

امکان‌سنجی استفاده از ضایعات لیگنوسلولوزی برای تولید بیواتانول در ایران (کاربرد مدل سری زمانی آریما)

شهرام بادامچی‌زاده^۱، احمد جهان‌تیبیاری^۲، آژنگ تاج‌دینی^{۳*}، شادمان پورموسی^۴ و امیر لشگری^۴

- ۱- دانش‌آموخته دکترای صنایع خمیر و کاغذ، گروه مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران.
۲- استاد، گروه مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران.
۳- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران،
پست‌الکترونیک: ajang.tajdini@kiau.ac.ir
۴- دانشیار، گروه مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران.

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

اولین قدم در امکان‌سنجی پروژه‌های کلان ملی در بخش انرژی، ارزیابی قابلیت تولید و بررسی روند بازار تقاضای محصول می‌باشد. ارزیابی میزان موفقیت یک طرح در زمینه سوخت‌های زیستی بعد از پیش‌بینی عرضه و تقاضا وابسته به شناسایی صحیح مکان‌های مناسب تولید، تأثیرات محیط‌زیستی و شناسایی عوامل مؤثر فنی، اقتصادی و اجتماعی آن طرح است. از این رو در این تحقیق با ارائه مدل پیش‌بینی کننده سری زمانی خودرگرسیون میانگین متحرک خودانباشته (آریما) به پیش‌بینی میزان تقاضا بیواتانول در ۵ سناریوی مختلف در یک افق زمانی میان‌مدت پرداخته شد. سپس با بررسی آخرین آمار و اطلاعات ضایعات کشاورزی، قابلیت کنونی و نیاز آینده این محصول به مواد اولیه در چند استان مناسب برای تولید بیواتانول ارزیابی شد. نتایج نشان داد با توجه به روند افزایش میزان تقاضا، میانگین مصرف روزانه بنزین تا سال ۱۴۱۲ به ۱۳۶/۹۲۲ میلیون لیتر در روز خواهد رسید. با توجه به قابلیت فعلی (تولید روزانه حدود ۱۸/۱۶ میلیون لیتر بیواتانول)، امکان اجرایی نمودن سناریوی E5 و E10 تا سال ۱۴۱۲ برای وسایل نقلیه بنزینی وجود دارد. در صورتی که بخواهیم سناریوی E20 و E30 را در کشور اجرایی نماییم احتیاج است تا سال ۱۴۱۲ میزان تولید ۷ محصول منتخب در این تحقیق را در استان‌های خوزستان، فارس، خراسان رضوی، گلستان، اصفهان، مازندران، تهران، قزوین و البرز و گیلان به میزان ۶۲/۲ میلیون تن در سال افزایش دهیم و عامل مؤثر در موفقیت طرح یعنی حمایت‌های بخش دولتی را مورد توجه قرار دهیم.

واژه‌های کلیدی: سوخت‌های زیستی، بیواتانول نسل دوم، ضایعات کشاورزی، امکان‌سنجی، مدل پیش‌بینی کننده تقاضا آریما.

مقدمه

استفاده از سوخت‌های زیستی ملزم گردد. آینده منابع سوخت‌های فسیلی، چرخه طولانی مدت تولید دوباره این منابع (با توجه به سرعت فزاینده تقاضا و برداشت در جهان)، نگرانی‌های زیست‌محیطی، تعهدات بین‌المللی دولت‌ها و مسائل اقتصادی و ضررهای مالی ناشی از

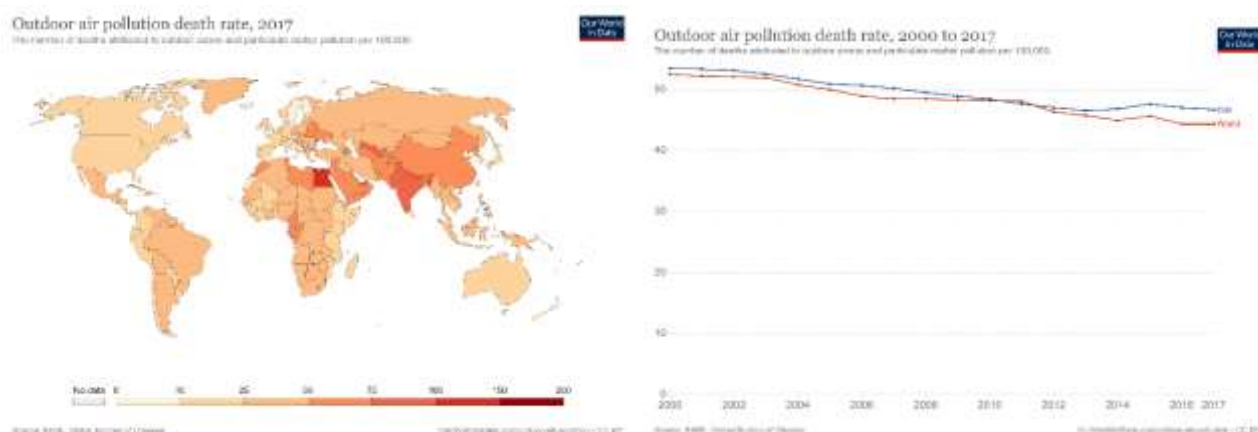
اگرچه تفکر استفاده از سوخت‌های زیستی تاریخچه‌ای بسیار قدیمی دارد اما با پیشرفت جوامع بشری، ورود تکنولوژی‌های مدرن، پیشرفت‌های اقتصادی و مشکلات محیط‌زیستی حاصل از آن باعث شده تا دوباره بشر به

انرژی مانند حمل و نقل است (Kazemi Shariat Panahi *et al.*, 2020).

هر چند استفاده از بیواتانول دارای محاسن اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی فراوانی است (در جدول الف بخشی از آنها ذکر شده است)، اما مهمترین دلیل پرداختن به ضرورت به‌کارگیری بیواتانول به‌صورت ترکیبی با بنزین در ایران، کاهش معضل آلودگی هوا و به تبع آن کاهش بیماری، مرگ‌ومیر و خسارت‌های مالی و اقتصادی ناشی از آن است. میزان مرگ‌ومیر ناشی از استنشاق هوای آلوده در ایران از سال ۲۰۱۲ میلادی از نسبت جهانی پیشی گرفته است (شکل شماره ۱). داده‌های منابع جهانی نمایانگر این واقعیت هستند که روند تولید دی‌اکسیدکربن در ایران سیر صعودی دارد (The World Bank 2021). کاملاً مشخص است که به دلیل مکانیزه نبودن صنعت کشاورزی و بسیاری از مشکلات اقتصادی و صنعتی دیگر، قیمت محصولات کشاورزی در ایران بالا بوده و نمی‌تواند مانند کشورهای اروپایی، آمریکایی و آسیای شرقی از محصولات کشاورزی برای تولید سوخت‌های زیستی نسل اول استفاده نماید (Kazemi Shariat Panahi *et al.*, 2020). از سوی دیگر، سالانه مقادیر زیادی از ضایعات کشاورزی به دلیل ضعف در مدیریت و مکانیزه نبودن صنعت کشاورزی از بین می‌رود (Ahmadi *et al.*, 2020). بنابراین تنها گزینه موجود استفاده از ضایعات کشاورزی و به‌ویژه محصولاتی است که دارای میزان سلولز و همی‌سلولز بالاتری باشند (Eckert *et al.*, 2018). تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که اگر ضایعات محصولات کشاورزی ایران را حدود ۲۴/۳ میلیون تن در سال نظر بگیریم، می‌توان سالانه ۲۴۴۳ میلیون لیتر بیواتانول به همراه سایر سوخت‌های زیستی دیگر در ایران تولید کرد (Safieddin Ardebili 2020). در تحقیقی دیگر میزان بیواتانول تولیدی از ضایعات کشاورزی را چیزی حدود ۵۴۰۰ میلیون لیتر برآورد نموده و اجرای سناریوی استفاده از بیواتانول به همراه بنزین با ترکیب ۵ به ۹۵ را پیشنهاد داده‌اند (Kazemi Shariat Panahi *et al.*, 2020).

آلودگی هوا باعث شده که نه تنها کشورهای مصرف‌کننده سوخت‌های فسیلی مانند کشورهای اروپایی (Bonenkamp *et al.*, 2020)، کشورهای آفریقایی (Gnansounou *et al.*, 2020)، چین (Wang *et al.*, 2020) و سایر کشورهای آسیای شرقی (Haputta *et al.*, 2020) و سایر کشورها (Chanthawong *et al.*, 2020; 2020) را ملزم به استفاده از سوخت‌های زیستی نماید، بلکه کشورهای صادرکننده سوخت‌های فسیلی مانند آمریکا و کانادا (Bullock *et al.*, 2020; 2020) و نیجریه (Ghaderi *et al.*, 2020; 2020) را نیز به این نتیجه رسانده است که می‌باید بخشی از سوخت‌های فسیلی خود را با سوخت‌های زیستی جایگزین نمایند.

ایران با وجود مشکلات فراوان زیست‌محیطی ناشی از مصرف فراوان سوخت‌های فسیلی هنوز اقدامات عملی خاصی در این زمینه انجام نداده است. دولت ایران در سال ۱۳۹۴ در برنامه‌ای که تحت عنوان مشارکت ملی ایران در دبیرخانه کنوانسیون تغییرات آب و هوایی سازمان ملل وفق لایحه توافقنامه پاریس معروف به کاپ ۲۱ ثبت کرده، متعهد شده است با توجه به عدم بازگشت تحریم‌ها از ۴ تا ۱۲ درصد به‌صورت متغیر از تولیدات دی‌اکسیدکربن خود کم کند. ۱۹۵ کشور امضاکننده این توافقنامه مقرر داشته‌اند از سال ۲۰۲۰ میلادی تعهدات خود را اجرایی نمایند. تعلق در عدم اجرای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی مانند بنزین می‌تواند خسارت‌های مالی بسیار بیشتر از سرمایه‌های لازم را برای افزایش سهم انرژی‌های سبز به دنبال داشته باشد (World Bank Group and IHME 2016). براساس آخرین آمار رسمی منتشره شده ایران نهمین کشور تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای (Canada Centre for Environment and Climate Change 2020) و بیست و هفتمین کشور آلوده جهان است (IQAir 2019). از آنجاکه کاهش مصرف سوخت با سیاست‌های رشد اقتصادی و امنیت انرژی مغایرت دارد، از این‌رو بهترین راه برای کاهش مصرف سوخت فسیلی، جایگزینی بخشی از انرژی مصرفی با سوخت زیستی مانند بیواتانول در بخش‌های پرمصرف



شکل ۱- مقایسه درصد مرگ‌ومیر ناشی از آلودگی هوا در ایران با جهان (Ritchie and Roser 2019)

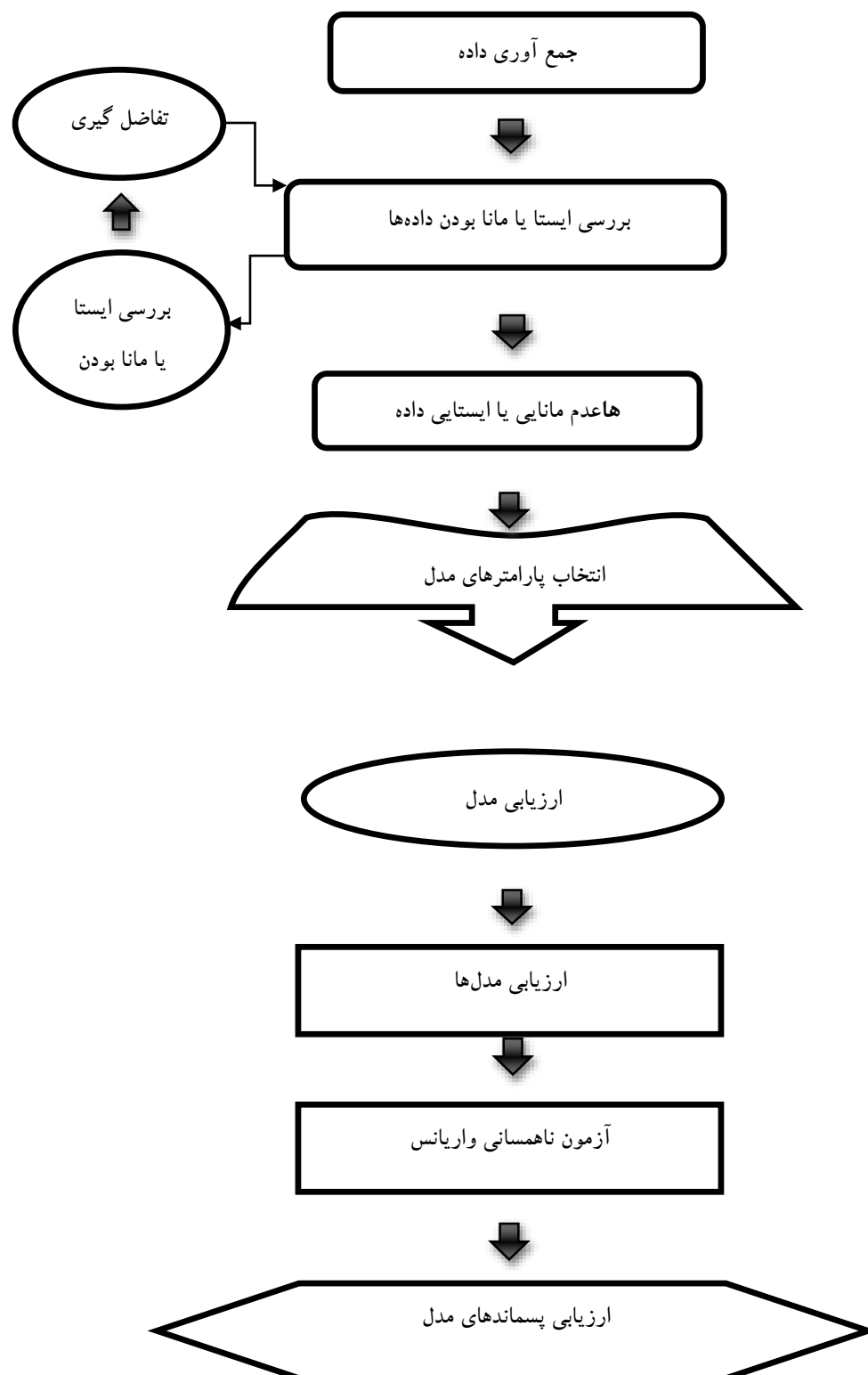
مواد و روش‌ها

۱۴۱۲ ارائه شده است، روش کار برای ارائه مدل، مطابق چارت ترسیم شده در شکل شماره ۲ می‌باشد. در بخش دوم تحقیق، بر اساس آخرین آمار رسمی منتشر شده از محصولات کشاورزی و بر مبنای تقاضای پیش‌بینی شده برای بیواتانول، امکان‌سنجی استفاده از ضایعات کشاورزی برای تولید بیواتانول مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و در پایان نیز با ارزیابی اطلاعات و آمار تولید محصولات کشاورزی در استان‌های مختلف ده استان برتر برای احداث کارخانه‌های تولید بیواتانول پیشنهاد شده‌اند.

ارزیابی میزان تقاضای محصول و پیش‌بینی روند بازار تقاضای محصول به منظور افزایش ضریب موفقیت، یکی از حساس‌ترین و مهمترین بخش‌های امکان‌سنجی یک پروژه پیشنهادی است، از این رو در این تحقیق در بخش اول بعد از ارائه یک مدل پیش‌بینی تقاضا به بررسی قابلیت موجود ضایعات کشاورزی برای تولید بیواتانول پرداخته‌ایم. در بخش اول، با استفاده از نرم‌افزار اقتصادسنجی ایویوز ۱۱ و به روش سری‌زمانی خود-رگرسیون میانگین متحرک خودانباشته (آریما) یک مدل پیش‌بینی برای تقاضا در یک افق دوازده ساله تا سال

جدول ۱- منافع استفاده از سوخت‌های زیستی نسل دوم در مقابل مشکلات سوخت‌های فسیلی

منبع	مزایا و محاسن سوخت‌های زیستی	معایب و معضلات استفاده از سوخت‌های فسیلی
Ahmadi <i>et al.</i> , 2020; Liu <i>et al.</i> , 2020; Mollahosseini <i>et al.</i> , 2017; Mu <i>et al.</i> , 2010; Kumar <i>et al.</i> , 2019; Farine <i>et al.</i> , 2012; Cardoso <i>et al.</i> , 2019	از دیدگاه زیست‌محیطی: ۱- کاهش آلودگی و افزایش روزهای پاک (کاهش تعطیلات اجباری)؛ ۲- کاهش بیماری و مرگ‌ومیر؛ ۳- کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش تغییرات شدید آب و هوایی؛ ۴- کاهش زیاده و پسماندها و به‌کارگیری ضایعات (کشاورزی) و ایجاد ارزش افزوده برای صنایع کشاورزی.	مسائل و مشکلات زیست‌محیطی و بهداشتی (سلامتی): ۱- مختل کردن فعالیت‌های روزمره و افزایش تعطیلات اجباری کاهش بهره‌وری؛ ۲- افزایش بیماری‌ها و به تبع آن افزایش مرگ‌ومیر؛ ۳- افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و تغییرات شدید آب و هوایی (افزایش سونامی و ...؛ ۴- آلودگی آب و خاک.
Alsaleh <i>et al.</i> , 2017; Calderón 2016; Cardoso <i>et al.</i> , 2019; Adewuyi 2020; Ahorsu <i>et al.</i> , 2018; Calderón 2016	تولید پاک و پایدار و تجدیدپذیر با چرخه تولید کوتاه‌مدت	عدم امنیت تأمین انرژی، پایان‌پذیری سوخت‌های فسیلی و چرخه طولانی مدت تولید دوباره (تجدیدناپذیری سوخت‌های فسیلی)
Wang <i>et al.</i> , 2020; Neves <i>et al.</i> , 2020	عدم نوسان قیمتی متأثر از قیمت‌های جهانی: ۱- اشتغال‌زایی، کاهش بیکاری و رونق اقتصاد روستایی و شهری؛ ۲- پیشرفت اقتصادی؛ ۳- ایجاد ارزش افزوده برای صنایع یکپارچه‌سازی شده.	دلایل اقتصادی: ۱- نوسانهای قیمت سوخت‌های فسیلی؛ ۲- ضررهای مالی حاصل از دست دادن نیروهای کار به علت مرگ‌ومیر زودهنگام ناشی از بیماری‌های آلاینده‌ها، کاهش بهره‌وری، تعطیلات اجباری و کاهش روزهای کاری ناشی از آلودگی هوا؛ ۳- جرائم، مالیات و عوارض تولید گازهای آلاینده.
Hales 2018; Branco <i>et al.</i> , 2019	دلایل فنی و اجرایی: ۱- الزامات اجرای تعهدات بین‌المللی؛ ۲- بازدهی بالاتر، اکتان بالاتر و احتراق بهتر موتور در نتیجه تولید دی‌اکسیدکربن کمتر؛ ۳- ایجاد رونق در سایر صنایع نفت از جمله صنعت پتروشیمی.	مشکلات فنی و اجرایی: ۱- بازدهی پایین‌تر؛ ۲- مصرف نفت در مصارف حمل‌ونقل و کاهش مصرف این منابع به صنایع (مانند صنعت پتروشیمی)؛ ۳- کاهش بهره‌وری کشاورزی.



شکل ۲- مراحل مدل‌سازی سری‌زمانی در این تحقیق

به‌طورکلی در مدل‌های پیش‌بینی اقتصادسنجی سری‌زمانی از چهار روش زیر استفاده می‌شود:

۱- مدل‌های رگرسیون تک معادله‌ای (مدل‌های ساختاری)

۲- مدل‌های رگرسیون معادلات همزمان

۳- مدل‌های آر‌ایما

۴- مدل‌های بردارهای خود برگشتی (به‌عنوان یک مدل ترکیبی از مدل‌های سری‌زمانی تک‌متغیره و مدل‌های معادلات همزمان)

از آنجاکه مدل‌سازی پیش‌بینی تقاضای سوخت برای وسایل نقلیه معلول فاکتورهای درون‌زا و برون‌زای بسیاری است که

بعضی از آنها حتی غیرقابل پیش‌بینی هستند، از این‌رو در چنین مواردی که تئوری واحدی وجود نداشته باشد و با مغشوشی نظریه‌ها مواجه باشیم و همچنین مدل‌های ساختاری پاسخگو نباشند، مدل‌های سری‌زمانی آر‌ایما بسیار مناسب هستند (Ediger and Akar 2007). در مدل‌های سری‌زمانی آر‌ایما که به‌صورت $ARIMA(p, d, q)$ نشان داده می‌شوند، (AR) اتورگرسیون، وابستگی سری‌زمانی را به p مرحله قبل خود، مطابق فرمول ۱ با درجه تفاضل‌گیری d نشان می‌دهد. در این روش میانگین متحرک (MA) نیز وابستگی Y_t را به جز اختلال q مرحله قبل خود مطابق فرمول شماره ۲ نشان می‌دهد. بنابراین مقدار Y_t به‌وسیله مقدار p مرحله قبل خود و جز اختلال q مرحله قبل خود مطابق فرمول‌های زیر تعیین می‌گردد.

$$Y_t = \partial_1 Y_{t-1} + \partial_2 Y_{t-2} + \dots + \partial_p Y_{t-p} + u_t \quad (\text{فرمول شماره ۱})$$

$$Y_t = u_t + \varphi_1 u_{t-1} + \varphi_2 u_{t-2} + \dots + \varphi_q u_{t-q} \quad (\text{فرمول شماره ۲})$$

این تحقیق نیز پس از انجام تمام مراحل ذکر شده و تأیید مدل با آزمون‌های مختلف، در مرحله آخر پیش‌بینی بر اساس مدل برازش شده، انجام شد.

نتایج

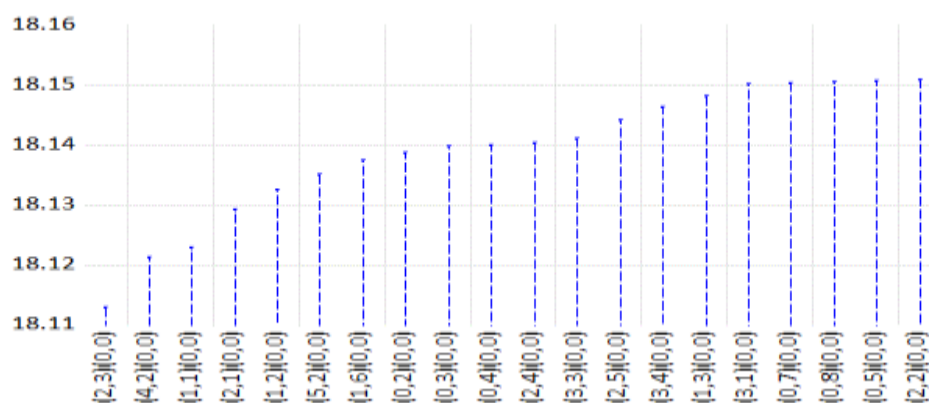
در این تحقیق در ابتدا آزمون ریشه واحد را به روش دیکی‌فولر تعمیم یافته، بدون تفاضل‌گیری و با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و متغیر روند بررسی نمودیم. با توجه به آنکه مقدار t محاسباتی کمتر از مقادیر بحرانی بود، بنابراین فرضیه عدم مبنی بر نایستایی تأیید می‌شود. از این‌رو همان‌گونه که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است با دو مرحله تفاضل‌گیری، روندزایی انجام شد و داده‌ها مانا گردیدند (جدول ۲).

از آنجاکه به‌کارگیری سری‌های زمانی در مدل‌های آر‌ایما مستلزم مانا بودن و روندزایی از آنها می‌باشد، از این‌رو در اولین قدم باید مانایی یا پایا بودن داده‌ها ارزیابی گردد (Wang and Zhou 2005). در صورت مانا نبودن داده‌ها می‌توان با روش‌هایی مانند تفاضل‌گیری، داده‌ها را ایستا نمود (Yang et al., 2016). در این تحقیق پس از آزمون ایستایی انتخاب پارامترهای مدل انجام شد. معیارهای آکائیک و شوارتز عمدتاً برای رتبه‌بندی و انتخاب مدل مناسب استفاده می‌شوند (Ma et al., 2018). به‌طورکلی هر چه مقادیر آکائیک و شوارتز کوچک‌تر باشند مدل مناسب‌تر است (Ma et al., 2018). عموماً پس از برازش مدل، آزمون همسانی واریانس‌ها و آزمایش نویز سفید بر روی باقیمانده‌ها انجام می‌شود تا اعتبار مدل اثبات گردد (Ma et al., 2018). در

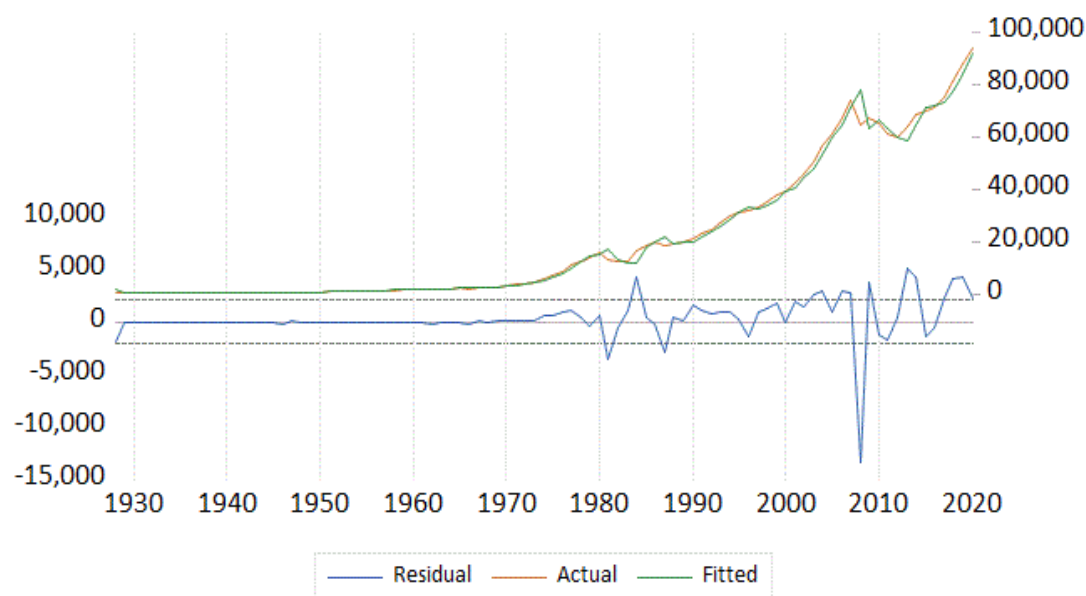
جدول ۲- آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته برای بررسی مانایی داده‌ها پس از دو مرحله تفاضل‌گیری

	آماره t	Prob
آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته	-۱۰/۲۱۰۵۹	./.....
سطح معنی‌داری	در سطح ۱ درصد	-۳/۵۰۵۵۹
	در سطح ۵ درصد	-۲/۸۹۴۳۳
	در سطح ۱۰ درصد	-۲/۵۸۴۳۲

Akaike Information Criteria (top 20 models)



شکل ۳- نمودار مقایسه‌ای مقادیر آکائیک ۲۰ مدل منتخب



شکل ۴- نمایش کارکرد مدل (برازش مدل و پسماندها)

۴ نمایش داده شده است. همان گونه که مشخص است مدل به خوبی برازش شده و مدل مناسبی است.

آزمون همسانی واریانسها به روش آرچ برای مدل پیشنهادی انجام شد و با توجه تأیید فریضه صفر مبنی بر عدم ناهمسانی واریانسها، مطابق جدول شماره ۳ شاهد همسانی واریانسها هستیم.

بعد از تعیین درجه تفاضل گیری، مقادیر p و q به کمک معیارهای آکائیک و شوارتز، جداول کرولوگرام با یک شانزدهم لگ و همچنین ارزیابی رگرسیونهای مختلف تعیین شدند و در نهایت بهترین مدل سری زمانی آرما از میان ۲۰ مدل برتر $ARIMA(2,2,3)$ تعیین گردید (شکل ۳). نمایش کارکرد مدل، میزان برازش و دقت مدل در تخمین مقادیر در مقایسه با مقادیر واقعی و نمودار باقیماندهها در شکل شماره

جدول ۳- آزمون همسانی واریانسها به روش آرچ

آماره F	۰/۹۷	Prob F(۱/۸۸)	۰/۳۳
Obs*R-squared	۰/۹۸	Prob chi-square	۰/۲۳
	خطای استاندارد	آماره t	Prob
متغیر c	۳۰۳۶۲۸۵	۲/۰۳	۰/۰۴۵
(-۱)	۰/۱۰۴	۰/۹۸	۰/۳۳
۲ (پسماندها)			
آماره F	۰/۹۷	آزمون دوربین_واتسون	۲/۰۰۳
prob	۰/۳۳		

است.

مطابق نتایج حاصل تا سال ۱۴۱۲ به بیشترین میزان تقاضا یعنی ۱۳۶/۹۲۲ میلیون لیتر در روز خواهیم رسید. در صورتی که بخواهیم بدون تغییر در طراحی موتور وسایل نقلیه بنزینی از بیواتانول استفاده نماییم تا ۳۰ درصد می توان از بیواتانول همراه بنزین بدون هیچ مشکلی استفاده کرد (Sarkar et al., 2012) بر این اساس، در این تحقیق ما به امکان سنجی ۵ سناریو متفاوت (سناریوی E30، سناریوی E20، سناریوی E10، سناریوی E15 و سناریوی E5) پرداختیم. به این منظور میزان تقاضای بیواتانول مطابق جدول شماره ۴، در ۵ سناریو مختلف تعیین شد.

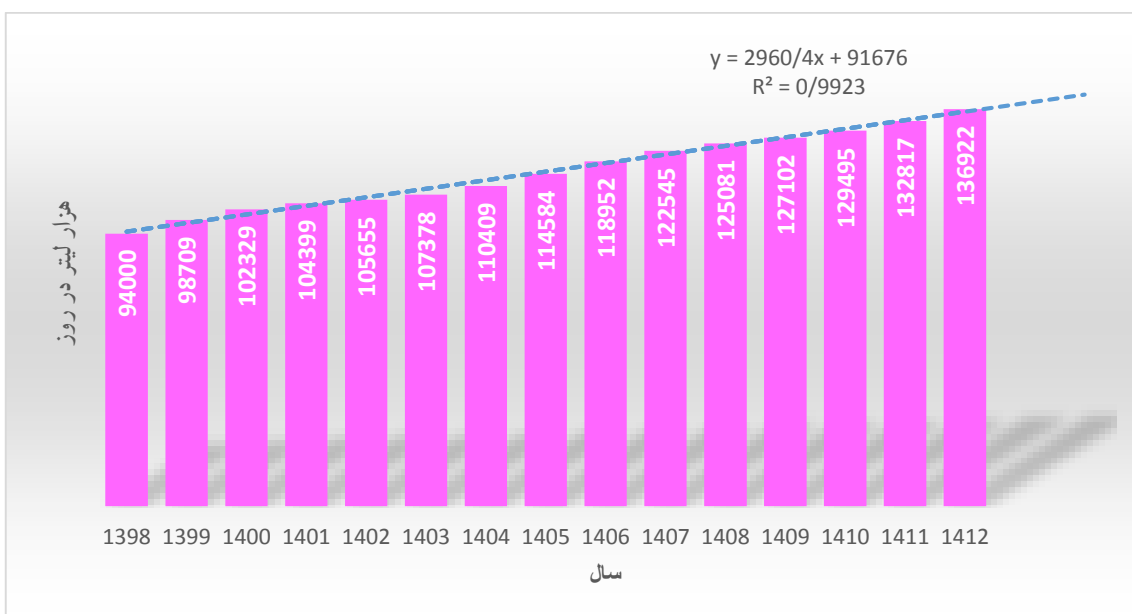
مرحله بعد، بررسی وایت نویز بودن پسماندها (باقیمانده تفاضل مقادیر تخمین زده شده توسط مدل با مقادیر واقعی سری زمانی) می باشد که با توجه به شکل شماره ۵، تمامی پسماندها وایت نویز بوده و در محدوده استاندارد قرار گرفته و از حد استاندارد خارج نشده است، بنابراین همان گونه که آمارهها نشان می دهند، مدل با کمترین خطا روند تقاضا را تخمین زده و مدل مناسبی برای پیش بینی میزان تقاضای بنزین برای سالهای آینده می باشد.

پس از بررسی و ارزیابی همه جانبه مدل و تأیید تمامی آزمونها به پیش بینی مقادیر تقاضای بنزین تا سال ۱۴۱۲ پرداخته ایم. نتایج در شکل شماره ۶ و روند صعودی میزان تقاضای بنزین در نمودار شکل شماره ۷ نمایش داده شده

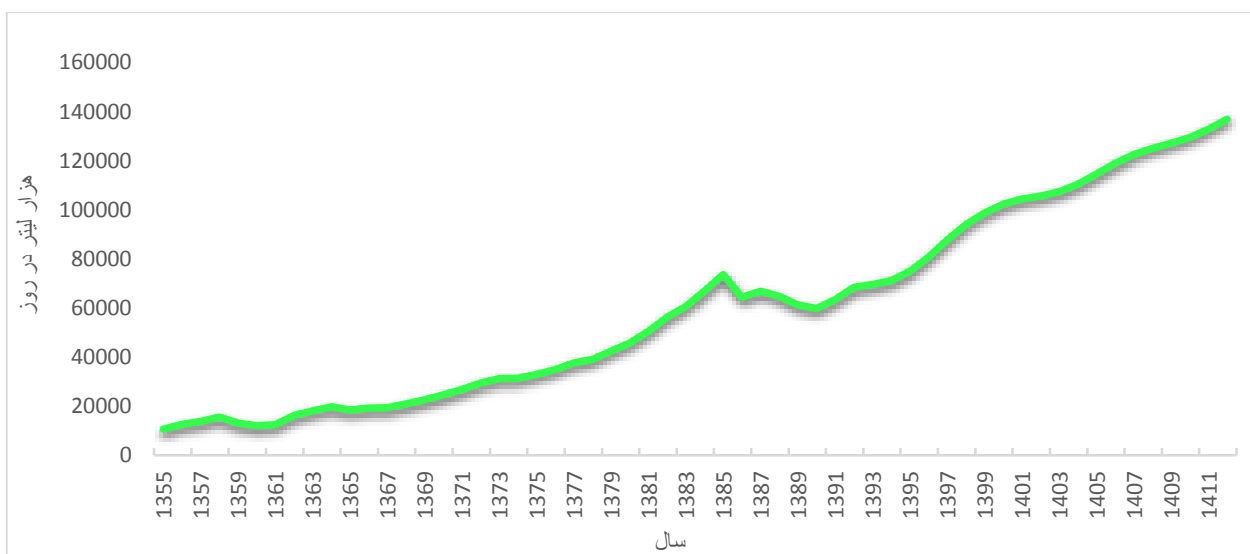
Date: 04/06/21 Time: 21:18
 Sample: 1928 2035
 Included observations: 91
 Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.084	0.084	0.6573	
		2	0.018	0.011	0.6885	
		3	0.051	0.049	0.9414	
		4	0.020	0.012	0.9815	
		5	-0.102	-0.107	2.0118	
		6	-0.137	-0.125	3.8829	0.049
		7	-0.122	-0.105	5.3870	0.068
		8	-0.113	-0.088	6.6827	0.083
		9	-0.214	-0.193	11.423	0.022
		10	-0.132	-0.118	13.246	0.021
		11	-0.067	-0.085	13.723	0.033
		12	0.068	0.049	14.217	0.047
		13	0.075	0.039	14.825	0.063
		14	0.038	-0.031	14.986	0.091
		15	0.089	-0.004	15.862	0.104
		16	0.061	-0.044	16.279	0.131
		17	0.025	-0.050	16.348	0.176
		18	-0.001	-0.066	16.349	0.231
		19	0.043	0.003	16.566	0.280
		20	-0.034	-0.058	16.704	0.337
		21	0.057	0.098	17.094	0.380
		22	-0.033	0.002	17.227	0.439
		23	0.038	0.081	17.409	0.495
		24	-0.042	-0.031	17.632	0.547
		25	0.042	0.052	17.861	0.597
		26	0.011	0.011	17.877	0.657
		27	0.070	0.080	18.516	0.675
		28	-0.031	-0.023	18.646	0.722
		29	0.117	0.153	20.508	0.668
		30	0.070	0.127	21.190	0.682
		31	-0.057	-0.009	21.651	0.708
		32	-0.104	-0.045	23.200	0.674
		33	-0.053	-0.043	23.612	0.702
		34	0.009	0.064	23.623	0.747
		35	0.003	0.080	23.625	0.789
		36	-0.040	0.041	23.873	0.816

شکل ۵- بررسی باقیمانده تفاضل مقادیر تخمین‌زده شده توسط مدل با مقادیر واقعی سری زمانی



شکل ۶- نتایج (خروجی) مدل پیش‌بینی سری زمانی آریما برای تقاضای بنزین تا سال ۱۴۱۲



شکل ۷- روند افزایشی مقادیر پیش‌بینی شده تقاضای بنزین در ایران از سال ۱۳۵۵ تا سال ۱۴۱۲

جدول ۴- میزان تقاضای بیواتانول بر مبنای ۵ سناریوی پیشنهادی

سال	میزان تقاضای بنزین (هزار لیتر)	سناریوی E5 (هزار لیتر)	سناریوی E10 (هزار لیتر)	سناریوی E15 (هزار لیتر)	سناریوی E20 (هزار لیتر)	سناریوی E30 (هزار لیتر)
۱۳۹۹	۹۸۷۰۹	۴۹۳۵	۹۸۷۱	۱۴۸۰۶	۱۹۷۴۲	۲۹۶۱۳
۱۴۰۰	۱۰۲۳۲۹	۵۱۱۶	۱۰۲۳۳	۱۵۳۴۹	۲۰۴۶۶	۳۰۶۹۹
۱۴۰۱	۱۰۴۳۹۹	۵۲۲۰	۱۰۴۴۰	۱۵۶۶۰	۲۰۸۸۰	۳۱۳۲۰
۱۴۰۲	۱۰۵۶۵۵	۵۲۸۳	۱۰۵۶۵	۱۵۸۴۸	۲۱۱۳۱	۳۱۶۹۶
۱۴۰۳	۱۰۷۳۷۸	۵۳۶۹	۱۰۷۳۸	۱۶۱۰۷	۲۱۴۷۶	۳۲۲۱۳
۱۴۰۴	۱۱۰۴۰۹	۵۵۲۰	۱۱۰۴۱	۱۶۵۶۱	۲۲۰۸۲	۳۳۱۲۳
۱۴۰۵	۱۱۴۵۸۴	۵۷۲۹	۱۱۴۵۸	۱۷۱۸۸	۲۲۹۱۷	۳۴۳۷۵
۱۴۰۶	۱۱۸۹۵۲	۵۹۴۸	۱۱۸۹۵	۱۷۸۴۳	۲۳۷۹۰	۳۵۶۸۶
۱۴۰۷	۱۲۲۵۴۵	۶۱۲۷	۱۲۲۵۴	۱۸۳۸۲	۲۴۵۰۹	۳۶۷۶۳
۱۴۰۸	۱۲۵۰۸۱	۶۲۵۴	۱۲۵۰۸	۱۸۷۶۲	۲۵۰۱۶	۳۷۵۲۴
۱۴۰۹	۱۲۷۱۰۲	۶۳۵۵	۱۲۷۱۰	۱۹۰۶۵	۲۵۴۲۰	۳۸۱۳۱
۱۴۱۰	۱۲۹۴۹۵	۶۴۷۵	۱۲۹۵۰	۱۹۴۲۴	۲۵۸۹۹	۳۸۸۴۹
۱۴۱۱	۱۳۲۸۱۷	۶۶۴۱	۱۳۲۸۲	۱۹۹۲۳	۲۶۵۶۳	۳۹۸۴۵
۱۴۱۲	۱۳۶۹۲۲	۶۸۴۶	۱۳۶۹۲	۲۰۵۳۸	۲۷۳۸۴	۴۱۰۷۷

محصول مناسب برای تولید بیواتانول (گندم، ذرت دانه‌ای و خوشه‌ای، سیب‌زمینی، نیشکر، چغندر قند، جو) انتخاب گردید. آمار و اطلاعات مربوط به این محصولات در جدول شماره ۵ دسته‌بندی شده است (Ahmadi et al., 2021).

با توجه به میزان تولید، درصد پسماند هر یک از محصولات منتخب و ضریب تبدیل محصولات به بیواتانول، قابلیت تولید بیواتانول به‌صورت سالانه در کشور مشخص گردید (جدول ۵). بر اساس نتایج جدول شماره ۵، به‌صورت میانگین روزانه ۱۸/۱۶ میلیون لیتر بیواتانول از ضایعات ۷ محصول منتخب در کشور قابل تولید است.

بر اساس آخرین آمارنامه منتشره توسط وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۹، مربوط به سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ سطح محصولات زراعی کشور حدود ۱۲ میلیون هکتار بوده است که از این اراضی حدود ۸۲/۷ میلیون تن محصولات زراعی تولید شده است (Ahmadi et al., 2021). بیشترین تولید محصولات زراعی کشاورزی کشور به‌ترتیب در بخش غلات، نباتات علوفه‌ای، سبزی‌ها، محصولات صنعتی، محصولات جالیزی، حبوبات و سایر محصولات می‌باشد (Ahmadi et al., 2021). از میان محصولات ذکرشده مناسب‌ترین محصولات زراعی با توجه به میزان تولید و ترکیبات شیمیایی مناسب (میزان سلولز و همی‌سلولز)، ۷

جدول ۵- قابلیت تولید بیواتانول با استفاده از ضایعات و پسماندهای محصولات کشاورزی منتخب (Ahmadi et al., 2021)

محصول	میزان تولید محصول در سال (میلیون تن)	درصد ضایعات	میزان ضایعات در سال (میلیون تن)	کربوهیدرات‌ها (درصد)	ضریب تبدیل به بیواتانول (لیتر/تن)	میزان بیواتانول تولیدی سالانه (میلیون لیتر)
گندم	۱۳/۷۲	۵۰	۶/۸۶	۵۴	۴۰۰	۲۷۴۴
ذرت (دانه‌ای و خوشه‌ای)	۱۲/۷	۳۰	۳/۸۱	۷۳/۷	۴۴۰	۱۶۷۶
سیب‌زمینی	۵/۲۴	۲۰	۱/۱	۶۹	۱۱۰	۱۲۱
نیشکر	۴/۶	۳۵	۱/۶۱	۶۷/۱۵	۲۸۰	۴۵۱
شلتوک	۴/۴	۳۰	۱/۳۲	۸۷/۵	۴۸۰	۶۳۴
چغندر قند	۳/۸	۳۰	۱/۱۴	۶۷	۵۰۰	۵۷۰
جو	۳/۵	۳۰	۱/۰۵	۶۷/۱	۴۱۰	۴۳۱
مجموع	۴۷/۵۱	-	۱۶/۸۹	-	-	۶۶۲۷

بحث

با توجه به نتایج حاصل پیش‌بینی می‌شود تا سال ۱۴۱۲ میزان تقاضای بنزین به ۱۳۶/۹۲ میلیون لیتر در روز برسد. با توجه به قابلیت فعلی ضایعات کشاورزی، امکان تولید ۱۸/۱۶ میلیون لیتر بیواتانول در روز وجود دارد که این میزان از بیواتانول نیاز کشور تا ۱۴۱۲ به بیواتانول را تحت سناریوهای

از میان استان‌ها به‌ترتیب استان‌های خوزستان، فارس، خراسان رضوی، گلستان و اصفهان، ۵ استان برتر از لحاظ میزان تولید محصولات کشاورزی و استان‌های مازندران، گیلان، تهران، قزوین و البرز نیز به دلیل جایگاه مناسب در تولید محصولات منتخب بعد از پنج استان ذکرشده برای مراکز تولید بیواتانول انتخاب شد.

(*al.*, 2020).

بخش دیگر از امکان‌سنجی تولید بیواتانول، طراحی بهینه زنجیره تأمین و مکان‌یابی مناسب برای استقرار واحدهای تولیدی بیواتانول با استفاده از محصولات کشاورزی است، زیرا نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کاهش هزینه‌های تولید و قیمت نهایی بیواتانول برای مصرف‌کننده نقش مهمی در موفقیت پروژه دارد (Ghaderi *et al.*, 2020). یکی از فاکتورهای با اهمیت در کاهش هزینه تولید بیواتانول نزدیکی واحدهای تولیدی به منابع اولیه می‌باشد (Macowski *et al.*, 2020). بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها از میان ۱۵ استان برتر کشور از لحاظ میزان تولید، ۷ استان انتخاب شد و ۲ استان البرز و گیلان نیز به دلیل نزدیکی به استان‌های با تولید بالا انتخاب شدند. ده استان منتخب، استان‌های خوزستان، فارس، خراسان رضوی، گلستان، اصفهان، مازندران، تهران، قزوین به همراه البرز و گیلان تقریباً ۵۳ درصد از کل تولیدات کشاورزی کشور را تولید می‌نمایند (Ahmadi *et al.*, 2021). تجزیه و تحلیل تولیدات این استان‌ها نیز به صورت جداگانه نشان می‌دهد از میان تمامی استان‌های کشور ده استان ذکر شده در تولید ۸ محصول مناسب برای تولید بیواتانول یعنی گندم، ذرت دانه‌ای و خوشه‌ای، سیب‌زمینی، نیشکر، چغندر قند و جو این استان‌ها در مقام‌های نخست تولید می‌باشند، بنابراین این ده استان بهترین مکان برای احداث کارخانه‌های تولید بیواتانول از ضایعات کشاورزی (از هشت محصول منتخب) در ایران هستند که می‌توانند برای برنامه‌ریزی‌های بعدی مورد توجه مسئولان قرار بگیرند. البته اگر بخواهیم از قابلیت تولید محصولات باغی و سایر محصولات کشاورزی دیگر و ضایعات صنایع غذایی نیز استفاده نماییم قابلیت تولید بیواتانول در کشور بسیار بیشتر خواهد شد و حتی امکان صادرات بیواتانول به کشورهای همسایه و ارزآوری فراوان نیز وجود خواهد داشت (Kazemi Shariat Panahi *et al.*, 2020).

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد از هر لحاظ قابلیت به‌کارگیری بیواتانول نسل دوم (با استفاده از ضایعات کشاورزی) برای وسایل نقلیه بنزین‌سوز در کشور وجود دارد،

E10 و E5 تأمین خواهد کرد. اما ظرفیت تولید ۱۸/۱۶ میلیون لیتر بیواتانول در روز برای سناریوی E15 فقط تا سال ۱۴۰۷ کافی خواهد بود و تا سال ۱۴۱۲ میزان تقاضای بیواتانول ۲/۴ میلیون لیتر در روز از میزان تولید بیشتر خواهد شد. بر این مبنا و بر اساس سناریوی E20 و E30 نیز تا سال ۱۴۱۲ نیاز بازار در بخش سوخت به بیواتانول به ترتیب ۹/۲۲ و ۲۲/۹۴ میلیون لیتر بیشتر از توان تولید فعلی بیواتانول خواهد بود. بنابراین لازمه موفقیت در سناریوی E20 و E30 افزایش تولید ۷ محصول کشاورزی مناسب برای تولید بیواتانول به حدود ۸۰ میلیون در سال است که این میزان محصول ۶۲/۲ میلیون تن بیشتر از تولید فعلی این ۷ محصول می‌باشد. افزایش این محصولات هم می‌تواند تأمین نیاز راهبردی کشور را به مواد غذایی مرتبط با این محصولات کشاورزی مرتفع نماید و هم ضایعات حاصل از آن نیز بیواتانول مورد نیاز کشور را در بخش سوخت تا ۱۲ سال آینده تأمین کند. فواید افزایش تولید این محصولات می‌تواند باعث احیا اقتصاد سبز، رونق اقتصادی در بخش روستایی و کاهش بیماری و مرگ‌ومیر ناشی از آلودگی هوا و به تبع آن کاهش خسارتهای اقتصادی بخش بهداشتی و تولیدی کشور در سال‌های آینده شود (Haputta *et al.*, 2020; World Bank Group and IHME 2016). پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی تولید بیواتانول در سایر کشور با مدل‌های مختلف نشان داده است که به‌کارگیری سناریوهای ترکیب بنزین با بیواتانول در مقایسه با پالایش نفت، می‌تواند هم محرک اقتصادی باشد و هم در مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه‌جویی نماید. به‌عنوان مثال در کشور چین برآورد شده است که در تولید بیواتانول به ازای هر یک میلیون یوان چین حدود ۱/۹ میلیون یوان در سیستم اقتصادی چین پیشرفت حاصل شده و ایجاد اشتغال می‌نماید و در نهایت با کاهش مصرف بنزین آلودگی هوا کاهش می‌یابد (Wang *et al.*, 2020). بنابراین سرمایه‌گذاری در این بخش سرنوشت‌ساز خواهد بود و بسیار وابسته به تصمیمات دولتی و اتخاذ سیاست‌های مناسب برای تحریک رشد بازار بیواتانول و تخصیص یارانه‌های دولتی می‌باشد (D'Adamo *et*

- A review, *Energies*, 11(12). DOI: 10.3390/en1123366
- Alsaleh, M., Abdul-Rahim, A.S., and Mohd-Shahwahid, H.O., 2017. An empirical and forecasting analysis of the bioenergy market in the EU28 region: Evidence from a panel data simultaneous equation model, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier Ltd, 80(October 2016), 1123–1137. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.167
- Bonenkamp, T.B., Middelburg, L.M., Hosli, M.O. and Wolffenbuttel, R.F., 2020. From bioethanol containing fuels towards a fuel economy that includes methanol derived from renewable sources and the impact on European Union decision-making on transition pathways, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier Ltd, 120, 109667. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109667
- Branco, R.H.R., Serafim, L.S. and Xavier, A.M.R.B., 2019. Second generation bioethanol production: On the use of pulp and paper industry wastes as feedstock, *Fermentation*, 5(1), 1–30. DOI: 10.3390/fermentation5010004
- Bullock, R.C.L., Zurba, M., Parkins, J.R. and Skudra, M., 2020. Open for bioenergy business? Perspectives from Indigenous business leaders on biomass development potential in Canada, *Energy Research and Social Science*. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101446
- Calderón, C., 2016. European bioenergy outlook 2013 statistical report, AEBIOM: European Biomass Association.
- Canada Centre Environment and Climate Change. (2020). *GLOBAL GREENHOUSE GAS EMISSIONS CANADIAN ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INDICATORS*, Her Majesty the Queen in Right of Canada, represented by the Minister of Environment and Climate Change, 2020.
- Cardoso, L.C.B., Bittencourt, M.V.L., Litt, W.H. and Irwin, E.G., 2019. Biofuels policies and fuel demand elasticities in Brazil, *Energy Policy*, Elsevier Ltd, 128(August 2017), 296–305. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.12.035
- Chanthawong, A., Dhakal, S., Kuwornu, J.K.M. and Farooq, M.K., 2020. Impact of Subsidy and Taxation Related to Biofuels Policies on the Economy of Thailand: A Dynamic CGE Modelling Approach, *Waste and Biomass Valorization*, Springer Netherlands, 11(3), 909–929. DOI: 10.1007/s12649-018-0417-4
- D'Adamo, I., Falcone, P. M., Gastaldi, M. and Morone, P., 2020. RES-T trajectories and an integrated SWOT-AHP analysis for biomethane. Policy implications to support a green revolution in European transport, *Energy Policy*, Elsevier Ltd,

اما همه چیز وابسته به اتخاذ تصمیمات دولتی و سرمایه‌گذاری در این بخش پربازده و سودده می‌باشد. با توجه به این واقعیت که در صورت اعمال یارانه بر بخش سوخت‌های فسیلی، سوخت‌های زیستی توانایی رقابت و کسب مقبولیت اجتماعی (تنها به دلیل مسائل زیست‌محیطی) را نخواهند داشت، از این رو برای کاهش هزینه‌های تولید و قیمت مواد اولیه حمایت از بخش کشاورزی به‌ویژه در زمینه تولید محصولات منتخب می‌تواند بسیار کارگشا باشد. بر مبنای تحقیقات آماری انجام شده و اعلام نظر کارشناسان در زمان انجام تحقیق، تنها در ابتدای سال ۱۳۹۹ (بعد از شیوع کرونا) در کشور به‌طور میانگین ماهانه حدود ۱۰ میلیون لیتر بیواتانول توسط ۲۷ واحد تولیدی به بازار داخل عرضه شده است. اگر این آمار را با آمار تولیدی واحدهایی که تا پایان سال ۱۳۹۹ به بهره‌برداری رسیده‌اند مثل کارخانه تولید بیواتانول سوخت سبز زاگرس با ظرفیت اسمی سالانه حدود ۶۰ میلیون لیتر و سایر شرکت‌های تولیدی مانند پاکدیس ارومیه، شرکت زیست‌فراورده سپاهان و یا کارخانجات در حال بهره‌برداری در شهرک صنعتی خان احمد باشد در استان کهگیلویه و بویراحمد (که توانایی افزایش تولید دارند)، تلفیق نماییم افق روشن استفاده از بیواتانول سوختی در صنعت حمل و نقل کشور پیش‌روی ما خواهد بود.

منابع مورد استفاده

- Adewuyi, A., 2020. Challenges and prospects of renewable energy in Nigeria: A case of bioethanol and biodiesel production, *Energy Reports*, Elsevier Ltd, 6, 77–88. DOI: 10.1016/j.egy.2019.12.002
- Ahmadi, A., Esmaeilion, F., Esmaeilion, A., Ehyaei, M. A. and Silveira, J.L., 2020. Benefits and Limitations of Waste-to-Energy Conversion in Iran, *Renewable Energy Research and Application*, 1(1), 27–45. DOI: 10.22044/RERA.2019.8666.1007
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., AbdeShah, H. and Kazemian, A., 2021. Ministry of Agriculture - Jihad. Deputy of Planning and Economy of Information Technology Center. first volume. 1-89. (<http://amar.maj.ir>). Accessed 8 March 2021.
- Ahorsu, R., Medina, F. and Constantí, M., 2018. Significance and challenges of biomass as a suitable feedstock for bioenergy and biochemical production:

- 10.1007/978-3-030-14463-0_14
- Liu, W., Hou, Y., Liu, W., Yang, M., Yan, Y., Peng, C. and Yu, Z., 2020. Global estimation of the climate change impact of logging residue utilization for biofuels, *Forest Ecology and Management*, Elsevier, 462(January), 118000. DOI: 10.1016/j.foreco. 2020. 118000
- Ma, L., Hu, C., Lin, R. and Han, Y., 2018. ARIMA model forecast based on EViews software, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 208(1). DOI: 10.1088/1755-1315/208/1/012017
- Macowski, D.H., Bonfim-Rocha, L., Orgeda, R., Camilo, R. and Ravagnani, M.A.S.S., 2020. Multi-objective optimization of the Brazilian industrial sugarcane scenario: a profitable and ecological approach, *Clean Technologies and Environmental Policy*, Springer Berlin Heidelberg, (0123456789). DOI: 10.1007/s10098-019-01802-0
- Mollahosseini, A., Hosseini, S. A., Jabbari, M., Figoli, A. and Rahimpour, A., 2017. Renewable energy management and market in Iran: A holistic review on current state and future demands, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier Ltd, 80(December), 774–788. DOI: 10.1016/j.rser.2017. 05.236
- Mu, D., Seager, T., Rao, P.S. and Zhao, F., 2010. Comparative life cycle assessment of lignocellulosic ethanol production: Biochemical versus thermochemical conversion, *Environmental Management*, 46(4), 565–578. DOI: 10.1007/s00267-010-9494-2
- Neves, R.C., Klein, B.C., da Silva, R.J., Rezende, M.C.A. F., Funke, A., Olivarez-Gómez, E., Bonomi, A. and Maciel-Filho, R., 2020. A vision on biomass-to-liquids (BTL) thermochemical routes in integrated sugarcane biorefineries for biojet fuel production, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119(July 2018). DOI: 10.1016/j.rser.2019.109607
- Ritchie, H. and Roser, M., 2019. Outdoor Air Pollution, *Our World in Data*. DOI: 10.1016/bs.coac. 2016.02.004
- Safieddin Ardebili, S.M., 2020. Green electricity generation potential from biogas produced by anaerobic digestion of farm animal waste and agriculture residues in Iran, *Renewable Energy*, Elsevier B.V., 154, 29–37. DOI: 10.1016/j.renene.2020.02.102
- Sarkar, N., Ghosh, S.K., Bannerjee, S. and Aikat, K., 2012. Bioethanol production from agricultural wastes: An overview, *Renewable Energy*, Elsevier Ltd, 37(1), 19–27. DOI: 10.1016/j.renene. 2011.06.045
- (November), 111220. DOI: 10.1016/j. enpol. 2019.111220
- Eckert, C.T., Frigo, E.P., Albrecht, L.P., Albrecht, A.J.P., Christ, D., Santos, W.G., Berkembrock, E. and Egewarth, V.A., 2018. Maize ethanol production in Brazil: Characteristics and perspectives, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier Ltd, 82(June 2017), 3907–3912. DOI: 10.1016/j.rser. 2017. 10.082
- Ediger, V.Ş. and Akar, S., 2007. ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey, *Energy Policy*, 35(3), 1701–1708. DOI: 10.1016/j.enpol. 2006.05.009
- Farine, D.R., O’Connell, D.A., Raison, R.J., May, B.M., O’Connor, M.H., Crawford, D.F., Herr, A., Taylor, J.A., Jovanovic, T., Campbell, P.K., Dunlop, M.I.A., Rodriguez, L.C., Poole, M.L., Braid, A.L. and Kriticos, D., 2012. An assessment of biomass for bioelectricity and biofuel, and for greenhouse gas emission reduction in Australia, *GCB Bioenergy*, 4(2), 148–175. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2011. 01115.x
- Ghaderi, H., Gitinavard, H. and Pishvae, M.S., 2020. A system dynamics approach to analysing bioethanol and biodiesel supply chains: Increasing bioethanol and biodiesel market shares in the USA, *International Journal of Energy Technology and Policy*, 16(1), 57–84. DOI: 10.1504/IJETP.2020.103849
- Gnansounou, E., Pachón, E.R., Sinsin, B., Teka, O., Togbé, E. and Mahamane, A., 2020. Using agricultural residues for sustainable transportation biofuels in 2050: Case of West Africa, *Bioresource Technology*, Elsevier, 305(February), 123080. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.123080
- Hales, D., 2018. *Renewables 2018, Global Status report*.
- Haputta, P., Puttanapong, N., Silalertruksa, T., Bangviwat, A., Prapasongsa, T. and Gheewala, S.H., 2020. Sustainability analysis of bioethanol promotion in Thailand using a cost-benefit approach, *Journal of Cleaner Production*, Elsevier B.V., 251. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119756
- IQAir., 2019. 2019 World Air Quality Report, Greenpeace, Amsterdam, Netherlands.
- Kazemi Shariat Panahi, H., Dehghani, M., Aghbashlo, M., Karimi, K. and Tabatabaei, M., 2020. Conversion of residues from agro-food industry into bioethanol in Iran: An under-valued biofuel additive to phase out MTBE in gasoline, *Renewable Energy*, Elsevier Ltd, 145, 699–710. DOI: 10.1016/j.renene.2019.06.081
- Kumar, A., Singh, J. and Baskar, C., 2019. *Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production Through Microbes: Strategies to Improve Process Efficiency*, Springer International Publishing. DOI:

- 2001 and the associated changes in large-scale circulation, *Geophysical Research Letters*, 32(9), 1–4. DOI: 10.1029/2005GL022574
- World Bank Group and IHME., 2016. *The cost of air pollution: Strengthening the Economic Case for Action*, The World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation University of Washington, Seattle.
- Yang, B., Li, C., Li, M., Pan, K. and Wang, D., 2016. Application of ARIMA Model in the Prediction of the Gross Domestic Product, 130(Mcei), 1258–1262. DOI: 10.2991/mcei-16.2016.257
- World Bank Group. 2020. “World bank open data,” (<https://data.worldbank.org>), Accessed 7 February 2021
- Wang, C., Malik, A., Wang, Y., Chang, Y., Lenzen, M., Zhou, D., Pang, M. and Huang, Q., 2020. The social, economic, and environmental implications of biomass ethanol production in China: A multi-regional input-output-based hybrid LCA model, *Journal of Cleaner Production*, Elsevier Ltd, 249(xxxx), 119326. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119326
- Wang, Y. and Zhou, L., 2005. Observed trends in extreme precipitation events in China during 1961-

The feasibility of utilizing lignocellulosic wastes for the bioethanol production in Iran: Application of ARIMA time series model

Sh. Badamchizadeh¹, A. Jahan Latibari², A. Tajdini^{3*}, Sh. Pourmoussa⁴ and A. Lashgari⁴

1-Ph.D. Candidate, Department of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3*-Corresponding author, Associate Prof., Department of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: ajang.tajdini@kiaau.ac.ir

4- Associate Prof., Department of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Received: May, 2021 Accepted: July, 2021

Abstract

The first step in feasibility study of any national mega projects in energy sector is investigation on the production potential and evaluate the market demand for the product. The success rate of a biofuel project after forecasting supply and demand depends on choosing the appropriate place to produce. In this respect, factors such as the selection of appropriate production site, environmental, technical, economic and social are among major issues. In this study, autoregressive integrated moving average (ARIMA) model was used for the prediction of bioethanol demand in five sceneries; E5, E10, E15, E20 and E30. The time period up to 1412 is foreseen. The data on agricultural wastes and the present and future potentials for the bioethanol production in different provinces is analyzed. The results indicate that, the average daily consumption of gasoline will increase to 136,922 million liters per day as we reach 1412. The study also shows that there exists the potential for the production of 18.16 million liters of bioethanol which can fulfill the requirement of E5 and E10 by 1412. If we want to implement the E20 and E30 scenario in the country, it is necessary to increase the production of 7 selected products in this research, in the provinces of Khuzestan, Fars, Khorasan Razavi, Golestan, Isfahan, Mazandaran, Tehran, Qazvin and Alborz and Gilan by 62.2 million tons per year by 1412, And consider the effective factor in the success of the project, namely the support of the government and legislators for national mega projects.

Keywords: Bioethanol, second generation, agricultural waste, ARIMA Model, autoregressive.