

تأثیر منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر ردپای اکولوژیکی در ایران

حدیث حاتمی^۱؛ علی سایه میری^{۲*}؛ صلاح ابراهیمی

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲ - دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳ - استادیار گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

(تاریخ دریافت ۰۲/۰۷/۰۰ - تاریخ پذیرش ۰۰/۱۱/۱۷)

چکیده:

ردپای اکولوژیکی نوعی ابزار حسابداری منابع برای ارزیابی منابع محیط زیستی است. در سال‌های اخیر، تقاضای انسان از طبیعت بیش از تحمل ظرفیت سیاره شده است و بیشتر کشورها با مشکل کسری اکولوژیکی روبه‌رو هستند. در این مقاله تأثیر منابع طبیعی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه انسانی بر ردپای اکولوژیکی ایران در طی سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۸ با استفاده از روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی و علیت گرنجری بررسی شد. نتایج حاکی از آن است که منابع طبیعی در بلندمدت تأثیر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه انسانی نیز در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی دارد. الگوی تصحیح خطا در این پژوهش ۰/۹۴- است؛ یعنی اگر از یک دوره به دوره دیگر حرکت صورت گیرد، به میزان ۰/۹۴ درصد انحراف متغیر وابسته (ردپای اکولوژیکی) از مسیر بلندمدت توسط متغیرهای مستقل تصحیح می‌شود. بنابراین تعدیل به سمت بلندمدت با سرعت صورت می‌گیرد. نتایج علیت گرنجری حاکی از رابطه علیت دوطرفه بین منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی است. اما بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ردپای اکولوژیکی و نیز بین سرمایه انسانی و ردپای اکولوژیکی رابطه علی وجود ندارد.

کلید واژگان: ردپای اکولوژیک، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی سرمایه انسانی، منابع طبیعی

۱. مقدمه

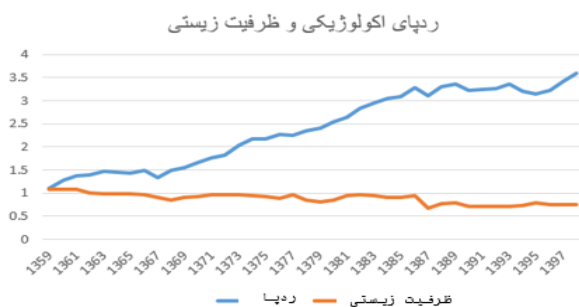
(Doytch, 2020).

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تأثیر منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر ردپای اکولوژیکی در ایران در طی سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۸ است. در شکل ۱، نمودار ردپای اکولوژیکی و توان زیستی ایران در سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۸ نشان داده شده است. براساس این نمودار از سال ۱۳۵۹ به بعد ردپای اکولوژیکی کشور از توان زیستی پیشی گرفته است، درحالی که ظرفیت زیستی کشور به نسبت ثابت مانده است. این موضوع بیانگر آن است که به احیای منابع توجه کافی نشده است. این امر لزوم بررسی موضوع تحقیق را دوچندان می‌کند.

مروری بر پژوهش‌های داخلی نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر پژوهشگران به اهمیت ردپای اکولوژیکی توجه داشته و به بررسی عوامل مؤثر بر آن پرداخته‌اند که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌شود: Parsa Sharif, 2021) عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی کشورهای منتخب آسیا و اروپا را در طی دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۲ با استفاده از روش پانل خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که بین ردپای اکولوژیکی و متغیرهای مصرف انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی رابطه مثبت، و بین ردپای اکولوژیکی و باز بودن تجارت و توان دوم تولید ناخالص داخلی رابطه منفی وجود دارد.

(Tarazkar et al., 2020) در مقاله‌ای اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، ظرفیت زیستی و آزادسازی تجاری را بر ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخصی از تخریب محیط زیست با استفاده از داده‌های پانل طی ۲۰۱۳-۱۹۹۰ در منطقه خاورمیانه بررسی کردند.

رابطه انسان و طبیعت در گذشته مسالمت‌آمیز بود، ولی با ظهور صنعت و پیشرفت فناوری این رابطه تغییر یافت و انسان برای رسیدن به رفاه بیشتر درصدد تسلط بر طبیعت و استفاده بیشتر از آن برآمد. چنین رفتاری موجب گرم شدن زمین، کاهش تنوع زیستی، تخریب منابع آب و خاک، بیابان‌زایی و جنگل‌زدایی، آلودگی آب‌وهوا، انتشار گازهای سمی و افزایش زباله‌های خطرناک شد (Razi, 2015). امروزه تخریب محیط زیست بزرگ‌ترین چالش توسعه پایدار است که پیامد افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. در میان گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن بیشترین سهم را دارد. با این حال، انتشار دی‌اکسید کربن همیشه شاخص مناسبی برای تخریب محیط زیست نیست و به‌ویژه برای ذخایر منابعی مانند نفت، خاک، معادن و جنگل‌ها شاخصی ضعیف به شمار می‌رود. بنابراین برای آنکه بررسی تخریب محیط زیست در توسعه پایدار به شاخصی جامع نیاز است. در این زمینه، از ردپای اکولوژیکی به‌طور گسترده برای اندازه‌گیری تخریب محیط زیست استفاده می‌شود که نشان‌دهنده پایداری اکولوژیکی است (Zafar, 2019). ردپای اکولوژیکی نخستین بار در دهه ۱۹۹۰ توسط Wackernagel and Rees به کار گرفته شد. ردپای اکولوژیکی فشار انسان بر محیط زیست را نشان می‌دهد و ظرفیت احیاکنندگی زیست‌کره را با مصرف انسان مقایسه می‌کند. شبکه جهانی رد پا برآورد می‌کند که در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که با کمبودهای محیط زیستی مواجه‌اند و نسبت به آنچه اکوسیستم می‌تواند تجدید کند، منابع بیشتری را مصرف می‌کنند.



شکل ۱- وضعیت ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی ایران (مأخذ: شبکه جهانی رد پا)

ناخالص داخلی سرانه در کوتاه مدت و بلندمدت تأثیر مثبتی بر رد پای اکولوژیکی سرانه دارد. (Banaue, 2013) به سنجش ردپای بوم‌شناختی زمین در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد جدول داده- ستانده پرداختند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که ردپای بوم‌شناختی ایران در سال ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۸۰ کاهش یافت و کشور در سال‌های یادشده کسری بوم‌شناختی داشت.

در خارج از کشور تحقیقات بیشتری در خصوص ردپای اکولوژیکی و عوامل مؤثر بر آن انجام گرفته است که به شماری از آنها پرداخته می‌شود:

(Doytch, 2020) جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در چهار بخش ردپای اکولوژیکی، مصرف، تولید، واردات و صادرات را برای ۱۱۷ کشور در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۸۴ با استفاده از Panel data بررسی کرد. یافته‌ها نشان داد که کشورهای پردرآمد تمایل دارند تأثیر اکولوژیکی مربوط به مصرف سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را تجربه کنند، در حالی که کشورهای با درآمد کم و متوسط تأثیر اکولوژیکی مربوط به تولید سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را تجربه می‌کنند.

(Akif & Sinha 2020) در پژوهشی اعتبار فرضیه

نتایج نشان می‌دهد که رابطه مثبت و معنی‌داری میان ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی و رابطه منفی و معنی‌داری میان آزادسازی تجاری و ردپای اکولوژیکی وجود دارد و افزایش مصرف انرژی سبب افزایش ردپای اکولوژیکی می‌شود. همچنین، رابطه ای N شکل میان ردپای اکولوژیکی و رشد اقتصادی وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش رشد اقتصادی در این منطقه سبب تخریب بیشتر محیط زیست شده است.

(Daliri, 2020) ارتباط بین جای پای اکولوژیک و رشد اقتصادی در کشورهای D8 را با استفاده از مدل PSTAR در طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۶۱ ارزیابی می‌کند. براساس نتایج، ارتباط غیرخطی در هر هشت کشور وجود دارد، اما فرضیه کلاسیک Kuznets تنها در مالزی، مصر و ترکیه تأیید شد و در کشورهای دیگر ارتباط به شکل U وارونه نبود. در ایران ارتباط بین تولید ناخالص داخلی سرانه و شاخص جای پای اکولوژیک سرانه به شکل N بود.

(Molaei & Basharat, 2015) به بررسی ارتباط بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی به عنوان شاخص تخریب محیط زیست در طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۶۵ با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی پرداختند و دریافتند که افزایش تولید

جدول ۱- نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| نتیجه | با عرض از مبدأ و روند | | با عرض از مبدأ- بدون روند | | نام متغیر | نام متغیر |
|----------|-----------------------|-------------|---------------------------|-------------|--------------------|--|
| | کمیت بحرانی | آماره آزمون | کمیت بحرانی | آماره آزمون | | |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۳/۵۷ | -۲/۹۴ | -۳/۵۳ | LEF | لگاریتم ردپای اکولوژیکی |
| نا ایستا | -۳/۵۳ | -۲/۷۳ | -۲/۹۴ | -۰/۲۰ | LGDP | لگاریتم تولید ناخالص داخلی |
| نا ایستا | -۳/۵۳ | -۲/۰۹ | -۲/۹۴ | -۰/۳۶ | LGDP ² | لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی |
| نا ایستا | -۳/۵۳ | -۱/۸۱ | -۲/۹۴ | -۱/۶۰ | ENG | مصرف انرژی |
| نا ایستا | -۳/۵۳ | -۳/۴۳ | -۲/۹۴ | -۰/۷۷ | NR | منابع طبیعی |
| نا ایستا | -۳/۵۳ | -۲/۶۲ | -۲/۹۴ | -۱/۱۱ | FDI | سرمایه گذاری مستقیم خارجی |
| نا ایستا | -۳/۵۳ | -۰/۸۴ | -۲/۹۴ | -۰/۲۲ | HC | سرمایه انسانی |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۵/۳۱ | -۲/۹۴ | -۵/۲۸ | DLGDP ² | تفاضل مرتبه اول لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۵/۸۹ | -۲/۹۴ | -۵/۸۵ | DENG | تفاضل مرتبه اول مصرف انرژی |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۱۰/۰۴ | -۲/۹۴ | -۱۰/۱۵ | DNR | تفاضل مرتبه اول منابع طبیعی |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۷/۰۹ | -۲/۹۴ | -۶/۸۱ | DHC | تفاضل مرتبه اول سرمایه انسانی |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۵/۹۲ | -۲/۹۴ | -۶/۰۰ | DFDI | تفاضل مرتبه اول سرمایه گذاری مستقیم خارجی |
| ایستا | -۳/۵۳ | -۵/۱۰ | -۲/۹۴ | -۵/۲۵ | DLGDP | تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید ناخالص داخلی |

روش Panel data و طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۱ انجام گرفت. یافته‌ها نشان داد که شهرنشینی ردپای اکولوژیکی را افزایش می‌دهد، درحالی که سرمایه انسانی آن را کاهش می‌دهد. نتایج آزمون علیت نیز بر رابطه یکطرفه سرمایه انسانی و شهرنشینی با ردپای اکولوژیکی دلالت دارد. افزون بر این، مصرف انرژی، رشد اقتصادی و واردات سبب تخریب محیط زیست می‌شوند، اما صادرات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تخریب محیط زیست را کاهش می‌دهند.

(Akif & Sarkodie, 2019) در مقاله‌ای با نام فرضیه کوزنتس در برابر ردپای اکولوژیکی، رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی، توسعه مالی بر ردپای اکولوژیکی را برای دوره ۲۰۱۳-۱۹۷۷ در یازده کشور تازه‌صنعتی شده بررسی کردند. بدین منظور از روش

زیست‌محیطی کوزنتس بر ردپای اکولوژیکی را با تأکید بر نقش انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر و باز بودن تجارت در ۲۴ کشور عضو OECD بررسی کردند. بدین منظور با استفاده از داده‌های پانل امکان وابستگی مقطعی کشورها در دوره ۲۰۱۴-۱۹۸۰ بررسی شد. نتایج میانگین گروهی نشان داد که فرضیه کوزنتس در این کشورها وجود ندارد. افزون بر این، نتایج نشان داد که افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر و باز بودن تجارت سبب کاهش ردپای اکولوژیکی و افزایش مصرف انرژی تجدیدناپذیر سبب تخریب محیط زیست می‌شود.

(Ahmed et al., 2020) در مقاله‌ای به بررسی ارتباط شهرنشینی، سرمایه انسانی و ردپای اکولوژیکی در کشورهای G7 پرداختند. تحقیق آنها با استفاده از

جدول ۲- نتایج آزمون کوتاه مدت مدل (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| متغیر | علامت اختصاری | ضرایب | انحراف معیار | آماره (احتمال) |
|------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|----------------|
| لگاریتم ردپای اکولوژیکی با وقفه یک | LEF (-1) | ۰/۰۵۲ | ۰/۱۷۹ | ۰/۲۹۰(۰/۷۷۳) |
| لگاریتم تولید ناخالص داخلی | LGDP | ۱۹/۴۱۵ | ۸/۸۷۳ | ۲/۱۸۷(۰/۰۳۶) |
| لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی | LGDP ² | -۰/۶۷۵ | ۰/۳۱۳ | - ۲/۱۵۵(۰/۰۳۹) |
| مصرف انرژی | ENG | ۰/۲۴۹ | ۰/۱۹۸ | ۱/۲۵۷(۰/۲۱۷) |
| منابع طبیعی | NR | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۴ | ۰/۱۰۲(۰/۹۱۸) |
| سرمایه انسانی | HC | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۰۸ | ۲/۱۴۶(۰/۰۳۹) |
| سرمایه گذاری مستقیم خارجی | FDI | ۰/۴۲۱ | ۰/۱۷۴ | ۲/۴۱۴(۰/۰۲۱) |
| عرض از مبدأ | C | -۱۶۴/۳۱ | ۵۸/۱۶۷ | - ۲/۸۲۴(۰/۰۰۸) |
| R-Squared=۰/۹۲۶ | | F-Stat=۵۵/۹۹۴(۰/۰۰۰) | | D-W=۲/۱۳۱ |

توزیعی بررسی کرد. نتایج نشان داد که منابع طبیعی تأثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی دارد و علیت دوطرفه بین منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد.

(Mrabet, 2017) روابط بین تولید ناخالص داخلی، باز بودن تجارت، قیمت نفت و کیفیت محیط زیست در قطر را در طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۸۰ با استفاده از روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی ارزیابی کرد. نتایج برآورد نشان داد که رشد اقتصادی با افزایش ردپای اکولوژیکی، کیفیت محیط زیست را کاهش می‌دهد و قیمت نفت و باز بودن تجارت به ترتیب تأثیر مثبت و منفی بر رد پای اکولوژیکی دارند.

مزیت این پژوهش نسبت به تحقیقات داخلی در این است که بر منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تأثیر آنها بر ردپای اکولوژیکی تأکید دارد که در هیچ پژوهشی در داخل کشور بدان پرداخته نشده است.

۲. مواد و روش‌ها

در این تحقیق تأثیر منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر ردپای اکولوژیکی ارزیابی شد. جامعه آماری پژوهش حاضر ایران است. داده‌های مربوط به ردپای اکولوژیکی از شبکه جهانی ردپا و داده‌های منابع طبیعی، سرمایه انسانی،

AMG و روش علیت پانل ناهمگن استفاده شد. نتایج نشان داد که رابطه معکوس U شکلی بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد. نتایج آزمون علیت نیز بر علیت دوطرفه بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی دلالت دارد.

(Zafar, 2019) ارتباط بین منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بر ردپای اکولوژیکی در طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۰ در ایالات متحده آمریکا با استفاده از علیت گرنجری و روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی بررسی کرد و نتیجه گرفت که رشد اقتصادی و مصرف انرژی تأثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی دارد. منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کاهش ردپای اکولوژیکی مؤثرند. نتایج علیت گرنجری نیز علیت دوطرفه‌ای را بین مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی و نیز بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی نشان داد. درحالی که علیت یکطرفه‌ای بین منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی و نیز بین سرمایه انسانی و منابع طبیعی وجود داشت.

(Hasan, 2018) رشد اقتصادی، منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی در پاکستان را در دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۰ با استفاده از روش خودبازگشت با وقفه‌های

پژوهش با توجه به تحقیق (Zafar, 2019) و با اندکی تغییر به صورت رابطه‌های ۱ و ۲ در نظر گرفته شده است:

(۱)

$$\ln EF_t = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln GDP_t^2 + \beta_3 ENG_t + \beta_4 NR_t + \beta_5 FDI_t + \beta_6 HC_t + \varepsilon_t$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln EF_t = c_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta EF_{t-r} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta NR_{t-r} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta HC_{t-r} + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta FDI_{t-r} + \sum_{i=0}^q \beta_5 \Delta \ln GDP_{t-r} \\ + \sum_{i=0}^q \beta_6 \Delta \ln GDP_{t-r}^2 + \sum_{i=0}^q \beta_7 \Delta ENG_{t-r} + \lambda_1 EF_{t-1} \\ + \lambda_2 NR_{t-1} + \lambda_3 HC_{t-1} + \lambda_4 FDI_{t-1} + \lambda_5 \ln GDP_{t-1} + \lambda_6 \ln GDP_{t-1}^2 + \lambda_7 ENG_{t-1} \end{aligned}$$

شده است. همچنین به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز از مدل خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی و برای بررسی رابطه علی میان متغیرها از آزمون علیت گرنجری استفاده شده است. استفاده از سری‌های زمانی نایستا در اقتصادسنجی ممکن است به بروز رگرسیون کاذب منجر شود. باید قبل از هر برآوردی، ایستایی سری زمانی بررسی شود. آزمون دیکی فولر تعمیم یافته از روش‌های متداول برای بررسی ایستایی است. در این آزمون در صورتی که ترکیبی از متغیرها در سطح ایستا و ترکیبی دیگر از متغیرها با یک بار تفاضل گیری ایستا شوند، می‌توان از مدل خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی استفاده کرد. مدل خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی افزون بر نشان دادن چگونگی تأثیر متغیرهای مستقل در حال و گذشته بر متغیر وابسته به محقق امکان می‌دهد که تأثیر وقفه‌های متغیر وابسته را بر خود متغیر بررسی کند که به صورت رابطه ۳ نشان داده شده است.

$$Y_t = aX_t + bX_{t-1} + cY_{t-1} + u_t$$

(۴)

$$H_0: \sum_{i=1}^q \varphi_j - 1 \geq 0$$

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در دوره زمانی ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۸ از بانک جهانی جمع‌آوری شد. به منظور برآورد مدل از نرم‌افزار Eviews10 استفاده شد. مدل تحقیق این

که در آن EF، شاخص ردپای اکولوژیکی با واحد اندازه‌گیری هکتار جهانی؛ GDP، تولید ناخالص داخلی برحسب برابری دلار و قدرت خرید به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰؛ GDP²، مجذور تولید ناخالص داخلی؛ ENG، مصرف انرژی (برحسب درصد) که به صورت نسبت مصرف سوخت‌های فسیلی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و فراورده‌های نفتی به کل مصرف انرژی اندازه‌گیری شده است؛ NR، منابع طبیعی (برحسب درصد) که به صورت نسبت رانت منابع طبیعی به تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شده است؛ FDI، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (برحسب درصد) که به صورت نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است؛ و HC، سرمایه انسانی (برحسب درصد) است که به صورت نسبت دانش‌آموختگان دانشگاهی به کل دانشجویان محاسبه شده است.

منظور از t و r در مدل یادشده به ترتیب زمان و وقفه است. از آنجا که همه متغیرهای مدل تحقیق به صورت درصد هستند، استفاده از لگاریتم برای آنها جایز نیست و فقط از ردپای اکولوژیکی، تولید ناخالص داخلی و مجذور تولید ناخالص داخلی لگاریتم گرفته

$$H_1: \sum_{j=1}^q \varphi_j - 1 < 0$$

می شود:

(۶)

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n \beta_j Y_{t-j} + u_t$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^n b_j Y_{t-j} + v_t$$

براساس معادله‌های یادشده می توان بدین صورت بحث کرد که:

الف) اگر $\sum a_i \neq 0$ و $\sum b_j = 0$ بوده و از نظر آماری معنی دار باشد، علیت از X به Y است.

ب) اگر $\sum a_i = 0$ و $\sum b_j \neq 0$ باشد، علیت از Y به X است.

ج) اگر $\sum a_i = 0$ و $\sum b_j \neq 0$ باشد، علیت دوطرفه است.

د) اگر $\sum a_i = 0$ و $\sum b_j = 0$ باشد، دو متغیر مستقل اند و رابطه‌ای با هم ندارند (Suri, 2012).

۳. نتایج

چنانکه ذکر شد، به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب باید پیش از هر برآوردی، ایستایی سری زمانی بررسی شود. در این آزمون اگر قدر مطلق آماره آزمون از قدر مطلق کمیت بحرانی بزرگتر باشد، فرضیه صفر مبتنی بر وجود ریشه واحد رد و فرضیه مقابل آن که بر ایستایی سری زمانی دلالت دارد، پذیرفته می شود. در صورتی که قدر مطلق آماره آزمون از قدر مطلق کمیت بحرانی کوچکتر باشد، فرضیه صفر مبتنی بر وجود ریشه واحد پذیرفته می شود که بیانگر نایستایی یک سری زمانی است که باید با استفاده از روش تفاضل گیری ایستا شود. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته برای بررسی ایستایی متغیرهای تحقیق در جدول ۱ آورده شده است.

در این مدل، سه الگوی کوتاه مدت، بلندمدت و تصحیح خطا برآورد می شود. برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل فرضیه زیر آزمون می شود که عبارت است از:

فرضیه صفر در این آزمون بر نبود رابطه تعادلی بلندمدت و همگرا بین متغیرهای مدل دلالت دارد که نپذیرفتن آن به معنای وجود رابطه‌ای بلندمدت است. آماره لازم برای آزمون این فرضیه از تقسیم عبارت $\sum_{j=1}^q \varphi_j - 1$ بر مجموع انحراف معیار این ضرایب به دست می آید.

(۵)

$$t = \frac{\sum_{j=1}^q \varphi_j - 1}{\sum_{j=1}^q S\varphi_j}$$

اگر قدر مطلق t به دست آمده از قدر مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط Banerjee, Dolado & Mastre بزرگتر باشد، فرضیه صفر مبنی بر نبود همگرایی و رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل رد و در مقابل وجود رابطه تعادلی بلندمدت تأیید می شود. همچنین در مدل خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی، ضریب تصحیح خطا ECM سرعت تعدیل به سمت تعادل را نشان می دهد؛ یعنی در هر دوره چند درصد از عدم تعادل متغیر وابسته تعدیل شده و به سمت رابطه بلندمدت نزدیک می شود. انتظار می رود که این ضریب از نظر علامتی منفی و معنادار باشد (Tashkini, 2015). اما علیت یکی از مسائل اساسی در بررسی رابطه بین متغیرهای اقتصادی است، زیرا تعیین جهت علیت، موضوع درخور توجهی در اقتصاد است. تعیین جهت علیت برای متغیرهایی استفاده می شود که مبانی نظری صریحی در مورد آنها وجود ندارد. در این روش معادله‌های زیر بررسی

جدول ۳- نتایج آماره‌های تشخیص فروض کلاسیک (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| آزمون | آزمون LM | آزمون F |
|------------------|--------------|--------------|
| خودهمبستگی | ۷/۷۸۰(۰/۰۵۶) | ۶/۹۷۸(۰/۰۶۵) |
| تورش تصریح | ۲/۷۰۶(۰/۱۰۰) | ۲/۰۸۷(۰/۱۶۰) |
| نرمالیتی | ۱/۳۴۱(۰/۵۱۱) | ----- |
| ناهمسانی واریانس | ۲/۳۶۴(۰/۱۲۴) | ۲/۳۸۷(۰/۱۳۱) |

جدول ۴- نتایج حاصل از برآورد بلندمدت مدل (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| متغیر | علامت اختصاری | ضرایب | انحراف معیار | آماره (احتمال) |
|----------------------------------|-------------------|----------|--------------|----------------|
| لگاریتم تولید ناخالص داخلی | LGDP | ۲۰/۴۸۶ | ۹/۸۷۰ | ۲/۰۷۵(۰/۰۴۶) |
| لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی | LGDP ² | -۰/۷۱۳ | ۰/۳۴۸ | - ۲/۰۴۳(۰/۰۴۹) |
| منابع طبیعی | NR | ۰/۱۵۷ | ۰/۱۵۷ | ۱۰/۳۳۶(۰/۰۰۰) |
| مصرف انرژی | ENG | ۰/۲۶۳ | ۰/۱۹۱ | ۱/۳۷۰(۰/۱۸۰) |
| سرمایه انسانی | HC | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۰۸ | ۲/۲۹۷(۰/۰۲۸) |
| سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی | FDI | ۰/۴۴۴ | ۰/۱۹۰ | ۲/۳۲۹(۰/۰۲۶) |
| عرض از مبدأ | C | -۱۷۳/۳۷۹ | ۶۲/۲۶۵ | - ۲/۷۸۴(۰/۰۰۹) |

در جدول ۱ متغیر لگاریتم ردپای اکولوژیکی ایستاست، زیرا قدر مطلق آماره آزمون از قدر مطلق کمیت بحرانی بزرگ‌تر است و بقیه متغیرهای تحقیق نایستا هستند، زیرا قدر مطلق آماره آزمون از قدر مطلق کمیت بحرانی کوچک‌تر است که با یک بار تفاضل‌گیری ایستا شدند. در جدول ۱ مقادیر بحرانی

نتایج کوتاه‌مدت حاکی از آن است که لگاریتم تولید ناخالص داخلی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارند، درحالی که لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی تأثیر معکوس و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد.

در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. برای اجرای آزمون کوتاه‌مدت در مدل خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی از معیار شوارتز- بیزین استفاده شده است، زیرا مناسب‌ترین معیار است و درجه آزادی کمتری را از دست می‌دهد. تعداد وقفه یک در نظر گرفته شده است. نتایج ضرایب آزمون کوتاه‌مدت روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی در جدول ۲ آمده است.

نتایج تخمین مدل نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت براساس معیار شوارتز- بیزین، لگاریتم ردپای اکولوژیکی دارای یک وقفه است و برای متغیرهای دیگر وقفه‌ای در نظر گرفته نشده است. همچنین

برای بررسی فرضیه‌های کلاسیک می‌توان از آماره‌های تشخیص استفاده کرد. نتایج این آزمون‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. از آنجا که احتمال مربوط به خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس، تورش تصریح و نرمالیتی بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است، فرضیه صفر این آزمون‌ها مبنی بر نبود خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس، عدم تورش تصریح و نرمالیتی را نمی‌توان رد کرد و مدل‌های برآوردی فروض کلاسیک را تأمین می‌کند.

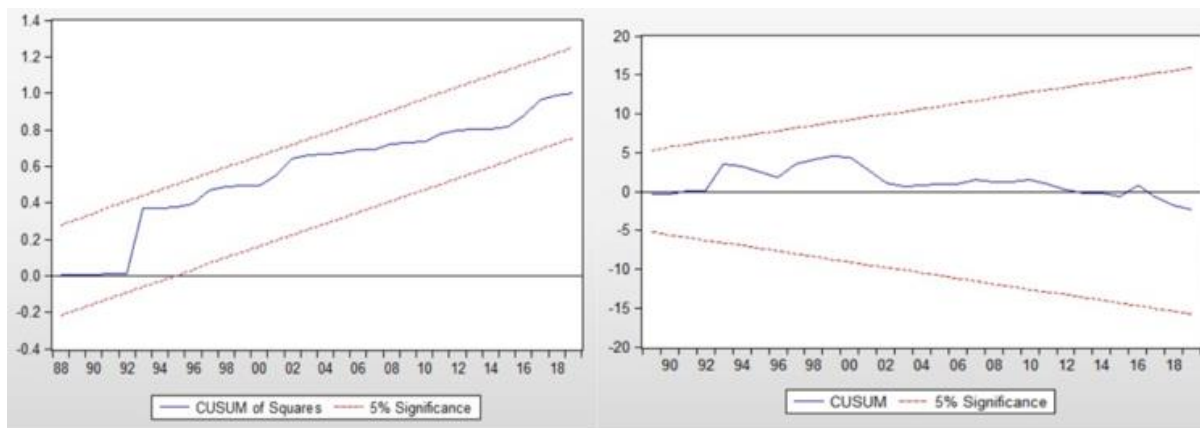
با توجه به نتایج الگوی پویای خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی، باید هم‌جمعی بین متغیرهای مدل بررسی شود. برای این آزمون، از مقدار بحرانی جدول

جدول ۵- نتایج الگوی تصحیح خطا (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| متغیر | ضریب | انحراف معیار | احتمال (آماره) |
|---------|--------|--------------|----------------|
| Ecm(-1) | -۰/۹۴۷ | ۰/۱۷۹ | -۵/۲۷۲ (۰/۰۰۰) |

جدول ۶- آزمون علیت گرنجری بین سرمایه گذاری مستقیم خارجی و رد پای اکولوژیکی (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| احتمال | آماره F | فرضیه |
|--------|---------|--|
| ۰/۱۱۴ | ۲/۶۱۶ | سرمایه گذاری مستقیم خارجی علیت گرنجری رد پای اکولوژیکی نیست. |
| ۰/۲۲۱ | ۱/۵۴۶ | رد پای اکولوژیکی علیت گرنجری سرمایه گذاری مستقیم خارجی نیست. |



شکل ۲- نمودارهای پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی (مأخذ: محاسبات تحقیق)

می‌شود. در این صورت رابطه‌ای بلندمدت بین متغیرهای مدل وجود دارد. پس از اطمینان از برقراری فروض کلاسیک و وجود رابطه بلندمدت، نتایج ضرایب بلندمدت ارائه می‌شود. نتایج برآورد بلندمدت مدل به روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی با حداکثر یک وقفه و براساس معیار شوارتز بیزین در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل در بلندمدت نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی، منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معناداری بر رد پای اکولوژیکی دارند. اما مجذور تولید ناخالص داخلی تأثیر معکوس و معناداری بر رد پای اکولوژیکی دارد. مصرف انرژی نیز تأثیر معناداری بر رد پای اکولوژیکی ندارد. به منظور مقایسه رفتار کوتاه مدت متغیرها با مقادیر بلندمدت آنها می‌توان از الگوی تصحیح خطا استفاده کرد. این الگو بین

بنرجی، دولا دو و مستر استفاده شده است. فرضیه صفر در این آزمون بیانگر نبود هم‌جمعی در رسیدن به تعادل بلندمدت و فرضیه مقابل بیانگر وجود هم‌جمعی در رسیدن به تعادل بلندمدت است. لازمه آنکه الگوی پویای برآورد شده در روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی به سمت تعادل بلندمدت گرایش یابد آن است که مجموع ضرایب متغیر وابسته در وقفه‌های متفاوت کمتر از ۱ باشد. برای اجرای آزمون مورد نظر، باید عدد ۱ از مجموع ضرایب با وقفه متغیر وابسته کسر و بر مجموع انحراف معیار ضرایب تقسیم شود. کمیت این آماره به گونه زیر محاسبه شده است: به دلیل آنکه این عدد (-۵/۲۷۲) به صورت قدر مطلق از قدر مطلق مقدار بحرانی (-۴/۴۳) جدول بنرجی، دولا دو و مستر در سطح اطمینان ۵ درصد بیشتر است، فرضیه صفر مبنی بر نبود رابطه بلندمدت رد و فرضیه مقابل یعنی وجود رابطه بلندمدت پذیرفته

جدول ۷- آزمون علیت گرنجری بین منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی

| احتمال | آماره F | فرضیه |
|--------|---------|---|
| ۰/۰۰۱ | ۱۱/۶۰۷ | منابع طبیعی علیت گرنجری ردپای اکولوژیکی نیست. |
| ۰/۰۰۰ | ۲۷/۲۹۵ | ردپای اکولوژیکی علیت گرنجری منابع طبیعی نیست. |

جدول ۸- آزمون علیت گرنجری بین سرمایه انسانی و ردپای اکولوژیکی (مأخذ: محاسبات تحقیق)

| احتمال | آماره F | فرضیه |
|--------|---------|---|
| ۰/۷۵۶ | ۰/۰۹۱ | سرمایه انسانی علیت گرنجری ردپای اکولوژیکی نیست. |
| ۰/۲۷۲ | ۱/۲۴۰ | ردپای اکولوژیکی علیت گرنجری سرمایه انسانی نیست. |

قطع نکرده است، ثبات ساختاری مدل تحقیق قابل قبول است. نتایج رابطه علی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ردپای اکولوژیکی در جدول ۶ نشان داده شده است. از آنجا که احتمال در جدول فوق بزرگ‌تر از ۵ درصد است، رابطه علی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ردپای اکولوژیکی وجود ندارد. نتایج بررسی رابطه علی بین منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی در جدول ۷ آورده شده است. از آنجا که احتمال در جدول فوق کوچک‌تر از ۵ درصد است، رابطه علی دوطرفه بین منابع طبیعی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد. نتایج بررسی رابطه علی بین سرمایه انسانی و ردپای اکولوژیکی در جدول ۸ آورده شده است. از آنجا که احتمال در جدول فوق بزرگ‌تر از ۵ درصد است، رابطه علی بین سرمایه انسانی و ردپای اکولوژیکی وجود ندارد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت مسائل محیط زیستی در جهان، توجه اقتصاددانان و سیاستگذاران محیط زیست به مسئله تغییر اقلیم و تهدیدهای مربوط به آن و نیز پیامدهای فعالیت انسان معطوف شده است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر منابع طبیعی، سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر ردپای اکولوژیکی ایران در سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۸ با

نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها و مقادیر تعادلی بلندمدت آنها ارتباط برقرار می‌کند و سرعت تعدیل به سمت بلندمدت را نشان می‌دهد. جدول ۵ نتایج الگوی تصحیح خطا را نشان می‌دهد: در این پژوهش، ضریب الگوی تصحیح خطا منفی و کوچک‌تر از ۱ است که از نظر آماری معنادار است. این ضریب بیانگر آن است که اگر از یک دوره به دوره دیگر حرکت صورت گیرد، به میزان ۰/۹۴ درصد انحراف متغیر وابسته (ردپای اکولوژیکی) از مسیر بلندمدت توسط متغیرهای مدل (مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه انسانی و منابع طبیعی) تعدیل می‌شود. بنابراین، تعدیل به سمت بلندمدت با سرعت صورت می‌گیرد.

همچنین به منظور بررسی ثبات ساختاری مدل تحقیق از نمودارهای پسماند تجمعی و نمودار مجذور پسماند تجمعی استفاده شده است که منعکس‌کننده ثبات در ضرایب تخمینی مدل هستند. اگر نمودارهای بالا در داخل فاصله اطمینان ۹۵ درصد باشند، فرضیه صفر مبنی بر وجود ثبات ساختاری را نمی‌توان رد کرد و اگر نمودارها فاصله اطمینان را قطع کنند، فرضیه صفر را می‌توان رد کرد. در نمودارهای بالا، به علت آنکه نمودار وسطی یکی از باندهای طرفین را

برنامه‌های درسی دانشجویان و دانش‌آموزان بیش از پیش قرار داده شود تا جامعه‌ای آگاه در خصوص تغییرات آب‌وهوا و اقدامات حفاظتی از جمله صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، بازیافت و ... شکل گیرد.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کوتاه‌مدت و در بلندمدت تأثیر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد. این نتیجه با یافته (Afar, 2019) همراستا

نیست، ولی با نتایج پژوهش‌های (

Muhammad Lashkarizadeh, 2008) و (

Tariq, 2018) همسویی دارد. این موضوع طبق

فرضیه پناهگاه آلودگی توجیه‌پذیر است. وقتی

کشورهای درحال توسعه و کمتر توسعه‌یافته برای

تسریع در رشد اقتصادی خود به تجارت و آزادسازی

مالی متوسل می‌شوند، ممکن است مجبور شوند

استانداردهای کاری و محیط زیست خود را تنزل

دهند تا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشتری

جذب کنند. در نتیجه این کشورها به پناهگاه صنایع

آلاینده تبدیل می‌شوند. با وجود این، پیشنهاد

می‌شود سیاستگذاران در گام اول شرایط اقتصادی،

سیاسی و اجتماعی کشور را به‌گونه‌ای مدیریت و

برنامه‌ریزی کنند که محلی برای جذب سرمایه‌های

خارجی باشد و در گام دوم با شرکت‌های چندملیتی

محیط زیستی در قالب انتقال فناوری‌های جدید

مطابق با استانداردهای محیط زیستی، دانش فنی یا

تکنیک‌های مدیریتی برای بهبود ظرفیت زیستی

کشور همکاری داشته باشند.

لگاریتم تولید ناخالص داخلی در کوتاه‌مدت و

بلندمدت تأثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی دارد.

همچنین لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی در

کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر منفی بر ردپای

استفاده از روش خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی و

روش علیت گرنجری انجام گرفت. با توجه به نتایج

حاصل از برآورد مدل در کوتاه‌مدت و بلندمدت

می‌توان نتیجه گرفت که منابع طبیعی در بلندمدت

تأثیر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارد. این

نتیجه با پژوهش (Hasan, 2018) در بلندمدت

همسویی دارد، ولی با پژوهش (Zafar, 2019)

همسو نیست. در توجیه این امر می‌توان گفت که

افزایش استخراج منابع طبیعی، زوال جنگل‌ها،

افزایش مصرف سرانه غذا و ... موجب پیشی گرفتن

ردپای اکولوژیکی از ظرفیت زیستی ایران شده است

که دولت باید اقدامات و سیاست‌های کنترلی را برای

حفظ منابع طبیعی از بهره‌برداری بیش از حد اتخاذ

کند؛ چراکه بهره‌برداری از منابع طبیعی بدون توجه

به پیامدهای آن تأثیر نامطلوبی بر اکوسیستم خواهد

داشت که نشان‌دهنده اهمیت ردپای اکولوژیک بر

منابع طبیعی است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که

دولت در روند صدور مجوزهای محیط زیستی تجدید

نظر داشته باشد و با تشویق شرکت‌هایی که منابع

طبیعی استخراج می‌کنند از آنها بخواهد که به

تأثیرات محیط زیستی فعالیت‌های خود توجه داشته

باشند. افزایش آگاهی درباره پیامدهای محیط زیستی

بهره‌برداری‌های بیش از حد و اجرای دقیق و شفاف

مقررات توسط نهادهای ذی‌صلاح برای کنترل

فعالیت‌های غیرقانونی لازم و ضروری است.

سرمایه انسانی در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر مثبتی

بر ردپای اکولوژیکی دارد. این نتیجه با پژوهش

(Hasan, 2018) و (Afar, 2019) تطابق دارد، اما

با پژوهش (Ahmad, 2020) همسو نیست. با توجه

به این نتیجه پیشنهاد می‌شود که برنامه‌های آگاهی

از وضعیت محیط زیست و پیامدهای آلودگی آن در

افزایش می‌یابد، اما در سطوح بالاتر توسعه‌یافتگی و با افزایش درآمد سرانه، از شدت استخراج منابع و تخریب محیط زیست کاسته می‌شود. نتایج آزمون علیت گرنجری نیز حاکی از برقراری رابطه‌ی علی بین ردپای اکولوژیکی و منابع طبیعی دوطرفه است. درحالی که هیچ رابطه‌ی علی بین ردپای اکولوژیکی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نیز بین ردپای اکولوژیکی و سرمایه‌انسانی وجود ندارد.

اکولوژیکی دارد. این نتیجه با پژوهش (Akif & Sinha, 2020) و (Zafar, 2019) همسویی دارد. این موضوع در چارچوب فرضیه‌ی کوزنتس توجیه‌پذیر است؛ یعنی در سطوح اولیه‌ی توسعه‌یافتگی، افزایش درآمد سرانه موجب تخریب محیط زیست می‌شود، ولی در سطوح بالاتر درآمد، رشد بیشتر منتهی به محیط زیست بهتر می‌شود. به عبارت دیگر در سطوح اولیه‌ی توسعه‌یافتگی، درآمد سرانه و آلودگی با هم

References

- Ahmed, Z., Wasif, Z., Muhammad Ali, S., 2020. Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: An empirical analysis, *Sustainable Cities and Society*.
- Akif Destek, M., Sarkodie, S.A., 2019b. Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the Total Environment* 10, 2483-2489.
- Akif Destek, M, Avik S 2020. Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organization for economic Co-operation and development countries, *Journal of Cleaner Production*, 118537, Contents lists available at Science Direct.
- Amin Rashti, N., Marefti, R., 2012. The effect of foreign direct investment on environmental performance in selected countries, *Quarterly Journal of Economic Sciences*, No. 1. (In Persian)
- Asıcı, A., Sevil, A., 2018. How does environmental regulation affect production location of noncarbon ecological footprint, *Journal of Cleaner Production*, 178, Contents lists available at ScienceDirect, pp: 927-936.
- Banaue, A., A, Momeni, F, Aziz Mohammadi, S, 2013, Assessing the ecological footprint of land in different economic sectors of Iran using the data table-Sunanda approach, *Al-Zahra University*
- Economic Development Policy Quarterly, First year, first issue. (In Persian)
- Daliri, H., 2020, The relationship between ecological footprint and economic growth in D8 countries, *Quarterly Journal of Economic Modeling Research*, No. 39. (In Persian)
- Doytch, N. 2020. The Impact of Foreign Direct Investment on the Ecological Footprints of Nations, *Environmental and Sustainability Indicators* 8.
- Lashkarizadeh, M., Nabavi, G., Taj Daran, S., N, 2008, The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality, *Quarterly Journal of Economic Modeling*, Number 5, Volume 2, Islamic Azad University, Firoozkooh Branch, pp: 127-142. (In Persian)
- Molaei, M., Basharat, E., 2015, The study of the relationship between GDP and ecological footprint as an indicator of environmental degradation, *Economic Research*, Volume 50, Number 4. (In Persian)
- Muhammad Tariq, M., Mazhar, M., 2019. Financial development and ecological footprint: A global panel data analysis, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, ISSN 2309-8619, Johar Education Society, Pakistan (JESPK), Lahore 13(2), 487-514.
- Mrabet, Z., AL Samara, M., Hazem Jar Allah, S. 2017. The impact of economic development on environmental degradation in Qatar. *Environ. Ecol.*

Stat. 24, 7-38.

Parsa Sharif, H, Amirnejad, H, Taslimi, M, 2021, Study of factors affecting the ecological footprint of selected countries in Asia and Europe, Agricultural Economics Research 13(2), 155-172. (In Persian)

Razi., 2015, Measurement and analysis of ecological footprint (case study of cities of Mazandaran province), Quarterly Journal of Urban Planning Studies, third year, number ten. (In Persian)

Sadeghi, S., Kamal, Karimi Technology, Z, Motafker Azad, M., A., Asghar pour, H, Anda Yesh, Y., 2014, Measuring the water footprint of economic sectors in Iran with the approach of social accounting matrix, Quantitative Quarterly 11(3), 81-111. (In Persian)

Salatins, P, Ghaffari Soomeh, N, 2016, The Impact of Human Capital on Environmental Quality,

Quarterly Journal of Man and Environment, No. 37. (In Persian)

Suri, A, 2012, Econometrics with Ivyus, Cultural Studies Publishing. (In Persian)

Tarazkar, M H, Kargar Deh Bidi, N, Esfandiari Kanari, R, Ghorbaniyan, E, 2020, The effect of economic growth on environmental degradation in the Middle East, Natural environment, Iran's natural resources, Volume 73, Number One. (In Persian)

Tashkini, A., 2005, Applied econometrics with the help of macrophytes, Dibagaran Cultural and Artistic Institute, Tehran, first edition. (In Persian)

Zafar, W., Muhammad, Z., Syed Anees Haider, K., Naveed R, F., M., M., Hou, F, Kirman Syed A., A. 2019. The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States, Resources Policy 63, 101428.