

مدل سازی اقتصاد، تولید اتانول زیستی^۱: اثرات متقابل قیمت ذرت و تولید اتانول زیستی

نیلوفر شعرباغیان^۲

چکیده

اتانول زیستی با استفاده از محصولات کشاورزی و عمدتاً ذرت تولید می‌شود. بخش کشاورزی اکنون به عنوان یکی از بخش‌های رقیب بخش صنعت نفت و گاز ظاهر شده است. استفاده از ذرت برای تولید اتانول زیستی جهت مصرف در بخش حمل و نقل، بحث‌های متعددی را برانگیخته است. تولید انرژی از محصولات کشاورزی ممکن است باعث رقابت با تولید غذا شود و امنیت غذایی جهان را به خطر اندازد. بعلاوه بحث اقتصادی بودن تولید اتانول از محصولات کشاورزی نیز مطرح است. این مقاله با کمک مدل‌سازی اقتصادسنجی، اثر افزایش تقاضای ذرت برای تولید اتانول زیستی بر قیمت ذرت را بررسی نموده و نشان می‌دهد که افزایش قیمت ذرت به همراه بالا بودن هزینه تولید اتانول، می‌تواند افزایش تولید اتانول زیستی را محدود نماید. کشش تولیدی قیمت ذرت برای اتانول زیستی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب $0/3-$ و $3/6-$ برآورد شده است که حساسیت تولید به قیمت ذرت را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اتانول زیستی، قیمت ذرت، فرآورده نفتی، بخش حمل و نقل.

1. Bioethanol

۲. دانشجوی فوق لیسانس انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشگاه فنی وین Sharabafian@tuwien.ac.at

۱. مقدمه

سوخت‌های زیستی^۱ به سوخت‌هایی گفته می‌شوند که با عمل آوری زیست‌توده‌ها^۲ به دست می‌آیند. منظور از سوخت‌های زیستی معمولاً سوخت‌های مایعی است که در بخش حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرند (مانند اتانول زیستی و دیزل زیستی^۳). البته ممکن است این سوخت‌ها به صورت گازی و یا جامد نیز تولید و مصرف شوند. طی سالهای اخیر سوخت‌های زیستی مایع و خصوصاً اتانول برای مصرف در بخش حمل و نقل توسعه زیادی یافته است.

هم اکنون سوخت‌های زیستی حدود ۱٪ کل مصرف سوخت‌های مایع در بخش حمل و نقل دنیا را تامین می‌کند. عمده تولید این سوخت در کشورهای اروپایی، آمریکای شمالی و آمریکای لاتین قرار دارد (OPEC، ۲۰۰۷). میزان تولید جهانی سوخت‌های زیستی در سال ۲۰۰۶ برابر با ۷۰۰,۰۰۰ بشکه در روز در سال ۲۰۰۶ بوده است.

اتانول زیستی در این میان بیشترین سهم تولید و مصرف را به خود اختصاص داده است. دو کشور آمریکا و برزیل به تنهایی ۸۰٪ تولید جهان و حدود ۷۵٪ مصرف جهانی اتانول زیستی را به خود اختصاص داده‌اند. آمریکا در تولید این محصول توانست با افزایش تولید خود و رساندن آن به سطح ۳۲۰,۰۰۰ بشکه در روز از برزیل پیشی گرفته و بزرگترین تولیدکننده سوخت‌های زیستی در جهان شود. تولید اتانول زیستی در برزیل عمدتاً از به کارگیری نیشکر و تولید آمریکا عمدتاً از به کارگیری ذرت حاصل می‌شود.

علاوه بر اتانول زیستی، اخیراً دیزل زیستی هم تولید می‌شود که با مخلوط کردن با دیزل نفتی در خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولید این سوخت اکنون حدوداً به ۷۵۰۰۰ بشکه در روز رسیده است.

گرچه بسیاری از کشورهای مصرف‌کننده انرژی در تلاش برای توسعه سوخت‌های زیستی هستند اما این نکته قابل اشاره است که سوخت‌های زیستی اکنون بدون حمایت‌های مالی و فنی دولت‌ها، صرفه اقتصادی ندارد. زیرا به استثنای برزیل، در سایر نقاط جهان هزینه تولید اتانول زیستی (بر مبنای محتوی انرژی) گرانتر از تولید بنزین است. اما با بهبود تکنولوژی هزینه‌های تولید در آینده کاهش خواهد یافت. مخصوصاً با فراگیر شدن تکنولوژی‌های نسل دوم (تکنولوژی سلولوزی)، تولید و مصرف سوخت‌های زیستی

1. Biofuel
2. Biomass
3. Biodiesel

فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

توسعه زیادی خواهد یافت. از آنجایی که ایران منابع انرژی فسیلی فراوانی در اختیار دارد و قیمت سوخت‌های فسیلی در ایران بسیار ارزان است، بنابراین تولید و مصرف سوخت‌های زیستی دارای توجیه اقتصادی نیست. شاید با توسعه تکنولوژی نسل دوم و کاهش یارانه سوخت‌های فسیلی در ایران بتوان از تولید این نوع سوخت نیز بهره برد.

جدول ۱، چشم انداز تولید سوخت‌های زیستی را در جهان بر مبنای سناریوی پایه نشان می‌دهد که توسط اوپک ارائه گردیده است (OPEC, ۲۰۰۷). بر مبنای اطلاعات این

جدول ۱. چشم انداز تولید سوخت زیستی مایع در سناریو پایه

سال	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۱۵	۲۰۲۰	۲۰۲۵	۲۰۳۰
آمریکا و کانادا	۰/۳	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۹
اروپای غربی	۰/۱	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
کشور OECD	۰/۴	۱/۰	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۴
آمریکای لاتین	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸
آفریقا و خاورمیانه	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱
آسیا	۰/۰	۰/۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲
چین	۰/۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۴
کشورهای در حال توسعه به غیر از اوپک	۰/۳	۰/۶	۰/۸	۱/۰	۱/۲	۱/۴
کل جهان	۰/۷	۱/۶	۲/۱	۲/۳	۲/۶	۲/۸

ماخذ: OPEC, ۲۰۰۷

جدول تولید کل سوخت‌های زیستی از ۰/۷ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۰۵ به ۲/۸ میلیون بشکه در روز در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت.

با توجه به این چشم انداز که روند روبه رشد تولید این نوع سوخت‌ها را در جهان نشان می‌دهد، هنوز تردیدهایی در خصوص اثرات متقابل بین تولید اتانول زیستی و قیمت محصولات کشاورزی مورد استفاده وجود دارد که می‌تواند چالش‌هایی را در تولید سوخت زیستی در آینده فراهم آورد.

آمریکا جهت تشویق سرمایه‌گذاران به توسعه تولید سوخت‌های زیستی از محل ذرت مشوق‌های اقتصادی متعددی را وضع کرده است.

متغیرهای زیادی وجود دارند که روی صنعت و تولید و دیگر فعالیت‌های مرتبط با

اتانول زیستی اثر می‌گذارند. بعضی از این متغیرها عبارتند از قیمت نفت، تکنولوژی مورد استفاده تولید اتانول، قیمت ذرت، امتیازات مالی و یارانه‌های مستقیم تخصیصی برای تولید اتانول از ذرت.

قیمت نفت (به دلیل امکان فروش گرانتر اتانول زیستی در بازار) و قیمت ذرت (به خاطر اثرگذاری بر هزینه‌های تولید) از جمله متغیرهایی هستند که مستقیماً بر سودآوری تولید اتانول نقش کلیدی دارند.

از طرف دیگر قیمت ذرت تحت تاثیر تقاضا برای ذرت جهت مصارف غذایی و نیز تولید اتانول قرار می‌گیرد. به دلیل محدودیت‌های تولید آتی ذرت (محدودیت زمین زراعی، بهره‌وری زمین‌ها و ...) به طور نظری فرض می‌شود که قیمت ذرت می‌تواند به دلیل توسعه ظرفیت‌های تولید اتانول در آینده افزایش یابد. گرچه ممکن است تولید بیشتر ذرت بخاطر افزایش قیمت آن در میان مدت صورت پذیرد، اما این روند برای همیشه نمی‌تواند تداوم داشته باشد. بنابراین افزایش قیمت ذرت در جای خود باعث اثرگذاری روی هزینه‌های تولید اتانول در آینده خواهد شد. به علاوه قیمت نفت نیز می‌تواند روی سودآوری تولید اتانول موثر باشد. زیرا با قیمت‌های بالاتر نفت سودآوری تولید اتانول بیشتر می‌گردد و با کاهش قیمت نفت خام، به دلیل کاهش قیمت فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل، فروش اتانول در قیمت‌های بالا ممکن نبوده و در نتیجه سودآوری تولید اتانول کاهش می‌یابد.

در این مقاله اثر قیمت نفت، قیمت اتانول، و قیمت ذرت بر تولید اتانول بررسی می‌گردد و نیز اثر تقاضای ذرت و تولید اتانول بر قیمت ذرت در یک مدل اقتصادی سنجی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

۲. شواهد محقق شده^۱

در این بخش برخی از حقایق و شواهد مربوط به مهمترین فاکتورها و متغیرهای موثر بر صنعت تولید اتانول مرور می‌شوند. قیمت ذرت در هر بوشل^۲ در مدت حدود یک دهه در ایالت ایلوی نویز^۳ آمریکا حدود ۲/۴ دلار بوده است در حالی که اخیراً به دلیل افزایش تقاضای ذرت از طرف تولیدکنندگان اتانول به حدود ۳/۵ دلار در هر بوشل رسیده است.

1. Stylized facts
2. Bushel
3. Illinois

(Chicago Tribune, 2006) اثر افزایش تولید اتانول از محل محصولات کشاورزی باعث تقویت درآمد کشاورزان گردیده و یا دست کم اثر آن بر درآمد کشاورزان مثبت بوده است، اما اثر خالص آن بر بازار و عاملان حاضر در بازار نامشخص است. طبق مطالعات زیادی که اخیراً انجام گرفته این نتیجه حاصل شده است که افزایش تولید سوخت‌های زیستی نه تنها می‌تواند منجر به افزایش قیمت محصولات کشاورزی مورد استفاده برای تولید سوخت‌های زیستی گردد بلکه می‌تواند باعث افزایش دیگر محصولات کشاورزی به دلیل جابجایی تولید محصولات در زمین‌های کشاورزی^۱ گردد (IEA, 2005) برای ارائه شواهدی در این خصوص، تحولات صنعت اتانول در کشور آمریکا را در نظر می‌گیریم. مسیر آینده صنعت اتانول در آمریکا تحت تاثیر مستقیم سیاست‌های ایالتی و فدرال آمریکاست. اگر چنانچه همه متغیرها همانگونه که امروز هستند باشند و توسعه تولید اتانول به صورت فزاینده صورت پذیرد در این صورت قیمت ذرت افزایش خواهند یافت و به نقطه سر به سر^۲ برای تولید اتانول خواهند رسید، یعنی جائیکه توسعه بیشتر تولید اتانول غیر ممکن خواهد بود. شواهد موجود در آمریکا نشان می‌دهد که به دلیل افزایش تقاضای ذرت، قیمت این محصول افزایش خواهد یافت و این باعث کندی توسعه صنعت اتانول زیستی خواهد شد (Purdue University, 2006).

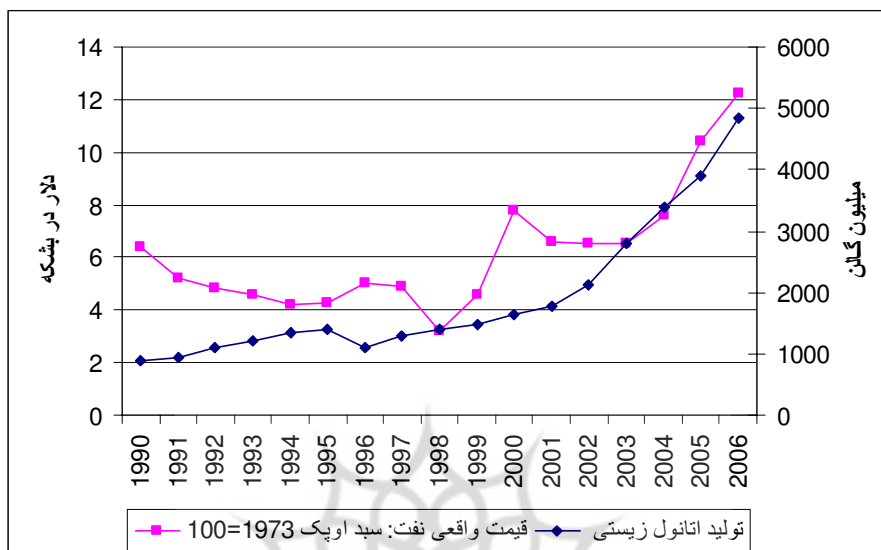
نمودار ۱ قیمت واقعی نفت خام را به همراه تولید جهانی اتانول زیستی نشان می‌دهد. یک رابطه مستقیم بین قیمت نفت و تولید اتانول وجود دارد. این رابطه خصوصاً در سالهای اخیر به وضوح قابل مشاهده است (همچنین نگاه کنید به Lampe, 2007).

افزایش قیمت نفت، باعث افزایش سودآوری گردیده که می‌تواند توسعه صنعت اتانول را بیشتر نماید. اما همین توسعه در دوره‌های بعدی می‌تواند باعث افزایش شدید تقاضای ذرت گردد و همین باعث تعدیل سودآوری صنعت شده و نهایتاً در دوره‌های بعدی توسعه صنعت اتانول زیستی را آهسته‌تر نماید.

البته بهبود راندمان یا بهره‌وری بالاتر از زمین‌های زراعی را نباید از نظر دور داشت. بهبود بازدهی در زمین‌های زیر کشت ذرت می‌تواند خود در افزایش میزان تولید ذرت موثر باشد و بخشی از اثر افزایش تقاضای ذرت بر قیمت آن را کاهش دهد (Haney, 2004). به عنوان مثال، نمودار ۲ روند بهبود بازدهی تولید ذرت در هر جریب را در آمریکا طی یک دوره طولانی نشان می‌دهد.

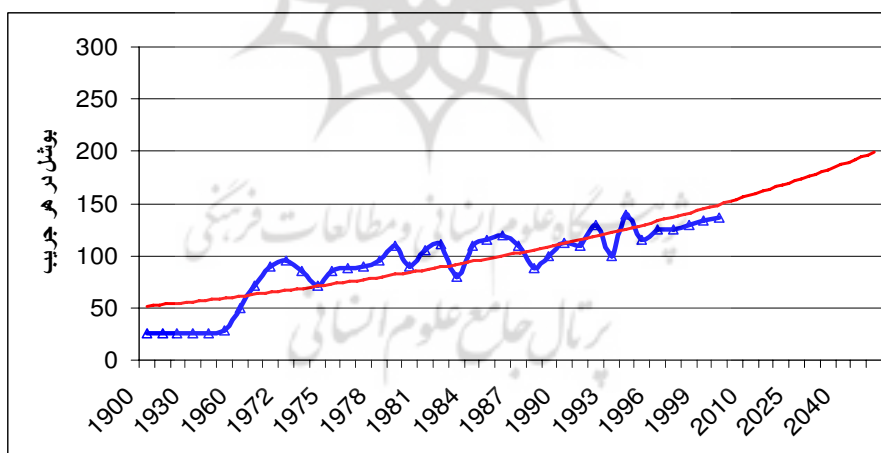
1. land shifting
2. Break – even

نمودار ۱. قیمت واقعی نفت و تولید اتانول زیستی در آمریکا



مأخذ: Opec,2007 برای قیمت نفت و RFA,2007 برای تولید اتانول زیستی

نمودار ۲. روند تولید ذرت در هر جریب در آمریکا



مأخذ: EIA,2007 و USDA,2007

۳. مرور ادبیات مدل سازی

تلاشهای مدل سازی متعددی برای صنعت اتانول و با اهداف مختلف برای یک کشور خاص و یا کل کشورهای جهان صورت پذیرفته است. گرچه برخی از مدلها برای

تحلیل‌های سیاستی و یا پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفته‌اند ولی برای همین مدل‌ها مشکلاتی وجود داشته است که به عنوان محدودیت‌های مدل سازی مورد اشاره قرار گرفته‌اند. برخی از این مشکلات و دشواری‌ها به شرح زیر هستند:

- سنجش اثر بر قیمت ذرت و قیمت محصولات جایگزین دشوار است
- برقراری ارتباط بین قیمت نفت خام و قیمت سوخت‌های زیستی و تولید فرآورده‌های انرژی‌زای زیستی مشکل است.
- ارزیابی اثرات سودآوری و هزینه با عدم اطمینان همراه است.
- برقراری ارتباط بین بازار انرژی و بازار کشاورزی آسان نیست.
- ارتباط، بین قیمت نفت خام و هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی معمولاً برقرار نمی‌گردد.

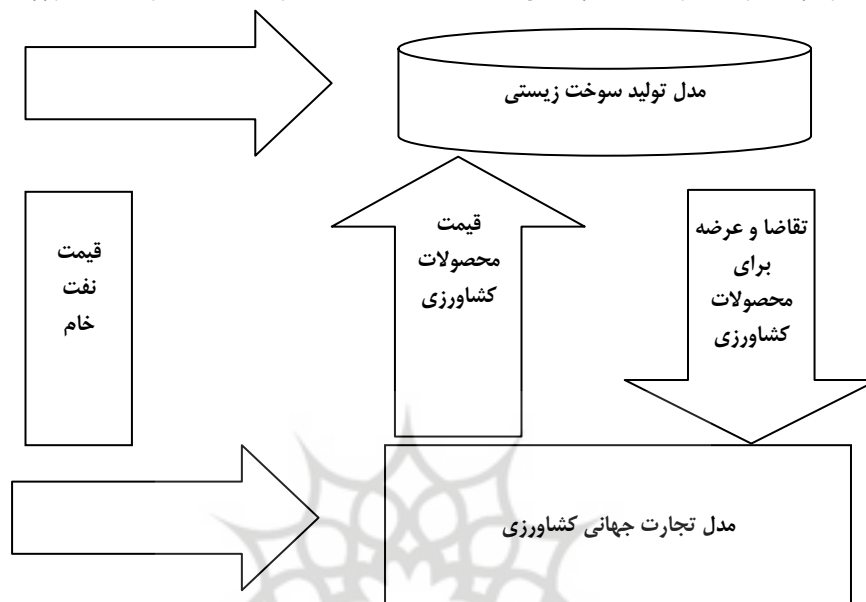
در یکی از مدل‌های ساخته شده توسط OECD ارتباط بین بازار نفت و تولید سوخت‌های زیستی و بازار کشاورزی به صورت نمودار ۳ برقرار گردیده است. همانطوریکه ملاحظه می‌شود در این مدل تقاضای جهانی برای محصولات کشاورزی، قیمت‌های این محصولات را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

به‌علاوه تغییرات قیمت محصولات کشاورزی در مدل فرعی مربوط به تولید سوخت زیستی منعکس گردیده است تا میزان تولید را بر حسب این تغییرات قیمتی تعدیل نماید. بر اساس این مدل اثر افزایش تقاضای محصول (برای تولید سوخت زیستی) بر قیمت محصول، تخمین زده می‌شود.

نمودار ۴ رشد تخمینی تقاضای محصولات برای تولید سوخت‌های زیستی را در سال ۲۰۱۴ در مقایسه با سال ۲۰۰۴ برای مناطق مختلف جغرافیایی و محصولات زراعی گوناگون نشان می‌دهد.

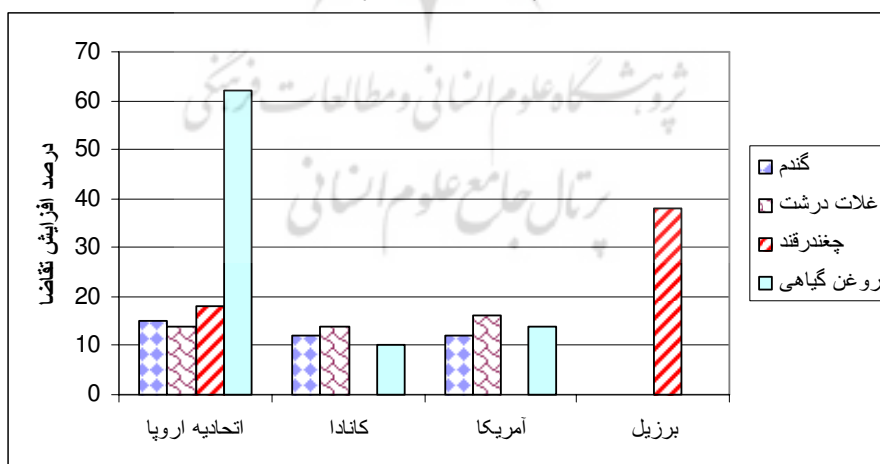
اثر تقاضا روی قیمت در نمودار ۵ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که قیمت شکر ۶۰ درصد افزایش خواهد یافت و همینطور پیش‌بینی می‌شود که قیمت روغن‌های حاصل از سبزیجات^۱ به‌طور متوسط ۲۰٪ افزایش یابد. همچنین پیش‌بینی شده است که اثر تولید محصولات کشاورزی برای تولید سوخت زیستی بر سایر محصولات زراعی کمتر از ۱۰ درصد باشد.

نمودار ۳. تولید سوخت‌های زیستی با لحاظ قیمت نفت خام و قیمت محصولات کشاورزی



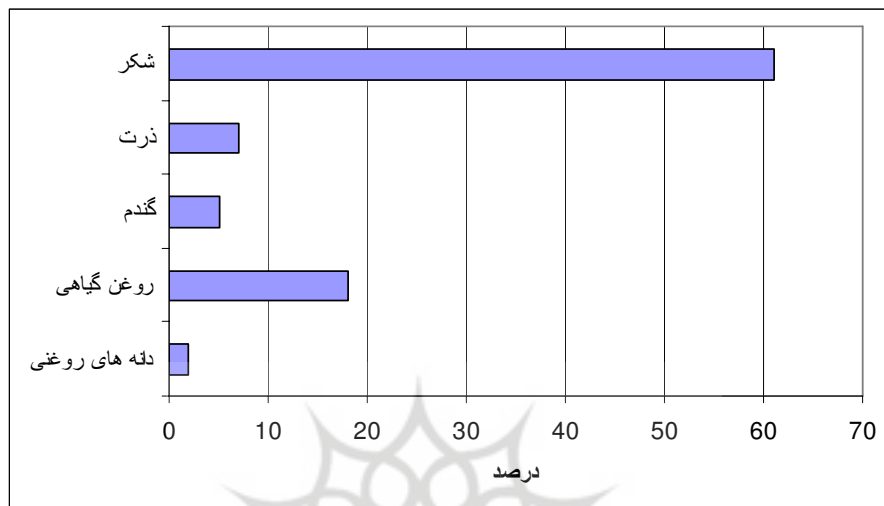
نمودار ۴. رشد تقاضای محصولات کشاورزی برای تولید سوخت‌های زیستی

(۲۰۰۴-۲۰۰۵)



ماخذ: Lampe, 2007

نمودار ۵. اثر تولید سوخت‌های زیستی بر قیمت محصولات کشاورزی در سال ۲۰۱۴



ماخذ: Lampe, 2007

اداره اطلاعات انرژی آمریکا (US / DOE) از سیستم مدل سازی ملی انرژی (NEMS) برای تحلیل سیاستی و پیش‌بینی‌های انرژی در آمریکا استفاده می‌کند. مدل بازار فرآورده‌های نفتی (PMM) که یک مدل برنامه‌ریزی خطی فرعی از مدل بزرگ NEMS است که بخش پالایش نفت کشور را شامل می‌شود.

این مدل قیمت گذاری شامل فرآورده‌های نفتی و نفت خام، واردات نفت و فرآورده‌های نفتی، عملیات پالایش داخلی نفت (مقید به میزان تقاضای فرآورده‌های داخلی)، قیمت نهاده‌های مورد استفاده، قیمت واردات فرآورده‌های نفتی، هزینه‌های سرمایه گذاری و تولید داخلی نفت خام و مایعات گازی می‌شود. همچنین مدل PMM مشمول تابع عرضه اتانول می‌شود و برنامه‌ریزی خطی به همراه منحنی عرضه برای اتانول حاصل از ذرت و مواد پایه سلولزی را در بر دارد، که بوسیله آن امکان پیش‌بینی اتانول مورد استفاده در بخش حمل و نقل برای دوره زمانی پیش‌بینی مدل NEMS فراهم می‌آید. این مدل منحنی قیمت - مقدار اتانول را نیز ارائه می‌دهد. که از تابع هزینه- تولید اتانول حاصل می‌شود و مبین قیمت اتانول است (EIA, 2007).

در آمریکا قیمت ذرت، عمده‌ترین متغیر تعیین کننده هزینه تولید اتانول است و

عرضه اتانول زیستی شدیداً متأثر از قیمت ذرت می‌باشد. این امر در سال ۱۹۹۶ نیز ثابت شده است. در اواسط سال ۱۹۹۶ تولید ذرت در نتیجه شرایط بد جوی کاهش یافت که باعث بالارفتن قیمت این محصول گردید و در نتیجه آن، تولید اتانول زیستی شدیداً کاهش یافت.

۴. تدوین مدل

در بخش‌های قبلی اشاره شد که تولید سوخت‌های زیستی، خصوصاً اتانول، تحت تاثیر قیمت نفت خام و قیمت محصولات مرتبط کشاورزی (مانند ذرت) است. قیمت ذرت خود تحت تاثیر تقاضای جهانی این محصول برای تولید اتانول زیستی و سایر مصارف قرار دارد. تدوین یک مدل برای شناسایی اثرات قیمت ذرت بر تولید اتانول در سراسر جهان، به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات مکفی، دشوار است. به علاوه چون در کشورهای مختلف از تکنولوژی‌های متفاوت استفاده می‌شود و سیاست‌های حمایتی برای تولید اتانول نیز متفاوت است، بنابراین تدوین یک مدل جهانی کار آسانی نیست.

اما، برای هر کشور خاصی که اطلاعات آن قابل دسترس باشد، می‌توان یک مدل تدوین کرد.

در اینجا به منظور محاسبه کشش‌های مختلف از مدل اقتصادسنجی استفاده شده است. مدل نظری پیشنهادی عبارت است از:

$$ES_t = F(OP_t, Pf_t, C_t) \quad (1)$$

$$C_t = F(CP_t, CD_t, Z_t) \quad (2)$$

$$PF_t = F(S_t, OP_t, EP_t, Z_t) \quad (3)$$

$$CP_t = F(ES_t, Y_t, CP_{t-1}) \quad (4)$$

$$CD_t = CDE_t + CDF_t \quad (5)$$

به دلیل عدم دسترسی به آمارهای مورد نیاز در شرایط کنونی مدل به صورت زیر خلاصه می‌گردد.

$$ES_t = F(OP_t, S_t, RP_t, CP_t)$$

$$CP_t = F(ES_t, Y_t, CD_t)$$

که در آن:

$$ES_t = \text{تولید اتانول}$$

$$OP_t = \text{قیمت نفت خام}$$

$$PF_t = \text{شاخص سودآوری تولید اتانول}$$

$$C_t = \text{هزینه تولید اتانول}$$

$$CP_t = \text{قیمت ذرت}$$

$$CD_t = \text{تقاضای ذرت}$$

$$ZI_t = \text{سایر متغیرهای موثر بر هزینه تولید اتانول}$$

$$S_t = \text{یارانه تولید اتانول}$$

$$EP_t = \text{قیمت اتانول}$$

$$ZZ_t = \text{سایر متغیرهای موثر بر سودآوری تولید اتانول}$$

$$Y_t = \text{بازده تولید ذرت بر حسب متر اژ زمین}$$

$$CDE_t = \text{تقاضای ذرت برای تولید اتانول}$$

$$CDF_t = \text{تقاضای ذرت برای مصارف غذایی}$$

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اطلاعات سری زمانی در خصوص بازار اتانول بسیار محدود است. برای تخمین مدل، تلاش شده است تا از اطلاعات کشور آمریکا که بیشترین داده‌ها را در اختیار می‌گذارد، استفاده شود. اطلاعات سری زمانی برخی از مهمترین متغیرهای مدل در نمودار ۶ ارائه شده است.

همانطوری که از نمودار ۶ مشاهده می‌شود، تولید اتانول در سالهای اخیر به دلیل افزایش قیمت بنزین (که سوخت رقیب در بخش حمل و نقل است) افزایش یافته است. به علاوه قیمت‌های مناسب ذرت که بواسطه افزایش سطح زیر کشت و نیز بهره‌وری بیشتر در هر هکتار از زمین حاصل شده نیز در این میان نقش مثبتی داشته است. با ملاحظه روندها در نمودار ۶ به وضوح می‌توان دریافت که متغیرهای اقتصادی و متغیرهای دیگر در بازار نفت و همچنین محدودیت‌های بخش کشاورزی، از عوامل تعیین کننده در تولید و توسعه اتانول هستند. با استفاده از داده‌های سری زمانی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۵، معادله تولید اتانول با شکل تابع لگاریتمی و به صورت زیر تخمین زده می‌شود:

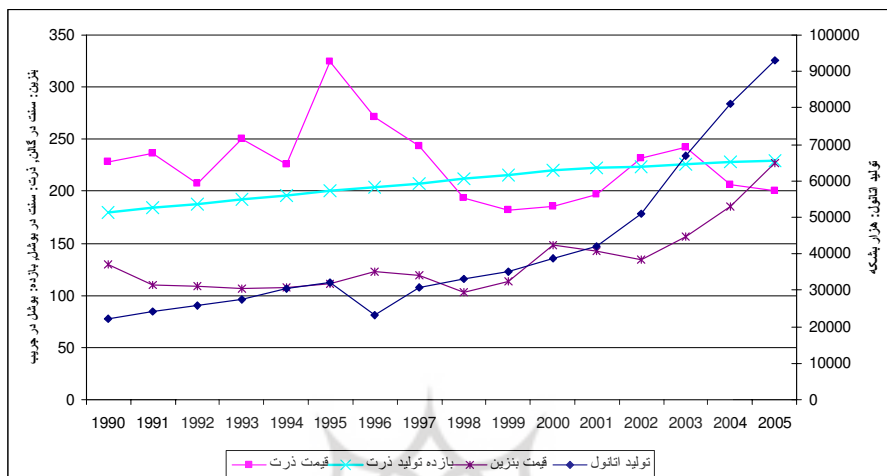
$$\ln(EP_t) = 0.07 - 0.03 \ln(CP_{t-1}) + 0.09 \ln(GP_{t-1}) + 0.92 \ln(EP_t)$$

$$(0.37) \quad (-1.3) \quad (1.14) \quad (5.92)$$

$$R^2 = 0.92$$

که در آن GP_t ، CP_t ، EP_t به ترتیب تولید اتانول، قیمت ذرت و قیمت بنزین می‌باشند. آزمون h - D نشان دهنده عدم خودهمبستگی سریالی است و ضرائب تکی در

نمودار ۶. روند برخی از متغیرهای مهم صنعت اتانول در آمریکا



ماخذ: USDA, National Agricultural Statistics Service, Iowa Agricultural Statistics Bulletin

سطح اعتماد بالایی فرضیه صفر را رد می نمایند. مدل در کل نیز توضیح دهنده گی بالایی دارد و آزمون همگرایی نیز وجود یک معادله ساختگی را رد می کند.

بر اساس مدل برآورد شده، کشش های کوتاه مدت و بلندمدت تولید اتانول محاسبه گردیده و در جدول ۲ ارایه شده. همانطوری که ملاحظه می شود یک درصد افزایش در قیمت ذرت، تولید اتانول را به میزان ۰/۳ درصد در کوتاه مدت و ۳/۶ درصد در بلندمدت کاهش می دهد. قیمت سوخت رقیب یعنی بنزین دارای رابطه مستقیم با تولید اتانول است. یک درصد افزایش در قیمت بنزین باعث افزایش تولید اتانول به میزان ۰/۴ درصد در کوتاه مدت و ۴/۷ درصد در بلندمدت می شود.

بنا بر این قیمت ذرت و نیز قیمت سوخت رقیب در بلندمدت تاثیر بسیار زیادی بر توسعه تولید اتانول دارند. اگر قیمت سوخت بنزین به دلیل کاهش قیمت نفت پایین بیاید، تولید اتانول خواهد یافت مگر اینکه سیاستگذاران انرژی با یارانه مستقیم، تولید آن را حمایت نماید.

جدول ۲. کشش های تولیدی اتانول زیستی

توضیح	قیمت ذرت	قیمت بنزین
کوتاه مدت	- ۰/۳	۰/۳۹
بلندمدت	- ۳/۶	۴/۷

قیمت ذرت به صورت تابعی از تولید اتانول زیستی و بازده زمین در هکتار کشت ذرت در نظر گرفته شده است. گرچه اثر گذاری این دو متغیر بر قیمت ذرت توسط مدل تأیید شده است اما نتایج آن را نمی توان با قاطعیت تفسیر کرد. چرا که توضیح دهندگی مدل بالا نیست.

به هر جهت بازده تولید ذرت در هر هکتار دارای اثر معکوس بر قیمت ذرت است. کشش بازدهی قیمت برابر با ۱/۴۰- است و کشش تولیدی قیمت ذرت ۰/۰۹ می باشد که حساسیت پایینی را نشان می دهد. به عبارت دیگر، با افزایش تقاضای ذرت (برای مقاصد خوراکی و یا تولید اتانول) قیمت ذرت افزایش می یابد ولی این افزایش در سطح پایینی است. یک درصد افزایش در تقاضای ذرت فقط ۰/۹ درصد قیمت ذرت را بالا می برد.

$$Ln(CP_t) = 9/6 + 0/08Ln(ES_t) - 1/04Ln(y_t) + 0/002Ln(CP_{t-1})$$

(۲/۴) (۰/۵۲) (-۱/۰۶) (۱/۵۲)

$$R^2 = 0/92$$

۵. نتیجه گیری

تحلیل های توصیفی در نوشته های اقتصادی مؤید این است که تولید بالاتر اتانول منجر به تقاضای بیشتر برای ذرت گردیده و همین باعث افزایش قیمت ذرت می گردد. افزایش قیمت ذرت نیز باعث بالا رفتن هزینه های تولید اتانول زیستی می گردد که خود عاملی محدود کننده برای توسعه بیشتر اتانول در آینده محسوب می شود. از طرف دیگر افزایش کارایی و بازدهی تولید در هر هکتار زمین زراعی ذرت و نیز تخصیص بیشتر زمین برای تولید این محصول، باعث جلوگیری از افزایش قیمت ذرت می شود. البته این امر دیگر برای آینده صادق نیست چرا که دسترسی به زمین محدود می گردد و بهره وری زمین نیز بسیار کم می شود.

به دلیل جوان بودن صنعت اتانول برای مصارف انرژی، داده های سری های زمانی محدود بوده و نمی توان کشش های قیمتی و تولیدی را برآورد کرد به همین دلیل تفسیر قاطعانه آنها امکان پذیر نیست. اما تخمین های موجود بر اساس داده های قابل دسترس تأیید می کند که قیمت ذرت دارای اثر منفی بر تولید اتانول بوده ولی واکنش و حساسیت آن در شرایط فعلی کم است. علت آن نیز افزایش بهره وری تولید ذرت و زیر کشت رفتن زمین های جدید برای تولید این محصول بوده است. جهت حصول نتایج بهتر و مطمئن تر، استفاده از داده های ماهانه، به کارگیری قیمت های واقعی، لحاظ کردن هزینه تولید ذرت و

بازدهی تولید اتانول توصیه می‌شود. در گام بعدی تحقیق می‌توان از مدل‌های تعادل عمومی نیز بهره جست. مزیت این مدل‌ها در این است که با تکیه بر آخرین اطلاعات موجود و بدون نیاز به اطلاعات سری‌های زمانی می‌توان اثر متغیرها را بر یکدیگر از لحاظ کمی مورد سنجش قرار داد.

منابع و مأخذ

1. Chicago Tribune, 2006, www.Chicagotribune.com, December 5, 2006
2. EIA, 2007, Biofuels in the U.S. Transportation Sector, www.eia.doe.gov.
3. EIA Energy Outlook, Modeling and Data Conference, March 28, 2007, Washington, DC, Energy Analyst.
4. EIA, 2007, Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand, www.eia.doe.gov.
5. Haney Bryan, 2007, Major Issues Affecting Biofuel growth and development in US
6. IEA, 2005, Biofuels for transport: an international perspective.
7. Lampe, Martin von, 2007, modeling global bio-fuel impacts, approach, results and issues, OECD, Global biofuels developments: modeling the effects on agriculture, Washington, D.C. 27/28 February.
8. OPEC, 2007, OPEC Annual statistical Bulletin, Online interactive, www.OPEC.Org
9. OPEC, 2007, World oil Outlook OPEC Secretariat, Vienna, Austria.
10. Purdue University, 2006, economics of ethanol, Bio Energy Journal.
11. RFA (renewable fuel Association), 2007, WWW.ethanolrfa.org.
12. USDA, 2007. U.S. Department of Agriculture, U.S. Corn yield, 1970, 2000 , www.usda.gov.