توسعه پایدار یا ناپایدار: مقایسه اقتصادی صنایع انرژی‌بَر با سودآوری خدمات اکوسیستمی در شهرستان تیران

محسن سرشاد[۱]، حسین آذرنیوند[۲*]، محمدعلی زارع‌چاهوکی[۲] و حامد رفیعی[۳]

۱) دانشجوی دکتری تخصصی رشته علوم مرتع، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲) استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: hazar@ut.ac.ir
۳) استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۴) استادیار گروه اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳

چکیده

رشد صنعت در کشورهای در حال توسعه علی‌رغم ایجاد اشتغال قابل‌توجه، با هزینه‌های جانبی اجتماعی- زیست محیطی بالایی همراه است. در این کشورها ارزیابی ظرفیت‌های هر دو بخش صنعت و منابع زیست محیطی در ایجاد اشتغال با لحاظ نمودن هزینه‌های جانبی مانند آلاینده‌ها برای آگاهی جامعه و ایجاد اشتغال همسو با توسعه پایدار ضروری است. بر همین اساس این مطالعه با ارزیابی خدمات و کالاهای اکوسیستمی و مقایسه با ارزش خالص صنایع آلاینده با اعمال هزینه‌های اجتماعی- زیست محیطی در شهرستان تیران (اصفهان) در سال ۱٤۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. تعداد واحدهای فعال و نوع و مقدار سوخت‌های فسیلی مورد مصرف از اداره صنایع و معادن شهرستان و هزینه‌های اجتماعی- زیست‌محیطی آلاینده‌ها از گزارش‌های وزارت نیرو استخراج و محاسبات آماری با استفاده از فرمول‌های تجربی انجام شد. بر اساس نتایج، هر دو بخش صنعت و منابع زیست محیطی شهرستان نقش مهمی در اشتغال و اقتصاد داشت، اما هزینه‌های جانبی صنعت به شدت بالا بود. به عبارتی بسیاری از صنایع منطقه، آلاینده، غیرسودآور و با ناکارآمدی محیطی بالا بودند. بررسی هزینه نهایی صنایع نشان داد بسیاری از فعالیت‌های تولیدی و تبدیلی بخش صنعت هزینه نهایی بالایی داشتند. همچنین بخش‌های گوناگون فرآوری، تولیدی و تبدیلی، ناکارآمدی زیست‌محیطی قابل‌توجهی را در بین صنایع داشتند. از نظر مالی ارزش سالانه کل کالاها/ خدمات اکوسیستمی معادل ۱۳٦،٤٤۰،۷۸۰/۱ میلیون‌ریال، ارزش سالانه کل کالاهای اکوسیستمی معادل ۲۱،۱۳۰،۹٤٤/۵ میلیون‌ریال و ارزش کل محصولات بخش صنعت ۱۲،۱٦٦،۸۳٤/۸ میلیون‌ریال در سال است. همچنین سرانه درآمد نیروی کار در بخش صنعت و مشاغل مبتنی بر اکوسیستم به‌ترتیب معادل ۲۷۳/۲۱٦ و ۷۰٤/۳٦٤ میلیون‌ریال در سال است. به‌طور کلی، بدون در نظر گرفتن اثرات مخرب نامشخص صنایع بر کالاها/ خدمات اکوسیستمی با تحمیل هزینه‌های اجتماعی- رفاهی و زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌ها، بسیاری از صنایع فعال در این منطقه سودآوری کمی داشته و به نظر می‌رسد سرمایه‌گذاری برای اشتغال مبتنی بر اکوسیستم به پایداری نزدیک‌تر است.

واژه‌های کلیدی: آلایندگی، توسعه پایدار، سرانه درآمد، کالا و خدمات اکوسیستم، ناکارآمدی زیست‌محیطی.

مقدمه

رشد جمعیت در دهه‌های گذشته، گسترش شهرنشینی، پیشرفت فناوری و رشد اقتصادی، تعادل روابط انسان و طبیعت را در نقاط مختلف جهان به چالش کشیده است (Hasan *et al.*, 2020). بر همین اساس تخریب اکوسیستم و ناپایداری زیست محیطی از طریق مداخلات مستقیم انسانی، یعنی رشد صنعت در سطح جهانی در حال افزایش است (Kosanic & Petzold, 2020). از آنجایی که جمعیت جهانی انسان همچنان در حال رشد است، تقاضاهای محیط زیست همچنان افزایش خواهد یافت و ضروری است تا اثرات نامطلوب زیست‌محیطی فعلی و آتی فعالیت‌های انسانی به حداقل رسیده تا محیط زیست بتواند به حمایت از انسان و حیات ادامه مسیر دهد (Brusseau, 2019).

توسعه صنعت نمونه بارزی از مهم‌ترین فعالیت انسان بر روی کره زمین است. پیشرفت فناوری و صنایع نه تنها به‌طور مستقیم، بلکه غیرمستقیم نیز منجر به تحلیل، تخریب یا از بین رفتن کامل منابع زیست محیطی شده است (Kosanic & Petzold, 2020; Yin *et al.*, 2021). صنعتی شدن محض در کشورهای در حال توسعه، اغلب تکرار تمام اشتباهات زیست محیطی کشورهای توسعه یافته است (Robins & Trisoglio, 2019). بسیاری از فعالیت‌های صنعتی گذشته آن قدر مضر بوده‌اند که منجر به تغییرات غیرقابل برگشتی مانند از بین رفتن زیستگاه و انقراض گونه‌ها شده‌اند (Brusseau, 2019). از سویی سودآوری صنایع آلاینده ممکن است با اتلاف انرژی بسیار بالا و در نظر گرفتن هزینه‌های اجتماعی- اقتصادی جانبی آنها به‌شدت کاهش یابد. بنابراین متعادل کردن رشد اقتصادی و حاکمیت و مدیریت محیطی یک چالش بزرگ جهت دستیابی به توسعه اقتصاد پایدار مبنی بر محیط طبیعی است (Feng *et al.*, 2023).

صنعت در طول تاریخ مصرف‌کننده قابل‌توجهی از انرژی و مواد خام و همچنین تولیدکننده عمده آلودگی بوده است و به نظر می‌رسد کشورهای در حال توسعه با وضعیت بدون برد روبه‌رو هستند (Robins & Trisoglio, 2019). در کنار مصرف بی‌حدوحصر منابع در صنعت، آلودگی‌های زیست محیطی به شدت کیفیت زندگی را کاهش داده و اثرات مخرب بر محیط می‌گذارد. آلودگی نه تنها بر سلامت انسان تاثیر منفی می‌گذارد، بلکه بر اکولوژی سرزمین و خدمات تولیدی زیست محیطی نیز اثرگذار است (Hussein *et al.*, 2022; Ebadi *et al.*, 2021). اگرچه در بیشتر موارد، آلودگی‌های محیطی با بخش‌های اقتصادی محیطی ادغام می‌شوند (Feng *et al.*, 2023)، اما هزینه‌های سنگین صنایع شامل نیاز به مواد اولیه، نیروی کار و فرآیندهای تبدیل و همچنین انتشار آلاینده‌ها ممکن است سودآوری بخش صنعت را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. بر این اساس، آلودگی و به خصوص آلاینده‌های نفتی مهم‌ترین عاملی هستند که باعث ایجاد هزینه‌های نهایی بالا در بخش‌های اقتصادی می‌شوند (Ali & Puppim de Oliveira, 2018; Feng *et al.*, 2023).

آلودگی‌های زیست محیطی صنایع اساسا به سه دسته شامل آلودگی هوا، آب و خاک تقسیم می‌شوند (Wu *et al.*, 2019). و به‌طور خاص با مصرف سوخت‌های فسیلی، آلودگی هوا و انتشار گازهای سمی مشکل رایج منتج از رشد اقتصادی و صنعتی شدن است (Kosanic & Petzold, 2020؛ Feng *et al.*, 2023). در بین گازهای مختلف، SO_2، CO، CO_2، SMP، NOx و CHx مهم‌ترین گازهای منتشرشده از صنایع هستند (Ochoa-Hueso *et al.*, 2017; Ghorani-Azam *et al.*, 2016). انتشار این گازهای مضر از بخش صنعت، هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی بالایی را تحمیل می‌کند که کارایی و سودآوری صنعت را به شدت کاهش می‌دهد (Fan *et al.*, 2017; Wu *et al.*, 2019). اگرچه رشد صنعت مزایایی چون اشتغال و تولید محصول را دارد، اما با اعمال هزینه‌های جانبی مانند ضررهای ناشی از آلاینده‌ها، سودآوری نهایی به شدت کاهش می‌یابد.

در مقابل اشتغال وابسته به صنعت، وجود کالاها و خدمات اکوسیستمی می‌تواند نقش به‌سزایی در اشتغال و درآمدزایی جامعه داشته باشد که معمولا این‌گونه اشتغال با هزینه‌های جانبی بسیار ناچیز همراه هستند. به‌طور کلی خدمات اکوسیستم‌ها متنوع بوده و مستقیم یا غیرمستقیم بر معاش و زندگی انسان اثرگذار است (Zoderer *et al.*, 2019). از سویی بهره‌مندی از خدمات و کالاهای متنوع اکوسیستمی بین جوامع و گروه‌های اجتماعی متفاوت بوده و با توجه به نیاز به اقتصاد و توسعه پایدار در جوامع، پایش و ارزیابی تغییرات جمعیتی- اقتصادی- زیست محیطی ضروری به نظر می‌رسد (Yin *et al.*,

2021). بنابراین ارزیابی نقش هر دو بخش منابع زیست محیطی و بخش صنعت در اشتغال با لحاظ نمودن هزینه‌های جانبی (و ضررهای زیست محیطی صنایع) می‌تواند تا حدودی برای آگاهی عمومی جمعیت در راستای ایجاد اشتغال مناسب و توسعه پایدار سرزمین موثر واقع گردد.

در ایران، شهرک‌های صنعتی تحت رشد جمعیت در دهه‌های گذشته افزایش یافته‌اند که اغلب این مناطق صنعتی در نواحی اکولوژیک و ارزشمند قرار دارند (Ghorani-Azam *et al.*, 2016). در همین راستا، شهرستان تیران واقع در استان اصفهان با دارا بودن منابع غنی زیست محیطی و کشاورزی، طی چند دهه اخیر حضور صنعت را به شکل محسوسی تجربه نموده است. در واقع اشتغال و معاش نیمی از جمعیت ساکن در این شهرستان وابسته به صنعت و نیمی دیگر وابسته به محیط طبیعی می‌باشند. بنابراین نیاز است تا با لحاظ نمودن هزینه‌های آشکار و پنهان در بخش‌های مختلف اقتصادی- زیست محیطی در ایجاد اشتغال، وضعیت این شهرستان به‌عنوان منطقه‌ای که فعالیت وابسته به هر دو بخش منابع طبیعی و رشد صنعت را تجربه می‌کند، مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین، اهداف اصلی این پژوهش مطالعه کالا و خدمات اکوسیستمی و ارزش اقتصادی آنها و بررسی و ارزیابی سودآوری و درآمد خالص صنایع شهرستان تیران بر اساس محاسبه ضررهای زیست محیطی با استفاده از مدل‌های تجربی در سال ۱۴۰۲ بوده است. نتایج این پژوهش می‌تواند برای برنامه‌ریزی‌های طولانی‌مدت سرزمین در جهت کنترل و مدیریت توسعه صنعت، حفظ منابع زیست‌محیطی و نیل به توسعه پایدار مورد توجه ادارات ذی‌ربط، برنامه‌ریزان و سیاست‌مداران این حیطه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان تیران با وسعت ۱۷۶،۸۸۰ هکتار واقع در ۴۵ کیلومتری غرب استان اصفهان دارای آب‌وهوای نیمه‌خشک است (شکل ۱). ارتفاع متوسط این شهرستان حدود ۲،۰۵۰ متر و میانگین بارندگی و دمای سالانه منطقه به‌ترتیب ۳۰۰ میلی‌متر و ۱۷/۴۶ درجه سانتی‌گراد است. جمعیت تیران در سال ۱۳۹۲ برابر با ۱۰۵،۰۰۰ نفر بوده، به‌طوری‌که دارای ۴۴ روستای بالای ۲۰ خانوار و ۱۹ روستای زیر ۲۰ خانوار است.

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان تیران در استان اصفهان

شهرستان تیران به‌دلیل شرایط اقلیمی و موقعیت جغرافیایی (جاده ترانزیتی غرب و شرق)، علاوه بر غنی بودن از منابع طبیعی، دارای مناطق صنعتی متعددی بوده که طی چند دهه اخیر رشد چشمگیری داشته است. بنابراین در کنار اشتغال وابسته به منابع زیست محیطی و کشاورزی، این شهرستان دارای ۳ شهرک صنعتی و تعدادی ناحیه صنعتی کوچک است که در بسیاری از صنایع تولیدی و تبدیلی فعال هستند. بنابراین این شهرستان نمونه یک منطقه صنعتی با غنا و خدمات اکوسیستمی

قابل توجه است. مهم‌ترین صنایع فعال مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی در شهرستان تیران عبارتند از: ۱) تولید محصولات سرامیک غیرساختمانی غیرنسوز؛ ۲) تولید محصولات سرامیکی نسوز - عایق حرارتی؛ ۳) تولید سیمان آهکی گچی؛ ٤) تولید محصولات ساخته‌شده از بتن؛ ۵) سیمان و گچ؛ ٦) برش و شکل‌دهی سنگ؛ ۷) تولید آجر؛ ۸) تولید محصولات ساختمانی سفالی و سرامیک غیرنسوز؛ ۹) تولید سایر کانی‌های غیرفلزی محصولاتی مانند آسفالت طبقه‌بندی نشده؛ ۱۰) تولید محصولات اولیه آهن و فولاد؛ ۱۱) تولید محصولات اساسی مس؛ ۱۲) تولید محصولات اساسی آلومینیوم؛ ۱۳) تولید فلزات گران‌بها و سایر محصولات اساسی- به‌استثنای آهن و فولاد؛ ١٤) مس و آلومینیوم؛ ۱۵) ریخته‌گری آهن و فولاد و ١٦) ریخته‌گری فلزات غیرآهنی. هر نوع صنعت در این حوزه معمولا دارای چندین شرکت است.

روش پژوهش

ارزیابی‌ها در دو مرحله انجام شد. مرحله اول شامل ارزیابی خدمات و کالاهای متنوع اکوسیستمی و ارزش‌گذاری آن و گام دوم شامل بررسی کارآیی اقتصادی – زیست‌محیطی صنایع در شهرستان بود. ارزیابی خدمات/ کالاها و ارزش‌گذاری اکوسیستم از طریق فرمول‌های تجربی برای تولید غذا (FP)، حفاظت خاک (SR)، تولید آب (WC)، ترسیب کربن (CaS)، خدمات فرهنگی (CuSs) و زیستگاهی (HaSs) به شرح جدول (۱) انجام شد. برای ارزش‌گذاری مواد غذایی از روش قیمت بازار استفاده شد. داده‌های مورد نیاز از آمار فصلی سال ۲۰۲۲ توسط مرکز آمار ایران استخراج شد. میانگین موزون قیمت فروش هر تن محصولات عمده کشاورزی (ریال در هکتار) بر اساس معادله محاسبه شد.

برای ارزیابی ارزش اقتصادی- زیست‌محیطی صنایع، میزان ارزش اقتصادی و سودآوری صنایع بر اساس ورودی و آسیب‌های زیست محیطی ناشی از آلودگی اندازه‌گیری شد. از مدل لیبنشتاین (۱۹٦٦) برای تعیین کارآیی صنایع و بررسی هزینه‌ها و آلودگی صنایع موجود در منطقه استفاده شد که در نهایت منجر به تعیین مجموع سود و زیان هر صنعت شد. طبق روش لیبنشتاین، در محاسبه هزینه رفاهی ناشی از عملکرد یک صنعت، لازم است هزینه اجتماعی ناکارآمدی و تخصیص ناکارآمدی X به صورت ترکیبی محاسبه شود (جدول ۲). لیبنشتاین معتقد بود رابطه مثبتی بین اندازه صنعت و رونق از دست رفته وجود دارد. و هر چه صنعت بزرگ‌تر یا آلاینده‌تر باشد، قدرت انحصاری آن بیشتر می‌شود و در نتیجه صنعت ناکارآمدتر می‌گردد. کارآیی یا سودآوری صنعت بر اساس اثرات آلودگی محیط زیست از معادله‌های مربوطه (جدول ۲) محاسبه می‌شود.

اطلاعات اولیه در خصوص تعداد واحدهای صنعتی فعال شهرستان، نوع و مقدار سوخت‌های فسیلی مورد مصرف از بخش توزیع سوخت اداره صنایع و معادن شهرستان و نیز بخش اطلاعات شهرک‌های صنعتی به‌دست آمد. اطلاعات در خصوص هزینه‌های اجتماعی- زیست‌محیطی آلاینده‌ها برای هر نوع آلاینده از جداول گزارش شده وزارت نیرو استخراج و محاسبات آماری با استفاده از فرمول‌های تجربی در نرم‌افزار اکسل انجام شد.

برای محاسبه متغیرهای کارآیی زیست محیطی[1] با به‌کارگیری معادلات و استفاده اطلاعات ترازنامه انرژی منتشر شده توسط وزارت نیرو و اطلاعات کل هزینه، تولید، سرمایه موجود، مواد اولیه، نیروی کار و انرژی صنایع کارگاه‌ها بر اساس آلاینده‌ها[2]صنایع مورد مطالعه با استفاده از جداول انرژی و هزینه مربوط به میزان سوخت مصرفی صنعت (بنزین، نفت سفید، سوخت دیزل، مازوت، گاز مایع، گاز طبیعی) استفاده شد. صنایع منتخب، به‌دست آمده و در اندازه‌گیری کارآیی زیست محیطی استفاده شد (جدول ۲). در نهایت محاسبات آماری و تهیه نمودارها در Excel انجام شد.

1. Environmental Efficiency (EE)

2. NOx ،SO2 ،CO ،SMP ،CO2، CHx

جدول ۱. ارزیابی ارزش اقتصادی کالاها و کارکردهای زیست‌محیطی

خدمت	روش محاسبه	توضیحات
غذا — تولید	$CY = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i * CY_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$	CY میانگین وزنی تولید محصولات عمده کشاورزی i،...، n شامل غلات، حبوبات، محصولات صنعتی، سبزیجات و گیاهان علوفه‌ای (تن در هکتار) و A_i کل مساحت زیرکشت است. کشت محصول i (هکتار) و CY_i میانگین تولید محصول i (تن در هکتار) است (Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010).
غذا — ارزش‌گذاری	$V_{CY} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i * CY_i * P_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$	V_{CY} ارزش اقتصادی هر تن محصولات عمده کشاورزی i،...،n در هکتار، A_i کل سطح زیرکشت محصول i (هکتار)، CY_i میانگین تولید محصول i بر حسب تن در هکتار است. Pi میانگین قیمت فروش محصول i (تن در هکتار به ریال) و n تعداد محصولات کشاورزی است (Sharp *et al.*, 2014).
آب[1] — تولید	$Water\ Yield\ (x) = \left(1 - \frac{AET(x)}{P\ (x)}\right).P(x)$	بر مبنای میزان تبخیر، تعرق و میزان بارش محاسبه می‌گردد (Hargreaves & Samani, 1982).
آب[1] — ارزش‌گذاری	$P_{WY} = \frac{\sum_{i=1}^{n} 0.92 * AG_{price} * 0.06 * IND_{price} * 0.02}{1}$ $V_{WY} = P_{WY} \times WY_i$	V_{WY} ارزش اقتصادی خدمات تولید آب، WY_i مقدار آب تولید شده برحسب مترمکعب/سال و P_{WY} میانگین وزنی/ حجمی آب تولید شده است (Hargreaves & Samani, 1982).
رسوب — نگهداری	$USLE_i = (R.K.LS.C.P)_i$ $Sediment\ retention = R_i.K_i.LS_i.(1 - C_iP_i).SDR_i$	R فرسایندگی باران، K فرسایش‌پذیری خاک، LS ضریب گرادیان طول شیب و C پوشش است. ضریب مدیریت و P ضریب عملیات حفاظتی است (Renard *et al.*, 1996).
رسوب — ارزش‌گذاری	$V_{SR} = \sum_{i-1}^{n} SR_i \times C_i \times P_i$	V_{SR} ارزش اقتصادی خدمات زیربنایی، SR_i نگهداری سالانه رسوب در واحد i، C_i مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و P_i قیمت نیتروژن، فسفر و پتاسیم است (Abdolmohamadi *et al.*, 2017).
کربن — تولید	$C_{xt} = C_{pxt} + \sum_{j=1}^{J} A_{xjt}(C_{aj} + C_{bj} + C_{sj} + C_{oj})'$ $C_t = \sum_{x=1}^{x} C_{xt}'$	C_{pxt} منبع ذخیره‌سازی کربن در منابع گوناگون در زمان t، A_{xjt} مساحت کاربری زمین در قطعه x در زمان t، و $A_x=\sum_{(j=1)}^{J} A_{xjt}$ برای تعیین متریک تن C ذخیره شده در کل چشم‌انداز در زمان t که با C_i نشان داده می‌شود. C_{oj}، C_{aj}، C_{bj} و C_{sj} متریک تن (هزار کیلوگرم تن) از منابع آلی سطح زیرزمینی خاک و ذخیره مواد در هر کلاس کاربری j هستند، به‌طوری‌که j =1, 2..., کلاس‌های مختلف کاربری می‌باشند (Sharp *et al.*, 2014).

1. Water production

ارزش‌گذاری	$V_{CS} = P_{CS} \times CS_i$	V_{CS} ارزش اقتصادی تولید کربن، CS_i ذخیره کربن سالانه برحسب واحد i و Pi هزینه اجتماعی انتشار هر تن CO_2 است (Bluffstone *et al.*, 2017).
خدمات فرهنگی ارزش‌گذاری	$v_{CES} = P_{CES} \times CES_i$	در این راستا CES_i مقدار خدمات فرهنگی، P_{CES} میانگین قیمت خدمت فرهنگی در هکتار (ریال) و P_{CES} ارزش اقتصادی خدمت فرهنگی (ریال در هکتار) است (Hirons *et al.*, 2016).
خدمات زیستگاهی	$V_{Hs} = P_{HS} \times HQ_i$	HQ_i کیفیت زیستگاه برحسب واحد، P_{HS} قیمت خدمات زیستگاهی در هر هکتار (ریال) و V_{Hs} ارزش اقتصادی خدمات زیستگاهی است (Haiping *et al.*, 2018).

جدول ۲. ارزیابی اقتصادی – زیست‌محیطی صنایع بر اساس هزینه‌های رفاه اجتماعی و هزینه‌های نهایی

هزینه‌های رفاه اجتماعی	$W_{Total} = W_{ax} + W_x$ $= \frac{1}{2} R \eta_j \left(\frac{(p_j - mc_j) + \left(1 - \frac{\hat{u}_{min}}{\hat{u}_j}\right)}{P} \right)^2$ $+ \left(q_{0i} \times \left(1 - \frac{\hat{u}_{min}}{\hat{u}_j}\right) \right)$	R_j درآمد صنعت j، i کشش قیمتی تقاضای صنعت j، P قیمت صنعت j است. MC_j هزینه نهایی صنعت j است. U_j میزان ناکارآمدی زیست‌محیطی (EI) صنعت است که بر اساس آلاینده‌ترین صنعت منطقه در نظر گرفته می‌شود. U_{min} کمترین زیست محیطی در بین صنایع مورد مطالعه است. با تعریف کشش قیمتی تقاضا برای محصول j با توجه به رابطه محاسبه می‌شود (Leibenstein *et al.*, 1966).
کشش قیمتی تقاضا	$dp_j = t_j p_j,\ dp_j = q_j \eta_j t_j$ $w_a = S_j(ABC) = \frac{1}{2} p_j q_j \eta_j {t_j}^2$ $W_a = S_j(ABC) = \frac{1}{2} dp_j dq_j$ $= \frac{1}{2} R_j \eta_j \left(\frac{p + C_m}{P} \right)^2$	تحت شرایط کارآیی x، افت رفاه ناشی از ناکارآمدی تخصیصی W_a به‌عنوان هزینه رفاهی هاربرگر شناخته می‌شود. بر اساس رویکرد لیبنشتاین، هزینه اجتماعی یک صنعت فراتر از مثلث رفاه (سود، شامل تمام زیان‌های آشکار و پنهان) است. به همین ترتیب میزان خسارت رفاهی طبق معادله محاسبه می‌شود (Peres Núñez & Primi, 2009).
	$S_j(ADE) + S_j(C_M C_C BD) = W_{ax} + W_x$ $= \frac{1}{2}(a + x)(q_1 + q_2) + x q_0$ $W_x = q_0 X x \quad , x = 1 - \frac{\hat{u}_c{}^{min}}{\hat{u}_c{}^{b}}$	شاخص min نشان‌دهنده صنعت با کمترین ناکارآمدی فنی (U^{min}) است که به‌عنوان پایه در نظر گرفته می‌شود. سپس تفاوت ناکارآمدی سایر صنایع (U^b) با صنعت پایه (u^{min}) اندازه‌گیری می‌شود و در نهایت کل هزینه رفاهی یا هزینه تحمیلی با استفاده از فرمول فوق (W_{total}) اندازه‌گیری می‌شود. همچنین میزان هزینه‌های زیست‌محیطی بخش انرژی‌بر اساس انتشار آلاینده‌ها (یعنی دی‌اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد و ...) در هر صنعت از جداول ارایه شده در «ترازنامه انرژی وزارت نیرو (۱۳۹۳)» استفاده شده است.

هزینه نهایی صنایع	$\ln C = a_0 + a_q LnQ + \frac{1}{2}a_{qq}(LnQ)^2 + \sum_{i=1}^{n} a_i Lnp_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\beta_{ij} LnP_i LnP_j + \sum_{i=1}^{n} \square_{qi} LnQ LnP_i + U$ $MC = \frac{TC}{Q} \times \frac{\partial LnTC}{\partial LnQ}$	متغیر وابسته C نشان‌دهنده هزینه کل شرکت و تابعی از تولید، قیمت نهادهای نیروی کار، انرژی، مواد خام و دارآیی‌های سرمایه‌ای است (Zellner *et al*., 1962).
کارآیی زیست محیطی	$D(x^{k\prime}, v^{k\prime}, u^{k\prime}; g) = max\beta$ $s.t.\ (v^{k\prime} + \beta g_v, u^{k\prime} - \beta g_u) \in P(x)$ $D(x, v, u) = \frac{1}{(1 + D(x^{k\prime}, v^{k\prime}, u^{k\prime}; g))}$	اگر مقدار ناکارآمدی زیست‌محیطی (EI[1]) برابر با صفر باشد، شرکت در شرایط کاملا کارآمد عمل می‌کند و در غیر این صورت مقادیر بیشتر از صفر نشان می‌دهد که شرکت در شرایط محیطی ناکارآمد عمل می‌کند. برای به‌دست آوردن مقدار عددی استاندارد شده کارآمدی زیست محیطی (EE)، مقدار با استفاده از معادله محاسبه می‌شود. اگر مقدار محاسبه‌شده برابر با ۱ باشد، صنعت از نظر محیطی کاملا کارآمد است و اگر مقدار عددی به‌دست آمده کمتر از ۱ باشد، ناکارآمد خواهد بود (Chung *et al*., 1997).
اعمال تورم	$P_t^0 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \times 100$	در آن P_t^0 نرخ تورم دوره t، P_t و P_{t-1} به‌ترتیب شاخص قیمت در زمان t و t-1 هستند(Pike, 2008).

نتایج

کالا و خدمات اکوسیستمی شهرستان

نتایج اولیه نشان داد اکوسیتم‌های شهرستان، تولیدات و خدمات قابل توجهی را ارایه می‌دهند که بخش بازاری این خدمات نقش مهمی در اشتغال دارند. بر همین اساس میانگین تولید محصول در مناطق آبی و دیم شهرستان به‌ترتیب ۵/۱۵ و ۰/۹ تن در هکتار برآورد شد. مقدار سالانه ارزش تولید غذا برای اراضی آبی، دیم، جنگل‌ها، مراتع و بدنه آبی به‌ترتیب ۸۲۶،۲۹۴،۵۰۶/۳، ۳۲۵،۴۴۴،۶۹۱/۸، ۱۰،۹۰۴،۶۹۵، ۴،۶۰۴،۱۹۸/۶ و ۱۱،۵۶۷،۰۸۰/۶ریال در هکتار بوده است. مجموع ارزش سالانه تولید غذا در هکتار و در شهرستان به‌ترتیب ۱،۱۷۸،۸۱۵،۱۷۲ ریال در هکتار و ۲۱،۱۳۰،۹۴۴/۴۶ میلیون‌ریال در شهرستان برآورد شد (جدول ۳).

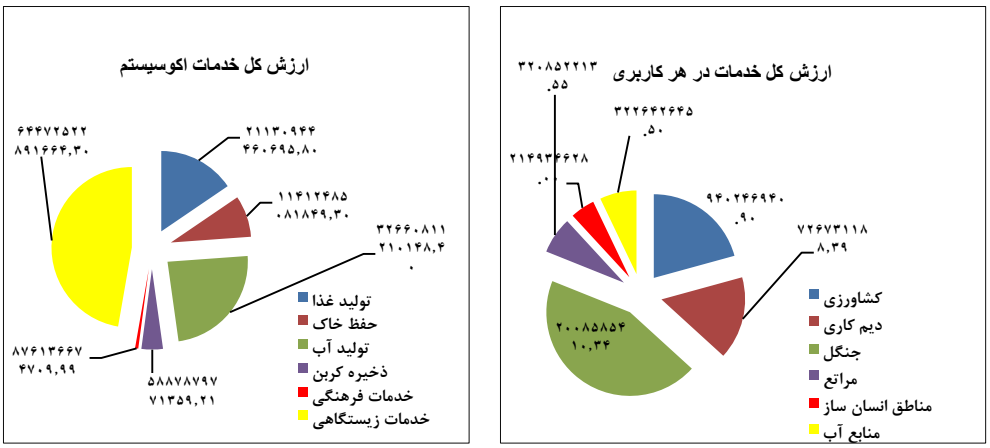
میانگین سالانه ذخیره‌سازی کربن در منطقه مورد مطالعه برای اراضی دیم، جنگل و مرتع به‌ترتیب برابر با ۶۶۳،۶۶۳/۳۵، ۲۵،۷۴۱،۲۰۹/۵۲ و ۵۳،۰۶۴،۳۳۰/۷ ریال در هکتار بود. و ارزش کل ذخیره‌سازی کربن برای شهرستان ۵۸۸۷۸۷۹/۸ میلیون‌ریال است. مقدار تولید آب در منطقه مورد مطالعه از ۱۰۴/۳ تا ۸،۲۷۷/۸ مترمکعب در هکتار بر سال متغیر است. ارزش اقتصادی هر هکتار از سطح مورد مطالعه در تولید آب بین ۲/۶۵ تا ۱۶۵/۵۵ میلیون‌ریال متغیر است. ارزش سالانه کل تولید آب در شهرستان ۳۲،۶۶۰،۸۱۱/۲۱ میلیون‌ریال است (جدول ۳).

1. Environmental Inefficiency

جدول ۳. ارزش کالاها و خدمات اکوسیستمی در کاربری‌های مختلف در شهرستان

کاربری	کالا/خدمات						کل
	تولید غذا	تولید آب	حفظ خاک	ذخیره کربن	فرهنگی	زیستگاهی	
اراضی کشاورزی	۸۲۶۲۹۴۵۰۶/۳	۳۴۷۷۶۲۹۶/۹	۸۴۷۸۶۱/۸	۰	۲۶۵۳۰۶۱/۹	۷۵۶۷۵۲۱۴/۱	۹۴۰۲۴۶۹۴۰/۹
اراضی دیم	۳۲۵۴۴۶۹۱/۸	۲۲۹۱۱۵۷۱۳/۶	۵۵۵۸۲۰۴/۱۳	۶۶۳۶۶۳/۳۵	۸۸۱۴۰۶۳/۲۶	۱۵۷۱۳۴۸۵۲/۲	۷۲۶۷۳۱۱۸۸/۴
مراتع	۴۶۰۴۱۹۸/۶	۱۰۰۶۸۷۴۶۱/۸	۳۰۶۱۹۷۷۹/۲	۵۳۰۶۴۳۳۰/۷	۵۵۱۵۴۲۷/۲	۱۲۶۳۶۱۰۱۶/۱	۳۲۰۸۵۲۲۱۳/۶
جنگل	۱۰۹۰۴۶۹۵/۰	۴۲۳۲۸۳۴۵۸/۳	۲۳۶۰۱۳۸۱۹/۷	۲۵۷۴۱۲۰۹/۵	۸۵۳۹۵۴/۱۶	۱۳۱۱۷۸۸۲۷۴/۲	۲۰۰۸۵۸۵۴۱۰
منابع آب	۱۱۵۶۷۰۸۰/۶	۱۴۲۷۶۷۲۲۵/۱	۱۹۸۹۹۲۵۶/۹	۰	۴۰۷۸۸۱۸/۹	۱۶۲۲۴۰۲۶۴/۰	۳۲۲۶۴۲۶۴۵/۵
مناطق انسان‌ساز	۰	۱۶۹۸۸۴۶۳۲/۲	۴۸۳۶۶۷/۷	۰	۳۶۱۶۱۳۹/۵	۴۰۹۵۰۱۸۸/۶	۲۱۴۹۳۴۶۲۸/۱

مقدار نگهداری رسوب در منطقه از ۰ تا ۲/۹۹۸ تن متغیر است. در هکتار و ارزش اقتصادی هر هکتار از منطقه مورد مطالعه از صفر تا ۷۸۵/۲۵ میلیون‌ریال است. میانگین ارزش هر هکتار استان در ذخیره‌سازی رسوب ۱۷ میلیون‌ریال برآورد شد. بیشترین ارزش سالانه نگهداری رسوب معادل ۲۳۶/۰۱ میلیون‌ریال در هکتار مربوط به منطقه جنگلی است. ارزش کل سالانه نگهداری رسوب در شهرستان ۱۱،۴۱۲،۴۸۵ میلیون‌ریال برآورد شد (شکل ۲).



شکل ۲. ارزش کل خدمات اکوسیستمی بر حسب ریال در هر کاربری زمین در شهرستان

مقدار خدمات فرهنگی از صفر تا یک در شهرستان متفاوت است. ارزش اقتصادی هر هکتار از منطقه مورد مطالعه در عرضه خدمت فرهنگی از ۶۷،۵۲۲ تا ۷۹۶،۳۵۴ ریال متغیر است. بیشترین ارزش سالانه خدمات فرهنگی در مراتع/ جنگل با وضعیت عالی است. ارزش کل سالانه خدمات فرهنگی در شهرستان ۸۷۶،۱۳۶/۶۷۴۷ میلیون‌ریال برآورد شد. همچنین ارزش اقتصادی خدمات زیستگاه در هر هکتار از منطقه مورد مطالعه از ۰/۷ تا ۱۶/۴ میلیون‌ریال متغیر است. میانگین ارزش هر هکتار اراضی با ارزش بالای خدمات فرهنگی ۱۱/۵ میلیون‌ریال برآورد شد. بیشترین ارزش سالانه خدمات فرهنگی معادل ۱،۳۱۱/۸ میلیون‌ریال متعلق به اراضی جنگلی است. ارزش کل خدمات زیستگاه برای شهرستان ۶۴،۴۷۲،۵۲۲/۸۹ میلیون‌ریال به‌دست آمد (شکل ۳).

شکل ۳. ضرایب و مقادیر ناکارآمدی و هزینه‌های جانبی تولید در بخش صنایع شهرستان

نتایج بررسی بهای تمام‌شده نهایی صنایع نشان داد تولید سیمان، آهک، گچ (MC=۰/٤۸٦)، تراش، شکل‌دهی و تکمیل سنگ (MC=۰/٥٥٤)، تولید آجر یا تولید محصولات اساسی مس (MC=۰/٥۸) کمترین و تولید محصولات آلومینیومی پایه (MC=۰/۷۹) و تولید محصولات سرامیکی نسوز – عایق حرارتی (MC=۰/۷٤۱) بیشترین هزینه نهایی را در بین انواع صنایع دارد (شکل ۳). همچنین بر اساس هزینه رفاهی لیبنشتاین، تولید محصولات سرامیک غیرنسوز (٤۸/٤٦ درصد) بیشترین هزینه نهایی و ریخته‌گری فلزات غیرآهنی (۱۳/۲ درصد) و تولید محصولات پایه آلومینیومی (۲/۲ درصد) کمترین هزینه نهایی را در بین تمامی صنایع دارد. در اندازه‌گیری کارآیی زیست‌محیطی، تولید آجر (۷۹ درصد) و ریخته‌گری فلزات غیرآهنی/ تولید محصولات مسی اساسی (٥ درصد) به‌ترتیب بیشترین و کمترین ناکارآیی زیست‌محیطی را در بین صنایع داشتند (شکل ۳).

با مقایسه بخش صنعت و خدمات اکوسیستمی در شهرستان، میزان ارزش خدمات اکوسیستم معادل ۱۳٦،٤٤۰،۷۸۰/۱ میلیون‌ریال و ارزش تولیدات صنایع بسیار کمتر و معادل ۱۲،۱٦٦،۸۳٤/۷۸ میلیون‌ریال است. هزینه آلایندگی صنایع برابر ٥،۷۷٦،۱٦۲/٥٦۱ میلیون‌ریال است. همچنین ارزش تولیدات صنایع با احتساب هزینه‌ها معادل ٥،۰٥۳،٥۷۳/٤۲۹ میلیون‌ریال است. از سویی با اعمال هزینه‌های حاشیه‌ای در کشاورزی و صنعت، درآمد سرانه یک کشاورز و یک کارگر صنعتی به‌ترتیب معادل ۷۰٤/٤ و ۲۷۳/۲ میلیون‌ریال در سال است.

بحث و نتیجه‌گیری

در مقایسه با اشتغال مبتنی بر طبیعت، هزینه‌های اجتماعی و زیست محیطی صنایع تولیدی در شهرستان تیران بسیار بالا است. بررسی‌ها در شهرستان تیران نشان‌دهنده عدم‌تعادل بین بخش صنعت و منابع زیست محیطی از نظر هزینه‌های جانبی و ایجاد اشتغال است. در حال حاضر این منطقه از نظر تولید کالا/ خدمات اکوسیستمی و به‌ویژه از نظر تولید سرانه کالا بسیار غنی است. اگرچه خدمات بازاری اکوسیستم برای مردم ملموس‌تر است، اما خدمات غیربازاری مانند خدمات تفریحی، زیستگاهی (ژنتیکی) نیز سهم قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهند که نشان‌دهنده ارزش اکوسیستم‌های طبیعی این شهرستان است. با این‌حال توسعه صنایع طی دهه‌های گذشته در این شهرستان با ایجاد اشتغال نسبتا بالایی همراه بوده است. اما بیشتر این صنایع با ورودی/مواد خام و مصرف انرژی بالا که عمدتا سوخت‌های فسیلی هستند باعث انتشار آلاینده‌های گازی زیادی می‌شوند.

با توجه به هزینه‌های حاشیه‌ای برای صنایع فعال در شهرستان و محاسبه ناکارآمدی صنایع، مشخص شد که بسیاری از واحدهای صنعتی از سودآوری بسیار پایینی برخوردار هستند. به‌عبارت دیگر مخارج و هزینه‌های پنهان ناشی از آلودگی باعث شده تا سودآوری و درآمد واقعی این صنایع شدیدا کاهش داشته باشد. به همین ترتیب درآمد سرانه واقعی در بخش صنعت بسیار پایین است (۲۷،۳۱٦/۰ میلیون‌ریال در سال) درحالی‌که درآمد سرانه در بخش‌های تولیدی مرتبط با اکوسیستم مقدار قابل‌توجهی (۷۰،٤۳٦/۰ میلیون‌ریال در سال) بوده است. این در حالی است که در این پژوهش بخشی از آلاینده‌ها و فاضلاب صنایعی که معمولا وارد آب یا خاک می‌شوند، نادیده گرفته شده است.

مشابه این یافته‌ها، Wu و همکاران (۲۰۱۹) کارآیی زیست محیطی بخش‌های صنعتی در چین را ارزیابی و گزارش نمودند کارآیی صنایع فعال پایین بوده و بالا بودن هزینه‌های جانبی، سوددهی نهایی آنها را شدیدا پایین آورده است. همچنین با مطالعه کارآیی زیست محیطی پارک‌های صنعتی در چین، Fen و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که ٤۷ درصد از بخش‌های صنعتی مورد مطالعه ناکارآمد هستند. این واحدها مصرف‌کننده بالای انرژی و منابع هستند و عامل بزرگ انتشار آلاینده‌ها بودند و تنها ۲۰ درصد از بخش‌های صنعتی در این بین نسبتا کارآمد بودند.

به نظر می‌رسد نوع فناوری مورد استفاده در صنایع تاثیر بسیار بالایی بر بازدهی صنایع و اعمال هزینه‌های جانبی دارد. به‌طور کلی، صنایع با ورودی و انتشار کمتر سود بیشتری دارند و همچنین از نظر زیست محیطی پایدار هستند. Scorza و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند چگونه برنامه‌های منابع انرژی تجدیدپذیر با چشم‌انداز همپوشانی دارند و عامل افزایش هزینه‌های جانبی صنعت و تخریب محیط زیست هستند. در همین راستا، Mandal و همکاران (۲۰۱۰) با اندازه‌گیری کارآیی زیست محیطی از طریق انتشار کربن دی‌اکسید از صنعت سیمان در هند بیان نمودند که راندمان صنعت در طول سال‌ها و وضعیت‌ها متفاوت است و بسته به جدید بودن فناوری و نوع سوخت، بازده و هزینه‌های زیست محیطی متفاوت است و با اقدامات مدیریتی می‌توان صنایع با راندمان پایین را بهبود بخشید. بنابراین، بخش‌های صنعتی باید برای دستیابی به راندمان زیست محیطی بالا بهینه شوند تا از بهبودهای محیطی همراه با رشد اقتصادی اطمینان حاصل شود (Fan *et al.*, 2017). بنابراین، پذیرش فناوری برای کاهش آلودگی و بهبود فرآیند تولید در حال حاضر در بخش صنعتی برای حفاظت از محیط زیست جهانی تقریبا الزامی است. محدودیت تولید در صنایع و مقررات زیست محیطی برای کاهش آلودگی هوا و سرمایه‌گذاری جهت حفاظت از محیط زیست موثر است (Feng *et al.*, 2023).

از سویی تخریب فزآینده محیط زیست به دلیل توسعه بی‌رویه فعالیت‌های صنعتی، اثرات نامطلوبی بر حفظ و پایداری خدمات اکوسیستم داشته است (Almenar *et al.*, 2021). با توجه به ضرورت توسعه اشتغال وابسته به بخش منابع طبیعی، آگاهی از ارزش‌های عملکرد اکوسیستم می‌تواند نقش موثری در جلب‌توجه مردم، مسئولان و سیاست‌گذاران به محیط زیست داشته باشد (Ebadi *et al.*, 2021). بنابراین درک ارتباط خدمات مختلف اکوسیستم فرهنگی برای گروه‌های اجتماعی خاص نه‌تنها به دلیل تاثیر بر رفاه آنها مهم است، بلکه به دلیل اینکه اطلاعات می‌تواند برای ترویج حفظ دانش سنتی و محلی با ارزش و مکان خاص آنها استفاده شود نیز حایز اهمیت است. پر واضح است زمانی که درک روشنی از خدمات اکوسیستم وجود داشته باشد، راهبردهای حفاظت بهتر و مدیریت زیست‌محیطی پایدار بیشتر محتمل است (Kosanic & Petzold, 2020). ذکر این نکته ضروری است که بدون توسعه صنعتی، کشورهای در حال توسعه همچنان با تخریب محیط زیست ناشی از فقر و کاهش مزیت رقابتی در بازار جهانی مواجه خواهند بود (Robins *et al.*, 2019). بنابراین توجه به مدیریت اکوسیستم در برنامه‌ریزی، تحقق توسعه پایدار به‌منظور عمل با روش‌های موثر در ادغام خدمات اکوسیستم و ارزیابی نیازهای انسان در کنار صنعت را ممکن می‌سازد (Fu *et al.*, 2019). در واقع، منافع عمومی مورد نیاز پایدار ممکن است صرفا از صنایع و نوآوری‌های فناورانه به‌دست نیاید و نیاز به هر دو بخش صنعت و محیط زیست در حیات انسانی باشد (Scorza *et al.*, 2020).

بنابراین، نتایج این مطالعه قیاسی می‌تواند برنامه‌ریزان، مقامات، ذی‌نفعان و سیاست‌گذاران را برای حفاظت از کمیت و کیفیت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی و مدیریت توسعه صنعت

توجیه کند (Scorza *et al*., 2020). با این‌حال جهت افزایش آگاهی عمومی و جلوگیری از تخریب منابع طبیعی و حفظ محیط زیست در کنار صنعت، تحقیقات بیشتری در رابطه با ارزیابی جامع و یکپارچه نقش خدمات اکوسیستم و صنایع در اقتصاد واقعی و اشتغال مورد نیاز است. از طرفی برای افزایش کارآیی زیست محیطی در صنایع آلاینده می‌توان از راهکارهای زیر استفاده کرد:

بهینه‌سازی فرآیندها و فناوری‌ها؛ استفاده از فناوری‌های تصفیه و پاک‌سازی؛ رعایت استانداردها و قوانین زیست‌محیطی؛ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر؛ نظارت و ارزیابی مستمر؛ آموزش و افزایش آگاهی در مورد اهمیت حفاظت از محیط زیست و روش‌های کاهش آلاینده‌ها؛ اطلاع‌رسانی به عموم مردم و مشتریان در مورد اثرات آلودگی صنعتی و نحوه کاهش آن.

به‌طور کلی علی‌رغم اینکه وجود صنایع در شهرستان تیران با ایجاد اشتغال بالا همراه است، اما با در نظر گرفتن هزینه‌های جانبی هر صنعت و همچنین با در نظر گرفتن آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌ها، بسیاری از صنایع از راندمان بالایی برخوردار نیستند و سود نهایی و درآمد سرانه در این بخش بسیار کمتر از سود و سرانه مشاغل مبتنی بر اکوسیستم در شهرستان است. فعالیت واحدهای صنعتی هزینه‌های حاشیه‌ای بالایی را به جامعه تحمیل می‌کند، به‌طوری‌که درآمد خالص صنایع در مقایسه با درآمد مشاغل مبتنی بر طبیعت بسیار پایین است. اما با فرض جدا نشدن صنعت از جامعه، باید اقدامات راهبردی برای افزایش کارآیی صنایع و آگاهی در جهت حفاظت بهتر از اکوسیستم انجام شود.

منابع

Abdolmohamadi, S., Ildoromi, A. and Heshmati, M. (2017) Factors affecting SOC and NPK in the Rangeland, Forest and Agriculture; Case Study Halashi Catchment, Kermanshah, Iran. Journal of Geoscience and Environment Protection, 5(13): 18-30.

Ali, S.H. and Puppim de Oliveira, J.A. (2018) Pollution and economic development: An empirical research review. Environmental Research Letters, 13(12): 123003.

Almenar, J.B., Elliot, T., Rugani, B., Philippe, B., Gutierrez, T.N., Sonnemann, G. and Geneletti, D. (2021) Nexus between nature-based solutions, ecosystem services and urban challenges. Land Use Policy, 100: 104898

Bluffstone, R., Coulston, J., Haight, R., Kline, J., Polasky, S., Wear, D. and Zook, K. (2017) Estimated values of carbon sequestration resulting from forest management scenarios (Chapter 3), Report No, 0114-301c, March, The Council on Food, Agricultural and Resource Economics, USA.

Brusseau, M.L. (2019) Sustainable development and other solutions to pollution and global change. Environmental and Pollution Science, Academic Press, pp 585-603.

Chung, Y.H., Färe, R. and Grosskopf, S. (1997) Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. Journal of Environmental Management, 51(3): 229-240.

Ebadi, N., Javadi, S.A. and Moghaddasi, R. (2021) Conservation value of environmental resources in Iran's Gurgo and Maleshoure rangelands. Environment, Development and Sustainability, 23(1): 9243–9259

Fan, Y., Bai, B., Qiao, Q., Kang, P., Zhang, Y. and Guo, J. (2017) Study on eco-efficiency of industrial parks in China based on data envelopment analysis. Journal of Environmental Management, 192(1): 107-115.

Feng, Q., Zhao, W., Fu, B., Ding, J. and Wang, S. (2017) Ecosystem service trade-offs and their influencing factors: A case study in the Loess Plateau of China. Science of the Total Environment, 607(1): 1250-1263.

Feng, T., Chen, X., Ma, J., Sun, Y., Du, H., Yao, Y., Chen, Z., Wang, S. and Mi, Z. (2023) Air pollution control or economic development? Empirical evidence from enterprises with production restrictions. Journal of Environmental Management, 336: 117611.

Haberman, D., Bennett, EM. (2019). Ecosystem service bundles in global hinterlands. Environmental Research Letters, 14:84005.

Fu, B., Xu, P., Wang, Y. and Guo, Y. (2019) Integrating ecosystem services and human demand for a new ecosystem management approach: A case study from the giant panda world heritage site. Sustainability, 12(1): 295-295.

Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B. and Balali-Mood, M. (2016) Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. Journal of Research in Medical Sciences, 21(1): 65-65.

Haiping, L., Yanan, Q. and Yunying, Q. (2018) Use a spatial analysis model to assess habitat quality in Lashihai watershed. Journal of Resources and Ecology, 9(6): 622–631.

Hargreaves, Gh. and Samani, Z.A. (1982) Estimating potential evapotranspiration. Journal of the Irrigation and Drainage Division, 108(3): 225-230.

Hasan, S.S., Zhen, L., Miah, M.G., Ahamed, T. and Samie, A.I. (2020) Impact of land use change on ecosystem services: A review. Environmental Development, 34: 100527.

Hirons, M., Comberti, C. and Dunford, R. (2016) Valuing cultural ecosystem services. Annual Review of Environment and Resources, 41(1): 545–574.

Hussein, M.H.A., Ali, M., Abbas, M.H.H. and Bassouny, M.A. (2022) Effects of industrialization processes in Giza factories (Egypt) on soil and water quality in adjacent territories. Egyptian Journal of Soil Science, 62(3): 253–265.

Kosanic, A. and Petzold, J. (2020) A systematic review of cultural ecosystem services and human well-being. Ecosystem Services, 45: 101168

Leibenstein, H. (1966) Allocative efficiency vs. X-efficiency. The American Economic Review, 56(3): 392-415

Mandal, S.K. and Madheswaran, S. (2010) Environmental efficiency of the Indian cement industry: An interstate analysis. Energy Policy, 38(2): 1108-1118.

Ochoa-Hueso, R., Munzi, S., Alonso, R., Arróniz-Crespo, M., Avila, A., Bermejo, V. and Theobald, M.R. (2017) Ecological impacts of atmospheric pollution and interactions with climate change in terrestrial ecosystems of the Mediterranean Basin: Current research and future directions. Environmental Pollution, 227(2): 194-206.

Peres Núñez, W. and Primi, A. (2009) Theory and practice of industrial policy: Evidence from the Latin American experience, UN Cepal: Santiago, Chile, 187: 1–51.

Pike, R. (2008) Measuring inflation. Economic and Labor Market Review, 2(1): 59-60.

Raudsepp-Hearne. C., Peterson, G.D. and Bennett, E.M. (2010) Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(11): 5242–5247.

Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. and Yoder, D.C. (1996) Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture handbook, 703. Retrieved from https://www.tucson.ars.ag.gov/unit/publications/PDFfiles/717.pdf/

Robins, N. and Trisoglio, A. (2019) Restructuring industry for sustainable development. In Policies for a small planet (pp. 157-194). Routledge. Industrial restructuring for sustainable development: Three points of departure (econstor.eu).

Scorza, F., Pilogallo, A. and Saganeiti, L. (2020) Comparing the territorial performances of renewable energy sources' plants with an integrated ecosystem services loss assessment: A case study from the Basilicata region (Italy). Sustainable Cities and Society, 56: 102082.

Sharp, R., Chaplin-Kramer, R., Wood, S., Guerry, A., Tallis, H. and Ricketts, T.H. (2014) InVEST user's guide: integrated valuation of environmental services and tradeoffs. The Natural Capital Project. In Stanford Woods Institute for the Environment. University of Minnesota's Institute on the Environment, the Nature Conservancy and WW Foundation Stanford, pp 1-12.

Wu, J., Li, M., Zhu, Q., Zhou, Z. and Liang, L. (2019) Energy and environmental efficiency measurement of China's industrial sectors: A DEA model with non-homogeneous inputs and outputs. Energy Economics, 78(1): 468-480.

Yin, C., Zhao, W., Cherubini, F. and Pereira, P. (2021) Integrate ecosystem services into socio-economic development to enhance achievement of sustainable development goals in the post-pandemic era. Geography and Sustainability, 2(1): 68–73

Zellner, A. (1962) An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. Journal of the American statistical Association, 57(298): 348-368.

Zoderer, BM., Tasser, E., Carver, S. and Tappeiner, U. (2019) Stakeholder perspectives on ecosystem service supply and ecosystem service demand bundles. Ecosystem Services, 37: 100938.

Sustainable or unsustainable development: Economy comparison of the energy-consuming industries with the ecosystem services income in Tiran County

Mohsen Sarshad[1], Hossein Azarnivand[2*], Mohammad Ali Zare Chahooki[3], and Hamed Rafiee[4]

1) Ph.D. Student in Rangeland Sciences, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran.
2) Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran. *Corresponding Author Email Address: hazar@ut.ac.ir
3) Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran.
4) Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Colleges of Agriculture and Natural Resources University of Tehran, Karaj, Iran.

Date of Submission: 2024/07/28 Date of Acceptance: 2024/10/14

Abstract

Despite creating significant employment, the growth of the industry in developin countries is associated with high social-environmental costs. In theses regions, it is necessary to evaluate the capacities of both industry sectors and environmental resources in creating employment, taking into account marginal costs such as pollutants, for the society's awareness and creating employment in line with the sustainable development. Here, this study was investigated by evaluating ecosystem services and goods and comparing with the net value of polluting industries by applying social-environmental costs in Tiran city (Isfahan) in 2023. The informaton of the active indusrial units, and the type and amount of fossil fuels consumed were obtained from the industries and mines department of the Tiran, and the social-environmental costs of pollutants were extracted from the reports of the Ministry of Energy and statistical calculations were performed using empirical formulas. According to the results, both industry and environmental resources of the city played an important role in employment and economy, but the marginal costs of the industry are extremely high. In other words, many industries in the region are polluting, unprofitable and with high environmental inefficiency. Examining the marginal cost of industries showed that many production and transformation activities in the industrial sector have a high marginal cost. Also, various sectors of processing, production and conversion had significant environmental inefficiencies among industries. Financially, the annual value of all ecosystem goods/services was equal to 136440780.1 million Rials, the annual value of all ecosystem goods was equal to 21130944.5 million Rials, and the total value of industry products was 12166834.8 million Rials per year. Also, the per capita income of a worker in the industry sector and ecosystem-based jobs was 273.216 and 704.364 million Rials per year, respectively. In general, without taking into account the uncertain destructive effects of industries on ecosystem goods/services, by imposing social-welfare and environmental costs due to the release of pollutants, many industries active in this area have little profitability and it seems that investing for ecosystem-based employment is closer to sustainability.

Keywords: Ecosystem goods and services, Environmental inefficiency, Per capita income, Pollution, Sustainable development.