

برآورد تقاضای کاغذ بازیافت در ایران: مبتنی بر روش ARDL

چکیده

رشد اقتصادی و افزایش جمعیت، میزان تقاضای فرآورده‌های کاغذی را افزایش خواهد داد این در حالی است که منابع تأمین ماده اولیه فرآورده‌های کاغذ محدود است. یکی از راه‌حل‌هایی که می‌تواند به حفظ منابع جنگلی کمک کند، بازیافت کاغذ باطله توأم با پیشرفت در فناوری اطلاعات و ارتباطات است. هدف مقاله حاضر برآورد تابع تقاضای کاغذ بازیافت در اقتصاد ایران طی بازه زمانی فصلی ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰ مبتنی بر روش خود رگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL) است. نتایج نشان می‌دهد، مهم‌ترین عامل مؤثر در تقاضای کاغذ بازیافتی در بلندمدت و کوتاه‌مدت متغیر تولید ناخالص داخلی است و به ترتیب ضرایب کشش‌های آن $-0/46$ و $-0/22$ برآورد شده است به‌طوری‌که با افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی مصرف کاغذ بازیافت کاهش می‌یابد در نتیجه کاغذ بازیافت یک کالای پست محسوب می‌گردد. متغیر کاغذ چاپ و تحریر به‌عنوان کالای رقیب در بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب با ضریب کشش‌های $0/23$ و $0/13$ درصد به‌اندازه کافی جانشین قوی برای کاغذ بازیافت نمی‌باشد. از طرف دیگر با افزایش کاربران اینترنت تقاضای کاغذ بازیافت در بلندمدت $0/08$ درصد افزایش می‌یابد در واقع با افزایش کاربران اینترنت و رایانه‌های شخصی مصرف کاغذهای اداری به دلیل خریدهای آنلاین و همچنین افزایش تقاضا در بلندمدت، برای کاغذهای بسته‌بندی، کارتن و مقوا جهت اقلام سفارشی افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: کاغذ بازیافت، کشش درآمدی، کشش قیمتی، ARDL.

مریم بازوند^۱

زهرا میرآزادی^{۲*}

رضا محسنی^۳

کامران عادل^۴

^۱ دانشجوی دکتری اقتصاد و مدیریت جنگل، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

^۲ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

^۳ استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۴ استادیار اقتصاد جنگل، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

مسئول مکاتبات:

Mirazadi.z@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

مقدمه

استفاده از منابع جهانی در سال ۲۰۳۰ دو برابر سال ۲۰۱۰ پیش‌بینی شده است که علت اصلی آن رشد درآمد خانوارهای با درآمد متوسط (حتی مهم‌تر از رشد جمعیت) می‌باشد [۱]. در حال حاضر در جهان همچنان کاغذ قابل‌اعتمادترین شکل جهت رمزگذاری اطلاعات، امنیت، اصالت، ذخیره بایگانی طولانی‌مدت و ماندگار است [۲]. در واقع با رشد اقتصادی و افزایش جمعیت، میزان تقاضای فرآورده‌های کاغذی افزایش خواهد یافت [۳ و ۴] و پیش

بینی می‌شود مصرف آن تا سال ۲۰۳۰ از مجموع ۴۶۰ میلیون تن در سال فراتر رود [۵]. بخش عمده ماده اولیه کاغذ از چوب و یا به عبارت بهتر از جنگل تأمین می‌شود [۶ و ۷] این در حالی است که جنگل‌ها حدود ۳۰ درصد سطح کل اراضی دنیا را پوشیده است که در سطح کشور ایران حدود ۷/۴ درصد می‌باشد [۸]. مهم‌ترین چالش در صنایع خمیر و کاغذ تأمین ماده اولیه سلولزی مناسب می‌باشد [۹]. یکی از راه‌حل‌هایی که می‌تواند به حفظ منابع جنگلی کمک کند، بازیافت کاغذ باطله است [۱۰]. رایج‌ترین ماده بازیافتی

بسته‌بندی، خمیرکاغذ سازی به‌عنوان مواد اولیه قابل بازیافت برای بسته‌بندی خرید آنلاین توصیه می‌شود [۲۲] در تحقیق Chiba و همکاران (۲۰۱۷) برای روشن شدن عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثر بر تقاضای جهانی کاغذ و مقوا، با استفاده از منحنی کوزنتس به تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی در دوره ۱۹۶۱-۲۰۱۴ پرداختند. در این مطالعه از تقاضای کاغذ و مقوا به‌عنوان متغیر وابسته و تولید ناخالص داخلی، نرخ استفاده از اینترنت، تقاضای بسته‌بندی پلاستیکی و روند زمانی به‌عنوان متغیرهای توضیحی استفاده شده است. نتایج نشان داد، هم برای کاغذ روزنامه و هم برای کاغذ چاپ و تحریر، تقاضا به دلیل گسترش اینترنت با افزایش سطح اقتصادی کاهش می‌یابد و این اثر کاهش برای کاغذ چاپ و تحریر بیشتر از کاغذ روزنامه است [۲۳].

Hamsi و همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از یک مدل رگرسیون لگاریتم خطی مبتنی بر روش حداقل مربعات معمولی در طی دوره زمانی سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۳ به تخمین تابع تقاضای کاغذ روزنامه در ایران پرداختند. مصرف سرانه کاغذ روزنامه به‌عنوان متغیر وابسته و درآمد ملی سرانه با یک وقفه، قیمت کاغذ چاپ و تحریر و قیمت واقعی کاغذ روزنامه به‌عنوان متغیرهای توضیحی انتخاب شدند. نتایج حاکی از آن است که کشش درآمدی و قیمتی کاغذ به ترتیب $1/82$ و $-0/46$ می‌باشد که از لحاظ آماری در سطح 5% معنی‌دار بودند. همچنین به ازای یک درصد افزایش در قیمت کاغذ چاپ و تحریر، میزان مصرف سرانه‌ی کاغذ روزنامه به‌طور متوسط $0/33$ کیلوگرم افزایش خواهد داشت [۲۴]. Tavakoli و همکاران (۲۰۱۱)، در تحقیق خود برای شناسایی جهت تغییرات در تقاضا و پیش بینی میزان تقاضا از روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) بر اساس داده‌های مجموعه زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۱ استفاده کردند. نتایج حاصل از برآورد تابع تقاضا نشان می‌دهد که متغیرهای قیمت محصول، GNP در سال قبل، جمعیت کل کشور، شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)، ارزش افزوده بخش صنعت، شاخص تولید کل کارگاه‌های بزرگ صنعتی و متغیر مجازی جنگ از نظر آماری معنی‌دار است. همچنین نتایج حاصل از پیش بینی تا سال ۲۰۱۲ نشان می‌دهد که میزان

که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاغذ است [۱۱]. کاغذهای بازیافت شده به‌سرعت اهمیت خود را به‌عنوان ماده خام برای تولید کاغذ و مقوا افزایش داده‌اند. اگرچه پیشرفت در فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند تقاضا برای اوراق ارتباطی را کاهش دهد و رشد مصرف کاغذ در اقتصادهای توسعه‌یافته به‌ویژه در آمریکای شمالی و اروپای غربی در واقع کاهش‌یافته است، اما مصرف در مقیاس جهانی در حال افزایش است [۱۲]. نرخ بازیابی در سراسر جهان نشان می‌دهد که تمام مناطق جهان با نرخ بیش از ۵۰ درصد در حال بازیابی کاغذ هستند [۱۳]. در مقایسه‌ای که از سال ۱۹۷۱ تا سال ۲۰۱۵ در کشورهای اروپایی، آمریکا و در سراسر جهان بین میانگین رشد سالانه مصرف کاغذهای بازیافتی و تولید کاغذ صورت گرفته است، افزایش مصرف کاغذهای بازیافتی بین $1/7\%$ تا 3% بیشتر از رشد سالانه تولید کاغذ را نشان می‌دهد [۱۴]. امروزه کاغذ بازیافتی یک ماده خام کلیدی برای تولید کاغذ است. با این حال، این رشد شدید، تعداد بازیگران بازار را نیز افزایش داده و رقابت را شدیدتر و پویاتر کرده و باعث آشفتگی مکرر می‌شود. در چنین فضایی، برنامه‌ریزی برای خرید و پیش‌بینی قیمت کاغذ بازیافتی چالش بزرگی است. صنعت کاغذسازی با ظهور تجارت مدرن و دیجیتالی شدن، تقویت آگاهی از محیط‌زیست، رشد اقتصادی جهانی، توسعه جمعیتی، گسترش سواد و افزایش تولید صنعتی با معرفی اصول اقتصاد چرخشی در حال گذراندن دوره‌ای است که یکی از تغییرات اساسی آن، انتقال از سلولز به کاغذ بازیافتی در فرآیند تولید است [۱۵]. از طرفی در دهه‌های اخیر اینترنت، همراه با فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی مانند رایانه‌های شخصی و تلفن‌های همراه، جایگزین الکترونیکی برای روزنامه‌ها و مواد چاپی شده است [۱۶ و ۱۱]. مطالعات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است از جمله می‌توان مطالعات Filistruchi، Latta و همکاران، ۲۰۱۵؛ Johnston، ۲۰۱۶؛ Toms، ۲۰۰۰؛ Anasrul Hakim و همکاران، (۲۰۲۲) را نام برد [۱۶ - ۲۰]. از منظری دیگر با توسعه سریع صنعت تجارت الکترونیک، خرید آنلاین، حجم ارسال سریع خریدها و بسته‌بندی کالاهای ارسالی افزایش‌یافته است [۲۱] و جهت

درآمد بسیار حائز اهمیت است [۳۱ و ۳۰]. در این راستا در جهت توسعه‌ی صنعت تولید این محصول لازم است عوامل مؤثر بر میزان تقاضای کاغذ بازیافت شده شناسایی و در قالب مدل‌های اقتصادسنجی، نوع روابط بین متغیرهای وابسته و توضیحی و میزان تأثیر را به‌طور دقیق محاسبه کرد تا بر اساس آن بتوان میزان مصرف آتی کاغذ بازیافت شده را به‌طور دقیق پیش بینی نمود. لذا هدف از این تحقیق بررسی تقاضای کاغذهای بازیافتی در کشور ایران است.

مواد و روش‌ها

با توجه به مطالعات صورت گرفته تقاضای کاغذهای بازیافتی تابعی از قیمت کاغذ بازیافتی، تولید ناخالص داخلی، قیمت کالای جانشین و اینترنت است [۲۴، ۳۲ و ۳۳]. در این مطالعه با توجه به حذف سود بازرگانی کاغذ باطله از سال ۱۳۹۷ متغیر مجازی (*dum*) به مدل اضافه شد. موضوع حذف سود بازرگانی واردات کاغذهای باطله با درخواست وزارت صنعت، معدن و تجارت در جلسه مورخه ۱۳۹۶/۱۱/۲۹ در کمیسیون ماده یک مطرح و اعضای کمیسیون با آن موافقت نمودند که بر این اساس حذف یک درصد سود بازرگانی در آیین‌نامه مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۹۷ اعمال شد. فرم مدل لگاریتم خطی به‌طور مستقیم کشش‌ها و حساسیت متغیرها را اندازه‌گیری نموده و واریانس ناهمسانی را در الگو کاهش می‌دهد [۳۵ و ۳۴] لذا الگو به‌صورت فرم لگاریتم خطی به شکل زیر تصریح می‌گردد (معادله ۱).

$$\ln(cr_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(pr_t) + \beta_2 \ln(cp_t) + \beta_3 \ln(GDP_t) + \beta_4 \ln(Internet_t) + \beta_5 dum_t + u_t \quad (1)$$

dum_t متغیر مجازی (حذف سود بازرگانی کاغذ باطله) و u_t جمله اخلال است. در این مطالعه آمار، اطلاعات و داده‌های موردنیاز از بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و سازمان خواروبار جهانی (FAO) جمع‌آوری شد. دوره زمانی موردبررسی، سال‌های ۱۳۷۹-۱۴۰۰ است که بر اساس روش دنتون به‌صورت فصلی تبدیل شده است. پس از بررسی ایستایی متغیرها، تقاضای کاغذهای بازیافتی از روش همگرایی خود

تولید و مصرف مقوای کنگره‌ای در کشور افزایش خواهد یافت [۲۵]. Dashti و همکاران (۲۰۲۰)، در بررسی عوامل مؤثر بر واردات کاغذ و مقوای ایران در بازه زمانی ۲۰۱۷-۱۹۸۴ با استفاده از آزمون باند کرانه‌ها به این نتایج رسیدند که از بین متغیرهای موردبررسی تولید ناخالص داخلی بدون نفت با کشش ۲/۱۶ در کوتاه‌مدت و ۱/۲۶ درصد در بلندمدت و تولید داخلی چوب از جنگل‌های شمال کشور با کشش‌های ۰/۶۹- و ۰/۵۷- به ترتیب در کوتاه‌مدت و بلندمدت بیشترین تأثیر را بر واردات کاغذ داشته‌اند [۲۶]. Anasrul Hakim و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی بهترین روش برای تقاضای روزنامه پرداختند این محققین با استفاده از داده‌های ماهانه طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ با روش ARIMA نشان دادند که این روش در مقایسه با سایر روش‌ها پیش بینی معتبری را در رابطه با تقاضا روزنامه ارائه می‌دهد. همچنین نتایج حاکی از آن است که از جمله عوامل مؤثر بر تقاضای روزنامه استفاده از اینترنت می‌باشد [۲۰]. در کشور ایران با توجه به میزان تولید و مصرف انواع فرآورده‌های کاغذی و افزایش شکاف موجود بین روند تولید و مصرف، لزوم توجه به امر بازیافت محصولات کاغذی روزبه‌روز اهمیت بیشتری می‌یابد [۲۷]. در نتیجه با توجه به اینکه رشد جمعیت و درآمد بر تقاضا تأثیرگذار است [۲۸ و ۲۹] و آگاهی از ساختار تقاضای افراد جامعه در برنامه‌ریزی برای تولید کالاها و خدمات گوناگون برای سیاست‌گذاران بخش اقتصادی و بررسی الگوی رفتار مصرف‌کننده در جهت واکنش به تغییرات قیمت و تغییرات

در مدل فوق \ln در ابتدای متغیرها نشان‌دهنده‌ی لگاریتم طبیعی متغیرهاست. cr_t نشانه‌ی مصرف سرانه‌ی کاغذ بازیافت شده برحسب تن در سال t ، β_0 جمله‌ی ثابت، pr_t شاخص قیمت کاغذ بازیافت شده در سال t ، cp_t قیمت کاغذ دست‌اول به‌عنوان کالای مرتبط با کاغذ بازیافت شده برحسب تن در سال t ، GDP_t تولید ناخالص داخلی در سال t ، $Internet$ سهم درصد استفاده‌کنندگان از اینترنت در سال t .

ممکن متغیرها و هم جمعی دوجانبه را در برگیرند. اگر آماره آزمون بزرگتر از مقدار بحرانی کرانه بالا باشد می‌توان بدون توجه به درجه هم جمعی متغیرها، فرض صفر مبنی بر عدم وجود ارتباط بلندمدت را رد نمود. برعکس اگر آماره آزمون پایین‌تر از مقدار بحرانی کرانه پایین قرار گیرد، فرض صفر را نمی‌توان رد نمود و اگر آماره F محاسباتی بین کرانه بالایی و پایینی قرار گیرد، تصمیم قطعی نخواهد بود. پس از اثبات وجود رابطه بلندمدت و ضرایب کوتاه‌مدت با استفاده از مدل‌های ARDL و ECM تخمین زده می‌شود فرم کلی مدل $ARDL(p, q1, q2, \dots, qk)$ به صورت زیر است:

$$\alpha(L, P)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i(L, P)x_{it} + u_t \quad (2)$$

که در آن α_0 عرض از مبدأ، y_t متغیر وابسته و L عامل وقفه است.

$$L^j y_t = y_t - j \quad (3)$$

و بنابراین

$$\alpha(L, P) = 1 - \phi_1 L^1 - \dots - \phi_p L^p \quad (4)$$

$$\beta_i(L, q_i) = \beta_{i0} + \beta_{i1} L + \dots + \beta_{iq_i} L^{q_i}$$

x_{it} ، i امین متغیر مستقل هستند. در بلندمدت رابطه زیر بین متغیرها برقرار است

$$y_t = y_{t-1} = \dots = y_{t-p} \quad (5)$$

$$x_{it} = x_{it-1} = \dots = x_{it-q}$$

بطوریکه، x_{it} ، q امین وقفه مربوط به i امین متغیر است. رابطه بلندمدت بین متغیرها می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + v_i \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{\alpha(L, P)}$$

معادله تصحیح خطای ARDL به صورت زیر است:

رگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) برآورد شد. در تخمین الگوهای رگرسیونی به صورت سری‌های زمانی، در مرحله اول ایستایی سری‌های برای انتخاب مدل مناسب باید بررسی شود، مدل ARDL در صورتی قابل استفاده است که پایایی همه متغیرهای مدل یا در سطح $I(0)$ یا $I(1)$ یا ترکیبی از هر دو باشند، در صورتی که متغیرها انباشته از درجه دو یا بیشتر باشند، مقدار آماره F محاسبه شده قابل اعتماد نیست [۳۶] بنابراین برای برآورد الگو، ابتدا آزمون‌های ریشه واحد با استفاده از آزمون HEGY بر روی تمام متغیرها انجام شد. همچنین جهت تخمین از بسته نرم‌افزاری Eviews 13 استفاده شده است. در روش ARDL امکان برآورد روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت به طور هم‌زمان و نیز تعیین رابطه هم انباشتگی در ارتباط با نمونه‌های کوچک به صورت کارا وجود دارد و فاقد مشکلات خودهمبستگی سریالی و درون زایی است [۳۴] با استفاده از این الگو تعداد زیادی انتخاب شامل تصمیم‌های مرتبط با تعداد متغیرهای برون زا و درون زا و رفتار عناصر قطعی وجود دارد و متغیر مجازی می‌تواند در فرآیند آزمون هم انباشتگی در مدل وجود داشته باشد، به علاوه تعداد مختلفی از وقفه‌های بهینه نیز برای متغیرهای مختلف، می‌تواند وجود داشته باشد [۳۵].

روش آزمون باند کرانه‌ها

روش autoregressive distributed lag (ARDL) شامل دو مرحله برای تخمین رابطه بلندمدت است. در مرحله اول وجود رابطه هم جمعی بلندمدت بین متغیرها در معادله موردنظر با استفاده از آزمون ضرایب Wald یا آزمون F بررسی شد، سپس بر اساس سطح معنی‌داری ۵٪ آماره F محاسباتی، با مقادیر بحرانی باند که در جدول پسران و همکاران، ۲۰۱۱ آورده شده است، مقایسه گردید [۳۴]. این مقادیر بحرانی شامل کرانه‌های بالایی $I(1)$ ، پایینی $I(0)$ و تعداد متغیرهای توضیحی هستند تا تمام طبقه‌بندی‌های

$$\Delta y_t = \Delta \hat{\alpha}_0 - \sum_{i=2}^p \hat{\alpha}_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_i^{\Delta} \Delta x_{it} - \sum_{i=1}^k \sum_{j=2}^{q_i} \beta_{i,t-j}^{\Delta} \Delta x_{it-j} - \alpha(L, P) ECT_{t-1} + u_t \quad (7)$$

نتایج و بحث

در این مطالعه با استفاده از مدل ARDL توابع تقاضای بلندمدت و کوتاه‌مدت کاغذهای بازیافتی برای بازه زمانی فصلی ۱۳۷۹-۱۴۰۰ برآورد گردید. برای این منظور در مرحله اول با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از نوع سری زمانی هستند پایایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. در الگوی ARDL متغیرهای با درجه پایایی بیش از یک در بین متغیرهای مورد بررسی نباید وجود داشته باشد.

معادله فوق، ECT جزء تصحیح خطا بوده که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$ECT = Y_t - \hat{\alpha} - \sum_{i=1}^k \beta^i x_{it} \quad (8)$$

که در آن α و β ضرایب برآورد شده از معادله ۲ هستند. $\alpha(1, P)$ ضریب جزء خطا هستند که سرعت تعدیل را اندازه‌گیری می‌کند و درنهایت از آزمون تجمعی (CUSUM و تجمعات مربعات CUSUMSQ) برای تعیین ثبات پارامترهای الگو استفاده شد [۳۶].

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحد فصلی و غیر فصلی HEGY

| آماره محاسباتی | | | نام متغیر |
|---------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------|
| F_{π_1, π_2, π_4} | t_{π_2} | t_{π_1} | Lncp |
| ۴۶/۸۳ | -۶/۹۷ | -۲/۳۳ | با عرض از مبدأ و روند و متغیر موهومی |
| ۴۸/۸۰ | -۶/۹۷ | -۲/۰۱ | با عرض از مبدأ و متغیر موهومی |
| ۴۹/۰۴ | -۷/۱۳ | -۲/۳۷ | با عرض از مبدأ و روند |
| ۴۸/۹۷ | -۷/۱۲ | -۲/۰۵ | با عرض از مبدأ |
| ۲۹/۸۹ | -۵/۷ | -۴/۲ | با عرض از مبدأ و روند و متغیر موهومی |
| ۳۰/۴ | -۵/۷ | -۲/۱۶ | با عرض از مبدأ و متغیر موهومی |
| ۳۰/۳۶ | -۵/۷۵ | -۲/۴۴ | با عرض از مبدأ و روند |
| ۳۰/۸۶ | ۵/۸ | -۲/۶۴ | با عرض از مبدأ |
| ۲۱/۶۵ | -۴/۶۹ | -۳/۰۴ | با عرض از مبدأ و روند و متغیر موهومی |
| ۲۰/۷۱ | -۴/۵۸ | -۱/۲۵ | با عرض از مبدأ و متغیر موهومی |
| ۲۲/۷ | -۴/۸۰ | -۳/۱۲ | با عرض از مبدأ و روند |
| ۲۱/۶۹ | -۴/۶۸ | -۱/۲۹ | با عرض از مبدأ |
| ۵۱/۹۷ | -۷/۵۱ | -۳/۱۸ | با عرض از مبدأ و روند و متغیر موهومی |
| ۴۹/۲۷ | -۷/۱۹ | -۲/۴۷ | با عرض از مبدأ و متغیر موهومی |
| ۵۴/۲۴ | -۷/۶۷ | -۳/۸۹ | با عرض از مبدأ و روند |
| ۵۱/۴۱ | -۷/۳۵ | -۲/۵۳ | با عرض از مبدأ |
| ۳۲/۳۹ | -۶/۰۵ | -۲/۲۵ | با عرض از مبدأ و روند و متغیر موهومی |
| ۰/۹۲ | ۱/۰۸ | ۰/۳۶ | با عرض از مبدأ و متغیر موهومی |
| ۳۳/۳۶ | -۶/۱۸ | -۲/۳ | با عرض از مبدأ و روند |
| ۰/۹۷ | ۱/۱۳ | -۰/۴۱ | با عرض از مبدأ. |

مآخذ: یافته‌های تحقیق

مورد استفاده در این مطالعه، داده‌های فصلی هستند باید وجود یا عدم وجود ریشه واحد فصلی را نیز آزمون کرد. بدین منظور از آزمون ریشه واحد HEGY استفاده شد که دارای سه

آزمون ریشه واحد

برآورد مدل‌های سری زمانی اولین قدم بررسی ایستایی متغیرهای مورد استفاده می‌باشد با توجه به اینکه داده‌های

کوتاهمدت را نشان می‌دهد میزان ضریب تعیین تعدیل شده ۹۹ درصد به دست آمده که قدرت توضیح دهنده بالایی را نشان می‌دهد.

ریب کشش تولید ناخالص داخلی در کوتاهمدت ۰/۲۲ درصد و از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. در واقع با افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی مصرف کاغذ بازیافت در کوتاهمدت کاهش می‌یابد به عبارت بهتر در این حالت کاغذ بازیافت یک کالای پست است. کشش قیمتی تقاضای کاغذ بازیافت ۰/۰۲۳ درصد و از نظر آماری معنی‌دار است و کوچک‌تر از یک بودن این کشش به معنای کم کشش بودن کالا است. با افزایش قیمت کاغذ چاپ و تحریر به عنوان کالای رقیب، تقاضا برای کاغذ بازیافتی افزایش پیدا می‌کند در واقع کاغذ چاپ و تحریر جانشین کاغذ بازیافتی است و تأثیر آن به میزان ۰/۱۳ درصد و از نظر آماری معنی‌دار است. تأثیر اینترنت بر تقاضای کاغذ بازیافت برابر ۰/۰۴ درصد برآورد شده است. با یک درصد افزایش کاربران اینترنت ۰/۰۴ درصد تقاضای کاغذ بازیافتی افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که در اینجا منظور از اینترنت سهم درصد استفاده‌کنندگان از اینترنت می‌باشد بنابراین هرچه درصد سهم کاربران از اینترنت افزایش یابد استفاده از کاغذ بازیافتی یافته و به تبع آن بازیافت کاغذ نیز افزایش می‌یابد.

فرضیه مستقل می‌باشد دو فرضیه اول از آماره t و فرضیه سوم از آماره F برخوردارند. اگر نتیجه آزمون، وجود ریشه واحد فصلی را تأیید کند، برای رفع نایستایی علاوه بر تفاضل گیری معمول، تفاضل گیری فصلی نیز لازم است. آماره‌های F_{π_2, π_4} و F_{π_2, π_4} به ترتیب حاکی از وجود ریشه واحد غیر فصلی (وجود ریشه واحد در فرکانس صفر)، وجود ریشه واحد فصلی در فرکانس شش ماهه و وجود ریشه واحد فصلی در فرکانس‌های سالانه می‌باشند [۳]. آزمون ریشه واحد غیر فصلی و فصلی Hegy متغیرا در جدول (۱) آورده شده است. با توجه به مقادیر محاسباتی آماره F_{π_1} و مقایسه آن با مقادیر بحرانی، فرض وجود ریشه واحد غیر فصلی برای همه متغیرها رد نمی‌شود، پس همه متغیرهای مورد بررسی، دارای ریشه واحد غیر فصلی هستند. در حالی که مقادیر محاسباتی آماره‌های F_{π_2} و F_{π_4} برای همه متغیرها از ۰/۰۵ کوچک‌تر است و به ترتیب نشان داد که فرض وجود ریشه واحد فصلی در فرکانس شش ماهه و سالانه رد شده و همه متغیرها فاقد ریشه واحد فصلی هستند، پس نیازی به تفاضل گیری فصلی ندارند.

نتایج برآورد مدل کوتاهمدت و بلندمدت تابع تقاضای کاغذهای بازیافتی

پس از بررسی ایستایی متغیرها، در مرحله اول الگوی کوتاهمدت تخمین زده شد. جدول (۳) نتایج برآورد مدل

جدول ۳- تخمین رابطه کوتاهمدت تقاضای کاغذهای بازیافتی با استفاده از مدل ARDL (۱، ۹، ۹، ۱۰، ۹)

| متغیرها | ضرایب کوتاهمدت | انحراف معیار | آماره t | سطح معنی‌داری (prob) |
|-------------------------------|----------------|--------------|-----------|----------------------|
| لگاریتم تقاضای کاغذ بازیافت | -۰/۵۴۴ | ۰/۰۸۸ | -۶/۱۳۴ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم قیمت کاغذ بازیافت | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۷ | ۳/۰۹۴ | ۰/۰۰۵ |
| لگاریتم تولید ناخالص داخلی | -۰/۲۲۶ | ۰/۱۰۸ | -۲/۰۹۸ | ۰/۰۴۸ |
| لگاریتم قیمت کاغذ چاپ و تحریر | ۰/۱۳۰ | ۰/۰۲۰ | ۶/۴۹۳ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم اینترنت | ۰/۰۴۷ | ۰/۰۱۳ | ۳/۴۵۳ | ۰/۰۰۲ |
| عرض از مبدأ | ۹/۶۲۵ | ۲/۳۳۶ | ۴/۱۲۰ | ۰/۰۰۰ |
| ضریب تعیین تعدیل شده | ۰/۹۹ | | | |

مآخذ: یافته‌های تحقیق

آزمون‌های کنترلی فروض کلاسیک مدل

به منظور اطمینان از صحت نتایج به دست آمده به بررسی آزمون‌های نقض فروض کلاسیک شامل آزمون‌های واریانس ناهمسانی، خودهمبستگی، نرمالیتی و تصریح الگو پرداخته شد.

عدم ناهمسانی واریانس

اولین فرض زیر بنایی مورد بررسی برای مدل مربوط به آزمون فرضیه‌های پژوهش، عدم وجود ناهمسانی واریانس در باقی مانده مدل می‌باشد. برای این منظور از ARCH استفاده شده است که نتایج آن به شرح زیر است:

جدول ۴- بررسی ناهمسانی واریانس برای مدل مربوط به آزمون فرضیه‌های پژوهش

| فرضیه H_0 | آماره آزمون | P-Value | نتیجه آزمون |
|-------------------------|----------------|---------|--------------------------|
| H_0 همسانی واریانس‌ها | F: ۰/۳ | ۰/۵۸ | عدم رد H_0 : سری دارای |
| | $\chi^2: ۰/۳۱$ | ۰/۵۷ | همسانی واریانس می‌باشد |

مآخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول فوق مشاهده می‌گردد، مقدار سطح معناداری آماره آزمون برابر ۰/۵۸ می‌باشد که نشان‌دهنده همسان بودن واریانس‌های مدل می‌باشد.

M استفاده می‌گردد. نتایج مربوط به آزمون همبستگی پسماندها در جدول (۵) ارائه شده است.

با توجه به اینکه مقدار P-Value آزمون ۰/۴۵ می‌باشد، لذا فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی سریالی بین اجزای اخلال مدل در سطح داری پنج درصد پذیرفته خواهد شد.

عدم خودهمبستگی باقی مانده‌ها

دومین فرض از مفروضات مدل‌های رگرسیونی، عدم وجود خودهمبستگی مرتبه اول بین باقی مانده‌های مدل می‌باشد. برای بررسی این فرض از آزمون Serial correlation L

جدول ۵- بررسی خودهمبستگی باقی مانده‌ها برای مدل مربوط به آزمون فرضیه‌های پژوهش

| فرضیه H_0 | آماره آزمون | P-Value | نتیجه آزمون |
|---------------------|-------------|---------|---------------------------|
| H_0 | F: ۰/۵۸ | ۰/۴۵ | رد H_0 : سری دارای |
| عدم وجود خودهمبستگی | T: ۰/۹۱ | ۰/۱۶ | خودهمبستگی سریالی می‌باشد |

مآخذ: یافته‌های تحقیق

اهمیت بالایی در آزمون فرضیه‌ها دارد. برای بررسی این فرض از آزمون Jarque-Bera استفاده شده است. نتایج در جدول (۶) و نمودار (۱) ارائه شده است:

نرمال بودن باقی مانده‌های مدل:

یکی دیگر از فروض کلاسیک مدل‌های رگرسیونی، نرمال بودن باقی مانده‌های مدل می‌باشد به طوری که این فرض از

جدول ۶- بررسی نرمال بودن باقی مانده‌ها برای مدل مربوط به آزمون فرضیه‌های پژوهش

| فرضیه H_0 | آماره آزمون | P-Value | نتیجه آزمون |
|--------------------------------|-------------|---------|---|
| H_0 نرمال بودن باقی مانده‌ها | ۰/۶۰۹ | ۰/۷۳ | عدم رد H_0 : باقی مانده‌های مدل نرمال می‌باشد |

مآخذ: یافته‌های تحقیق

فرم تابعی مدل

جهت بررسی شکل تابعی درست مدل از آزمون Ramsey Reset استفاده شده است. نتایج در ذیل ارائه شده است:

همان گونه که مشاهده می شود، سطح معنی داری آماره Jarque-Bera برای مدل معادل ۰/۷۳ می باشد لذا باقی مانده های مدل در سطح معنی داری پنج درصد نرمال می باشند.

جدول شماره ۷- بررسی شکل تابعی مدل برای مدل مربوط به آزمون فرضیه های پژوهش

| نتیجه آزمون | P-Value | آماره آزمون | فرضیه H_0 |
|---------------------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|
| عدم رد H_0 : مدل درست تصریح شده است | ۰/۷۸ | ۰/۲۷ | H_0 مدل به درستی تصریح شده است |

مأخذ: یافته های تحقیق

در مرحله بعد برای تشخیص وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بر اساس روش Pesaran و همکاران، (۲۰۰۱) از روش باند کرانه استفاده شد [۳۹].

با توجه به اینکه مقدار P-Value آزمون ۰/۷۸ می باشد، لذا فرضیه صفر این آزمون مبنی تصریح درست مدل پذیرفته می شود.

جدول ۸- مقادیر آماره F برای بررسی وجود رابطه بلندمدت

| Wald F-statistic | I(1) | I(0) | مقدار آماره محاسباتی |
|------------------|------|------|----------------------|
| ۱۲/۷۹ | ۳/۷۵ | ۲/۷۵ | در سطح معنی داری ۵٪ |

مأخذ: یافته های تحقیق

معنی داری ۵٪ بالاتر است، بنابراین با رد فرض صفر وجود رابطه بلندمدت در سطح معنی داری ۵٪ تأیید شد. بعد از تأیید رابطه بلندمدت بین متغیرها، الگوی بلندمدت تابع تقاضای کاغذهای بازیافتی بر اساس روش ARDL تخمین زده شد.

بر اساس نتایج به دست آمده که در جدول (۸) ارائه شده است مقدار آماره F محاسباتی از این آزمون ۱۲/۷۹ برآورد گردید و این مقدار با مقادیر بحرانی جدول ارائه شده توسط پسران و همکاران مقایسه گردید. با توجه به نتایج به دست آمده چون مقدار آماره محاسباتی از حد بالا مقادیر بحرانی جدول ارائه شده توسط پسران و همکاران در سطح

جدول ۹- نتایج برآورد مدل بلندمدت تابع تقاضای کاغذهای بازیافتی در کشور ایران با استفاده از الگوی ARDL

| متغیرها | ضرایب بلندمدت | انحراف معیار | آماره t | سطح معنی داری (prob) |
|-------------------------------|---------------|--------------|---------|----------------------|
| لگاریتم قیمت کاغذ بازیافت | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۱۰ | ۴/۲۱۳ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم تولید ناخالص داخلی | -۰/۴۱۶ | ۰/۱۷۳ | -۲/۴۰۱ | ۰/۰۱۹ |
| لگاریتم قیمت کاغذ چاپ و تحریر | ۰/۲۳۸ | ۰/۰۱۶ | ۱۴/۶۱۴ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم اینترنت | ۰/۰۸۶ | ۰/۰۲۴ | ۳/۵۵۴ | ۰/۰۰۰ |
| عرض از مبدأ | ۱۷/۶۷۳ | ۲/۶۳۶ | ۶/۷۰۲ | ۰/۰۰۰ |

مأخذ: یافته های تحقیق

مقادیر بلندمدت آن‌ها ارتباط می‌دهد. ECM از رگرسیون هم انباشتگی به دست می‌آید و تصحیح خطای تعادلی نامیده می‌شود و سرعت رسیدن متغیر وابسته به تعادل از الگوی کوتاه‌مدت به بلندمدت را نشان می‌دهد به این صورت که اگر شوکی به الگو وارد شود در هر دوره به این میزان از عدم تعادل در تقاضای کاغذ بازیافتی در دوره بعد تصحیح می‌شود. با توجه به نتایج مقدار تصحیح خطا در این الگو ۰/۵۴- و معنی‌دار است (جدول ۱۰). این مقدار به این معناست که سرعت رسیدن به تعادل بالا است و در صورت وارد شدن هرگونه شوکی به الگوی برآورد شده در هر فصل ۰/۵۴ درصد از عدم تعادل در تقاضای کاغذ بازیافتی در سال بعد تعدیل می‌شود. ضریب متغیر مجازی DUM با استفاده از روش رابرت هالورسن و ریموند پاکمویست از طریق آنتی‌لگاریتم ضریب موهومی تخمینی (بر مبنای e) و کسر عدد یک به دست آمد [۴۰] که مقدار آن برابر ۰/۰۱۵۴ است و بیانگر این مطلب است که با یک درصد تغییر در حذف سود بازرگانی ۱/۵۴ درصد تقاضای کاغذ بازیافت افزایش می‌یابد.

حساسیت کاغذ بازیافت نسبت به تولید ناخالص داخلی ۰/۴۱ درصد و از نظر آماری معنی‌دار برآورد شده است و به معنی آن است که با افزایش یک درصد در تولید ناخالص داخلی ۰/۴۱ تقاضای کاغذ بازیافت کاهش یابد از آنجایی که این ضریب منفی و کوچک‌تر از یک است کاغذ بازیافت یک کالای پست است. کشش قیمت کاغذ بازیافتی ۰/۴۲ درصد و از نظر آماری معنی‌دار است که به معنای بی کشش بودن این کالا است. با افزایش یک درصد قیمت کاغذ چاپ و تحریر ۰/۲۳ درصد تقاضای کاغذ بازیافت افزایش می‌یابد و کاغذ چاپ و تحریر جانشین کاغذ بازیافت می‌باشد. ضریب کشش تقاضای کاغذ بازیافت ۰/۰۸۶ درصد برآورد شده است و نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی استفاده از اینترنت ۰/۰۸۶ درصد تقاضای کاغذ بازیافتی افزایش می‌یابد.

نتایج برآورد مدل تصحیح خطا یا ECM

مبنای آماری استفاده از الگوی تصحیح و خطا، وجود هم انباشتگی بین متغیرهای اقتصادی است، مهم‌ترین ویژگی این الگو این است که نوسان‌های کوتاه‌مدت متغیرها را به

جدول ۱۰- نتایج مدل تصحیح خطا (ECM) تقاضای کاغذهای بازیافتی ایران با استفاده از مدل (ARDL) (۰.۹، ۰.۹، ۰.۹)

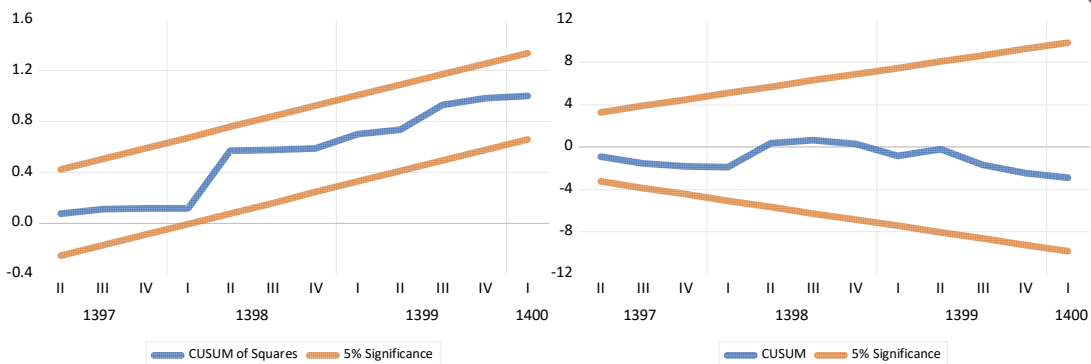
| متغیرها | ضرایب | انحراف معیار | آماره t | سطح معنی‌داری (prob) |
|-------------------------------|--------|--------------|---------|----------------------|
| ECM | -۰/۵۴۴ | ۰/۰۵۵ | -۹/۷۷۰ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم قیمت کاغذ بازیافت | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۰۷ | ۶/۲۴۱ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم تولید ناخالص داخلی | ۰/۲۶۲ | ۰/۰۳۲ | ۸/۱۸۲ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم قیمت کاغذ چاپ و تحریر | ۰/۴۷۰ | ۰/۰۲۴ | ۱۹/۱۸۵ | ۰/۰۰۰ |
| لگاریتم اینترنت | ۰/۴۳۳ | ۰/۱۱۰ | ۳/۹۱۰ | ۰/۰۰۰ |
| DUM | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۰۴ | ۳/۲۱۱ | ۰/۰۰۳ |

مآخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج بررسی تغییرات ساختاری مدل تقاضای کاغذهای بازیافتی

برای بررسی ثبات ساختاری و پایداری ضرایب مدل بلندمدت برآورد شده از آزمون‌های CUSUM و CUSUM Q استفاده شد، این دو آزمون به صورت گرافیکی می‌باشد و تحلیل نتایج یکسانی دارد و تفاوت آن‌ها در استفاده از مجموع پسماند برگشتی در CUSUM و مجموع انباشت مربعات پسماندهای برگشتی در CUSUM Q است. در این

آزمون مقادیر آماره برآورد شده در هر سال بین دو مقدار بحرانی در سطح ۰/۵ رسم می‌گردد اگر نمودارهای CUSUM و CUSUMQ داخل ناحیه بین دو خط مستقیم (خطوط بحرانی در سطح ۰/۵) قرار گیرند و هیچ یک از خطوط طرفین را قطع نکنند، مدل برآوردی از ثبات برخوردار است. با توجه به شکل (۱) و قطع نشدن خطوط بحرانی توسط نمودارها، الگوی برآورد شده تابع تقاضای کاغذهای بازیافتی در بلندمدت دارای ثبات ساختاری است و ضرایب تخمین زده‌شده در طول دوره مطالعه پایدار و قابل اطمینان است.



شکل ۱- نتایج آزمون‌های CUSUM و CUSUMQ برای بررسی تعیین شکست‌های ساختاری (خطوط مستقیم مرزهای بحرانی را در سطح معنی‌داری ۵ درصد نشان می‌دهد)

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مقاله بررسی رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت عوامل اثرگذار مانند تولید ناخالص داخلی، قیمت کاغذ بازیافت، قیمت کاغذ چاپ و تحریر و اینترنت بر میزان تقاضای کاغذهای بازیافتی است. بر اساس نتایج برآوردی تأثیر متغیرها معنی‌دار و مطابق با مبانی نظری و مطالعات تجربی است. بر اساس یافته‌های تحقیق مقادیر ضرایب کشش‌ها در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت است. ضریب کشش تولید ناخالص داخلی در بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب $-0/41$ و $-0/22$ درصد است. به عبارت دیگر با افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی مصرف کاغذ بازیافت کاهش می‌یابد و در این حالت کاغذ بازیافت یک کالای پست می‌باشد. با توجه به اینکه سهم این ماده در فرآیند تولید پایین است لذا انتظار می‌رود که با افزایش درآمد تولیدکننده سهم کمتری از آن را استفاده نماید. اگر با افزایش قدرت خرید تولیدکننده مقدار کمتری از نهاده در جریان تولید به کار رود به آن نهاده پست گویند. در واقع در این حالت برخی از نهاده‌ها را می‌توان در جریان تولید جایگزین یکدیگر ساخت، پس به نظر می‌رسد که پست بودن نهاده کاغذ بازیافتی دور از انتظار نباشد. مصرف‌کنندگان نیز با افزایش درآمد به جای مصرف کاغذ بازیافتی تمایل به مصرف کالایی دارند که کیفیت بالاتری داشته باشد. با توجه به کوچک‌تر از یک بودن ضریب کشش قیمتی کاغذ بازیافت و کم کشش بودن این ضریب، تغییر قیمت کاغذ بازیافت تأثیر چندانی بر روی تقاضای این کالا ندارد. به نظر می‌رسد مصرف‌کننده تمایل به

حداکثر کردن مطلوبیت خود در کالاهای اساسی دارد. ضریب کاغذ چاپ و تحریر در بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب برابر است با $0/23$ و $0/13$ درصد و کوچک بودن این ضرایب به معنای آن است که به اندازه کافی کاغذ چاپ و تحریر، جانشین قوی برای کاغذ بازیافت نیست زیرا کاغذ بازیافت دارای مصارف گوناگونی از جمله کارتن و مقوا، روزنامه، تیشو، کاغذ و ... است اما کاغذ چاپ و تحریر مصارف خاص دارد. با افزایش کاربران اینترنت و رایانه های شخصی مصرف کاغذهای اداری افزایش یافته است و از طرفی خریدهای آنلاین و همچنین افزایش تقاضا در بلندمدت، استفاده از کاغذهای بسته‌بندی، کارتن و مقوا برای بسته‌بندی اقلام سفرشی را افزایش داده است [۴۱] و به تبع آن بازیافت کاغذ نیز افزایش می‌یابد. این نتایج با تحقیقات Hujala در سال ۲۰۱۱ و FAO, 2007 و Kong and Lu, 2021 هم‌جهت است [۱۲ و ۴۲ و ۲۱]. نتایج مقاله حاضر با نتایج مطالعات Hetemaki و Hurmekoski در سال ۲۰۱۷ که بیان می‌کنند تجارت محصولات جنگلی از تولید ناخالص داخلی و قیمت تأثیر می‌پذیرد [۴۳] و همچنین با نتایج Tavakoli و همکاران در سال ۲۰۱۱ هم‌جهت می‌باشد [۲۵]. از آنجایی که بر اساس نتایج تحقیق مهم‌ترین عامل مؤثر در تقاضای کاغذ بازیافتی در کشور ایران تولید ناخالص داخلی می‌باشد، شاید این به علت وابستگی کشور ایران به نفت باشد و اگر این وابستگی کم شود تأثیرپذیری تقاضای کاغذ بازیافت از تولید ناخالص داخلی کاهش می‌یابد.

منابع

- [1] Tonelli, M., and Cristoni, N., 2019. Strategic Management and the Circular Economy.
- [2] Zhao, Z., Deng, J., Tae, H., Shaeudin Ibrahim, M., Suresh, S., Cho, N-J. 2022. Recyclable and reusable natural plant-based paper for repeated digital printing and unprinting. *Advanced materials*. DOI: 10.1002/adma.202109367.
- [3] Sembiring, N., Napitupulu, H, L., sembiring, M, T., Sipahutar and Tarigan C A., 2021. Eucalyptus plantation and its integrated supply chain in pulp and paper mill. 3rd International Conference on Natural Resources and Technology.
- [4] Vatani, L., Najafi, A., Rafiee, A. and Shamsi, S., 2021. Analytic Network process as an approach to prioritize wood raw material for wood and paper factories. *ECOPERSIA*. 9(3): 169-177.
- [5] Zhao, Z., Deng, J. and Tae, H., Shaeudin Ibrahim, M., Suresh, S. and Cho, N-J., 2022. Recyclable and reusable natural plant-based paper for repeated digital printing and unprinting. *Advanced materials*. DOI: 10.1002/adma.202109367.
- [6] nazar nezhad, N. and Jadidi, M., 2012. Newspaper waste is a sustainable source of raw material for paper making. *Environment and development*. 3(5): 60-56. (In Persian).
- [7] Kabiri, A., Hoseini, s, m., Fadaei, M. and Falah Gol Mohamadi, M, R., 2011. The challenges of supplying the raw materials needed by the country's cellulose industries. The collection of summary articles of the first national conference on the road map for the supply of raw materials and the development of the country's wood and paper industries in the horizon of 2021, 1-13. (In Persian).
- [8] Mnzor Ajdad, M., 2004. Priorities in dealing with the problems of the country's paper and cardboard industries. National conference on processing and application of cellulosic materials (In Persian).
- [9] Mashkor, M. and Soraian, A, R., 2021. The effect of the organic composition of glanapon on the characteristics of recycled paper pulp. *Journal of wood and forest science and technology research* Vol 28, number 3. (In Persian).
- [10] Van Ewijk, S., Stegemann, J, A. and Ekins, P., 2018. Global life cycle paper flows, recycling metrics, and material efficiency. *J. Ind. Ecol.* 22 (4). 686-693.
- [11] AF & PA., 2016. Where recovered paper goes, in: *Paper Recycles*. [Cited: January 4, 2018] <http://www.paperrecycles.org/statistics/where-recovered>
- [12] Hujala, M., 2011. The role of information and communication technologies in paper consumption. *International journal of business information systems*. Vol.7, No.2:121-135. Doi: <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2011.038507>.
- [13] Moore, W., 2006. Global recovered paper market outlook, in: *Progress in Paper Recycling*, vol. 15.
- [14] Mohebi Gargari, R., Shamsian, M. and Sanei Sistani, A., 2016. Paper recycling is a practical approach towards the sustainable development of the environment, natural resources and preservation of national capital. International conference on sustainable development, solutions and challenges, 24-26. (In Persian).
- [15] Marković, G, V. and Mihić, M, M., 2022. Strategic Turnaround in the Paper Industry: A New Model for the Procurement of Recycled Paper. *Sustainability*, 14, 1475. <https://doi.org/10.3390/su14031475>.
- [16] Greg, L., Andrew, J. and Matthew, R., 2016. The effects of internet use on global demand for paper products. *Journal of Forestry*. 114(4): 433-440. <http://dx.doi.org/10.5849/jof.15-096> Copyright © 2015 Society of American Foresters.

- [17] Filistrucchi, L., 2005. The impact of internet on the market for daily newspaper in Italy. European university institute department of economics, via della piazzuola 43, 50133 firenze (italy).
- [18] Johnston, C, M, T., 2016. Global paper market forecasts to 2030 under future internet demand scenarios. Johnston Journal of Forest Economics journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfe
- [19] Tomsic, M, L., Hendel, D, D. and Matross, R, P., 2000. A World Wide Web Response to Student Satisfaction Surveys: Comparisons Using Paper and Internet Research Formats. presented at the 40th annual meeting of the Association of Institutional Research Cincinnati, May 21-24.
- [20] Anasrul Hakim, E., Munthe, K, A. et al. 2022. Selection of the Best Forecasting Method for Newspaper Demand Based on Special Event (Case Study: PT. XYZ). Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Manager Istanbul, Turkey, March 7-10
- [21] Kong, F., Lu., 2021. Research on online shopping packaging recycling strategy under big data environment. Journal of physics: conference series. doi:10.1088/1742-6596/1883/1/012153
- [22] Chen Minling, Zhang Ling, Liu Qing, et al. 2019 Research on Mode Innovation and Strategy of Packaging in Express Delivery Industry under the Background of Internet. J. Logistics technology, 5: 21-27
- [23] Chiba, T., Oka, H. and Kayo, C., 2017. Socioeconomic factors influencing global paper and paperboard demand. J Wood Sci (2017) 63 : 539-547 DOI 10.1007 / s10086-017-1648 - x ORIGINAL ARTICLE.
- [24] Hamsi, A, H., Ghafari, F., Hamdi, k. and beiranvand, A., 2006. Estimating newspaper demand function and predicting its consumption in Iran. Scientific research journal of agricultural sciences, year 12, number 3 and pp.11. (In Persian).
- [25] Tavakoli, A., Tajedini, A., Rohnia, M. and Jahanlatibary, A., 2011. Simultaneous estimation of supply and demand functions of congressional cardboard and forecasting its future value in Iran. Journal of Iranian wood and paper science research, vol 26, pp. 256-270. (In Persian).
- [26] Dashti, P., Adeli, K., Maleknia, R. and Mohseni, R., 2019. Investigating the factors affecting the import of paper and cardboard in Iran by using the borer band test. Iran wood and paper industry Journal, year 11, number 3. (In Persian).
- [27] Vaezi, Kh. and Asadpor, Gh., 2021. Producing and investigating the properties of cellulose nanocrystals obtained from recycled paper and its use as a reinforcing agent in hydroxypropyl methylcellulose nanocomposite truck starch for use in food packaging industries. Iranian Journal of wood and paper science research. vol 36, number3, pp. 243-255. (In Persian).
- [28] Vatani, L., Najafi, A., Rafiee, A. and Shamsi, S., 2021. Analytic Network process as an approach to prioritize wood raw material for wood and paper factories. ECOPERSIA. 9(3): 169-177.
- [29] Bazvand, M., Adeli, k. and Salmani, Y., 2018. Investigating the targeting of subsidies on the demand pattern of all types of wood and its products in Khorramabad city. Iranian wood and paper industry magazine, year 9, number 4. (In Persian).
- [30] Khosravi Nezhad, A., 2009. Measuring the welfare effects of removing the subsidy of basic goods on urban households 1997-2002. Journal of Commerce, 50. (In Persian).
- [31] Panahi, A., 1998. Analysis of consumption behavior in urban areas: application of almost ideal demand system. Program and budget magazine 28-29. (In Persian).
- [32] Zara Nezhad, M. and Saadat Meher., 2007. Estimation of the demand function for red meat in Iran. Humanities and social sciences research paper for the seventh year of economics, 26. (In Persian).

- [33] Taiyo, C., Hiroyasu., O. and Chihiro.K., 2017. Socioeconomic factors influencing global and paperboard demand. *J Wood Sci* (2017) 63:539–547 DOI 10.1007/s10086-017-1648-x
- [34] Ghatak, S., and Siddiki, J. U., 2001. The use of the ARDL approach in estimating virtual exchange rates in India. *Journal of Applied statistics*, 28(5), 573-583.
- [35] Pahlavani, M., Wilson, E., and Worthington, A. C., 2005. Trade-GDP nexus in Iran: An application of the autoregressive distributed lag (ARDL) model.
- [36] Pesaran, M.H., Shin, Y., Smith, R.J., 2001. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *J. Appl. Econometrics* 16, 289–326.
- [37] Abrishami, H. and Mehrara, M., 2002. *Applied econometrics (New approaches)*. Tehran University Publications. (InPersian).
- [38] Ouattara, B., 2004. Foreign aid and fiscal policy in Senegal, mimeo university of Manchester.
- [39] Bahrami Fard, A., Trazkar, M., Shokohi, Z., 2021. The asymmetric effects of currency fluctuations on the prices of inputs in the poultry sector in Iran. *Agricultural economics and development*. DOI: 10.30490/AEAD.2022.342124.1206. (In Persian).
- [40] Robert, H., Raymond, P., 1980. The interpretation of dummy variables in semilogarithmic equations. *American Economic Review*. Vol.70, issue3, 474-75.
- [41] Shogren, R., Wood, D., Orts, W., and Glenn, G., 2019. Plant-based materials and transitioning to a circular economy. *Sustainable production and consumption*. p 194-215. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.04.007>
- [42] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS., 2007 . Recovered paper data 2006. Room. [43] Hetemaki, L., and Hurmekoski, E., 2017. Forest products markets under change: review and research implications. *Current Forestry Reports*, 2(3), 188-177.

Estimating the demand for recycled paper in Iran: based on the ARDL approach

Abstract

Economic growth and population growth will increase the demand for paper products, while the sources of raw materials for paper products are limited. One of the solutions that can help preserve natural resources is the recycling of waste paper combined with advances in information and communication technology. The purpose of this article is to estimate the demand function of recycled paper in Iran's economy during the seasonal period of the years 1379 to 1400, based on autoregressive distributed lag (ARDL). The results show that the most important factor affecting the demand for recycled paper in the long and short term is the GDP variable, and its elasticity coefficients are estimated to be -0.46 and -0.22, respectively. With an increase in the level of economic activities, the consumption of recycled paper decreases and as a result, recycled paper is considered an inferior product. The variable of printing and writing paper is not a strong enough substitute for recycled paper as a competing product in the long term and short term with the elasticity coefficient of 0.23 and 0.13%, respectively. On the other hand, with an increase in internet users, the demand for recycled paper will increase by 0.08% in the long term. In fact, with the increase in the number of internet users and personal computers, the consumption of office paper due to online purchases and also the increase in demand in the long term for paper Packaging, carton and cardboard increases for custom items.

Keywords: recycled paper, income elasticity, price elasticity, ARDL.

M. Bazvand¹
Z. Mirazadi^{2*}
R. Mohseni³
K. Adeli⁴

¹ Ph.D. student., Forest economic and management, Department of forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan

² Assistant prof., Department of forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

³ Assistant prof .,Department of Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

⁴ Assistant prof., Department of forestry, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Corresponding author:
Mirazadi.z@lu.ac.ir

Received: 2022/06/26
Accepted: 2023/10/12