فصلنامه علوم محیطی، دوره پانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶

۱۷۶-۱۵۵

ارزیابی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی پارک‌های مشهد

نرگس پورطوسی[۱]، علیرضا کوچکی[۲]*، مهدی نصیری محلاتی[۲] و محمد قربانی[۳]

[۱] گروه زراعت، دانشکده بین‌الملل، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۲] گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۳] گروه اقتصاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۰

پورطوسی، ن. کوچکی،ع. نصیری محلاتی، م. و قربانی،م. ۱۳۹۶. ارزیابی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی پارک‌های مشهد. فصلنامه علوم محیطی. ۱۵(۴): ۱۷۶-۱۵۵.

سابقه و هدف: توسعه شهری و شهرنشینی، اصلی‌ترین دلیل تغییرات جهانی اکوسیستم‌ها است ولی از طرفی اگرواکوسیستم‌های مناطق شهری، با تامین خدمات اکوسیستمی باارزش و پرتقاضا، رفاه جامعه بشری را فراهم می‌آورند. درک خدمات اکوسیستمی و در نظر داشتن ارزش‌گذاری آنها در مدیریت شهری برای جامعه کنونی و نسل آینده ضروری است.

مواد و روش‌ها: پژوهشی در سال ۱۳۹۴ در سطح پارک‌های مشهد به منظور ارزیابی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی پارک‌های عمومی مشهد انجام شد. به منظور ارزیابی برخی خدمات تنظیمی همچون ترسیب کربن، تولید اکسیژن و پالایش آلاینده‌ها، برداشت اطلاعات پوشش گیاهی پارک‌ها در قالب پلات‌هایی صورت گرفت و وارد نرم‌افزار «آی تری»[۱] شد و ارزش‌گذاری ریالی آنها با توجه به نرخ مالیات گازها در سطوح بین‌المللی و هزینه‌های اجتماعی آنها برآورد شد. برای ارزیابی خدماتی همچون نقش تنوع در بروز چشم‌انداز، ذخیره آب، تشکیل خاک، کنترل بیولوژیک و خدمات فرهنگی پرسش‌نامه‌هایی با شیوه آزمون انتخاب طراحی شد و متوسط تمایل به پرداخت کارشناسان فضای سبز به سبب سطح اطلاعات، تحصیلات و منسجم بودن جمعیت مورد بررسی، برای این خدمات تجزیه‌وتحلیل شد.

نتایج و بحث: پوشش درختان در پارک‌های مشهد ۴۱/۶ درصد بود. سه گونه غالب شامل افرا (۱۷/۴ درصد)، چنار (۱۵/۶ درصد) و اقاقیا (۱۱/۷ درصد) بودند. با توجه به بیشتر بودن درختان جوان پارک‌ها، بیشتر خدمات اکوسیستمی از درختان جوان منشاء می‌گرفت. بخش عمده گونه‌ها غیربومی بودند: ۴۴/۱ درصد منشاء آمریکای شمالی و ۱۵/۹ درصد منشاء آسیایی داشتند. میزان ترسیب ناخالص کربن درختان ۱/۰۳۸۷ تن در هکتار به ازای هر سال بود که سهم عمده آن مربوط به گونه چنار بود. تولید اکسیژن ۰/۲۴۶۵۶ تن در هکتار به ازای هر سال و موجودی کربن (ذخیره کربن) در کالبد پارک‌های شهری ۲۲/۷۶۹ تن در هکتار محاسبه شد. پالایش آلاینده‌ها در یک سال و به ازای هر هکتار ۰/۰۴۱ تن گزارش شد، ارزش خدمات تنظیمی (ترسیب، تولید اکسیژن و پالایش آلاینده‌های شهری) در پارک‌های مشهد معادل ۴ میلیون ریال به ازای هر هکتار در سال نشان داده شد. ذخیره کربن پارک های شهر مشهد نیز معادل ۶۱ میلیون ریال به ازای هر هکتار ارزش‌گذاری شد. از آنجا که اتمسفر مخزن عظیمی از اکسیژن است، این گاز در ارزش‌گذاری ریالی منظور نشد. اکسیژن تولیدشده

* Corresponding Author. *E-mail Address*: Akooch@um.ac.ir

در کل پارک‌های مشهد ۲۹۰ تن می باشد که این میزان نیاز سالانه ۱۱۵ نفر را تامین می‌کند. غنای گونه‌ای پارک‌های مشهد با ۳۸ گونه ارزشی معادل ۲۲ میلیون ریال داشت. مجموع ارزش خدمات تنظیمی (تنوع، ذخیره آب، تشکیل خاک، کنترل بیولوژیک و خدمات فرهنگی) منفی شدند و از بین این خدمات کارشناسان پاسخ‌گو تنها برای خدمات فرهنگی و ذخیره آب تمایل به پرداخت هزینه‌ای معادل ۳۶۴ میلیون ریال به ازای هر هکتار در سال داشتند، که از این میزان ۲۴۰ میلیون ارزش خدمات فرهنگی و ۱۳۳ هزار ریال ارزش خدمت ذخیره آب بود. برای بقیه خدمات تمایلی به پرداخت هزینه وجود نداشت و کارشناسان پرداخت این هزینه‌ها را از وظایف خود شهرداری می‌دانستند.

نتیجه‌گیری: خدمات ارائه‌شده توسط پارک‌های مشهد بخشی از موهبت‌های طبیعی است و از این‌رو باید بودجه‌های بیشتری برای حفظ این سرمایه‌های گرانقدر برنامه‌ریزی و صرف شود.

واژه‌های کلیدی: آزمون انتخاب، پارک‌های مشهد، نرم‌افزار آی تری، مدیریت شهری.

مقدمه

با افزایش جمعیت انسان و گسترش روزافزون شهرها، درختان و پوشش‌های گیاهی به‌تدریج جایگاه خود را به زمین‌های بدون پوشش گیاهی داده‌اند (Brabec *et al.*, 2002). روند افزایش جمعیت و گسترش شهرها، اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان و دیگر موجودات زنده اکوسیستم‌ها گذاشته است (Carreiro, 2008; Mc Pherson *et al.*, 1994). مناطق شهری از مقیاس محلی گرفته تا مقیاس جهانی اثرات نامطلوب خود را بر جای می‌گذارند و از این رو است که در بررسی‌های تغییرات جهانی اقلیم، نسبت بالایی از انتشار گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن را به مناطق شهری نسبت می‌دهند (Grimm *et al.*, 2008).

شهرها اثرات منفی بر اکوسیستم‌ها دارند اما در این میان پارک‌ها با داشتن اکوسیستم‌های غنی و متنوع، خدمات و منافع اکوسیستمی مطلوبی به شهروندان ارائه می‌دهند (Niemela *et al.*, 2010). باید در نظر داشت که اکثر مردم جهان هم‌اکنون در مناطق شهری زندگی می‌کنند و شهرها به نقاط حساس تغییرات جهانی[۲] تبدیل شده‌اند (Grimm *et al.*, 2008). بنابراین شناسایی هرچه بیشتر این اکوسیستم‌ها ضروری است (Alberti, 1999). در واقع کوسیستم‌های شهری نسبت به اکوسیستم‌های طبیعی دارای اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و جریان انرژی منحصر به فرد بوده و از الگوهای اکولوژیکی متفاوتی برخوردارند.

جنگل‌های شهری شامل درختان و اجزای خاک یک اکوسیستم شهری هستند که توسط ساختار، مقدار(حجم)، اندازه (ارتفاع و قطر)، پراکنش (پوشش‌ها) و ترکیب (تعداد گونه‌ها و نوع خاک) مشخص می‌شوند. ساختار جنگل شهری، تعیین‌کننده کارکرد اکوسیستمی آن است که عامل کاهنده مشکلات زیست‌محیطی در برابر ساخت‌وسازهای شهری محسوب می‌شود.

کارکردهای فرهنگی و تنظیمی دو نوع از خدمات از بین انواع خدمات اکوسیستمی، در سیستم شهری هستند. کارکرد فرهنگی در واقع فرصت‌هایی برای بازتاب اندیشه، غنی‌سازی معنوی، توسعه روحی-روانی، اوقات فراغت، تفریح و تجربه زیبایی‌شناختی و هنری است و کارکرد تنظیمی در واقع شامل خدمات گوناگون در بهبود وضعیت انسان در مناطق شهری است که حفظ کیفیت هوا به‌ویژه کاهش آلودگی از جمله این کارکردها محسوب می‌شود. در واقع حذف آلاینده‌ها توسط درختان سبب کاهش حملات آسمی، سرطان، مشکلات قلبی و بیماری‌های تنفسی می‌شود. درختان با کاهش آلودگی هوا، مخاطرات سلامت انسان به‌ویژه بیماری‌های تنفسی را کاهش می‌دهند (Chen & Jim, 2008).

درختان شهری از طریق بهبود وضعیت هوا، گازهای آلاینده‌ای همچون NO_2 و O_3 را از طریق برگ‌ها جذب

می‌کنند. این درختان با به دام انداختن ذرات معلق (PM_{10} مانند گردوغبار، دوده) در بهبود کیفیت هوا نقش دارند. (McPherson *et al*., 2006; Nowak *et al*., 2006). جنگل‌های شهری مخزن مهمی برای جذب دی‌اکسید کربن (CO_2) هستند و مستقیما دی‌اکسید کربن را به زیست‌توده تبدیل می‌کنند (Nowak *et al*., 2006). در تحقیقی گزارش شده است که در ایالات متحده امریکا درختان شهری ۷۰۰ میلیون تن کربن (معادل ۱۴۳۰۰ میلیون دلار) را ذخیره می‌کنند و میزان ترسیب ناخالص کربن معادل ۲۲/۸ میلیون تن در سال (به ارزش سالانه ۴۶۰ میلیون دلار) است (Nowak & Crane, 2002).

محصولات یا خدمات تنها در صورتی دارای ارزش هستند که انسان برای آنها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، ارزشی قایل شود (Izadi & Barzgar, 2011; Ghorbani & Firooz zare, 2008) ارزش‌ها از نظر اقتصاددانان به دو گروه ارزش‌های مصرفی و غیرمصرفی تقسیم می‌شوند. ارزش‌های مصرفی، از مصرف یا بهره‌برداری واقعی محیط زیست مشتق می‌شوند و مربوط به ظرفیت کالا یا خدمات در تامین نیازهای انسانی می باشند. ارزش‌های غیرمصرفی از پیچیدگی بیشتری برخوردارند و بیانگر تمایل به پرداخت برای حفاظت از منابع زیست‌محیطی برای آینده است (Amirnezhad & Ataee soloot, 2011). در این میان ارزش‌هایی که به‌طور مستقیم به مصرف کالاها و خدمات مربوط شوند را ارزش‌های استفاده مستقیم و ارزش‌هایی را که افراد به‌طور غیرمستقیم، ملموس و غیرملموس در نتیجه کارکرد اکولوژیکی اولیه منبع مشخص زیست‌محیطی به دست می‌آورند را ارزش‌های استفاده غیرمستقیم می‌گویند که از جمله ارزش‌های غیرمستقیم می‌توان به تنظیم گازها، ترسیب کربن، و غیره اشاره کرد.

در ایران بررسی‌هایی درباره ارزش‌گذاری پارک‌ها، بیشتر در زمینه خدمات تفریحی، انجام شده است. به‌عنوان مثال Fazli (2004) ارزش تفریحی پارک جنگلی چیتگر، Mojabi (2005)ارزش تفریحی پارک پردیسان و لویزان تهران، Jahani far *et al*. (2006) ارزش تفریحی پارک گلستان شهرستان بابل را به روش هزینه سفر ارزش‌گذاری کردند. Amirnezhad & Khalilian (2005) ارزش تفریحی پارک ملی گلستان، Amirnezhad *et al*. (2006) ارزش حفاظتی و تفریحی پارک جنگلی سیسنگان، Dashti and Sohrabi (2008) ارزش تفریحی پارک نبوت کرج، Roosta and Roosta (2008) ارزش تفریحی پارک جنگلی بناب، Emami meybodi & Ghazi (2008) ارزش تفریحی پارک ساعی تهران، Nakhaee (2010) ارزش تفریحی و حفاظتی پارک جنگلی نور، Monfared (2010) ارزش تفریحی پارک جنگلی النگ‌دره گرگان، Hayati *et al*. (2010) ارزش تفریحی پارک ائل‌گلی و مشروطه تبریز، Ghorbani & Sadeghi Lotfabadi (2010) ارزش تفریحی پارک ملی تندوره، Mohammadzade (2011) ارزش وجودی پارک جنگلی شاندیز مشهد، Firooz zare & Ghorbani (2011) ارزش کاهش آلودگی هوای شهر مشهد، Abbaspoor *et al*. (2014) ارزش اقتصادی کل تنوع زیستی پارک ملی تندوره را به روش ارزش‌گذاری مشروط، ارزش‌گذاری کردند. در این میان، پژوهش‌های کمتری به بررسی تفکیکی خدمات اکوسیستمی پارک‌ها پرداخته‌اند. به عنوان مثال شرکت مهندسین جامع ایران(۱۳۸۹) به ارزش‌گذاری خدمات تولیدی، تنظیم گازها، زیستگاهی، حفاظت خاک، چرخه مواد و تنوع ژنتیکی با روش ارزش‌گذاری مشروط پرداخته‌اند (Sherkate Mohandesin Jame Iran, 2010). Amini *et al*. (2014) ارزش کارکردها و خدمات تفریحی، حفاظتی، تلطیف هوا، تغذیه سفره‌های زیرزمینی را به روش ارزش‌گذاری مشروط و دومرحله‌ای همگن ارزش‌گذاری کرده‌اند. Ghafoori (2012) در پایان‌نامه خود به ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی پارک ملت مشهد پرداخته است. او ارزش خدمات تفریحی را معادل ۵۲، ورزشی ۴۷، اجتماعی ۳۳، روانی ۳۹، بهبود کیفیت هوا۳۳، کاهش سر و صدا۳۱، ذخیره انرژی ۳۲ میلیارد ریال برآورد کرده است.

از آنجا که جنگل های سالم شهری خدمات متنوع و متعدد اجتماعی، محیطی و اقتصادی را برای شهرها به ارمغان می آورند (Escobedo *et al*., 2008) ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی آنها راهی موثر برای حفاظت و احیاء مجدد مناطق شهری به‌صورت پایدارتر است (Niemela *et al*., 2010). از آنجا که تاکنون پژوهشی در سطح کشور توسط نرم‌افزار آی تری و روش ارزش‌گذاری آزمون انتخاب در پارک‌های شهری انجام نشده بود. بنابراین اهداف این پژوهش عبارت‌اند از:۱-محاسبه مقادیر خدمات تنظیمی (پالایش آلاینده‌ها-تولید اکسیژن-ترسیب کربن) و ارزش‌گذاری آنها توسط نرم‌افزار آی تری (استراتوم)، ۲-ارزش‌گذاری ریالی خدمات تنظیمی و فرهنگی از طریق روش ارزش‌گذاری آزمون انتخاب.

مواد و روش‌ها

انتخاب پارک‌ها و روش جمع‌آوری داده‌ها

برای انجام این بخش از پژوهش تعدادی از پارک‌های سطح شهر مشهد (۹ پارک به‌صورت پراکنده در سطح شهر) انتخاب شد. پارک‌ها با توجه به وسعت آنها از بین پارک‌های فراشهری (بسیار بزرگ، بیشتر از ۲۰ هکتار)، منطقه‌ای (بین ۱۰ تا ۲۰ هکتار)، ناحیه‌ای (بین ۵ تا ۱۰ هکتار) و محله‌ای (بین ۰/۵ تا ۵ هکتار) انتخاب شدند. مساحت کل پارک‌های انتخاب‌شده معادل ۱۷۰ هکتار بود و سعی شد پارک‌ها از نقاط مختلف سطح شهر انتخاب شوند.

برای برداشت اطلاعات از سطح این پارک‌ها تعداد ۲۱۰ پلات، هر یک به مساحت ۴۰۴ مترمربع (معادل ۵ درصد از مساحت کل پارک‌های مورد بررسی) انتخاب و در سطح پارک‌ها توزیع شد. این میزان معادل ۸/۵ هکتار مساحت نمونه‌برداری بود. از این رو ۲۱۰ پلات هر یک به مساحت ۴۰۴ مترمربع محاسبه و روی نقشه پارک‌ها به صورت تصادفی توزیع شد.

در هر پلات اطلاعات مربوط به نوع گونه‌های گیاهی، سطح و نوع پوشش درخت و درختچه، ارتفاع تاج درخت، قطر برابر سینه، حجم تاج، وضعیت سرخشکیدگی و ابتلا به آفات و بیماری‌ها، اندازه گیری و ثبت شد.

انواع خدمات تحت بررسی

در این پژوهش خدمات تنظیمی همچون پالایش آلاینده‌ها، ترسیب و ذخیره کربن، تولید اکسیژن و تنوع زیستی در بخش جایگزینی هزینه‌ها و خدمات تنظیمی دیگری همچون تنوع(چشم‌انداز)، ذخیره آب، تشکیل خاک، کنترل بیولوژیکی و خدمات فرهنگی با روش محاسبه تمایل به پرداخت به شیوه آزمون انتخاب بررسی شدند.

پردازش و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

برای انجام محاسبات و ارزش‌گذاری از نرم‌افزار استراتوم[۳] (آی تری، مدل یوفور) نسخه ۵ استفاده شد. این نرم‌افزار بر اساس اطلاعات وارده و بر اساس آمار پلات‌ها، اطلاعات را به ازای تمام مساحت‌های موجود میان‌یابی می‌کند و آمار را به کل مساحت تعمیم می‌دهد و برای محاسبه ارزش خدمات بر حسب واحد پولی طراحی شده است.

از آنجا که این نرم‌افزار برای کانادا، استرالیا و امریکا به‌صورت پیش‌فرض بومی‌سازی شده است، برای بومی‌سازی آن برای شرایط آب‌وهوایی ایران به‌ویژه شهر مشهد، دسترسی به آمار و اطلاعات هواشناسی و آلاینده‌های شهر مشهد ضروری بود. بنابراین آمار ساعتی هواشناسی برای دوره ده ساله ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ از اداره کل هواشناسی خراسان رضوی و همچنین آمار و اطلاعات ساعتی آلاینده‌های شهر مشهد از مدیریت پایش آلاینده‌های معاونت خدمات و محیط زیست شهری شهرداری مشهد جمع‌آوری و به مرکز نرم‌افزای آن ارسال شد تا با شرایط موجود شهر مشهد بومی‌سازی شود. تقریبا ۵ ماه طول کشید تا مرکز نرم‌افزاری، فایل بومی‌شده برای شرایط مشهد را ارسال کند.

نرم‌افزار استراتوم (مدل UFORE) از اطلاعات

استاندارد میدانی، آلاینده‌های هوایی و اطلاعات هواشناسی برای کمی کردن ساختار جنگل شهری بهره می‌گیرد (Nowak & Crane, 2000). در این مدل ساختار جنگل شهری (ترکیب گونه‌ای، تراکم درختان، سطح برگ، زیست‌توده برگ و درخت)، ذخیره و ترسیب کربن (ذخیره نهایی کربن، میزان خالص و ناخالص ترسیب کربن جنگل شهری به‌صورت سالانه) با استفاده از اطلاعات میدانی محاسبه می‌شود و میزان ساعتی حذف آلاینده‌ها توسط جنگل شهری کمی شده و میزان درصد بهبود کیفیت هوا در یک سال سنجیده می‌شود. مدل، میزان حذف آلاینده‌ها شامل O_3، SO_2، NO_2، CO و PM_{10} را با توجه به تجمع آلاینده‌ها و اطلاعات هواشناسی محاسبه می‌کند.

این مدل میزان ذخیره کربن، سطح برگ و زیست‌توده هر درخت را با استفاده از معادلات رگرسیونی (Nowak, 1996) و اطلاعات اندازه‌گیری‌شده محاسبه می‌کند (de Vries, 1987). میزان تولید اکسیژن را از ضرب میزان ترسیب خالص کربن در وزن اتمی اکسیژن (Nowak *et al.*, 2007) و تخمین حذف آلاینده‌های هوا را با توجه به مقاومت ساعتی تاج پوشش درخت در مقابل ازن، دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن و ترکیبی از مدل برگ‌ها و تاج پوشش های لایه به لایه درختان در مدل منظور می‌کند (Baldocchi, 1988; Baldocchi *et al.*, 1987). و سپس بر اساس اطلاعات موجود و معادلات رگرسیونی آلومتریک موارد زیر محاسبه می‌شود:

سطح برگ (میانگین شاخص سطح برگ LAI) و زیست‌توده برگ با استفاده از معادلات آلومتریک (Nowak, 1996) محاسبه می‌شود.

ذخیره کربن با استفاده از زیست‌توده به‌دست‌آمده و اعمال ضرایب محاسبه می‌شود. از آنجا که در فضای آزاد نسبت به معادلات پیش‌گویی زیست‌توده محیط جنگلی کمتر زیست‌توده دارند، برای تنظیم این تفاوت، اعداد به‌دست‌آمده در ۰/۸ ضرب و نهایتا برای تبدیل وزن خشک درخت به کربن ذخیره‌شده در عدد ۰/۵ ضرب می‌شوند (Chow & Rolf, 1989).

میزان سالانه ناخالص کربن ترسیب‌شده، با استفاده از میانگین رشد قطری تنه و ضریب ۰/۶ سانتی‌متر در سال برای میانگین رشد درختان در محیط پارکی (de Vries, 1987) محاسبه می‌شود.

میزان تولید اکسیژن بر حسب کیلوگرم در سال نیز با توجه به وزن اتمی اکسیژن از حاصل ضرب ترسیب خالص کربن (کیلوگرم/گرم) در ۳۲/۱۲ محاسبه می‌شود.

برای محاسبه تنوع گونه‌ای، شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شاخص تنوع شانون، غنای گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود (Barbour *et al.*, 1980).

روش ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات

در این پژوهش برای خدمات تنظیمی محاسبه‌شده توسط نرم‌افزار مانند پالایش آلاینده‌ها، ترسیب کربن، تولید اکسیژن و تنوع زیستی به سه روش ارزش‌گذاری انجام شد:

با در نظر گرفتن مالیات گازها که در این مورد نرخ مالیات کربن معادل ۱۴/۲۵ (Koocheki *et al.*, 2016) و اکسیژن ۴۰۰ (Thornes, 2010) دلار به ازای هر تن در نظر گرفته شد.

با در نظر گرفتن هزینه‌های اجتماعی پیش‌فرض نرم‌افزار آی تری که در این مورد بهای کربن ۷۱ دلار به ازای هر تن، بهای اکسیژن صفر (به سبب اینکه اتمسفر مخزن بزرگی از اکسیژن است، این منفعت درختان کم‌اهمیت است (Broecker, 1970) و بهای پالایش آلاینده به تفکیک نوع آلاینده (منواکسید کربن ۱۱۳۶ دلار، ازن ۱۶۷۱ دلار، دی‌اکسید گوگرد ۱۶۵ و ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون ۷۱۳۳۷ دلار به ازای هر تن) در نظر گرفته شد.

با در نظر گرفتن بررسی‌های رایج در ایران که در این مورد مالیات کربن ۲۷/۹ دلار به ازای هر تن، هزینه تولید اکسیژن ۹۰۰ هزار ریال به ازای هر تن و ارزش گونه‌های غیرانحصاری ۰/۶ میلیون ریال به ازای هر گونه

در نظر گرفته شد (Amirnezhad, 2011). در هر مورد، ارزش هر دلار ۳۸۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد.

برای خدمات تنظیمی دیگری مانند نقش تنوع در چشم‌انداز، ذخیره آب، تشکیل خاک، کنترل بیولوژیکی و خدمات فرهنگی تعدادی پرسش‌نامه طراحی شد. این پرسش‌نامه‌ها با در نظر گرفتن تعدادی از پارک‌ها سطح شهر تنظیم شد و در اختیار کارشناسان فضای سبز قرار گرفت. طراحی پرسش‌نامه‌ها و نهایتا ارزش‌گذاری خدمات با استفاده از روش آزمون انتخاب[۴]، انجام شد. ارزش‌ها با توجه به متوسط تمایل به پرداخت افراد و به ازای تعداد کل بازدیدکنندگان در سال و به ازای هر هکتار محاسبه شد.

آزمون انتخاب اساساً در علم اقتصاد و بازاریابی و به‌منظور تعیین میزان ترجیح مصرف‌کنندگان برای کالاهایی که دارای چندین ویژگی است، توسعه یافته است (Mitchel & Carson, 1989). کاربرد این روش به سایر زمینه‌ها نظیر مدیریت و محیط زیست گسترش یافته و در حال تبدیل‌شدن به ابزاری رایج برای ارزش‌گذاری‌های زیست‌محیطی است (Brazell *et al*., 1995; Bennett *et al*., 2001).

در بررسی‌های تجربی یک دهه گذشته، محققان بر استفاده از روش آزمون انتخاب، متمرکز شده‌اند (Champ *et al*., 2003). این روش امکان برآورد تمایل به پرداخت برای هر یک از ویژگی‌های کالا یا خدمات زیست‌محیطی را فراهم می‌آورد (Adamowicz *et al*., 1994; Hanley *et al*., 1998). آزمون انتخاب یک روش ترجیح بیان‌شده است که در آن پاسخ‌دهندگان مناسب‌ترین گزینه را از میان تعدادی از گزینه‌ها انتخاب می‌کنند. هر گزینه در برگیرنده تعدادی ویژگی‌ها است. از این روش برای ارزش‌گذاری کالاها، گردشگری و برخی موارد دیگر، استفاده می‌شود.

نتایج و بحث

ساختار جنگل شهری

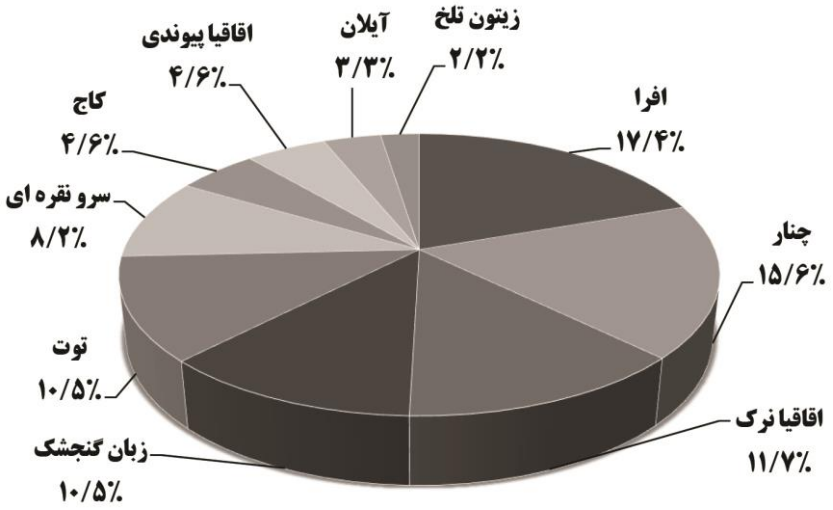
ترکیب گونه‌ای و فراوانی درختان

پارک‌های مشهد در این پژوهش، به‌صورت تخمینی ۴۰۳۰۰ اصله درخت با پوششی برابر با ۴۱/۶ درصد از کل سطح پارک‌های مورد بررسی را داشتند. تراکم کل درختان در پارک‌ها نیز ۲۳۷ درخت در هر هکتار است. درختان با قطر برابر سینه کمتر از ۱۵/۲ سانتی‌متر، ۵۰/۳ درصد از کل جمعیت درختان را به خود اختصاص می‌دهند. سه گونه غالب در سطح پارک‌های مشهد شامل افرا (*Acer negundo*) (۱۷/۴ درصد)، چنار (*Platanus orientalis*) (۱۵/۶ درصد) و اقاقیا (*Robinia pseudoacacia*) (۱۱/۷ درصد) هستند.

بین درختان پارک‌های مشهد، درخت چنار بیشترین سطح تاج‌پوشش را دارد که میانگین سطح برگی معادل ($km^2$۰/۶±۰/۱) را در بین کل پارک‌ها به خود اختصاص می‌دهد. این گونه از لحاظ سطح برگ رتبه اول را دارد و ۲۸/۵ درصد از کل سطح برگ پارک‌ها (۲/۱ کیلومتر مربع) را به خود اختصاص می‌دهد. رتبه‌های بعدی درختان از نظر سطح برگ به ترتیب متعلق به افرا ($km^2$۰/۳)، اقاقیا (۰/۳ km^2) و توت ($km^2$۰/۲) است (شکل ۱).

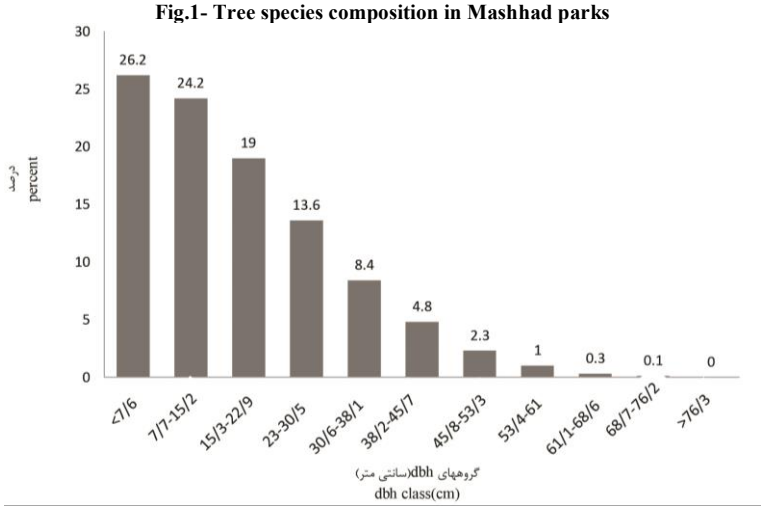
Millward & Sabir (2010) با استفاده از قطر برابر سینه درختان را به ۴ گروه تقسیم و با ارائه یک نسبت، شرایط ایده الی را به شرح زیر برای جنگل شهری ترسیم کردند:

گروه ۱ شامل ۴۰ درصد درختان قطر برابر سینه کمتر از ۱۵ سانتی‌متر، گروه ۲ شامل ۳۰ درصد بین ۱۵-۶۰، گروه ۳ شامل ۲۵ درصد بین ۶۰-۹۰ و گروه ۴ شامل ۵ درصد بالای ۹۰ سانتی‌متر. با توجه به نسبت‌های ارائه‌شده، هرچه فراوانی درختان در گروه‌های بالاتر بیشتر باشد، سن جنگل شهری بیشتر بوده و قدمت بالاتری دارند. در پارک‌های مشهد، ۵۰/۴ درصد از درختان در گروه ۱، ۴۹/۱ درصد در گروه ۲ قرار دارند (شکل۲). این نحوه پراکنش نشان می‌دهد که فراوانی درختان در پارک‌های مشهد در گروه‌های جوان قرار دارد و بنابراین خدمات مربوطه بیشتر از درختان جوان منشاء می‌گیرد.



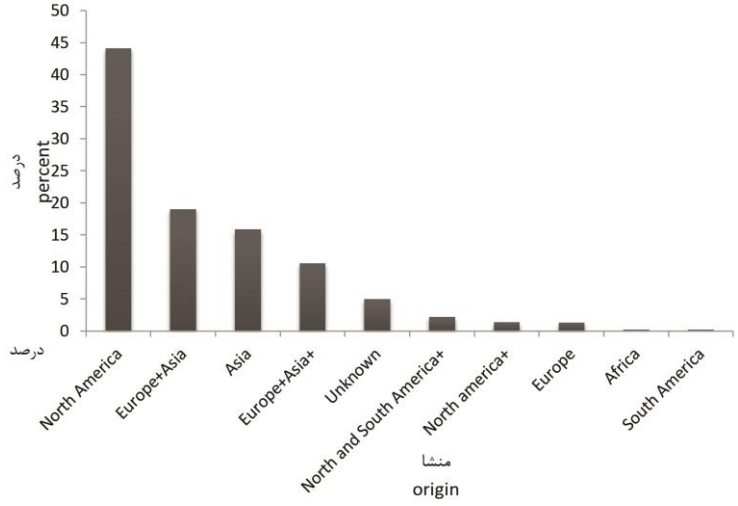
شکل۱- ترکیب گونه های غالب در پارکهای مشهد

Fig.1- Tree species composition in Mashhad parks



شکل۲- درصد جمعیت درختان به ازای قطر مقابل سینه

Fig. 2- Percent of tree population by diameter class



شکل۳- درصد منشا درختان موجود در پارک‌های مشهد

Fig. 3- Percent of live trees by species origin

(علامت(+) نشان می دهد که برخی گونه ها علاوه بر گروههای ذکر شده، بومی قاره دیگری هم هستند.)

The plus sign (+) indicates the plant is native to another continent other than the ones listed in the grouping

جنگل‌های شهری ترکیبی از مخلوط گونه‌های درختی بومی و غیربومی هستند که تنوع گونه‌ای بالاتری نسبت به منظرگاه‌های طبیعی اطراف دارند. افزایش تنوع درختان می‌تواند اثرات تخریبی حشرات یا بیماری‌های خاص یک گونه را به حداقل کاهش دهد. اما از طرفی گیاهان بومی را در معرض خطر گونه‌های غیربومی مهاجم قرار می‌دهد. این گونه‌ها توانایی رقابت و غلبه بر گونه‌های بومی را دارند (USDA, 2015). در پارک‌های مشهد بخش عمده گونه‌ها غیربومی هستند و حدود ۴۴/۱ درصد از گونه‌ها منشا امریکای شمالی و۱۵/۹ درصد از گونه‌ها منشا آسیایی دارند (شکل۳).

گونه‌های مهاجم اغلب توسط قدرت، توانایی در ظرفیت تولیدمثل و نداشتن دشمنان طبیعی شناخته می‌شوند. این توانایی‌ها، آنها را قادر می‌سازد که با گونه‌های بومی جایگزین شده و تهدیدی برای مناطق طبیعی باشند (USDA, 2015).

تنوع گونه‌ای

در این پژوهش ملاحظه شد که پارک‌های مشهد غنای گونه‌ای برابر ۳۸ دارند. تعداد گونه به ازای هر هکتار آماربرداری ۴/۳۸ عدد، و تنوع شانون مربوطه ۲/۵۷ است. شاخص منهنیک ۰/۸۴، سیمپسون ۹/۶۹ و یکنواختی ۰/۷۱ است.

پوشش و سطح برگ پارک‌های مشهد

بسیاری از منافع درختان مستقیما مربوط به میزان سطح برگ سالم درخت است. در پارک‌های مشهد بیشترین گونه از لحاظ سطح برگ مربوط به درختان چنار (*Platanus orientalis*)، افرا (*Acer negundo*)، اقاقیا (*Robinia pseudoacacia*) است و پوشش درختی در کل مساحت پارک‌های مورد بررسی (۱۷۰۴۰۰۰ متر مربع) به ۴۱/۶ درصد می‌رسد. تعداد کل درختان در سطح مورد بررسی ۴۰۳۳۴ و تعداد درخت به ازای هر هکتار ۲۳۷ اصله محاسبه شد. ۱۰ گونه از مهمترین گونه‌های پارک‌های مشهد در جدول ۱ آمده است.

جدول۱- گونه های با اهمیت در پارکهای مشهد
Table 1. Most important species in Mashhad parks

نام گونه species	نام علمی Scientific name	درصد سطح برگ Percent of leaf area
چنار	*Platanus orientalis*	29.4
افرا	*Acer negundo*	14.3
اقاقیا	*Robinia pseudoacacia*	11.1
توت	*Morus alba*	10.4
زبان گنجشک	*Fraxinus excelsior*	6.2
سرو	*Cupressus arizonica*	3.2
کاج	*Pinus eldarica*	6.4
عرعر	*Ailanthus altissima*	3.7
نارون	*Ulmus sp.*	1.3
زیتون تلخ	*Melia azedarach*	1.7

بهبود کیفیت هوا (حذف آلاینده‌ها توسط درختان شهری)

حذف آلاینده‌ها توسط درختان و درختچه‌ها در پارک‌های مشهد با استفاده از داده‌های میدانی و داده‌های آلاینده‌ها و آب‌وهوا محاسبه شد. حذف آلاینده‌ها بیشتر از همه برای دی‌اکسید گوگرد (SO_2) است. نتایج این تحقیق نشان داد که درختان و درختچه‌های کل سطح پارک‌های مورد بررسی مشهد میزان ۷ تن (۰/۰۴۱ تن در هکتار به ازای هر سال) از آلاینده‌های هوا شامل (ازن O_3 به میزان ۲/۵۵۳ تن، منواکسید کربن CO به میزان ۱/۵۴۵ تن، ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون $PM_{2/5}$ به میزان ۰/۰۱۱ تن، دی‌اکسید سولفور SO_2 به میزان ۲/۷۲۹ تن) را در سال پالایش می‌کنند (شکل ۴).

کیفیت هوا در بسیاری از مناطق شهری مشکل عمومی است که باعث کاهش سلامت انسان، تخریب فضاهای سبز و فرآیندهای اکوسیستم و کاهش دید می‌شود. جنگل شهری می‌تواند در بهبود کیفیت هوا با کاهش درجه حرارت، حذف آلاینده‌ها از هوا، کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها نقش داشته باشد. درختان

همچنین می‌توانند ترکیبات آلی فرار Volatile Organic Compound را که در شکل‌گیری ازن در فضای نزدیک به زمین نقش دارند، را حذف کنند. در واقع افزایش در پوشش گیاهی منجر به کاهش تشکیل ازن می‌شود (Nowak & Dwyer, 2007).

کاهش دی اکسید کربن اتمسفری(ذخیره و ترسیب کربن)

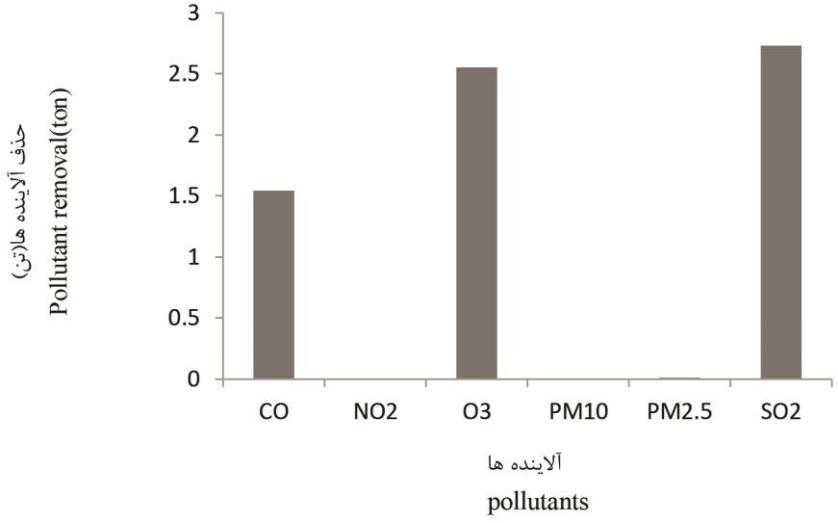
درختان مقادیر کربن اتمسفری را با ترسیب کربن در رشد سالیانه درخت کاهش می‌دهند. مقادیر سالیانه ترسیب کربن با توجه به اندازه و سلامت درختان تغییر می‌کند.

در این پژوهش ترسیب ناخالص کربن توسط درختان کل سطح پارک‌های مورد بررسی مشهد ۱۷۷ تن کربن در سال (۱/۰۳۸۷ تن در هکتار به ازای هر سال) است. ذخیره و ترسیب کربن در گونه‌های مختلف متفاوت است. بیشترین ترسیب و ذخیره کربن مربوط به گونه چنار است که (۳۱/۵ درصد از کل کربن ذخیره‌شده و ۲۶/۵ درصد از کربن ترسیب‌شده پارک‌های شهری مشهد را به خود اختصاص می‌دهد (شکل ۵). با توجه به سطح تاج و ساختار درختان موجود در پارک‌ها، درخت چنار منافع زیادی داشته و حدود ۳۱/۴ درصد از کل کاهش دی‌اکسید کربن شهری را به خود اختصاص می‌دهد. در جدول (۲) گونه‌های درختی مهم که بیشترین ترسیب کربن را دارند، ارائه شده است.

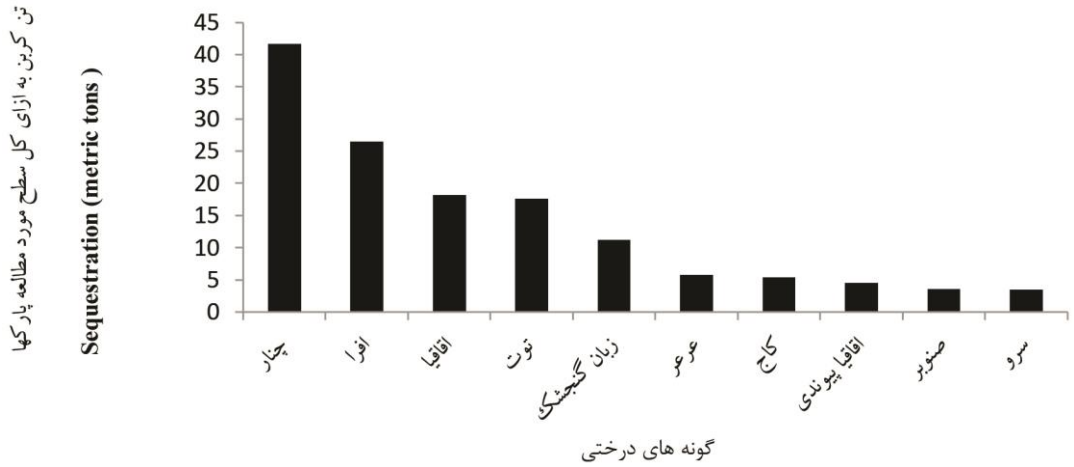
شهرها با انتشار مقادیر زیادی CO_2 برای مصرف انرژی، حمل‌ونقل، کاربری زمین و غیره نقش مهمی در چرخه کربن دارند (Churkina, 2008). تاکنون تلاش‌های زیادی برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن در شهرها انجام شده است که در بین آنها امکان حذف CO_2 اتمسفری توسط عملیات ترسیب نیز به چشم می‌خورد (Nowak & Crane, 2002).

انواع گونه‌های فضای سبز تفاوت‌هایی در ترسیب کربن دارند. این تفاوت‌ها به تنوع گونه‌ای (Tilman, Hill, & Lehman, 2006)، سن اکوسیستم (Matamala *et al.*, 2008)، ترکیب گونه‌ای، اقلیم (Matamala *et al*., 2008) و مورفولوژی گیاهی (Fang *et al*., 2007) مربوط است. Tilman *et al.* (2006) دریافتند تنوع بیشتر گونه‌ای سبب ترسیب بیشتر کربن می‌شود.

درختان همزمان با رشد، کربن را به‌صورت چوب ذخیره می‌کنند و وقتی قطع و پوسیده می‌شوند بیشتر کربن ذخیره شده را به اتمسفر برمی‌گردانند. بنابراین، ذخیره کربن نشان‌دهنده مقدار کربنی است که در صورت مرگ درختان می‌تواند از بین برود. درختان پارک‌های مورد بررسی مشهد به‌طور تقریبی دارای ذخیره‌ای معادل ۳۸۸۰ تن کربن (۲۲/۷۶۹ تن در هکتار) هستند.



شکل ۴- میزان حذف آلاینده ها در سال توسط درختان پارکهای مورد مطالعه مشهد
Fig. 4- Pollution removal (bars) for trees in Mashhad



شکل۵- ترسیب کربن برای گونه ها در پارکهای مشهد

Fig. 5- Carbon sequestration of tree species in Mashhad parks

جدول ۲- گونه های برتر در تولید اکسیژن در کل سطح پارکهای مورد مطالعه مشهد

Table 2.Top oxygen production species in Mashhad parks

گونه species	نام علمی Scientific name	اکسیژن (تن در سال) Oxygen(t/y)	ترسیب کربن (تن در سال) Sequestration(t/y)	تعداد درختان در کل سطح مورد مطالعه Number of trees	سطح برگ(کیلومترمربع) Leaf area(km^2)
چنار	*Platanus orientalis*	110.99	41.62	6275	0.61
افرا	*Acer negundo*	70.72	26.52	7020	0.30
اقاقیا	*Robinia pseudoacacia*	48.43	18.16	4706	0.23
توت	*Morus alba*	46.85	17.57	4235	0.21
زبان گنجشک	*Fraxinus excelsior*	29.92	11.22	4255	0.13
عرعر	*Ailanthus altissima*	15.47	5.80	1314	0.08
کاج	*Pinus eldarica*	14.35	5.38	1843	0.13
اقاقیا پیوندی	*Robinia pseudoacacia*	12.13	4.55	1843	0.03
صنوبر	*Populus alba*	9.60	3.60	314	0.04
سرو ژونی پروس	*Cupressus arizonica*	9.20	3.45	3314	0.07
زیتون تلخ	*Melia azedarach*	8.35	3.13	882	0.04
جوالدوز	*Catalpa bignonioides*	6.93	2.60	647	0.01
بید	*Salix babylonica*	5.39	2.02	333	0.02
صنوبر نیگرا	*Populus nigra*	4.91	1.84	608	0.03
نارون	*Ulmus sp.*	4.64	1.74	431	0.02
پالونیا	*Paulownia tomentosa*	4.48	1.68	275	0.04

تولید اکسیژن

تولید اکسیژن یکی از رایج‌ترین منافع درختان شهری است. تولید خالص سالانه اکسیژن یک درخت مستقیما مربوط به میزان ترسیب کربن توسط آن است، که وابسته به تجمع زیست‌توده گیاهی است. کلیه درختان پارک‌های مورد بررسی مشهد، حدود ۴۲۰ تن اکسیژن در سال (۰/۲۴۶۵۶ تن در هکتار به ازای هر سال) تولید می‌کنند. از آنجا که اتمسفر مخزن بزرگی از اکسیژن است، این منفعت درختان به سبب مقادیر بالای اکسیژن در اتمسفر کم‌اهمیت است (Broecker, 1970). در جدول (۲) گونه‌های بااهمیت پارک‌های شهر مشهد به تفکیک فراوانی، سطح برگ، میزان ترسیب کربن و تولید اکسیژن آمده است.

ارزشگذاری اقتصادی

محاسبات و ارزش‌گذاری ریالی خدمات و کارکردهای پارک‌های مشهد با توجه به ماهیت متفاوت آنها به دو بخش تقسیم شدند و ارزش‌گذاری آنها به ۲ شیوه انجام شد.

در بخش اول خدماتی همچون پالایش آلاینده‌ها، ذخیره و ترسیب کربن، تولید اکسیژن و تنوع زیستی در نظر گرفته شد. از این خدمات دو ارزش ذخیره و تنوع زیستی مربوط به موجودی ارزش پارک‌ها تاکنون و ارزش‌های ترسیب کربن، تولید اکسیژن و پالایش آلاینده‌ها از ارزش‌های سالانه تولیدشده در پارک‌ها بودند و به‌صورت جداگانه گزارش شدند.

این خدمات با توجه به هزینه‌های مالیاتی گازها در جوامع بین‌المللی و همچنین با در نظر گرفتن هزینه‌های اجتماعی ارزش‌گذاری شدند. لازم به ذکر است نرم‌افزار آی تری به‌صورت پیش‌فرض برای هر خدمت، ارزشی را در نظر می‌گیرد. در اکثر تحقیقات ارزش‌گذاری توسط این نرم‌افزار در سراسر جهان (Barker *et al*., 2016; Nowak *et al.*, 2014 & 2016; Foster *et al*., 2016; Fortenberry *et al*., 2014) از همین هزینه‌ها برای محاسبات ارزش‌گذاری استفاده شده است. از این رو در این پژوهش نیز محاسبات با توجه به پیش‌فرض نرم‌افزار انجام شد. در عین حال با توجه به بررسی منابع و مالیات گازها، محاسبات مجددی نیز بر حسب مالیات گازها انجام شد (جدول ۳). در تمامی محاسبات ارزش دلار بر اساس ۳۸۰۰۰ ریال در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ محاسبه شد. در جدول (۳) محاسبات ارزش‌گذاری خدمات بر اساس، هزینه‌های اجتماعی در پیش‌فرض نرم‌افزار آی تری ارائه شده است.

جدول ۳- ارزشگذاری مستقیم خدمات در پارکهای مشهد بر اساس آنالیز قیمت در نرم افزار آی تری

Table 3. Economic valuation of ecosystem services of Mashhad parks in itree software

ارزش های سالانه				ارزش های موجود			
کارکرد services	(تن/هکتار/سال) (t/ha/y)	بر اساس هزینه‌های اجتماعی پیش فرض نرم افزار ای تری (ریال / هکتار) Social values (Rials/ha)	ارزش اقتصادی کل(میلیارد ریال) Total economic value	کارکرد services	(تن/هکتار) (t/ha)	بر اساس هزینه های اجتماعی پیش فرض نرم افزار ای تری (ریال / هکتار) Social values (Rials/ha)	ارزش اقتصادی کل(میلیارد ریال) Total economic value
پالایش آلاینده‌ها Pollutant removal	0.41	1613442	2	ذخیره کربن Carbon storage	22.769	61430762	72
ترسیب کربن Carbon sequestration	1.0387	2802413	3				
تولید اکسیژن Oxygen production	0.24656	0	0				
مجموع Total		4415855	5		22.769	61430762	72

بر اساس جدول (۳) ارزش اقتصادی پالایش آلاینده‌ها در هر هکتار در سال ۱،۶۱۳،۴۴۲ و ارزش ترسیب کربن۲،۸۰۲،۴۱۳ ریال برآورد شد. ارزش ریالی تولید اکسیژن به خاطر فراوانی آن در اتمسفر در محاسبات نرم‌افزار بدون ارزش در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مجموع ارزش‌های تنظیم گازها به ازای هر هکتار پارک‌های مشهد ۴،۴۱۵،۸۵۵ ریال برآورد شد.

ذخیره کربن پارک‌های مشهد به ازای هر هکتار ۲۲/۷۶۹ تن نیز بر اساس هزینه‌های پیش فرض نرم‌افزار آی تری در هر هکتار معادل ۶۱،۴۳۰،۷۶۲ ریال برآورد شد. بالا بودن ارزش ذخیره کربن بیانگر اهمیت آن در ارزش کل اقتصادی پارک‌های مشهد است.

از آنجا که مساحت کل پارک‌های مشهد در سال ۱۳۹۴ بر اساس اعلام سایت سازمان پارک‌ها و فضای سبز (Parks, 2015 Mashhad) معادل ۱۱۷۳ هکتار ذکر شده است، ارزش اقتصادی کل پارک‌های مشهد (با در نظر گرفتن موجودی و ارزش‌های سالانه) معادل ۷۷ میلیارد ریال (پالایش آلاینده‌ها ۲ میلیارد، ترسیب کربن ۳ میلیارد و ذخیره کربن ۷۲ میلیارد ریال) برآورد شد.

بررسی‌های متعددی برای برآورد ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستمی جنگل‌های شهری توسط نرم‌افزار آی تری انجام شده است. به‌عنوان مثال، گزارش شهر پلانو (Fortenberry *et al.*, 2014)در سال ۲۰۱۴ برای حجم ۱،۶۹۰،۰۰۰درخت در کل شهر (تراکم درخت ۹۰/۸۶ درخت در هر هکتار) هزینه پالایش آلاینده‌ها ۶۵ میلیاد ریال و ذخیره و ترسیب کربن ۶۱۷ میلیارد ریال (هزینه پالایش آلاینده‌ها ۳ و ذخیره و ترسیب کربن ۳۳ میلیون ریال در هر هکتار)، فیلادلفیا(Nowak *et al.*, 2016) در سال۲۰۱۲ برای حجم ۲۹۱۸،۰۰۰ درخت (تراکم درخت ۷۹/۲۵ درخت در هر هکتار) هزینه پالایش آلاینده‌ها ۷۲۲ میلیارد، ذخیره و ترسیب کربن ۱۹۷۲ میلیارد ریال (هزینه پالایش آلاینده‌ها ۲۰ و ذخیره و ترسیب کربن ۵۴ میلیون ریال در هر هکتار)، شهر آستین در تگزاس(Nowak *et al.*, 2014) در سال ۲۰۱۴ برای حجم ۳۳،۰۰۰،۰۰۰ درخت (تراکم درخت ۴۲۷/۱۶ درخت در هر هکتار) هزینه حذف آلاینده‌ها ۱۰۶ میلیارد ریال، ذخیره و ترسیب کربن ۷۷۹ میلیارد ریال (هزینه پالایش آلاینده‌ها ۱۳۷۲ و ذخیره و ترسیب کربن۱۰،۰۰۰ میلیون ریال در هر هکتار) است. نتایج پارک‌های مشهد با حجم درخت ۴۰،۳۳۴ در کل سطح مورد بررسی در پارک‌ها (تراکم درخت ۲۳۷ درخت در هر هکتار) حذف آلاینده‌ها ۲ میلیارد، ذخیره و ترسیب کربن ۷۵ میلیارد ریال (هزینه پالایش آلاینده‌ها ۱۲ و ذخیره و ترسیب کربن ۴۴۱ میلیون ریال در هر هکتار) بود که با توجه به ماهیت متفاوت این تحقیق که تنها در سطح پارک‌ها و به‌صورت محدود انجام شده است مبالغ ارزشی در محدوده صحیحی قرار دارند. (Barker *et al.*, 2016; Fortenberry *et al.*, 2014; Foster *et al.*, 2016; Nowak *et al.*, 2014 & 2016).

ارزش‌گذاری بر اساس مالیات گازها و بررسی‌های رایج در ایران در جدول (۴) ارائه شده است.

ذخیره کربن ۲۲/۷۶۹ تن بر اساس مالیات گازها معادل ۱۲،۵۴۵،۷۱۹ ریال و بر اساس بررسی‌های رایج در ایران ۲۴،۱۳۹،۶۹۴ ریال برآورد شد. بر اساس یافته‌های جدول (۴) و با در نظر گرفتن مالیات گازها (نرخ مالیات کربن ۱۴/۵(Koocheki *et al.*, 2016) و اکسیژن۴۰۰ دلار (Thornes, 2010) مجموع هزینه خدمات تنظیم گازها به ازای هر هکتار در هر سال مبلغ ۴،۳۲۰،۰۳۶ ریال محاسبه شد.

جدول ۴- ارزشگذاری مستقیم خدمات در پارکها مشهد بر اساس مالیات گازها و مطالعات رایج در ایران

Table 4. Economic valuation of Mashhad parks according to gasses tax and Iranian studies

ارزش های سالانه				ارزش های موجود			
کارکرد services	(تن/هکتار/سال) (t/ha/y)	بر اساس مالیات گازها (ریال در هکتار) According to gasses tax (Rial/ha)	بر اساس مطالعات رایج در ایران(ریال در هکتار) According to Iranian studies(Rials/ha)	کارکرد services	واحد Unit	بر اساس مالیات گازها (ریال در هکتار) According to gasses tax (Rial/ha)	بر اساس مطالعات رایج در ایران(ریال در هکتار) According to Iranian studies(Rials/ha)
ترسیب کربن Carbon sequestration	1.0387	572324	1101230	ذخیره کربن Carbon storage	22.769 (تن/هکتار) (t/ha)	12545719	24139694
تولید اکسیژن Oxygen production	0.24656	3747712	221904	تنوع زیستی biodiversity	37		22800000
مجموع Total		4320036	1323134				46939694

با در نظر گرفتن بررسی‌های رایج در داخل کشور، مالیات کربن ۲۷/۹ دلار برای هر تن (Amirnezhad, 2004) در نظر گرفته شد. هزینه تولید اکسیژن نیز در واحدهای صنعتی و پزشکی در سال ۱۳۹۰ به طور متوسط ۹۰۰ هزار ریال به ازای هر تن منظور شد (Arab, 2012) که بدین ترتیب هزینه خدمت تنظیم سالانه گازها مبلغ ۱،۳۲۳،۱۳۴ ریال به ازای هر هکتار محاسبه شد. چنین محاسباتی در محیط شهری ایران تاکنون انجام نشده، ولی در عرصه منابع طبیعی و جنگل‌ها انجام شده است. به عنوان مثال Mogarghaee *et al*. (2009) ارزش جذب گاز دی‌اکسید کربن را معادل ۴ میلیون ریال در هر هکتار در جنگل‌های خزری ایران محاسبه کردند. Karimzadegan *et al*. (2007) نیز ارزش تنظیم گازها در جنگل‌های ناحیه هیرکانی را ۷۳۰ دلار در هکتار و متوسط این رقم در جنگل‌های کشور را ۲۱۲/۵ دلار در هکتار برآورد کردند. با توجه به اینکه هر ۲/۵ تن اکسیژن می‌تواند نیاز سالانه ۱۰ نفر را تامین کند (Amirnezhad, 2004) هر هکتار پوشش گیاهی پارک‌های مشهد تقریبا نیاز سالانه ۱ نفر را تامین می‌کند و به عبارت دیگر اکسیژن تولیدشده در کل پارک‌های مشهد (۲۸۹/۲۱۴۸۸) نیاز سالانه ۱۱۵ نفر را تامین می‌کند.

غنای گونه‌ای پارک‌های مشهد ۳۸ گونه است. بر اساس تجربیات بانک ژن منابع طبیعی کشور در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ هزینه جمع‌آوری و احیای هر نمونه گیاهی مبلغ ۶۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است (Amirnezhad, 2004) که بنابراین قیمت خدمت تنوع گونه‌ای ۲۲۸۰۰۰۰۰ ریال برآورد شد. این درحالی است که در کشورهای دیگر هزینه احیای هر نمونه گیاهی ۱۰۰-۲۰۰ دلار در نظر گرفته می‌شود (Amirnezhad, 2004).

یکی از روش‌های ارزش‌گذاری، ارزش‌گذاری با روش گزینه انتخاب است. با توجه به ماهیت متفاوت این نوع ارزش‌گذاری با ارزش‌گذاری خدمات ترسیب، تولید اکسیژن، پالایش آلاینده‌ها و تنوع زیستی، نتایج مربوطه در جدولی مجزا، جدول (۵) گزارش شد. در این روش، در واقع تمایل به پرداخت کارشناسان برای برخی کارکردها از طریق پرسش‌نامه‌های گزینه انتخاب جمع‌آوری و تحلیل شد جدول (۵) و برای محاسبه میزان ارزش سالانه پارک‌ها، ابتدا تعداد کل بازدیدکنندگان در سال و به ازای هر هکتار محاسبه شد و سپس میزان تمایل پرداخت ماهانه افراد در این میزان ضرب شد.

جدول ۵- ارزشگذاری خدمات پارکهای مشهد با روش گزینه انتخاب

Table 5. Economic valuation of Mashhad parks with choice experiment method

کارکرد service	روش ارزشگذاری Valuation method	ارزش سالانه در هر هکتار Annual value per ha
تنوع(چشم انداز) Biodiversity(landscape)	گزینه انتخاب	-345797190
ذخیره آب Water storage		123259950
تشکیل خاک Soil formation		-306969390
کنترل بیولوژیک Biologic control		-53050230
فرهنگی Cultural services		240805620
مجموع total		-341751240

بر اساس جدول (۵) ارزش سالانه خدمت ذخیره آب به ازای هر هکتار ۱۲۳ میلیون ریال برآورد شد که بر این اساس ارزش کل خدمت ذخیره آب را در کل پارک‌های سطح شهر مشهد (۱۱۷۳ هکتار) ۱۴۴میلیارد ریال می‌توان برآورد کرد.

ارزش فرهنگی پارک‌های مشهد به ازای هر هکتار معادل ۲۴۰ میلیون ریال برآورد شد. ارزش‌گذاری خدمات از طریق پرسش‌نامه معمول است و در ایران بیشتر برای خدمات تفریحی پارک‌ها انجام شده است. به‌عنوان مثال، Ghafoori (2012) در پایان‌نامه خود ارزش تفریحی و زیبایی‌شناختی پارک‌های مشهد را با روش ارزش‌گذاری

مشروط معادل ۵۲ میلیارد ریال برآورد کرد. ارزش اقتصادی کل تنوع زیستی پارک ملی تندوره به روش مشروط به ازای هر لیتر آب مبلغ ۵۳/۲۴ تومان ارزش‌گذاری شده است (Abbaspoor *et al*., 2014). ارزش پارک شهری گلستان شهرستان بابل با استفاده از هزینه سفر۹۰ میلیون ریال در روز برآورد شده است (Jahanifar *et al*., 2008). Dashti & Sohrabi (2008) ارزش تفرجی پارک نبوت کرج را با روش ارزش‌گذاری مشروط ۱۴۰میلیون ریال به ازای هر هکتار در سال برآورد کردند. Moradi *et al*. (2013) ارزش اقتصادی تفرجی پارک جنگلی طاق‌بستان شهر کرمانشاه را ۷۲۰ میلیون ریال با روش هزینه سفر محاسبه کردند. ارزش اقتصادی پارک‌های جنگلی لویزان و پردیسان روزانه به ترتیب معادل ۵۳ و ۷۷/۶ میلیون ریال برآورد شده است (Mojabi & Monavari, 2005). ارزش وجودی پارک جنگلی شاندیز معادل ۲۳۵۹۱ ریال در هر بار ورود با استفاده از روش ارزش‌گذاری مشروط (Mohammadzade *et al*., 2011). ارزش تفرجگاه حسن گاویار شهرستان نورآباد معادل ۱۴ میلیون ریال در روز با استفاده از روش هزینه سفر (Mansoori *et al*., 2014) برآورد شد.

بنابراین ارزش خدمات فرهنگی در کل پارک‌های مشهد ۲۸۱ میلیارد ریال برآورد می‌شود. ارزش بقیه خدمات مورد بررسی در این مقاله منفی شدند. بیشترین تمایل به پرداخت مربوط به خدمات فرهنگی و کمترین تمایل به پرداخت مربوط به خدمت تنوع در ایجاد چشم‌انداز بود.

به‌طوری که مجموع کل خدمات مورد بررسی از طریق پرسش‌نامه گزینه انتخاب به ازای هر هکتار ۳۴۱،۷۵۱،۲۴۰- ریال برآورد شد. همان‌طور که در جدول(۵) مشاهده می‌شود، کارشناسان بخش فضای سبز تنها برای کارکردهای ذخیره آب و خدمات فرهنگی تمایل به پرداخت داشتند و برای کارکردهایی همچون تنوع (ایجاد چشم‌انداز)، تشکیل خاک و کنترل بیولوژیک تمایل به پرداخت آنها منفی شده است. به عبارتی تمایل به پرداخت کمتر از تمایل به دریافت است و این نشان می‌دهد که کارشناسان تمایل ندارند در ازای این خدمات پولی پرداخت کنند و جمعیت آماری مورد بررسی پرداخت چنین هزینه‌هایی را از وظایف خود شهرداری می‌دانند. به عبارتی درجه اهمیت این کارکردها به ترتیب متعلق به خدمات فرهنگی، ذخیره آب، کنترل بیولوژیک، تشکیل خاک و ایجاد چشم‌انداز (تنوع) است.

نتایج این تحقیق نشان داد که خدمات ارائه‌شده توسط پارک‌های مشهد بخش مهمی از موهبت‌های طبیعی است که برای رفاه شهروندان فراهم شده است. بنابراین باید برای حفظ و افزایش این سرمایه‌های گرانقدر بهای بیشتری پرداخته شود، وگرنه رفاه افراد جامعه به‌ویژه در حوزه شهری هم‌اکنون و آینده آسیب زیادی خواهد دید. در این تحقیق مبالغ ارزش ریالی سالانه خدمات پارک‌ها برآورد شد. در واقع چنین مبالغی ارزش واقعی کارکردهای زیست‌محیطی پارک‌های شهری نبوده و ارزش واقعی مسلما بیشتر است. اگر به‌طور واقعی ارزش کارکردهای زیست‌محیطی و اکولوژیکی در نظام اقتصادی در نظر گرفته شود، ارزش واقعی از آنچه اکنون است، بسیار متفاوت‌تر خواهد بود (Amirnezhad, 2004). در واقع به علت غیرمبادله‌ای بودن خدمات زیست‌محیطی و اکولوژیکی جنگل‌های شهری، ارزش‌گذاری آنها عمدتا زیر قیمت ارزش واقعی صورت می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی که اخیراً در ایران نیز شروع شده است، راهی موثر در ارزیابی شیوه اختصاص هزینه‌ها به خدمات ارزشمند اکوسیستمی توسط مدیران است. آگاهی از میزان ارزش‌های ارائه‌شده در بخش فضای سبز شهری به تفکیک در هر یک از ارزش‌ها، توجه مدیران را به حفظ و گسترش فضاهای سبز

شهری معطوف می‌دارد. این مهم، ابزاری ارزشمند برای ارائه تصمیماتی هدفمند در زمینه مدیریت شهری خواهد بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود، برای دست‌یابی به محیط پایدار شهری، این ارزش‌گذاری‌ها در تمام فضاهای سبز شهری کشور انجام شود. مسلماً دست‌یابی به آمار مقایسه‌ای ارزش‌گذاری بین شهرهای مختلف ایران، مدیران شهری را در اتخاذ تصمیمات درست‌تر در زمینه اختصاص هزینه‌های نگهداری فضای سبز هدایت خواهد کرد.

پی‌نوشت‌ها

[1] itree
[2] Hot spots of global change
[3] STRATUM
[4] Choice experiments

منابع

Abbas poor,M. Abedi,Z. Ahmadian,M. and Shariat madari, A., 2014. Economic valuation of biodiversity of protected national Tandoore park(contigenent method). In proceeding of 1th national Geografic, Urban environment and sustainable development, Tehran.

Adamowicz, W.,Louviere, J. and Williamn, M., 1994.Combining revealed and state perference methods for valuing enviromental amenities. *Journal of Enviromental Economics and Management*. 26: 271-292.

Alberti, M., 1999. Urban patterns and environmental performance: What do we know. Journal of Planning Education and Research. 19(2), 151–163.

Amirnezhad, H., 2004. Assessment the total economic value of North forests of Iran with emphasize in eco environmental and protective values. PhD. Theses. Tarbiat Modaress University, Tehran.

Amirnezhad, H. and Khalilian, S., 2005. Assessment the creational value of national Golestan park and specifying effective elements on willingness to pay. In proceedings 5th Biennial Agricultural Economics conference.

Amirnezhad, H., Khalilian, S. and Osare, M., 2006. The preservation and use values determination of Sisangan Forest Park, Nowshahr by using individual's willingness-to-pay. Pajouhesh & Sazandegi. 72 , 15-24.(In Persian with English abstract).

Amirnezhad, H. and Ataee, S., 2011. Economic valuation of environmental sources.1th Edition.Avaye masih, Sari.

Amini nia, K. Ziabakhsh, N. and Amini,B., 2014. Specifing the effictiveness of Chitgar lake in decreasing the environmental quality of the 22th zone of Tehran from the point of view of architecture on environment. In proceedings 2th national architecture, civil and urban environment conference.

Arab, Z., 2012. Economic valuation of environment function fo pastures of Khorasan razavi province. MSc. Thesis. Univercity of Ferdowsi, Mashhad.

Baldocchi, D., 1988. A multi-layer model for estimating sulfur dioxide deposition to a deciduous oak forest canopy. Atmospheric Environment. 22: 869-884.

Baldocchi, D.D., Hicks, B.B. and Camara, P., 1987. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. Atmospheric Environment. 21: 91-101.

Barker, L., Pace, M. and Grubisich, M., 2016. State od Denton Urban Forest.An itree report for Texas trees Foundation. https://www.itreetools.org/resources/reports.php.

Bennett, J. and Blamey, R., 2001. The choice modeling approach to nonmarket valuation. cheltenham uk and northampton, ma, usa: edward elgar.

Brabec, E., Schulte, S. and Richards, P.L., 2002. Impervious surfaces and water quality: a review of current literature and its implications for watershed planning. J. Plan. Lit.16, 499-514.

Brazell, J., Gray-Lee, J., Louviere, J., Dallaert,B. and Pullman, M., 1995. Nobody will do that: An empirical investigation of survey length effects on response rate and rel iability in choice model experiments, Presented at the INFORMS 1995 Marketing Science Conference.

Broecker, W.S., 1970. Man's oxygen reserve. Science. 168, 1537-1538

Carreiro, M.M., 2008. Introduction: the growth of cities and urban forestry . In: Carreiro,M./m, Song, Y.C., Wu, J. (Eds.), Ecology, Planning and Management of Urban Forests: International perspectives. Springer, New York,3-9.

Champ, P., boyle,K..J. and Brown,T.C., 2003.A primer on nonmarket valuation. kluwer academic publishers

Chen,W.Y. and Jim,C.Y., 2008.Assessment and valuation of the ecosystem services provided In:Carreiro,M.M(eds.),Ecology,planning and management of urban forests:International perspectives,Available on Springer,53-83

Chow, P. and Rolfe, G.L., 1989. Carbon and hydrogen contents of short-rotation biomass of five hardwood species. Wood and Fiber Science. 21(1), 30-36.

Churkina, G., 2008. Modeling the carbon cycle of urban systems. Ecological Modelling. 216(2), 107–113.

Dashti, G.H. and Sohrabi, F., 2009. Recreational value of Nabovat Park of Karaj based on contingent valuation. Journal of the Iranian Natural Res. 61(4), 921-932

deVries, R.E. 1987. A preliminary investigation of the growth and longevity of trees in Central Park. New Brunswick, NJ: M.S. thesis. Rutgers University.

Emami, M. and Ghazi,M., 2008.Assessment the recreational value of Saee park in Tehran using contingent valuation method. Pazhouhesh haye Eghtesadi Iran.Year. 36(2), 187-202.(In Persian with English abstract).

Escobedo, F.J., Wagner, J.E., Nowak, D.J., De la Maza, C.L., Rodriguez, M. and Crane, D.E., 2008. Analyzing the cost effectiveness of Santiago, Chiles policy of using urban forests to improve air quality. J.Environ. Manage. 86,148-157.

Fang, S., Xue, J. and Tang, L., 2007. Biomass production and carbon sequestra-tion potential in poplar plantations with different management patterns.Journal of Environmental Management. 85(3), 672–679.

Fazli, M., 2004. Economic valuation of Cheetgar park(clavson method), MS.c. Theses. Islamic Azad University,Tehran, Iran.

Fortenberry, A., Reeves, R. and Kralik, A., 2014. Plano urban Forest Ecosystem Analysis. An itree report . https://www.itreetools.org/resources/reports.php

Foster,D. and Duinker,P.; 2016. The HRM urban forest in 2016 Dalhouse University. An itree report . https://www.itreetools.org/resources/reports.php.

Ghafoori,S. 2012. Economic valuation of ecosystem services of parks and lanscapes (Case study: Mellat park of Mashhad).MSc.Thesis.

Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran.

Ghorbani,M. and Firooz zare, A. 2008.Valuation of Mashhad pollutants- Contigenent valuation method.Rigional Economy and Development. 2, 1-24.

Ghorbani,M. and Firooz zare,A.2008. Introduction to environmental valuation. Ferdowsi University Eds.no.503.

Ghorbani,M. and Sadeghi lotfabadi,S. 2010. Effective elements on willingness to pay and valuation of national tourism: case study Tandoore park, Agricultural Ecnomy and Development. 24(4), 425-432.

Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman,C.L., Wu,J.G., Bai, X.M.,*et al.*,2008. Global change and ecology of cities, Science. 319, 756-760.

Hanley,N.,Wright,R.E., and Adamowicz,V. 1998 Using choice experiments to value the enviroment, Environmental and Resource Economics. 113(4), 413-428.

Hayati,B. Ehsani,M. Ghahraman zade,M. Raheli,H. Taghizade,M.2010. Effective elements on willingness to pay of visitors of El-goli and Mashrote parks of Tabriz, Economics and Agricultureal development,24.No.1.91-98.

Izadi,H. and Barzegar,S.2011. Study the economic valuation methods in analyzing urban environmental issues. 1th conference eghtesad shahri Iran. 2-3 Azarmah.

Jahani far,K. Abedi,Z. Jafari,A.,Faghan poor,M. and Vatandoost,S. 2008. Valuation of urban landscape and calculation the prosperity of visitors(case study: Golestan park,Babol,Mazandaran province). 7th biennial of anjoman motakhessan mohite zist Iran.

Karimzadegan,H. et al.,2007.Valuing forest and rangelands.Ecosystem services International Journal of Environmental researches.1(14), 368-377.

Koocheki,A. Nassiri mahallati,M. Amin ghafoori, A. Mahloogi rad, M. and Fallah poor,F. 2016. Economic valuation of agroecosystems services in wheat fields of Khorasan razavi province. Agricultural ecology, 8(4), 612-627.

Mashhad parks, 2015. Mashhad Parks Organixation. Available online at: http://parks.mashhad.ir

Mansoori,M., Badeyan,Z. Adeli,K., 2014. Economic valuation of Hasan gavyar park of Noor city using traveling cost method, In proceedings of 2th national forest science, Forestry Forum of Tehran University.

Matamala, R., Jastrow, J. D., Miller, R. M., & Garten, C. T., 2008. Temporal changesin C and N stocks of restored prairie: Implications for C sequestration strategies.

Mitchell, R. C,. and Carson, R. T., 1989. Using surveys to value public goods, Resources for the Future,Washington, D.C.U.S. Department of Agriculture. National Invasive Species Information Center. 2011. http://www.invasivespeciesinfo.gov/plants/main.shtm

McPherson, E.G., Nowak, D.J., Rowntree, R.A., 1994. Chicagos urban forest ecosystems: results of Chicago urban forest climate project. In: Gen. Tech. Rep.NE-186. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Randor,PA, USA.

McPherson, E.G., Simpson, J.R., Peper, P.J., Gardner, S.L., Vargas, K.E., Maco, S.E., Xiao,Q. 2006. Coastal Plain Community Tree Guide:

Benefits, Costs, and Strategic Planting PSW-GTR-201. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, CA.

Millward,A.A., Sabir, S.,2010. Structure of forested urban park implications for strategic management. Environmental Manegement, 91(11), 2215-24.

Mobarghaee,N., Sharzaee,Gh., Makhdoom, M.,Yavari,A. 2009. Applying site valuation patterns of co2 absorption in Khazar forest of Iran. Journal of moheet shenasi. 35(51), 57-68.

Mohammad zade,S.H., Kashefi,M., Taheri saffar,M. 2011. Valuation of Environmental sources and Torism(Case study: Shandiz forest park of Mashhad). In proceeding of 1th national Tourism, national capital and future view.

Mojabi,M. and Monavari, M. 2004. Economic valuation of Pardisan and Lavizan parkd. Environmental Science,7.

Monfared,H. 2010. Evaluation the value of recreation service of Alang dare park using contigenent value method, Forestry and wood processing Faculty, Agricultural university og Gorgan.p.84.

Moradi,S., Mohammadi, S., 2013. Economic valuation of Tourism of Tagh boostan park using regional traveling method. In proceeding of 1th General environment, Energy and Biologic defend.

Nakhaee,N., Mortazavi,A. Amirnezhad, H. and Navazi, M.A.2010.Assessing the Protective value of Noor Forest park using contigenent method.Agricultural Economy.3(2), 37-64.

Niemela, J., Saarela, S.-R., Soderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Vare, S., et al. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: A Finland case study. Biodiversity and Conservation. 19(11), 3225–3243.

Nowak, D.J. 1996. Estimating leaf biomass of open grown deciduous urban trees. Forest science. 42,504-507.

Nowak, D.J., and D.E. Crane. 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions. In: Hansen, M. and T. Burk (Eds.) Integrated Tools for Natural Resources Inventories in the 21st Century. Proc. Of the IUFRO Conference. USDA Forest Service General Technical Report NC-212. North Central Research Station, St. Paul, MN. pp. 714-720. See also http://www.ufore.org.

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Dwyer, J.F. 2002. Compensatory value of urban trees in the United States. Journal of Arboriculture. 28(4), 194 - 199.

Nowak, D.J. and Crane, D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA.

Environmental Pollution. 116, 381–389.

Nowak,D.J., Crane, D.E., Stevens,J.C., 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the Unites states. Urban For.Urban Gree. 4, 115-123.

Nowak, D.J. and J.F. Dwyer. 2007. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: Kuser, J. (ed.) Urban and Community Forestry in the Northeast. New York: Page 29 Springer. Pp. 25-46.

Nowak, D.J., Hoehn, R.E.I.I., Crane, D.E., Stevens, J.C., Walton, J.T., 2007. Assessing urban forest effects and values: Philadelphias urban forest. USDA Forest Service Resource Bulletin NRS-7U.S. Department of Agriculture , New-town Square PA.

Nowak, D.J.; Bodine, A.R.; Hoehn, R.E. 2014. An itree report for Austins urban forest. https://www.itreetools.org/resources/reports.php.

Nowak, D.J.; Bodine, A.R.; Hoehn, R.E. 2016. The urban forest of Philadelphia. An itree report . https://www.itreetools.org/resources/reports.php.

Roosta,T.,Roosta,H.2008. Effects of management on valuation of forest parks of Iran(case study: Bonab Arsangan park). In proceedings of Regional conference of Natural Resources end Environment

Sherkate mohandesin Jame Iran, 2010. Economic valuation of national kavir park,Depatment oF environment of Iran, sustainable development and environmental economy, In proceeding of national economic value of environmental sources.

Tilman, D., Hill, J., & Lehman, C., 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high diversity grassland biomass. Science. 314(5805), 1598–1600.

Thornes, J. 2010. Atmospheric services. In: Hester, R.E. and R.M. Harrison. 2010 (eds.) Ecosystem Services. Issues in Environmental Science and Technology. Royal Society of Chemistry Publishing, UK. 70-104.

USDA, 2015. U.S.Department of Agriculture. Available at : http://www.USDA.gov.

Nowak, David J., Hoehn, R., and Crane, D. 2007. Oxygen production by urban trees in the United States. Arboriculture & Urban Forestry 33(3), 220-226.

Environmental Sciences Vol.15 / No.4 / Winter 2018

155-176

Economic valuation of the ecosystem services of Mashhad's Parks

Narges Pourtoosi[1], Alireza Koocheki[2*] , Mahdi Nasiri Mahalati[2] and Mohammad Ghorbani[3]

[1] Department of Agronomy, International Campus Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[3] Department of Economy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 2017.07.16 **Accepted:** 2017.12.11

Pourtoosi, N. Koocheki, A. Nasiri Mahalati,M and Ghorbani, M. 2018. Economic valuation of the ecosystem services of Mashhad's Parks. Environmental Sciences. 15(4): 155-176**.**

Introduction: Urbanization creates significant changes in global ecosystems, while urban agro-ecosystems can provide valuable and desirable ecosystem services for human society. Understanding these services and taking them into account is necessary for the urban management of both today's society and future generations.

Materials and methods: This study was conducted in 2015 in Mashhad parks. To evaluate services like carbon sequestration, oxygen production and pollutant removal, plant data in plots was entered in itree software and their values were calculated according to international gas tax and also social values. In order to evaluate services such as diversity in landscapes, water storage, soil formation, biological pest control and cultural services, a questionnaire was designed using a choice experiment method and the average of willingness of landscape experts to pay was analyzed.

Results and discussion: The urban forest of Mashhad has tree cover of 41.6 percent; the three most common species are *Acer negundo* (17.4%), Platanus orientalis (15.6%) and *Robinia pseudoacacia* (11.7%). The percentage of young trees was greater than others and, so, the ecosystem services of parks come mostly from younger trees. The population of exotic tree species was more than native ones, with most exotic tree species having their origins in North America (at 44.1%) and 15.9% with Asian origins. The gross carbon sequestration of trees was 1.0387 tons per hectare per year, most of which belonged to *Platanus orientalis*. Oxygen production was 0.24656 and pollutant removal was 0.041 ton/ha/year, with carbon storage per hectare at 22.769 tons. Results showed that the value of regulatory services like (carbon sequestration, oxygen production and pollutant removal) in Mashhad parks was 4 million Rials annually per hectare and carbon storage was 61 million Rials per hectare. As the atmosphere is a huge source of oxygen, this gas was not calculated in the monitory valuation. The amount of oxygen production in all parks was 290 tons which can provide for the

* Corresponding Author. *E-mail Address*: Akooch@um.ac.ir

needs of 115 persons. Species richness was 38 with a value of 22 million Rials. Total value of other regulatory services such as (landscape diversity, water storage, soil formation, biological pest control and cultural services) was negative and, of these services, the responders only have a willingness to pay 365 million Rials per ha annually for cultural and water storage services. From this amount, 240 million Rials was for cultural services and 133 thousand Rials was for water storage. There was no willingness to pay for the other services which they consider to be part of the Municipality's tasks.

Conclusion: More budget is needed for increasing ecosystem services and for saving the urban ecosystem.

Keywords: Choice experiment, itree software, Mashhad parks, Urban management.