا می‌کنند و از این رو حفظ و نگهداری آن‌ها به منظور تحقق توسعه پایدار حائز اهمیت است. اما امروزه شاهد نابودی منابع طبیعی هستیم که علت آن مرتبط با ماهیت کمیاب این منابع و از طرف دیگر رشد اقتصادی کشورها است. بنابراین چنانچه روند بهره‌برداری از منابع طبیعی و بی‌توجهی به آثار سوء فعالیت‌های بشری بر کیفیت منابع

شهرداری اهواز باشد. افزون بر این، سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری می‌تواند با استفاده از نتایج این مطالعه جرائم قطع درختان را به‌روزرسانی کرده و با اطلاع‌رسانی درست، آگاهی شهروندان را از اهمیت درختان بهبود بخشد. بنابراین رفتار آن‌ها با فضای سبز دوستانه خواهد شد و از قطع درختان به دلایل کم اهمیت جلوگیری می‌شود.

بر اساس نظریه اقتصادی نئوکلاسیک، قیمت‌های بازار بیانگر ارزشی هستند که جامعه بر کالاها و خدمات می‌گذارد. قیمت کالا نیز مبلغی را نشان می‌دهد که فرد در بازار برای خرید آن پرداخت می‌کند. ولی ارزش کالا برابر با قیمت کالا به اضافه‌ی مازاد مصرف‌کننده است. در صورتی که یک کالا یا خدمت ارزش داشته باشد، هر فرد برای به‌دست آوردن آن تمایل به پرداخت^۱ خواهد داشت. روش‌های متنوعی به‌منظور ارزیابی ترجیحات^۲ کالاهای خصوصی بازاری وجود دارد در حالی که کالاهایی که ویژگی‌های عمومی دارند، در بازارهای عادی مبادله نمی‌شوند و قیمت آن‌ها به‌طور مستقیم از قیمت‌های بازار قابل استنتاج نیستند. بنابراین، می‌بایست از رهیافت‌های دیگری برای استخراج ارزش اقتصادی آن‌ها استفاده کرد. در واقع، برای کالاهای غیربازاری از جمله منابع طبیعی از طیف وسیعی از روش‌های ارزش‌گذاری استفاده می‌شود (خداوری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). به‌منظور برآورد ارزش کالاها و خدمات زیست‌محیطی دو روش ترجیحات آشکار شده^۳ و اظهار شده^۴ استفاده می‌شود که هر دو روش در دسته روش‌های متکی بر تابع تقاضا هستند. در ترجیحات آشکار شده فرد ترجیح ذهنی خود را بطور قابل مشاهده‌ای آشکار می‌کند. در واقع، ترجیحات آشکار می‌کوشد محور نظریه رفتار مصرف‌کننده را از مفاهیم ذهنی و غیرقابل مشاهده‌ای نظیر مطلوبیت جدا کرده و اساس کار را بر شواهد تجربی و عینی قرار دهد. به عبارتی دیگر، در ترجیحات آشکار شده، ایده اصلی این است که ترجیحات غیرقابل مشاهده، به انتخاب‌های قابل مشاهده

گیاهان سبز از جمله موهبت‌های طبیعی هستند که کارکردهای فراوانی در بهبود کیفیت هوا دارند. گیاهان از یک طرف با انجام عملیات فتوسنتز آلاینده‌های هوا را تعدیل می‌کنند و از طرف دیگر چهره شهرها را زیبا و دل‌انگیز می‌سازند. البته کارکردهای فراوان دیگری نیز برای درختان به اثبات رسیده است که جذب آلودگی صوتی، آب و خاک از آن جمله‌اند. به همین دلیل در اغلب کشورها، ایجاد کمربندی سبز برای درون و برون شهرها به عنوان نیازی جدی مطرح است و هزینه‌های زیادی در این زمینه صرف می‌شود. اما در اجرای این‌گونه طرح‌ها چیزی که ضرورت دارد انتخاب نوع درختی است که در این کمربند سبز کاشته می‌شود. بر اساس مطالعات نویسندگان، تاکنون هیچ مطالعه‌ای برای انتخاب نوع درختان سطح شهر اهواز صورت نگرفته است. اهواز شهری است با آب و هوای بسیار گرم و خشک که در آن دمای هوا در فصل تابستان تا ۵۷ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد و از مشکلات زیست محیطی فراوانی مانند ریزگردها و آلودگی‌های صنعتی رنج می‌برد. اما برنامه‌ریزان فضای سبز شهر اهواز همواره در ترکیب کاشت درختان سطح شهر دچار سردرگمی هستند و بعضاً هزینه‌های صرف شده برای کاشت درختان با کارایی کمی همراه است. از سویی دیگر، بودجه‌های تخصیص داده شده به سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اهواز متناسب با منافع اقتصادی حاصل از منافع واقعی فضای سبز شهر نیست. همچنین، هر ساله تعدادی درخت به دلایل کم اهمیت در سطح شهر قطع می‌شود که علت آن شاید کارا نبودن جرائم قطع درخت یا آگاه نبودن شهروندان از اهمیت درختان برای محیط زیست باشد.

انتخاب برترین گونه درختی کاهش‌دهنده آلودگی هوا می‌تواند سیاست‌گذاران را در تخصیص بهینه منابع محدودشان یاری کند. همچنین، به‌دست آوردن منافع اقتصادی گونه درختی برتر می‌تواند معیاری علمی در تخصیص بهینه اعتبارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز

می‌سی‌سی‌پی براساس برنامه ملی دولت امریکا برای حفاظت از تالاب‌ها پرداختند. روش تحقیق شامل سه مرحله ۱. شناسایی خدمات تالاب‌ها؛ ۲. کمی کردن جریان این خدمات و ۳. پولی کردن آن‌ها بوده است. در این مطالعه خدمت حفظ تنوع زیستی (با تأکید بر مرغابی‌ها) و دو خدمت اکولوژیکی (جذب گازهای گلخانه‌ای و نیتروژن) این تالاب‌ها کانون توجه قرار گرفته‌اند. به منظور ارزشگذاری خدمات این تالاب‌ها از قیمت‌های سایه‌ای برآورد شده در دیگر مطالعات استفاده شده است و در این تحقیق مستقیماً قیمت‌ها استخراج نشده است. براساس نتایج این مطالعه، ارزش سالانه هر هکتار از این تالاب‌ها در دامنه ۱۴۳۵ تا ۱۴۸۶ دلار محاسبه شده است.

Westerberg و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی چهار تغییر در عملکرد تالاب ماریاس دس‌باکس فرانسه را از منظر جامعه ارزشگذاری کردند. در این تحقیق کنترل پشه‌ها، حفظ تنوع زیستی، افزایش پوشش درختی و خدمات تفریحی تالاب به عنوان چهار سیاست تغییر در عملکرد این تالاب کانون توجه بوده‌اند. در این مطالعه از روش مدل‌سازی انتخاب برای استخراج ترجیحات جامعه استفاده شده است. در این روش به دلیل استفاده از مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی، ناهمگنی در ترجیحات مصرف‌کنندگان لحاظ شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که بازگرداندن تالاب به مساحتی معادل یک سوم مساحت اولیه، کنترل بیولوژیکی پشه‌های تالاب، درختکاری و امکانات گردشگری بیشتر در کنار وضعیت بهتر تنوع زیستی حداکثر مازاد جبرانی را در پی خواهد داشت.

Setlhogile و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی خدمات استفاده‌ای و غیر استفاده‌ای تالاب مک‌گادی بوتساوانا را ارزشگذاری کردند. در این تحقیق، ارزش استفاده‌ای شامل استفاده از منابع تالاب و ارزش غیر استفاده‌ای آن شامل تأمین آب سفره‌های زیر زمینی در نظر گرفته شده است. در این تحقیق سه گروه جمعیتی متفاوت انتخاب و تحلیل

بیانجامد. در ترجیحات آشکار شده چون کالا یا خدمت مورد نظر در بازار مبادله می‌شود قیمت آن کالا یا خدمت وجود دارد اما در صورت عدم ارائه کالا یا خدمت در بازار، تمایل به پرداخت یا ترجیحات فرد به وسیله قیمت‌های بازاری آشکار نمی‌شود و می‌بایست از مبنای تمایل به پذیرش^۵ استفاده کرد. در چنین شرایطی، برای استخراج تقاضا لازم است فرد ترجیحات خود را ابراز یا اظهار کند. بنابراین، تحت شرایط بازارهای مشروط (ساختگی)، فرد در معرض انتخاب‌های متعدد قرار می‌گیرد که مبنای آن تمایل به پذیرش فرد با مبالغی ساختگی است که از مبالغ عینی اقتباس شده است. به بیانی دیگر، در ترجیحات اظهار شده هیچ ارتباطی بین عوامل بازار وجود ندارد و هیچ مبادله‌ای صورت نمی‌گیرد و فرد صرفاً در شرایطی فرضی دست به انتخاب می‌زند. در واقع ترجیحات اظهار شده بر اساس اظهارات فرد درباره انتخاب‌هایش در شرایطی فرضی صورت می‌گیرد (عیسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

تاکنون مطالعات بسیاری در کشورهای مختلف جهان در زمینه ارزشگذاری موهبت‌های طبیعی و منابع زیستی نظیر پارک‌ها، جنگل‌ها، تالاب‌ها و ... انجام شده است. Juutien و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای برای مدیریت پارک‌های ملی با استفاده از روش مدل‌سازی انتخاب و برآورد مدل لاجیت شرطی جنبه‌های تفریحی و اکولوژیکی را با هم ترکیب کردند. نتایج برآورد مدل لاجیت شرطی نشان داد که تمایل به پرداخت مردم برای ویژگی‌های تنوع زیستی، اندازه و تعداد مکان‌های استراحت، تعداد بازدیدکنندگان و تعداد تابلوهای اطلاعات در مسیر گردش به ترتیب برابر ۶/۷۳، ۱/۶۸، ۹/۶۵- و ۳/۴ دلار است. علامت منفی تعداد بازدیدکنندگان نشان می‌دهد که این ویژگی مطلوبیت ناشی از مدیریت پارک ملی و استفاده از آن و در نتیجه رفاه اجتماعی را کاهش می‌دهد.

Jenkins و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی به ارزشگذاری خدمات اکوسیستمی تالاب‌های دره

اقتصادی زیستگاه طبیعی موگان را در افریقای جنوبی برآورد کردند. برپایه نتایج این مطالعه، ارزش سرمایه طبیعی این منطقه ۳ میلیون دلار آمریکا و ارزش سایر کالا و خدمات زیست محیطی آن ۱/۶ میلیون دلار آمریکا به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵ است. در این مطالعه از روش‌های قیمت‌گذاری مستقیم بازاری برای استخراج ارزش این منطقه استفاده شده است.

Zhang و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای ارزش اقتصادی دشت سانجیانگ چین را استخراج کردند. در این مطالعه از روش ارزش اقتصادی کل استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که ارزش این دشت به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ میلادی برابر میلیارد یوآن است. همچنین در این مطالعه اعداد به‌دست‌آمده از دو روش ارزش اقتصادی کل و فاکتور ارزش معادل مقایسه شده‌اند.

در ایران نیز برخی محققان از روش مدل‌سازی انتخاب در مطالعات مربوط به ارزش‌گذاری منابع محیط‌زیست خود بهره‌جسته‌اند از آن جمله زارع مهرجردی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به ارزش‌گذاری ارتقای کیفیت محیط‌زیست در جنگل شادی شهرستان خاتم با استفاده از دو روش مدل‌سازی انتخاب و ارزش‌گذاری مشروط پرداخته است. نتایج نشان داد که ارزش اجتماعی کل برای کاهش فرسایش خاک براساس برآورد تمایل به پرداخت افراد مورد بررسی، بین ۰/۵۱۸ تا ۱/۵۴۶ میلیارد تومان و سرانه آن برای هر هکتار حدود ۱۴ تا ۴۱ هزار تومان است.

منتظر حجت و منصوری (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای ارزش استفاده‌ای و غیراستفاده‌ای تالاب بامدثر را برآورد کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تالاب برای صاحبان اصلی آن بسیار بااهمیت است و با هر سیاست حفاظتی برای بهبود کیفیت آن همکاری خواهند کرد.

با این وجود، بر پایه جستجوی نویسندگان، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه ارزش‌گذاری درختان صورت نگرفته است. همچنین، در اغلب مطالعات انجام شده اعداد به‌دست‌آمده برای تمایل به پرداخت نهایی به کل جامعه از

هزینه-فایده ایستا و پویا برای آن‌ها استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که ارزش اقتصادی خدمات این تالاب ۱۶ میلیون پول (واحد پول بوتساوانا) در سال است. Cui و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی خدمات تالاب دانشگاه چین را ارزش‌گذاری کردند. بدین منظور ابتدا خدمات اکولوژیکی، تنوع زیستی، گردشگری و آموزشی تالاب شناسایی شد و از بین این خدمات دوازده مورد به عنوان مهمترین خدمات ارائه شده این تالاب به جامعه پیرامونی انتخاب شد. سپس با استفاده از روش رتبه‌بندی کارشناسان این خدمات در سه گروه خدمات استفاده‌ای مستقیم، استفاده‌ای غیرمستقیم و ارزش وجودی تالاب قرار گرفتند که معیار رتبه‌بندی آن‌ها میزان درک کارشناسان از این خدمات بود. در نهایت، برای هر دسته به ترتیب از روش‌های قیمت‌گذاری بازاری، قیمت‌گذاری جانشین‌ها و روش‌های ارزش‌گذاری غیر بازاری استفاده شده است.

Newell و Swallow (۲۰۱۳) در تحقیقی ویژگی‌های فضایی تالاب جنگلی رودآیلند آمریکا را ارزش‌گذاری کردند. در این مطالعه از روش مدل‌سازی انتخاب استفاده شده است. بدین منظور دو سناریوی انتخاب تعیین شده و از پاسخ دهندگان خواسته شده که بین این دو سناریوی یکی را در مقایسه با وضع موجود انتخاب کنند. سپس با برآورد سه مدل متفاوت اعداد مربوط به تمایل به پرداخت نهایی استخراج و واقعی شده‌اند.

Huang و Wang (۲۰۱۵) ارزش اقتصادی کل زمین‌های زراعی تایوان را برآورد کردند. در این مطالعه به منظور ارزش‌گذاری ارزش تفریحی این زمین‌ها از روش هزینه سفر و برای سایر منافع غیر بازاری از روش ارزش‌گذاری مشروط استفاده شده است. بر پایه نتایج به‌دست‌آمده ارزش تفریحی این زمین‌ها برابر ۱/۴۴ میلیارد NT (واحد پول تایوان) و ارزش سایر منافع برابر ۱۷/۷۵ میلیارد NT به قیمت ثابت سال ۲۰۰۷ میلادی به دست آمد.

Shepherd و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای ارزش

تصادفی از یک جزء معین و قابل مشاهده و یک جزء تصادفی تشکیل شده است (منتظر حجت و منصوری، ۱۳۹۵):

$$U_{in} = v_{in}(Z_i, S_n) + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

که در آن، U_{in} ، مطلوبیت حاصل از انتخاب گزینه n ام توسط فرد n ام است؛ v_{in} ، تابع مطلوبیت غیرمستقیم است که تابعی از بردار ویژگی‌های تعریف شده برای گونه درختی برتر کاهش‌دهنده آلودگی هوا برای گزینه i (Z_i) و برداری از متغیرهای اقتصادی-اجتماعی مانند: سن، جنسیت، تحصیلات، تعداد خانوار و درآمد برای فرد n ام است (S_n)، و در نهایت ε_{in} جمله اختلال مدل است. بدین ترتیب، مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی^{۱۲} در رابطه ۲ تصریح می‌شود. مدل لاجیت مرکب یا مدل لاجیت با پارامترهای تصادفی این امکان را می‌دهد که ضرایب مدل برآوردی تصادفی و دارای توزیع آماری باشند. این مدل از آن جهت لاجیت مرکب خوانده می‌شود که در آن از دو دسته متغیر توضیحی تصادفی و غیر تصادفی استفاده می‌شود. چنین شرایطی از آن جهت روی می‌دهد که تمامی سناریوها و گزینه‌ها در یک فرایند تصادفی تعیین شده‌اند و انتخاب افراد نیز از بین آنها به عوامل بسیار زیادی وابسته است. روش برآورد این مدل حداکثر درست‌نمایی است؛ بنابراین پس از برآورد مدل، نیاز به انجام آزمون همسانی واریانس نخواهد بود، اما لازم است آزمون نرمال بودن توزیع عوامل اختلال انجام شود (ولدريج، ۲۰۰۹).

(۲)

$u_m = \alpha_0 + \alpha_1 p + \sum \beta_i A_i + \sum \theta_k A_i soci_j + \varepsilon_m$
 u_m ، مطلوبیت فرد m که متغیری دو جمله‌ای^{۱۳} است؛ p ، هزینه حفاظت از گونه‌های درختی یا بهبود وضعیت آن‌ها در سطح شهر است. A_i ، ویژگی‌های منتخب کیفی درخت اعم از جذب آلودگی هوا و صوت، ارائه چشم انداز شادی بخش طبیعی و خدمات آموزشی است. $A_i soci_j$ ، متغیری کنشی از ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی پاسخ‌دهندگان و ویژگی‌های کیفی گونه درخت مورد نظر است. بدیهی است که ویژگی‌های اقتصادی اجتماعی افراد در زمان

منافع تعمیم داده برخوردار نشده و در نتیجه ارزش منبع طبیعی به‌عنوان سرمایه‌ای طبیعی محاسبه نشده است. همچنین سهم ارزش کارکردهای منبع طبیعی در تولید ناخالص استانی، ایالتی یا کشوری مورد توجه نبوده است که فاکتور بسیار مهمی در تخصیص اعتبارات و نیز حرکت به سوی حسابداری ملی سبز و ارزیابی محیط‌زیستی طرح‌ها است.

۲. مواد و روش‌ها

روش مدل‌سازی انتخاب مبتنی بر تئوری مطلوبیت تصادفی مک فادن^{۱۴} (۱۹۷۴) در ترکیب با تئوری ارزش ویژگی‌های لنکستر^{۱۵} (۱۹۶۶) برای تبیین تابع مطلوبیت تصادفی است (منتظر حجت و منصوری، ۱۳۹۵). این روش توسط لوویر^{۱۶} و هنشر^{۱۷} (۱۹۸۲) و سپس، لوویر و وودورث^{۱۸} (۱۹۸۳) توسعه داده شد. روش مدل‌سازی انتخاب یکی از روش‌های خانواده ترجیحات اظهارشده است که به آزمون‌های انتخاب موسوم است (Carson et al., 1994). برآورد ساختار ترجیحات مصرف‌کنندگان با تأکید بر اهمیت نسبی ویژگی‌ها، هدف اصلی این روش است که به منظور دستیابی به این هدف، مجموعه‌ای از گزینه‌ها که توسط ویژگی‌های‌شان توضیح داده می‌شوند و در پرسشنامه‌ای گردآوری می‌شوند. مطلوبیتی که مصرف‌کننده از انتخاب یک گزینه خاص به دست می‌آورد، به وسیله مطلوبیت وی از هر یک از ویژگی‌های آن گزینه تعیین می‌شود (Adamowicz, 1998). در روش مدل‌سازی انتخاب، از پاسخ‌دهندگان خواسته می‌شود، میان گزینه‌های متفاوتی که به وسیله ویژگی‌های متناظرشان تعریف می‌شوند، گزینه‌ای را انتخاب نمایند. بنابراین فرض می‌شود که فرد عاقل و منطقی است به‌گونه‌ای که انتخاب او در جهتی است که مطلوبیت خود را با توجه به محدودیت مخارج حداکثر می‌کند (Jie et al., 2016). بنابراین، فرض می‌شود که هر پاسخ‌دهنده دارای یک تابع مطلوبیت تصادفی است (Ben-Akiva, 1985). یک تابع مطلوبیت

یافت که پس از حذف حالات غیر محتمل (حالاتی که در آن‌ها سطح خوب ویژگی درخت با هزینه صفر کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و بالعکس) ۱۰ سناریو نهایی شد. در هر کارت دو سناریو در کنار سناریوی وضع موجود قرار گرفت. سومین گام، طراحی پرسشنامه است. در این مطالعه پرسشنامه‌ای دارای دو بخش تنظیم شد که پس از قرار دادن تصادفی کارت‌ها در مقابل پاسخ‌دهندگان، گزینه انتخابی در آن ثبت شد. در قسمت نخست، سن، تحصیلات، سطح درآمد و دیگر اطلاعات شخصی پاسخ‌دهندگان پرسیده شد. در قسمت دوم نیز سناریوهای انتخابی پاسخ‌دهندگان از بین سناریوهای هر پنج کارت را در خود جای می‌داد. فرایند انتخاب توسط پاسخ‌دهندگان به این صورت بود که تلاش می‌کردند با مقایسه سطح مطلوب خدمات گونه درختی با وضعیت موجود، تمایل به پرداخت خود را برای تغییر از وضع موجود به یک وضعیت بهتر اظهار و از بین سناریوهای هر کارت، گزینه مورد نظر خود را انتخاب کنند. در نهایت، ۱۲۰ پرسشنامه در سه منطقه شهر اهواز با سطوح درآمدی متفاوت توزیع شد که از این تعداد ۹۰ پرسشنامه کامل در تحلیل استفاده شدند.

اما یکی از مراحل مهم انجام این مطالعه، روش انتخاب برترین گونه درختی جاذب آلودگی هوا و صوت و نیز روش میدانی به کار رفته در این بخش از تحقیق است. بدین منظور نخست براساس اطلاعات موجود در سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اهواز، سه گونه درختی که بیشترین فراوانی را در میان انواع گونه‌های سطح شهر اهواز داشتند شامل کونوکارپوس^{۱۷}، برهان^{۱۸} و اوکالیپتوس^{۱۹}، انتخاب شدند. به منظور انتخاب گونه درختی برتر از نظر کاهش آلودگی هوا و صوت، از شاخص مقاوت به آلودگی هوای^{۲۰} (APTI) استفاده شد. این شاخص با استفاده از چهار پارامتر (مقدار کلروفیل کل، pH عصاره برگ، محتوای نسبی آب برگ و غلظت اسید آسکوربیک) محاسبه می‌شود (Pathak et al., 2011).

انتخاب وی بین گزینه‌ها ثابت است و به همین دلیل به صورت کنشی با ویژگی‌های گونه درختی در مدل ظاهر شده است. پس از برآورد رابطه (۲) تمایل به پرداخت نهایی از تقسیم ضریب برآورد شده هر ویژگی (β_i) بر ضریب برآوردی قیمت (α_1) به دست می‌آید:

$$WTP = -\frac{\beta_i}{\alpha_1} \quad (3)$$

در طراحی مدل سازی انتخاب، سه گام اساسی وجود دارد. نخستین گام، شناسایی ویژگی‌های غیربازاری گونه درختی و سطوح متناظر آن‌ها است که در بازار ارزش‌گذاری نمی‌شوند. با مطالعه تحقیقات گذشته و مشورت با کارشناسان شهرداری، اداره کل حفاظت محیط‌زیست و اعضای هیئت علمی گروه زیست‌شناسی و اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز ویژگی‌های غیربازاری گونه درختی شامل چشم‌انداز شادی‌بخش طبیعی، کاهش آلاینده‌های هوا، کاهش آلودگی صوتی و ارائه خدمات آموزشی انتخاب شدند. هر یک از این ویژگی‌ها بر اساس مطالعه پیشینه تحقیق در سه سطح رتبه‌بندی شدند که نخستین سطح یا سطح مبنا وضعیت کیفی موجود گونه درخت را نشان می‌داد و دو سطح بعدی، سطح میانی و عالی خدمات را نسبت به وضعیت موجود نشان می‌دهند. گزینه‌های پولی نیز در کنار ویژگی‌های گونه درخت قرار گرفت تا بتوان تغییرات سطح رفاه را اندازه‌گیری کرد. این عدد برای پاسخ‌دهندگان هزینه بهبود خدمات و نگهداری از گونه درختی را نشان می‌دهد که در دامنه‌ای مشخص ۰، ۴۵۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ ریال تغییر می‌کند. دومین گام، طراحی کارت‌ها است. برای ساختن کارت‌ها از طرح فاکتوریل کامل^{۱۴} استفاده می‌شود که تمام ترکیبات ممکن از سطوح ویژگی‌ها را در قالب سناریوها^{۱۵} یا گزینه‌های مختلف به دست می‌دهد. در این مطالعه با چهار ویژگی و سه سطح، ۲۴۳ (۳^۵) حالات وجود داشت که عملاً استفاده از این تعداد حالت در عمل غیر ممکن بود. بنابراین، با استفاده از تکنیک طرح کسری^{۱۶} (نسبت ۱ به ۹) در نرم‌افزار SPLUS تعداد کل حالات به ۲۷ حالت کاهش

T مقدار کلروفیل کل برگ بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ؛ $P = pH$ عصاره برگ؛ $R =$ محتوای نسبی آب برگ بر حسب درصد.

گیاهان مختلف درجات متفاوتی از شاخص مقاومت به آلودگی هوا را نشان می‌دهند که در جدول ۱ دسته‌بندی شده‌اند.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. یافته‌های آزمایشگاهی برای انتخاب برترین

گونه درختی

نتایج حاصل از سنجش pH برگ سه گونه گیاهی کنوکارپوس، برهان و اوکالیپتوس در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار pH در گونه برهان بیشترین مقدار و در گونه اوکالیپتوس کمترین مقدار است. همچنین، گونه برهان در مقایسه با دو گونه دیگر در پنج منطقه میزان pH بالاتری دارد.

نتایج حاصل از سنجش درصد محتوای رطوبت نسبی RWC برگ سه گونه گیاهی کنوکارپوس، برهان و اوکالیپتوس در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار RWC در گونه کنوکارپوس بیشترین مقدار و در گونه اوکالیپتوس کمترین مقدار را داراست. همچنین، گونه برهان در مقایسه با دو گونه دیگر در منطقه یک، میزان RWC بالاتری دارد. گونه کنوکارپوس در منطقه یک، دو، سه و چهار در مقایسه با دو گونه دیگر میزان RWC بالاتری دارد و گونه برهان در منطقه اول در مقایسه با دو گونه دیگر مقدار RWC بالاتری دارد.

برای انجام فرایند آزمایشگاهی و محاسبه شاخص مقاومت آلودگی هوا، فرایند نمونه‌گیری از برگ درختان منتخب، در پنج منطقه پرتراپیک و پرتردد شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز شهر اهواز به تصادف انجام شد. این مناطق به ترتیب شامل کیانپارس، گلستان، زیتون کارگری، کمپلو و امانیه بودند.

برگ سه گونه درختی منتخب از این پنج منطقه در سه مقطع زمانی متفاوت در خردادماه ۱۳۹۴ جمع‌آوری و برای هر گونه درختی در هر منطقه، از سه درخت به‌عنوان تکرار به صورت تصادفی برداشت شد. هم‌سن بودن درختان با توجه به هم‌اندازه بودن قطر و طول ساقه درختان نیز در نظر گرفته شد. همچنین، برگ‌ها از سرشاخه‌های جوان و سالم تهیه شد. برگ‌های برداشت شده در محیط یخ (دمای صفر درجه سانتی‌گراد) مستقیماً به آزمایشگاه منتقل شد.

سپس، رطوبت نسبی و pH عصاره برگ سنجیده شد. به‌منظور سنجش دیگر پارامترهای درخت، برگ‌های گردآوری شده در دمای صفر درجه نگهداری شدند تا خواص آن‌ها تغییر نکند. در نهایت، اعداد به‌دست‌آمده از آزمایش‌ها برای تجزیه و تحلیل وارد نرم‌افزار SPSS21 شد.

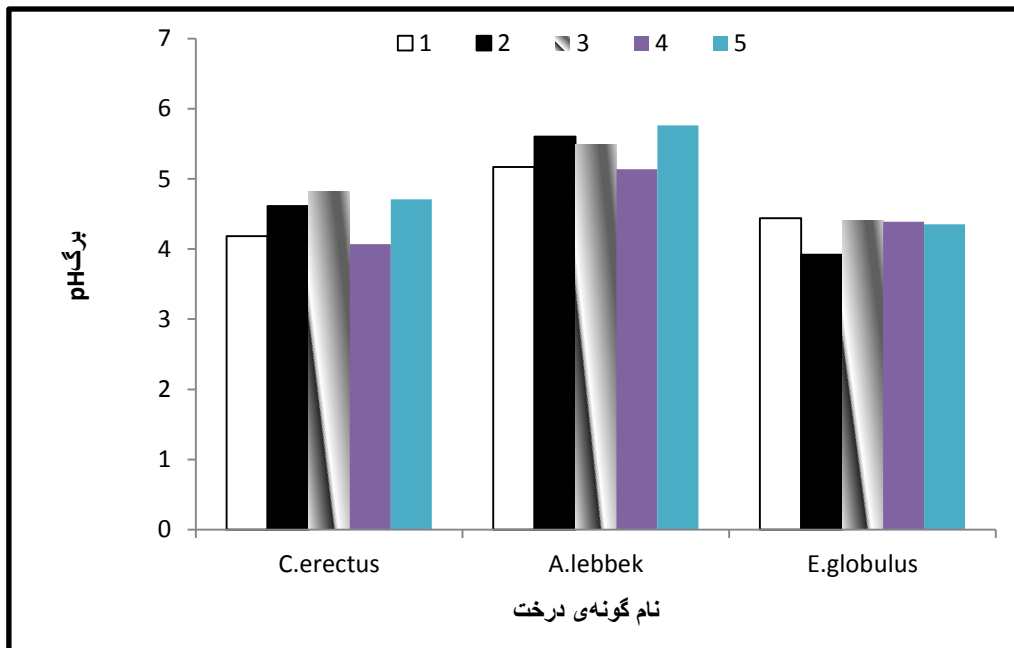
شاخص $APTI$ در رابطه با گیاهان مناطق آلوده به‌منظور تعیین میزان مقاومت گیاه در برابر آلودگی هوا و بر اساس مطالعه پاتاک و همکاران (۲۰۱۱) محاسبه شده است.

$$APTI = A(T+P) + R/10 \quad (4)$$

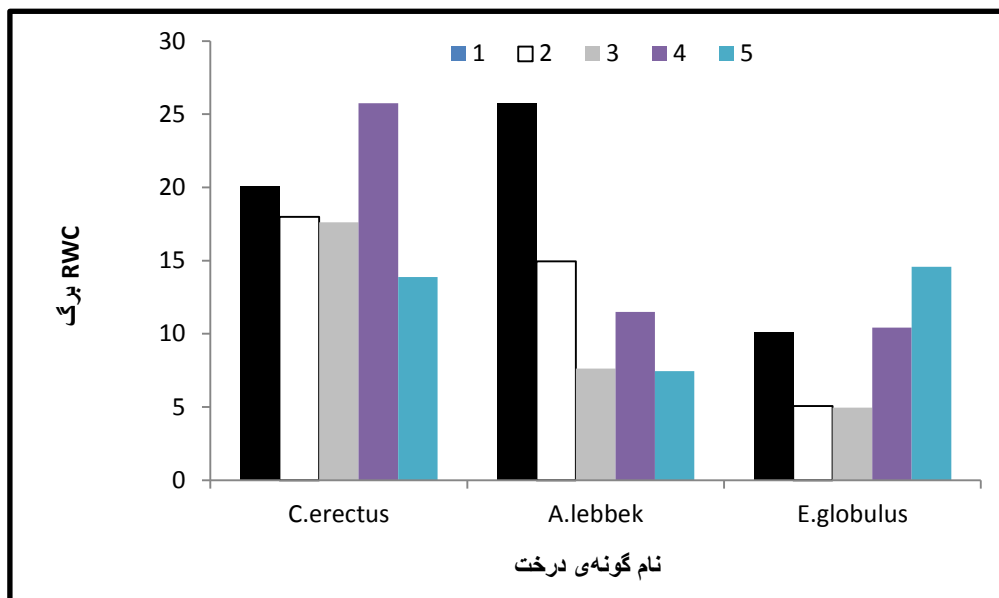
که در آن، $APTI$ ، شاخص مقاومت گیاه به آلودگی هوا؛ A ، غلظت آسکوربیک اسید برگ بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ؛

جدول ۱. تقسیم‌بندی گیاهان بر اساس مقدار به‌دست‌آمده برای شاخص $APTI$

مقدار شاخص	نوع پاسخ
۳۰ تا ۱۰۰	مقاوم
۱۶ تا ۲۹	حد وسط
۱ تا ۱۶	حساس
< ۱	فوق حساس



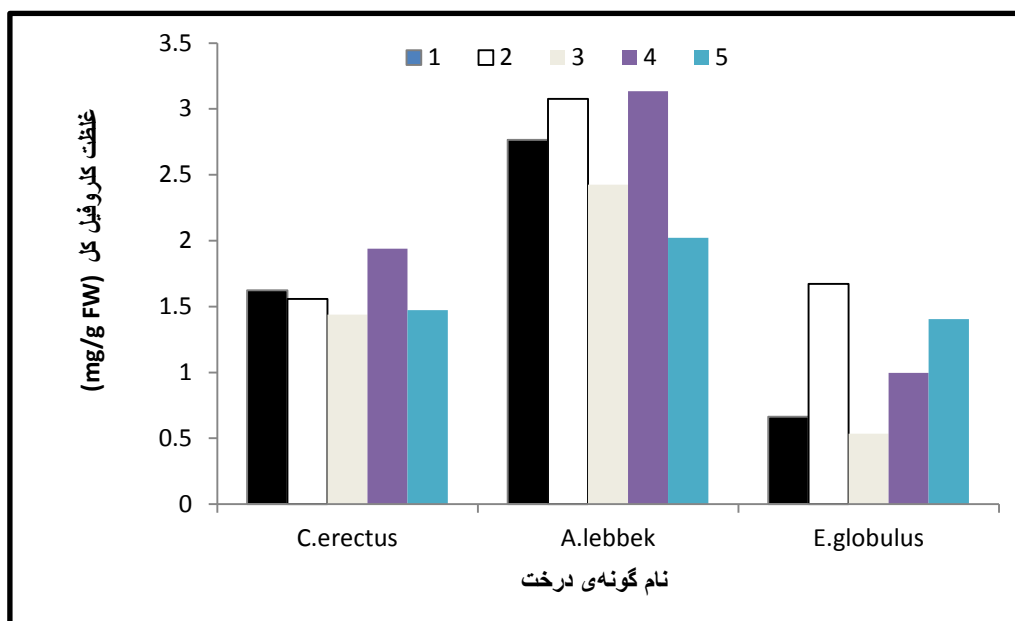
شکل ۱. نتایج حاصل از سنجش pH برای سه گونه درختی در پنج منطقه منتخب (منبع: نتایج تحقیق)



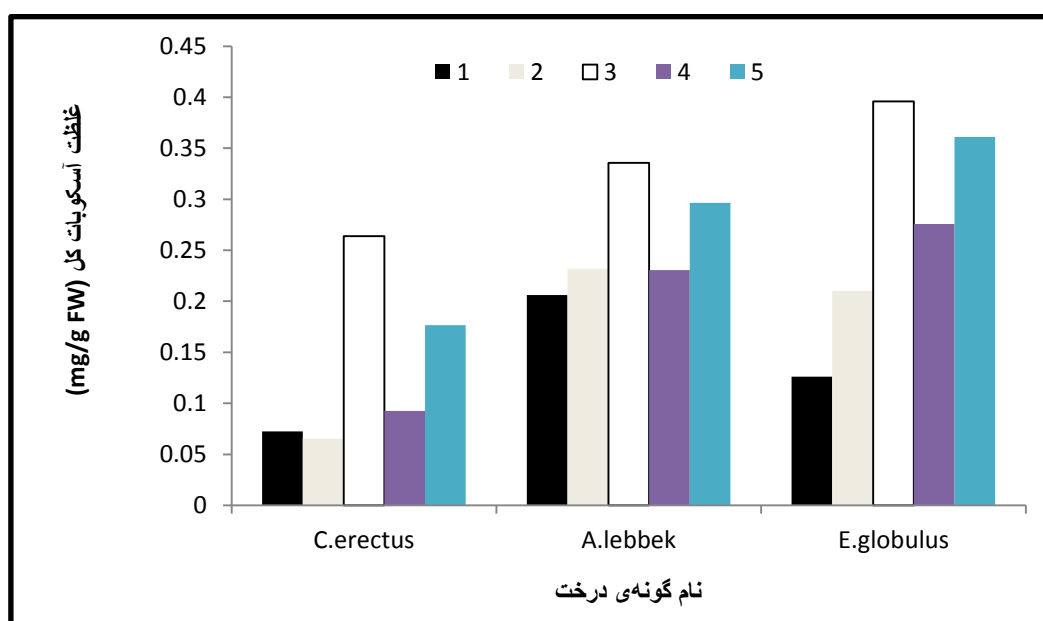
شکل ۲. نتایج حاصل از سنجش RWC برای سه گونه درختی در پنج منطقه منتخب (منبع: نتایج تحقیق)

و در گونه اوکالیپتوس کمترین مقدار را داراست. همچنین، گونه برهان در مقایسه با دو گونه دیگر در پنج منطقه میزان CHL بالاتری دارد.

نتایج حاصل از سنجش کلروفیل CHL برگ سه گونه درختی منتخب در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار CHL در گونه برهان بیشترین مقدار



شکل ۳. نتایج حاصل از سنجش CHL برای سه گونه‌ی درختی در پنج منطقه منتخب (منبع: نتایج تحقیق)



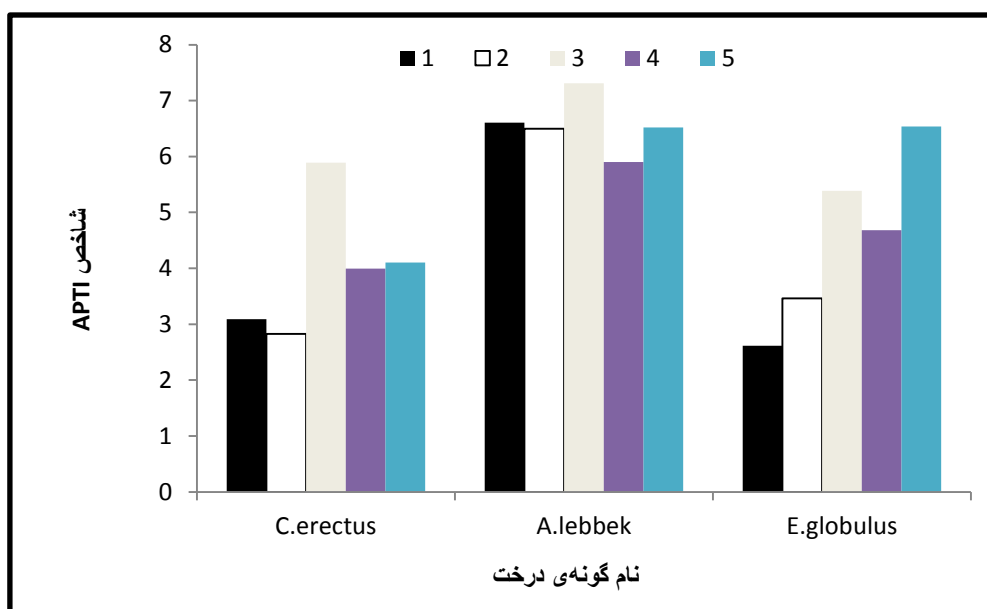
شکل ۴. نتایج حاصل از سنجش ASC کل برای سه گونه‌ی درختی در پنج منطقه منتخب (منبع: نتایج تحقیق)

داراست. همچنین، گونه‌ی برهان در مقایسه با دو گونه‌ی دیگر در منطقه یک و دو، میزان آسکوربات کل بالاتر و گونه‌ی اوکالیپتوس در منطقه سه، چهار و پنج در مقایسه با دو گونه‌ی دیگر مقدار آسکوربات کل بالاتری دارد.

نتایج حاصل از سنجش آسکوربات ASC کل برگ سه گونه‌ی درختی در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار آسکوربیک اسید در گونه‌ی اوکالیپتوس بیشترین مقدار و در گونه‌ی کنوکارپوس کمترین مقدار را

بین سه گونه درختی از نظر پنج پارامتر pH ، RWC ، ASC و CHL تفاوت معنادار وجود دارد ($p < 0/05$). به منظور مقایسه دو به دوی گونه‌های درختی از آزمون من-ویتی استفاده شد. نتایج در جدول ۲ تا ۴ گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود گونه‌های درختی کنوکارپوس و برهان از نظر پنج پارامتر بررسی شده در سطح ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

نتایج حاصل از سنجش $APTI$ برگ سه گونه درختی منتخب در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار $APTI$ در گونه برهان بیشترین مقدار و در گونه اوکالیپتوس کمترین مقدار را داراست. همچنین، گونه برهان در مقایسه با دو گونه دیگر در پنج منطقه میزان $APTI$ بالاتری دارد. و در منطقه سوم، میزان $APTI$ در گونه برهان بالاترین میزان است. در نهایت، نتایج آزمون کراسکال والیس نشان داد که



شکل ۵. نتایج حاصل از سنجش $APTI$ برای سه گونه درختی در پنج منطقه منتخب (منبع: نتایج تحقیق)

جدول ۲. نتایج آزمون من-ویتی برای مقایسه کنوکارپوس و برهان

پارامترها	مقدار آماره	p-value	نتیجه
pH	۴/۰۰۰	۰/۰۰۰	تفاوت معنادار دارند
RWC	۴۸/۰۰۰	۰/۰۰۷	تفاوت معنادار دارند
ASC	۴۵/۰۰۰	۰/۰۰۴	تفاوت معنادار دارند
CHL	۲۶/۰۰۰	۰/۰۰۰	تفاوت معنادار دارند
APTI	۳۲/۰۰۰	۰/۰۰۱	تفاوت معنادار دارند

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۳. نتایج آزمون من-ویتنی برای مقایسه کنوکارپوس و اوکالیپتوس

پارامترها	مقدار آماره	p-value	نتیجه
pH	۷۴/۵۰۰	۰/۱۱۶	تفاوت معنادار ندارند
RWC	۱۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	تفاوت معنادار دارند
ASC	۴۴/۵۰۰	۰/۰۰۴	تفاوت معنادار دارند
CHL	۴۷/۰۰۰	۰/۰۰۶	تفاوت معنادار دارند
APTI	۹۹/۰۰۰	۰/۵۹۵	تفاوت معنادار ندارند

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۴. نتایج آزمون من-ویتنی برای مقایسه برهان و اوکالیپتوس

پارامترها	مقدار آماره	p-value	نتیجه
pH	۰۰۰	۰/۰۰۰	تفاوت معنادار دارند
RWC	۷۷/۵۰۰	۰/۱۴۸	تفاوت معنادار ندارند
ASC	۱۰۳/۰۰۰	۰/۷۱۳	تفاوت معنادار ندارند
CHL	۱۶/۰۰۰	۰/۰۰۰	تفاوت معنادار دارند
APTI	۴۹/۰۰۰	۰/۰۰۸	تفاوت معنادار دارند

منبع: محاسبات تحقیق

۲.۳. یافته‌های حاصل از مدل‌سازی انتخاب

برای ارزش‌گذاری گونه درختی می‌بایست شاخص‌هایی که در نظر پاسخ‌دهندگان موجب ارزشمند شدن آن گونه درختی می‌شود را مدنظر قرار داد. بنابراین، چهار خدمت رایج درختان در این مطالعه عبارتند از: چشم‌انداز شادای بخش طبیعی، کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی و عملکرد آموزشی. عملکرد آموزشی از این نظر کانون توجه قرار گرفته است که سالانه دانشجویان و محققان زیادی روی این سه گونه درختی مطالعات خود را انجام می‌دهند. a ، b ، c و d به ترتیب این چهار ویژگی را نشان می‌دهند. اندیس ۲ و ۳ برای هر یک از این ویژگی‌ها به ترتیب نشان دهنده سطح متوسط و عالی آن ویژگی است.

برای استخراج ارزش هر درخت از مدل‌های لاجیت ساده (BRPL)^{۲۱} و مرکب (IRPL)^{۲۲} استفاده شد. هر دو

نتیجه مقایسه گونه درختی کنوکارپوس و اوکالیپتوس نیز در جدول ۳ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود دو گونه درختی مورد نظر از نظر pH و $APTI$ تفاوت معنادار نداشته ولی از نظر دیگر پارامترها در سطح معناداری ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

نتیجه مقایسه گونه درختی برهان و اوکالیپتوس در جدول ۴ گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود به استثناء موارد دوم و سوم (پارامترهای RWC و ASC) در تمامی موارد و در سطح ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

بنابراین، براساس هر پنج شاخص فوق، درخت برهان برترین گونه درختی انتخاب شد. اکنون و پس از مشخص شدن گونه درختی برتر در سطح شهر اهواز، منافع حاصل از این گونه درختی برای ساکنان شهر انتخاب و سپس اقدام به ارزش‌گذاری اقتصادی حاصل از ارائه این خدمات می‌شود.

مدل با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی برآورد و نتایج در جدول ۵ آمده است. در مدل لاجیت ساده، تمامی متغیرها از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنادار و دارای علامت مورد انتظار هستند. علامت مثبت ویژگی‌های برترین گونه درختی کاهش‌دهنده آلودگی هوا بدان معنی است که بهبود چشم‌انداز شادی‌بخش طبیعی، کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی و بهبود عملکرد آموزشی مطلوبیت افراد را افزایش می‌دهند. در این مدل‌ها متغیر قیمت (*price*) نیز حضور دارد. علامت منفی ضریب قیمت نشان می‌دهد که گزینه‌های دارای قیمت پیشنهادی بالاتر، موجب کاهش مطلوبیت فرد می‌شود و نسبت به سایر گزینه‌ها دارای احتمال انتخاب پایین‌تری است. آماره نسبت درست‌نمایی (۲۷/۰۲) نشان دهنده نکویی برازش مدل است. عدد احتمال این آماره نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد است و از این منظر مدل به خوبی برازش شده است. ویژگی‌های شخصی افراد قطعاً در انتخاب آن‌ها مؤثر بوده و موجب ناهمگنی در ترجیحات آن‌ها می‌شود (Rolf

بنابراین، به منظور کنترل ناهمگنی در ترجیحات پاسخ‌دهندگان، متغیرهای اقتصادی-اجتماعی از جمله سن، درآمد، میزان تحصیلات، تعداد اعضای خانواده و جنسیت در مدل وارد شدند. تمامی این متغیرها، متغیرهایی هستند که در طول فرایند انتخاب فرد بین گزینه‌های مختلف ثابت اما از فردی به فرد دیگر متفاوت هستند. تمامی این متغیرها به غیر از جنسیت، متغیرهایی پیوسته هستند. به دلیل ثابت بودن این ویژگی‌های در طول فرایند انتخاب هر پاسخ دهنده حضور این متغیرها به صورت ساده هیچ کمکی به کنترل اثر ناهمگنی بر انتخاب افراد نمی‌کند. بنابراین از این متغیرها در ترکیب با ویژگی‌های گونه درختی متغیرهایی کنشی (مرکب) ساخته شد. سپس هریک از این متغیرها در مدل وارد شدند و یک مدل لاجیت مرکب را تشکیل دادند. در نهایت، مدل به روش حداکثر درست‌نمایی برآورد شد و نتایج آن به همراه نتایج برآورد مدل *BRPL* در جدول ۵ گزارش شد.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل لاجیت با متغیرهای کنشی

مدل لاجیت مرکب			مدل لاجیت ساده			متغیر
<i>p</i> -value	آماره Z	ضریب	<i>p</i> -value	آماره Z	ضریب	
۰/۰۲۶	-۲/۲۲	-۰/۰۰۰۰۵۸۲	۰/۰۳۰	-۲/۱۷	-۰/۰۰۰۰۵۷	<i>price</i>
۰/۰۸۲	-۱/۷۴	۰/۸۲۵	۰/۰۰۰	۷/۲۹	۱/۲۸۹	<i>a</i> ₃
۰/۰۸۰	۱/۷۵	۰/۸۷۶	۰/۰۰۰	۴/۴۰	۰/۸۶۷	<i>b</i> ₂
۰/۰۰۲	۳/۰۲	۰/۹۸۵	۰/۰۰۰	۸/۸۱	۱/۸۷۸	<i>b</i> ₃
۰/۰۱۲	۲/۵۲	۱/۰۳۶	۰/۰۰۰	۷/۱۱	۱/۰۱۹	<i>c</i> ₃
۰/۰۰۰	۴/۴۴	۰/۹۶۳	۰/۰۰۰	۵/۵۹	۰/۷۶۷	<i>d</i> ₃
۰/۰۰۶	۲/۷۵	-۸/۸۳ e=۰.۸				<i>a</i> _{3i}
						<i>a</i> _{3ad}
						<i>b</i> _{3ad}
Log likelihood = - ۳۸۸/۵۶۸			Log likelihood = - ۳۹۶/۱۵۴			
LRchi2 (۵) = ۲۷/۳۹			LRchi2 (۵) = ۲۷/۰۲			
Prob = ۰/۰۰۰			Prob = ۰/۰۰۰			
R ² = ۰/۸۰۸			R ² = ۰/۷۸۹			

برای ویژگی‌های گونه درختی از تقسیم ضریب برآورد شده آن ویژگی بر ضریب قیمت به دست می‌آید. تمایل به پرداخت نهایی برای چشم‌انداز طبیعی در مدل *BRPL* معادل مبلغ ۲۲۶۱۶۴۳/۵ ریال است. این مقدار با استفاده از نتایج مدل *IRPL* معادل ۱۴۱۸۱۲۸/۴ ریال برآورد شد. میزان تمایل به پرداخت افراد به منظور کاهش آلودگی هوا برای وضعیت متوسط و خوب در مدل *BRPL* به ترتیب برابر ۱۵۲۱۲۶۳/۷ و ۳۲۹۴۲۳۱/۳ ریال و در مدل *IRPL* به ترتیب برابر ۱۵۰۵۱۱۲ و ۱۶۹۲۷۰۸/۹ ریال است. همچنین، تمایل به پرداخت نهایی برای کاهش آلودگی صوتی و عملکرد آموزشی در مدل *BRPL* به ترتیب ۱۷۸۶۹۳۷/۳ و ۱۳۴۶۲۴۷ ریال است و با استفاده از مدل *IRPL* معادل ۱۷۷۰۹۸۱ و ۱۶۵۳۹۳۸/۴ ریال برآورد شد.

نرخ نهایی جانشینی بین ویژگی‌های غیربازاری گونه درختی و ویژگی پولی نیز محاسبه و نتایج در جدول ۶ گزارش شده است. برای مثال، چنانچه ویژگی جذب آلودگی گونه درختی از سطح پایه به سطح متوسط بهبود یابد هر فرد به طور متوسط حاضر به پرداخت ۱۵۰۵۱۱۲ ریال در سال است. چنانچه این ویژگی از سطح متوسط به سطح عالی بهبود یابد فرد حاضر به پرداخت ۱۸۷۵۹۶ ریال بیشتر خواهد بود.

اما به دلیل اینکه از خدمات متنوع درخت برهان تمامی شهروندان شهر اهواز برخوردار هستند، ارزش منافع اجتماعی سالانه این گونه درختی از حاصل ضرب مقادیر تمایل به پرداخت نهایی افراد در کل جمعیت شهر اهواز (نفر ۱۴۵۰۰۰۰) محاسبه و نتایج در جدول ۷ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ارزش منافع اجتماعی درخت برهان با استفاده از مدل‌های *BRPL* و *IRPL* به ترتیب برابر با ۱۴۸۰۴ و ۱۱۶۷۲ میلیارد ریال به دست آمد. اعداد به دست آمده نشان از اهمیت بسیار بالای درخت برهان برای جامعه است.

به منظور مقایسه مدل‌های *BRPL* و *IRPL* از لگاریتم درستنمایی استفاده شد. مقدار لگاریتم درستنمایی^{۲۳} برای مدل لاجیت مرکب کمتر از آن برای مدل لاجیت ساده است که نشان‌دهنده برتری مدل *IRPL* نسبت به مدل *BRPL* است. عدد به دست آمده برای ضریب تعیین نیز نشان دهنده قدرت توضیح‌دهندگی بیشتر مدل لاجیت مرکب است.

در مدل لاجیت مرکب، تمامی متغیرها از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنادار بوده و دارای علامت مورد انتظار هستند. علامت مثبت متغیر کنشی چشم‌انداز شادی بخش طبیعی با درآمد (a_{3i}) نشان می‌دهد که تمایل به پرداخت افراد با افزایش درآمد ماهانه، افزایش می‌یابد. علامت مثبت متغیرهای کنشی تحصیلات با چشم‌انداز طبیعی و کاهش آلودگی هوا در سطح عالی (a_{3ad} و b_{3ad}) نشان می‌دهند که تمایل به پرداخت افراد با بالا رفتن سطح تحصیلات، برای چشم‌انداز طبیعی بهتر و کاهش آلودگی هوا افزایش می‌یابد. به بیانی دیگر، با بهبود چشم‌انداز طبیعی و کاهش آلودگی هوا افراد دارای تحصیل بالاتر مطلوبیت بیشتری نسبت به افراد دارای تحصیلات پایین‌تر خواهند داشت. آماره نسبت درستنمایی (۲۷/۳۹) نشان دهنده نکویی برازش مدل است. عدد احتمال این آماره نشان می‌دهد که فرضیه صفر بودن همزمان متغیرها در سطح ۵ درصد رد می‌شود. با توجه به استفاده از روش حداکثر درستنمایی برای برآورد مدل لازم است نرمال بودن توزیع عوامل اخلاص آزمون شود. بدین منظور از آزمون نرمالیتی استفاده شد. بدین منظور، پس از برآورد مدل عوامل اخلاص ذخیره و با استفاده از آزمون نرمالیتی نرمال بودن توزیع عوامل اخلاص تأیید شد. اما با توجه به استفاده از روش حداکثر درستنمایی نتایج نسبت به ناهمسانی واریانس مقاوم هستند و با توجه به ماهیت مقطعی داده‌ها انجام آزمون خود همبستگی لازم نیست (ولدریچ، ۲۰۰۹).

همان‌طور که پیشتر بیان شد، تمایل به پرداخت نهایی

جدول ۶. تمایل به پرداخت نهایی (ریال)

مدل مرکب		مدل ساده		ویژگی
حد بالا و پایین	تمایل به پرداخت	حد بالا و پایین	تمایل به پرداخت	
-۴۴۲۰۴/۷۲۶	۱۴۱۸۱۲۸/۴	۳۹۹۵۴۳/۲۴	۲۲۶۱۶۴۳/۵	a_3
۲۸۱۰۴۶۱/۴		۴۱۲۳۷۴۳/۷		
۲۶۲۸۲۸/۴۵	۱۵۰۵۱۱۲	۲۴۸۰۲۵/۰۱	۱۵۲۱۲۶۳/۷	b_2
۲۷۴۷۳۹۵/۶		۲۷۹۴۵۰۲/۵		
۹۶۸۵/۹۳۶۴	۱۶۹۲۷۰۸/۹	۵۷۷۴۹۹/۸۱	۳۲۹۴۲۳۱/۳	b_3
۳۳۷۵۷۳۱/۸		۶۰۱۰۹۶۲/۷		
۳۵۶۷۶۴/۵۳	۱۷۷۰۹۸۱	۳۲۷۸۴۱/۳۳	۱۷۸۶۹۳۷/۳	c_3
۳۲۰۳۱۹۷/۴		۳۲۴۶۰۳۳/۳		
-۵۱۳۷/۱۷۳	۱۶۵۳۹۳۸/۴	-۴۵۹۲۵/۸۶	۱۳۴۶۲۴۷	d_3
۳۳۱۳۰۱۴		۲۷۳۸۴۱۹/۹۹		

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۷. ارزش منافع اجتماعی سالانه (ریال)

منافع اجتماعی سالانه خدمات		مجموع تمایل به پرداخت نهایی		جمعیت شهر اهواز
مدل مرکب	مدل ساده	مدل مرکب	مدل ساده	
۱۱۶۷۲۳۰۹۶۱۵۰۰۰	۱۴۸۰۴۹۶۸۰۶۰۰۰۰	۸۰۴۹۸۶۸/۷	۱۰۲۱۰۳۲۲/۸	۱۴۵۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

به منظور تبدیل ارزش سالانه به ارزش سرمایه‌ای درخت برهان به عنوان یک سرمایه طبیعی، از مراحله مرکب برای عواید یکنواخت دارای عمر نامحدود^{۲۴} استفاده شد. علت استفاده از این روش تنزیل، ادامه دار بودن ارائه خدمات درخت طی یک دوره زمانی طولانی است. با محاسبه ارزش فعلی خدمات درخت برهان برای یک دوره بلندمدت امکان انجام تحلیل هزینه-فایده فراهم خواهد شد که می‌تواند در ارزیابی اقتصادی طرح‌ها استفاده شود. بدین منظور از فرمول زیر استفاده گردید:

$$P = \frac{A}{i} a \quad (5)$$

که در آن، P ، ارزش فعلی خدمات صدساله گونه درختی؛ A ، ارزش سالانه خدمات گونه درختی و i ، نرخ بهره واقعی است.

از اهداف غایی دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی زیست‌محیطی، تحقق حسابداری سبز است. یکی از دلایل عدم تحقق این مهم، نبود اطلاعات پایه برای انجام آن است. بدین منظور در این مطالعه سهم کارکرد زیست‌محیطی درخت برهان در تولید ناخالص استان محاسبه شد. بدلیل غیربازاری بودن ارزش سالانه این کارکردها، ارزش آن در محاسبه تولید ناخالص استان محاسبه نشده است. بنابراین، ابتدا ارزش ریالی سالانه این کارکردها به تولید ناخالص استان اضافه شد و سپس ارزش سالانه کارکردها بر مجموع به دست آمده تقسیم شد. نتایج برای مدل‌های $BRPL$ و $IRPL$ به ترتیب برابر $1/7$ و $1/3$ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده نقش بسزای کارکردهای زیست‌محیطی درخت برهان در تولید ناخالص استان است.

می‌توان سطح آگاهی مردم را از ارزش واقعی کارکردهای این گونه درختی بهبود بخشید و حس مسئولیت‌پذیری آن‌ها را برای حفاظت از درختان بالا برد و از قطع بی‌دلیل آن‌ها جلوگیری کرد. همچنین نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای اخذ جریمه قطع درختان از شهروندان متخلف استفاده شود.

یکی دیگر از کارکردهای نتایج این مطالعه درزمینه ارزیابی اقتصادی-زیست‌محیطی طرح‌ها است. اعداد به‌دست‌آمده از این مطالعه را می‌توان در جهت ارزیابی طرح‌هایی استفاده کرد که برای اجرای آن‌ها نیاز به قطع درختان است. بدین‌وسیله هزینه‌های زیست‌محیطی اجرای طرح‌ها در محاسبات وارد شده و این امکان وجود دارد که حتی توجیه‌پذیر بودن برخی از طرح‌ها مورد تردید قرار گیرد.

یادداشت‌ها

1. willingness to pay
2. preferences
3. revealed preference methods
4. stated preference methods
5. willingness to accept
6. Dongting
7. Mcfadden
8. Lancaster
9. Louviere
10. Hensher
11. Woodworth
12. random parameter logit model
13. binary variable
14. complete factorial design
15. scenario
16. fractional factorial design
17. Concarpus Erectus
18. Albiza Lebbek
19. Eucalyptus Globulus
20. Air Pollution Tolerance Index
21. Basic Random Parameters Logit Model
22. Interaction Random Parameters Logit Model
23. log likelihood
24. uniform-series present worth factor

به دلیل موجود نبودن نرخ تنزیل اجتماعی از نرخ بهره واقعی بخش کشاورزی و منابع طبیعی استفاده شد. برای استخراج نرخ بهره واقعی این بخش، از میانگین سود سپرده‌گذاری بلندمدت رسمی گزارش‌شده توسط بانک کشاورزی (۲۰ درصد) منهای متوسط نرخ تورم بخش کشاورزی و منابع طبیعی (۱۳/۷ درصد) استفاده شد. این نرخ برای سال ۱۳۹۴ برابر ۶/۳ درصد محاسبه شد.

از تقسیم ارزش سالانه به‌دست‌آمده برای منافع اجتماعی درخت برهان، ارزش این درخت به عنوان یک سرمایه طبیعی به دست آمد. این اعداد برای مدل‌های *BRPL* و *IRPL* به ترتیب برابر ۲۳۴۹ و ۱۸۵۲ میلیارد ریال به دست آمد.

۴. پیشنهادات

با استفاده از اعداد به‌دست‌آمده برای ارزش سالانه منافع اجتماعی درخت برهان، شهرداری اهواز قادر خواهد بود بودجه سازمان پارک‌ها و فضای سبز را به سمت کارایی بیشتر هدایت کند و بر اساس سرانه فضای سبز هر شهروند و اعداد به‌دست‌آمده از این مطالعه بودجه این سازمان را تعیین کند. همچنین، شهرداری اهواز می‌تواند با استفاده از اعداد به‌دست‌آمده برای تمایل به پرداخت ساکنان شهر اخذ عوارض نوسازی و پروانه‌های ساختمانی را به‌روزرسانی کند چرا که بخشی از این عوارض به منظور توسعه فضای سبز شهری اخذ می‌شود.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه و توان بالای درخت برهان در جذب و متابولیز کردن آلاینده‌ها، توصیه می‌شود کاشت این گونه درختی در نقاط پرتراфик شهر اهواز مانند مرکز شهر، در حاشیه جاده‌های شهری، مناطق صنعتی، کارخانجات و سایر نقاطی که احتمال آلودگی هوا وجود دارد، در دستور کار قرار گیرد.

با استفاده از نتایج این مطالعه و اعداد به‌دست‌آمده

منابع

- خداوردی‌زاده، م.، خلیلیان، ص.، حیاتی، ب. و پیش‌بهار، ا. ۱۳۹۳. برآورد ارزش پولی کارکردها و خدمات منطقه حفاظت شده مراکان با استفاده از آزمون انتخاب. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۱۰: ۲۶۷-۲۹۰.
- مهرجردی، م. ۱۳۹۲. ارزشگذاری ارتقای کیفیت محیط‌زیست در جنگل شادی شهرستان خاتم، فصلنامه خشک بوم، ۳(۱): ۳۰-۴۱.
- عیسی‌زاده، س.، جلیلی کامجو، پ.، مددی، س. و محمودی‌نیا، د. ۱۳۹۱. ارزشگذاری کالاهای غیربازاری مبتنی بر رویکرد ترجیحات بیان شده. فصلنامه منابع طبیعی. ۱(۱): ۲۱-۳۶.
- منتظرحجت ا. و منصور، ب. ۱۳۹۵. ارزشگذاری منافع زیست محیطی مطالعه موردی تالاب بامدژ. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران. ۵(۱۸): ۲۴۳-۲۷۱.
- ولدربج، ج. ام.، ۲۰۰۹. روشی نوین در اقتصادسنجی مقدماتی، ترجمه دکتر امیرحسین منتظرحجت، چاپ اول، ۱۳۹۳، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- Adamowicz, W., Boxall, L., Williams, P. and Louviere M. 1998. American Journal of Agricultural Economics. 80: 64-75.
- Ben-Akiva, M.E. and Lerman, S.R. 1985. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. MIT press, Cambridge, MA.
- Carson, R.T., Louviere, J.J., Anderson, D.A., Arabie, P., Bunch, D., Henisher, D.A., Johnson, R.M., Kuhfeld, W.F., Steinberg, D., Swait, S., Timmermans, H. and Wiley, J. B. 1994. Experimental analysis of choice. Marketing Letters. 5(4): 351-36.
- Cui, L.J., Pang, B.L., Li, W., Ma, M.Y., Sun, B.D. and Zhang, Y.Q. 2016. Ecosystem services value in zhalong wetland. Acta Ecol. Sin. 36, 1-10.
- Cui, M., Zhou, J.X. and Huang B. 2012. Benefit evaluation of wetlands resource with different modes of protection and utilization in the Dongting Lake region. Environmental Sciences, 8: 2-17.
- Huang, C.H. and Wang, C. H. 2015. Estimating the total economic value of cultivated flower land in Taiwan. Sustainability. 7: 4764-4782.
- Jenkins, A.W., Murray, B.C., Kramer, R.A. and Faulkner, S.P. 2010. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. Ecological Economics. 69: 1051-1061.
- Jutineh, A., Mitani, Y., Mantymaa, E., Shoji, Y., Siikamaki, P. and Svento, R. 2011. Ecological Economics. 70: 1231-1239.
- Lakshmi, K.S., Sharma S., Rajesh, T. and Chitra, V. 2009. Captopril ameliorates sodium selenite induced cataractogenesis in rats: an in vitro and in vivo study, Pharmacology online. 2:1205-1215.
- Louviere, J. and Hensher, D. 1982. On the design and analysis of simulated choice or allocation experiments in travel choice modelling. Transportation Research Record. 890: 11-17.
- Louviere, J.J. and Hensher, D.A. 1983. Using discrete choice models with experimental design data to forecast consumer demand for a unique cultural event. Journal of Consumer Research. 10(3): 348-361.
- Pathak, V., Tripathi, B.D. and Mishra, V.K. 2011. Evaluation of anticipated performance index of some tree species for green belt development to mitigate traffic generated noise. Urban Forestry & Urban Greening. 10(61): 61-66.
- Sethogile, T., Arntzen, J., Mabiza, C. and Mano, R. 2011. Economic valuation of selected direct and indirect use values of the Makgadikgadi wetland system, Botswana. Physics and Chemistry of the Earth. 36: 1071-1077.
- Shepherd, M., James, B., Nerine, S., Garth, B., Willem, P. and Alistair, T. 2017. The economic value of ecosystem goods and services: The case of Mogale's Gate Biodiversity Centre, South Africa. Ecosystem Services. 26: 127-136.
- Westerberg, V.H., Lifran, R. and Olsen S. B. 2010. To restore or not? A valuation of social and ecological functions of the Marais des Baux wetland in Southern France. Ecological Economics. 69: 2383-2393.
- Rolfe, J. and Bennett, J. 1996. Valuing international rainforests: A choice modeling approach, Vanuatu Forest Conservation. Research Report No. 12, University College, University of New South Wales, Canberra.

- McConnell, K. and Tseng, W. 2000. Some preliminary evidence on sampling of alternatives with the random parameters logit. *Marine Resource Economics*. 14 (4): 317–332.
- McFadden, D. 1974. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: Zarembka, P. (Ed.), *Frontiers in Econometrics*. Academic Press, New York.
- Lancaster, A. 1966. New approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*. 74: 132-157.
- Newell Laurie, W. and Swallow S. K. 2013. Real-payment choice experiments: Valuing forested wetlands and spatial attributes within a landscape context. *Ecological Economics*. 92: 37-47.
- Zhang, L., Xiaofei Y., Jianga, M., Xuea, Z., Lua, X. and Zoua, Y. 2017. A consistent ecosystem services valuation method based on Total Economic Value and Equivalent Value Factors: A case study in the Sanjiang Plain, Northeast China. *Ecological Complexity*. 29: 40-48.