

الحمد لله
الحمد لله
الحمد لله



دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار

برنامه ریزی زنجیره تامین زیست توده با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها

نگارنده:

فاطمه مهربان

استاد راهنما:

دکتر مجتبی غیاثی

استاد مشاور:

دکتر محمد فتاحی

شهریور ۱۴۰۰

شماره: ۱۴-۷-۱۸
تاریخ: ۱۴۰۸/۸/۱۵
ویرایش:

باسمه تعالی

فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد
مربوط به ورودی‌های ۹۴ به بعد



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

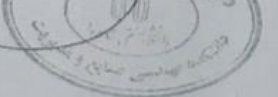
با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای: مهربان فاطمه با شماره دانشجویی: ۹۷۰۰۱۷۴ رشته: مدیریت کسب و کار- عملیات و زنجیره تامین تحت عنوان: برنامه ریزی زنجیره تامین زیست توده با استفاده از روش تحلیلی پوششی داده ها که در تاریخ: ۲۴/۰۶/۱۴۰۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰ ☒		ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸/۹۹ - ۱۸ ☐	
ج) درجه خوب: نمره ۱۷/۹۹ - ۱۶ ☐		د) درجه متوسط: نمره ۱۵/۹۹ - ۱۴ ☐	
ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد ☐			
نوع تحقیق: ☐ نظری ☐ عملی			

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر مجتبی غیانی		
۲- استاد راهنمای دوم	-		
۳- استاد مشاور	دکتر محمد فتاحی		
۴- استاد داور اول	دکتر محمد رستمی		
۵- استاد داور دوم	دکتر سید محمد حسن حسینی		
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر سعید آبیانی	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:



تشکر و قدردانی

وظیفه خود می‌دانم که از اساتید گرامی و فرهیخته آقای دکتر مجتبی غیائی استاد راهنمای بنده و همچنین آقای دکتر محمد فتاحی استاد مشاور اینجانب صمیمانه تشکر کنم چرا که در طول انجام تحقیق از هیچ زحمتی فروگذاری نکردند و بدون حمایت و پشتیبانی این دو بزرگوار به پایان رساندن تحقیق امکان پذیر نبود.

تقدیم به

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام
بخش آلام زمینی ام است
به استوارترین تکیه گاهم، دستان پرمهر پدرم
به زیباترین نگاه زند گیم، چشمان مادرم
که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای
از دریای بی کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم.
امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شماست
بوسه بر دستان پرمهرتان

تعهد نامه

اینجانب فاطمه مهربان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت کسب و کار گرایش عملیات و زنجیره تامین دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه برنامه ریزی زنجیره تامین زیست توده با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها تحت راهنمایی دکتر مجتبی غیائی متعهد می شوم:

- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

انرژی زیست توده به عنوان یکی از منابع مهم انرژی‌های تجدید پذیر شناخته شده است که تأثیرات مثبتی در اقتصاد، محیط زیست و جامعه گذاشته است. با توجه به بحران جهانی انرژی و افزایش روزافزون انتشار گازهای گلخانه‌ای انتظار می رود، استفاده از محصولات زیستی روزبه‌روز افزایش یابد؛ زیرا وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش می دهد. تولید سوخت زیستی به طور بالقوه می تواند نقش عمده‌ای در ارضای تقاضای انرژی ایفا کند. تقاضای این انرژی در دهه‌های اخیر افزایش یافته است، بنابراین نیاز قابل توجهی برای مطالعه کل زنجیره تأمین سوخت زیستی برای ارزیابی اثرات اقتصادی، اجتماعی و همچنین شناخت عوامل مهم در تعیین مسیر مطلوب برای توسعه برنامه‌های تولید سوخت مشاهده می شود. به همین منظور در این مطالعه زنجیره تأمین سوخت زیستی از برداشت زیست توده از مزارع تولید زیست توده تا انتقال آن به نیروگاه های تولید انرژی بررسی شده است.

زنجیره تامین بررسی شده در این تحقیق تک مرحله ای بوده به طوری که گره اول مزارع به عنوان تامین کننده زیست توده قرار دارند و در گره دوم محل انجام فرایند نهایی یا همان نیروگاه های تولید انرژی قرار گرفته اند. به طور کلی در این پژوهش سعی شده مساله طراحی شبکه زنجیره تامین زیست توده¹ (BSCN) به روش بهینه‌ای از طریق یک دیدگاه الگوریتمی پیشنهاد شده است. الگوریتم پیشنهادی دارای یک فرم بازگشتی است، زیرا پاسخ‌های به دست آمده در هر تکرار به عنوان مقادیر اولیه برای تکرار بعدی استفاده می شوند. در این کار، یک الگوریتم بازگشتی² (RDEA) ارائه می شود، که روش متفاوتی را برای طراحی یک شبکه زنجیره تامین معرفی می کند. تصمیمات مکان‌یابی، تخصیص

¹Biomass Supply Chain Network

²recursive Data envelopment analysis

تسهیلات، میزان انتقال بین مکان‌ها، موجودی و هزینه‌ها در زنجیره تأمین مشخص شده است که این کار با استفاده از یک مدل ترکیبی صحیح برنامه نویسی خطی³ (MILP) انجام شده است. ساختار زنجیره تأمین مطلوب زمانی بدست می‌آید که معیار اتمام برآورده شود، و تنها راه‌حل‌های موثر را ارائه دهد، در حالی که به طور همزمان سود کلی را افزایش می‌دهد و همچنین برای تعیین میزان کارایی هر یک از زنجیره‌ها از روش تحلیل پوششی داده‌ها⁴ (DEA) استفاده شده که این کار با کد نویسی در نرم افزار R انجام شده است. به طور خلاصه آنچه از این پژوهش بدست آمده را می‌توان بدین گونه بیان کرد که از بین ۳۱ استان کشور که کاندید برای احداث نیروگاه زیست توده بوده اند تنها ۳ استان از نظر اقتصادی امکان احداث نیروگاه در آنها وجود دارد.

واژگان کلیدی: زیست توده، زنجیره تأمین زیست توده، ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پوششی داده‌های بازگشتی

^۳ mixed-integer linear programming که به اختصار MILP هم گفته می‌شود زیر شاخه‌ای از بهینه‌سازی ریاضی است که مسایل آن مشابه مسایل بهینه‌سازی خطی است، با این تفاوت که همه یا برخی از متغیر (مجهول)‌های مسئله عدد صحیح هستند. همانند بهینه‌سازی خطی، هدف برنامه‌ریزی عدد صحیح پیدا کردن مقدار کمینه یا بیشینه از یک تابع خطی بر روی فضایی با محدودیت‌هایی خطی است، اما به دلیل وجود متغیرهای گسسته این فضا پیوسته و محدب نیست بلکه فضایی گسسته (در نتیجه نامحدب) است. چنانچه تعدادی از متغیرها به صورت اعداد صحیح و بقیه متغیرها به صورت اعداد غیر صحیح بیان شوند، مسئله از نوع بهینه‌سازی خطی ترکیبی خواهد بود.

^۴ Data envelopment analysis یک روش برنامه‌ریزی خطی است که هدف آن، مقایسه و ارزیابی کارایی واحد‌های تصمیم‌گیرنده‌ای است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر یکسری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی می‌باشد که به آن روش ناپارامتریک نیز گفته می‌شود. در این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به وسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود ایجاد می‌گردد.

شماره صفحه

ز

- ۱-۴-۲-روش های اندازه گیری کارایی ۱۸
- ۵-۲-تحلیل پوششی داده ها ۱۹
- ۱-۵-۲-مزایای روش تحلیل پوششی داده ها ۲۳
- ۲-۵-۲-محدودیت های روش تحلیل پوششی داده ها ۲۵
- ۶-۲-زیست توده ۲۶
- ۱-۶-۲-انواع زیست توده ۲۸
- ۲-۶-۲-معرفی تکنولوژی های زیست توده ۳۴
- ۱-۶-۲-۲-فناوری های گرما - شیمیایی ۳۴
- ۲-۶-۲-۲-فناوری های زیستی ۳۶
- ۳-۶-۲-اهمیت و کاربرد زیست توده ۳۷
- ۴-۶-۲-زیست توده در جهان ۳۸
- ۵-۶-۲-زیست توده در ایران ۳۹
- ۶-۶-۲-وضعیت نیروگاه های زیست توده ایران ۴۱
- ۷-۲-پیشینه تحقیق ۴۴
- ۱-۷-۲-زیست توده ۴۴
- ۲-۷-۲-زنجیره تامین ۴۷
- ۳-۷-۲-تحلیل پوششی داده ها ۴۸
- ۴-۷-۲-زنجیره تامین-زیست توده ۴۹

۵۳	۵-۷-۲- زنجیره تامین- تحلیل پوششی داده‌ها.....
۵۷	۶-۷-۲- زیست توده- تحلیل پوششی داده‌ها.....
۵۸	۷-۷-۲- زنجیره تامین- تحلیل پوششی داده‌ها-زیست توده.....
۵۹	۸-۲- خلاصه فصل.....
۶۳	فصل سوم.....
۶۴	۱-۳- مقدمه.....
۶۵	۲-۳- نوع شناسی تحقیق.....
۶۵	۳-۳- روش و ابزار گردآوری اطلاعات.....
۶۶	۴-۳- جامعه، نمونه و روش نمونه گیری.....
۶۷	۵-۳- روش گردآوری اطلاعات.....
۶۷	۶-۳- نحوه جمع آوری داده ها زیست توده.....
۶۸	۷-۳- مساله طراحی شبکه زنجیره تامین (SCND).....
۶۹	۸-۳- مدل سازی ریاضی.....
۶۹	۱-۸-۳- معرفی اندیس های مدل MILP.....
۷۰	۲-۸-۳- پارامترها.....
۷۱	۳-۸-۳- محدودیت ها.....
۷۳	۴-۸-۳- متغیرهای غیر منفی (Non-negativity constraints).....
۷۳	۴-۸-۳- تابع هدف.....

۷۴	۳-۹-روش تحلیل پوششی داده ها.....
۷۵	۳-۹-۱-مدل تحلیل پوششی داده ها.....
۷۶	۳-۹-۲-معیار توقف.....
۷۶	۳-۹-۳-توضیح الگوریتم بازگشتی (RDEA) DEA.....
۷۷	۳-۹-۴-نمودار برای الگوریتم RDEA پیشنهادی.....
۷۹	فصل چهارم.....
۸۰	۴-۱-مقدمه.....
۸۰	۴-۲-تجزیه تحلیل داده ها.....
۸۰	۴-۲-۱-هزینه خرید هر واحد زیست توده.....
۸۱	۴-۲-۲-هزینه تولید انرژی از هر واحد زیست توده.....
۸۱	۴-۲-۳-ورودی و خروجی اولیه مسئله؛.....
۸۹	۴-۲-۴-زنجیره های انتقال زیست توده کشور.....
۹۳	۴-۲-۳-۱-نمودار کارایی استان ها.....
۹۵	فصل پنجم.....
۹۶	۵-۱-مقدمه.....
۹۶	۵-۲-خلاصه پژوهش.....
۹۷	۵-۳-نتایج پژوهش.....
۹۹	۵-۴-پیشنهادهای.....

۹۹ ۵-۴-۱-پیشنهادات کاربردی

۱۰۰ ۵-۴-۲-پیشنهادهایی به پژوهشگران دیگر

۱۰۰ ۵-۴-۳-محدودیتهای پژوهش

۱۰۳ منابع

فهرست جداول

جدول ۲-۱- فهرست انواع دورریزهای جامد شهری	۳۳
جدول ۲-۴- ظرفیت تولید زیست توده استان های کشور	۴۱
جدول ۳-۱- پارامترها و متغیرها	۷۰
جدول ۳-۲- متغیرهای باینری	۷۰
جدول ۳-۳- پارامترها	۷۱
جدول ۴-۱- هزینه خرد زیست توده	۸۱
جدول ۴-۲- هزینه تولید انرژی	۸۱
جدول ۴-۳- نوع زیست توده دریافتی به تفکیک استان	۸۲
جدول ۴-۴- زنجیره های انتقال زیست توده	۸۹
جدول ۴-۵- کارایی مرحله اول	۹۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۲- زنجیره تامین ساده	۱۲
نمودار ۱-۳- الگوریتم RDEA پیشنهادی	۷۷
نمودار ۱-۴- کارایی استان ها	۹۳
شکل ۵-۱- میانگین کارایی به تفکیک استان	۹۹

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

مسئله اصلی این پژوهش اولویت بندی بین زنجیره تامین های زیست توده کشور ایران از منظر کارایی می باشد. در این فصل، طرح و بیان کلی از پژوهش پرداخته ایم؛ بدین صورت که ابتدا به تشریح بیان مسئله پژوهش پرداخته شده، پس از آن، ضرورت انجام پژوهش ارائه گردیده است. هدف از انجام پژوهش مبحث دیگری است که در این فصل به آن پرداخته شده است و در ادامه سؤالات، اهداف، جنبه نوآوری پژوهش ذکر گردیده است.

۱-۲ بیان مسئله

پایان پذیر بودن سوخت های فسیلی، تنوع مشکلات زیست محیطی که در اثر استفاده از سوخت های فسیلی بوجود می آید و تجدید پذیر بودن منابع انرژی های نو نظیر خورشید، باد، زیست توده و... باعث توجه بیش از پیش جهانیان به توسعه و گسترش استفاده از انرژی های تجدید پذیر شده است. در حال حاضر شاهد افزایش فعالیت دولت و همچنین بسیاری از شرکت ها در زمینه تحقیقات در عرصه انرژی های تجدید پذیر هستیم این در حالی است که فعالیت ها همراه با صرف بودجه های کلان در این زمینه در نهایت موجب کاهش قیمت تمام شده انرژی های تجدید پذیر و رقابت پذیری این تکنولوژی با سیستم های انرژی سنتی موجود می گردد. امروزه مشخص شده است که سوخت های زیستی به دست آمده از زائدات جنگل ها و محصول های کشاورزی جهان می تواند سالانه به اندازه ۷۰ میلیارد تن نفت خام انرژی در دسترس بشر قرار دهد. همچنین می توان از این سوخت ها بیشتر در تولید گرما بهره برد زیرا می توانند باعث صرفه جویی اقتصادی چشم گیری شوند در حال حاضر در کشور ایران، پسماند های گیاهی و کشاورزی کاربرد زیادی ندارد این در حالی است که تنوع زیستی و اقلیمی در ایران از مهم ترین

عوامل کشت گونه های مختلف گیاهی می باشد. کشور ایران با دارا بودن مساحتی حدود ۷ درصد که از جنگل پوشیده شده است می تواند از ضایعات جنگل ها به عنوان یک منبع مناسب سوخت های زیستی استفاده نماید. مناطق مختلف ایران به دلیل تنوع آب و هوایی پتانسیل مناسبی برای کاشت محصولات مختلف دارا می باشد در صورتی که بتوان مشکل کم آبی کشور را حل کرد می توان حدود ۳۰ درصد از کل اراضی کشور را برای کشاورزی در زمینه محصولات مختلف آماده کرد این در حالی است که تاکنون فقط ۱۲ درصد از این اراضی برا کشت مورد استفاده قرار می گیرند.

مدل های ارزیابی عملکرد زنجیره تامین در سال های اخیر توسعه یافته و شامل مرجع های عملیاتی زنجیره تامین، انجمن زنجیره تامین جهانی و واکنش موثر مصرف کننده می شود. مدل مرجع عملیاتی زنجیره تامین، در مورد اینکه چگونه یک سازمان خاص در درون زنجیره باید عملکرد تجاری و یا جریان اطلاعاتی خودش را هدایت کند، اطلاعاتی را در اختیار نمی گذارد. با توجه به مدل های ارائه شده می توان استنباط کرد که هر کدام از مدل ها دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود هستند و هیچ کدام از این مدل ها برای همه سازمان ها و اهداف ارزیابی عملکرد مناسب نیستند. بعضی از این مدل ها صرفا برای ارزیابی داخلی و بعضی برای ارزیابی خارجی و مقایسه بین سازمانی مناسب هستند. همچنین در بسیاری از مدل ها بیشتر بر شاخص های سطوح عملیاتی و تاکتیکی تاکید شده است در حالی که سطوح استراتژیک برای نتایج قابل اتکا در دوره زمانی بلندمدت باید به کار گرفته شوند. لذا برای ارزیابی عملکرد هر واحد تصمیم گیرنده های نیاز است که شاخص های عملکردی برگرفته از سطوح مختلف استراتژیکی، فرآیندی و عملیاتی باشد. از سوی دیگر زنجیره تامین نوعی از واحد تصمیم گیرنده است که فقط شاخص های ورودی و خروجی ندارد بلکه در کنار آنها از شاخص های واسطه ای که از مرحله قبل به مرحله بعد جریان دارد استفاده می کند. هر مرحله نیز ممکن است ورودی ها و خروجی های خاص خود را داشته باشد و لذا به دلیل ماهیت این مسئله، مدل های سنتی قادر به ارزیابی صحیح و

کامل عملکرد زنجیره تامین نبوده و می بایست از تکنیک های جدید و کامل تری نظیر تحلیل پوششی داده ها (DEA) استفاده شود امروزه ما شاهد افزایش چشمگیر فعالیت ها و بودجه دولت ها و شرکت ها در امر تحقیق، توسعه و عرضه سیستم های انرژی های تجدیدپذیر هستیم و این فعالیت ها همراه با صرف بودجه های کلان در این زمینه در نهایت موجب کاهش قیمت تمام شده انرژی های تجدیدپذیر و رقابت پذیری این تکنولوژی با سیستم های انرژی سنتی موجود می گردد. زیست توده یکی از منابع عمده در میان انواع منابع انرژی های نو، می باشد. تعاریف متعدد و گوناگونی از این منابع شده است. امروزه مشخص شده است که سوخت های زیستی به دست آمده از پسماندهای جنگل ها و محصول های کشاورزی جهان می تواند سالانه به اندازه ۷۰ میلیارد تن نفت خام انرژی در دسترس بشر قرار دهد که این میزان ۱۰ برابر مصرف سالانه انرژی در جهان است. می توان از این سوخت ها بیشتر در تولید گرما بهره برد زیرا می توانند باعث صرفه جویی اقتصادی چشمگیری شوند (بولی، ۲۰۰۴). در این تحقیق مسئله ارزیابی زنجیره تامین زیست توده با استفاده از تکنیک DEA مورد بررسی قرار گرفته و به دنبال ارائه مدلی مناسب هستیم که بتواند عملکرد کل زنجیره زیست توده را در قالب یک مدل ریاضی و با استفاده از شاخص های مالی و کارایی زنجیره تامین، ارزیابی نماید و همچنین در این تحقیق به دنبال ارزیابی و شناسایی زنجیره تامین زیست توده با کمترین میزان هزینه و بیشترین میزان کارایی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها بوده است.

۳-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق

با توجه به اینکه کشور ما دارای منابع غنی انرژی و سوخت های فسیلی می باشد و هزینه تمام شده برای این انرژی ها بسیار پایین تر از انرژی های تجدیدپذیر است، اما از آنجایی که استفاده از سوخت های تجدیدناپذیر می تواند آثار زیان باری را بر محیط زیست وارد نماید در حالی که سوخت های تجدیدپذیر، از نظر زیست محیطی و بهداشت، مزیت های فراوانی دارد ضرورت سرمایه گذاری در زمینه

اینگونه انرژی ها و همچنین توسعه آنها به صورت جدی احساس می شود و از طرفی استفاده بهینه از منابع انرژی زیست توده می توان صرفه جویی زیادی در مصرف انرژی های تجدیدناپذیر انجام داد و از این طریق توان صادراتی کشور را در زمینه سوخت های فسیلی افزایش داد. به علاوه این کار خود میتواند نقش بسیار مهمی در پاکیزه تر شدن هوای کشور و کاهش گازهای گلخانه ای داشته باشد بدین منظور ما در این تحقیق سعی بر این داشته به ارزیابی و امکان سنجی مکان احداث نیروگاه های تولید انرژی زیست توده پرداخته و بهترین مکان های احداث این نیروگاه ها را در کشور شناسایی نماییم.

۴-۱- اهداف تحقیق

باتوجه به توضیحات فوق، هدف اصلی تحقیق حاضر به شرح زیر می باشد:

۴-۱-۱- هدف اصلی

هدف اصلی در این تحقیق شناسایی استان هایی با بیشترین میزان کارایی و همچنین بیشترین میزان درآمد دهی برای احداث نیروگاه تولید انرژی از زیست توده می باشد.

۵-۱- خلاء تحقیقاتی و جنبه های نوآوری تحقیق

بیشتر مقالات موجود در زمینه طراحی زنجیره تامین زیست توده ، تولید بیواتانول / بیودیزل از زیست توده را مورد مطالعه قرار داده اند و تولید انرژی از زیست توده به سختی مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه برای اولین بار به سیستم تولید انرژی مبتنی بر زیست توده می پردازد و همچنین با بررسی پیشینه ادبیات موضوع در حوزه ارزیابی عملکرد زنجیره تامین زیست توده نشان می دهد که موضوع حداکثر کردن درآمد و حداکثر کردن کارایی این فعالیت در بخش نیروگاهی با تکنیک جدید DEA تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است.

۶-۱- تعریف مفهومی و عملیاتی متغیر ها

زیست توده: یک منبع تجدیدپذیر انرژی است که از مواد زیستی به دست می آید. به طور کلی زباله هایی که منشأ زیستی داشته باشند و از تکثیر سلولی پدید آمده باشند را زیست توده می نامند.

زنجیره تأمین : سیستمی متشکل از سازمان ها، افراد، فعالیت ها، اطلاعات و منابعی است که در عرضه یک محصول یا خدمت به مصرف کننده دخیل هستند. فعالیت های زنجیره تأمین شامل تبدیل منابع طبیعی، مواد اولیه و اجزای سازنده به یک محصول نهایی است که به مشتری نهایی تحویل داده می شود.

کارایی: از نظر تئوری های اقتصادی کارایی نتیجه بهینه سازی تولید کالا و خدمات و تخصیص منابع است و همچنین کارایی عبارت است از نسبت نتایج بدست آمده از عملیات (ستاده) به منابع مصرف شده (داده) می باشد. براساس تعریف، عملیات کارا عملیاتی است که با استفاده از روش های بهینه، حداکثر بازده را با صرف منابع تامین کند.

فصل دوم

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱-۲- مقدمه

نظر به افزایش تقاضای انرژی های تجدید پذیر انرژی زیست توده به عنوان یکی از منابع مهم و کلیدی انرژی های تجدید پذیر شناخته شده است که تاثیرات مثبتی در جامعه، اقتصاد و همچنین محیط زیست گذاشته است.

با توجه به بحران جهانی انرژی و افزایش گازهای گلخانه ای انتظار می رود استفاده از محصولات زیستی روند رو به رشدی داشته باشد و وابستگی به سوخت های فسیلی کاهش یابد. تولید سوخت زیستی به طور بالقوه نقش عمده ای در ارضای تقاضای انرژی ایفا کرده است. و از آنجایی که تقاضا برای انرژی های پاک که همان انرژی های بدست آمده از زیست توده می باشد در سال های اخیر روند رو به رشدی داشته است، بنابراین نیاز قابل توجهی برای مطالعه کل زنجیره تامین سوخت زیستی برای ارزیابی اثرات آن بر روی اقتصاد، محیط زیست، اجتماع و... وجود دارد. این منابع دارای پتانسیل زیادی برای تولید انرژی از جمله انرژی برق هستند و هدف از تبدیل آنها به انرژی برق حفظ محیط زیست کاهش آلودگی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی می باشد. لذا زنجیره تامین نقش مهمی را در فراهم آوری موثر و کارآمد منابع زیست توده برای تولید انرژی ایفا می کند.

امروزه توجه به تولید و مصرف زیست توده و انرژی حاصل از آن بیش از پیش مورد توجه جهان قرار گرفته است پیش بینی می شود در آینده ای نزدیک زیست توده ارزان تر از محصولات پتروشیمی خواهد بود (بریدجوواتر و گراسی , ۲۰۱۲).

عوامل گوناگونی وجود دارد که باعث شده پژوهشگران توجه بیش تری به انرژی زیست توده داشته باشند از جمله استفاده و مصرف انرژی های زیست توده به دلیل تجدیدپذیر بوده منجر به کاهش وابستگی کشورها به واردات سوخت های فسیلی شده و امنیت تامین انرژی را برای کشورها افزایش می دهد. و

همچنین باعث افزایش اشتغال، کاهش فقر در مناطق روستایی می شود. و راحتی تبدیل آن به انرژی های حرارتی و الکتریکی و کاهش تولید گاز های گلخانه ای و کم بوده قیمت آن نسبت به سایر حامل های انرژی از جمله عوامل توجه به این حامل های انرژی می باشد(کیوون وهمکاران، ۲۰۰۵).

مفاهیم و ادبیات در این فصل به سه بخش کلی تقسیم بندی می شود:

در بخش اول به شرح مفاهیم کلیدی در دسته بندی های مختلف پرداخته که این دسته بندی ها شامل بررسی اجمالی زنجیره تامین، ارزیابی عملکرد زنجیره تامین، مدیریت زنجیره تامین، تحلیل پوششی داده ها و زیست توده می باشد و در بخش دوم به بررسی پیشینه تحقیقات انجام شده در حوزه مرتبط با عنوان پایان نامه می پردازیم این بخش شامل ۶ بخش می باشد که در هر کدام از بخش های مشخص شده به بیان تحقیقات پیشین صورت گرفته پرداخته ایم در انتهای این بخش به پیشینه تحقیقات انجام شده در قالب زنجیره تامین-زیست توده-تحلیل پوششی داده ها پرداخته شده و سرانجام در بخش انتهایی این فصل به مرور و جمع بندی کلی می پردازیم.

۲-۲- زنجیره تامین

مفهوم زنجیره تأمین، ابتدا توسط هولیهان بیان شد و شامل "مدیریت همه فرآیندها و فعالیت های گوناگونی که برای مشتری نهایی ارزش ایجاد می کنند و به ایجاد پیوندهای کسب و کار بالادستی و پائین دستی قوی تر و بهبود یافته کمک می کنند، می شود. یکی از مهم ترین اهداف زنجیره تأمین، هماهنگ کردن تمام فعالیت ها و یا محدودیت های می باشد به صورتی که بتوان کالاها را هنگامی که موجودی نگهداری شده کم هزینه ها در سطح پایین و همچنین در زمان مورد نیاز در اختیار مشتریان قرار گیرد.

از آنجایی که زنجیره تأمین در برگیرنده عناصر کلیدی رقابت سازمان است بعضی از سازمان ها به زنجیره تأمین بعنوان اساس استراتژی تمایز خود نگاه می کنند زنجیره تأمین شامل تمام فعالیت های مرتبط با جریان و مبادله کالاها و خدمات، از مرحله ماده خام اولیه تا مرحله محصول نهایی قابل مصرف توسط مشتری است. این نقل و انتقالات علاوه بر جریان مواد، شامل جریان اطلاعات و مباحث مالی نیز می گردد (هاندفیلد و همکاران، ۲۰۰۵).

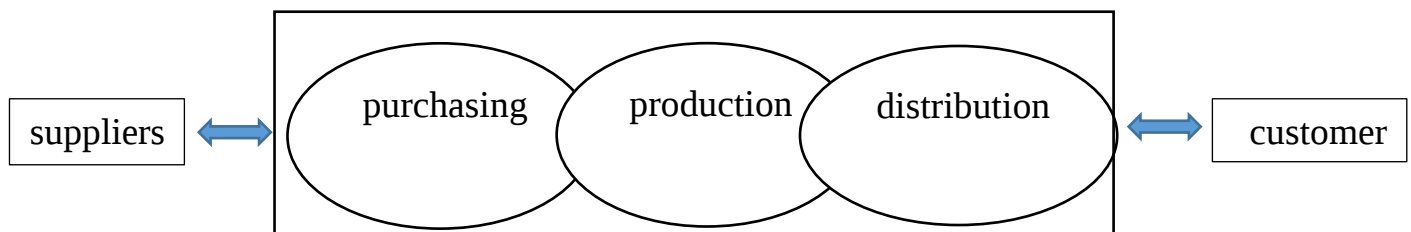
زنجیره تأمین علاوه بر جریان کالا و خدمات در برگیرنده جریان اطلاعات در سطوح مختلف نیز می باشد. و همچنین می توان گفت زنجیره تأمین شامل تمام چرخه عمر محصول، از تدارکات مواد تا ساخت و توزیع، خدمات مشتری و بازیافت می شود (بالفاقی و همکاران، ۲۰۱۶). در تعریف بیان شده توسط استدلر و کیلگر (1341) میتوان زنجیره تأمین را بدین نحو تعریف نمود: "زنجیره تأمین از دو یا چند سازمان تشکیل می شود که رسماً از یکدیگر جدا بوده و به وسیله جریان های مواد، اطلاعات و جریان های مالی به یکدیگر مرتبط می گردند".

نگرش ها و تعاریف متفاوت دیگری توسط محققان و پژوهشگران در رابطه با زنجیره تامین ارائه شده که در برخی از آنها زنجیره تامین را در روابط میان خریدار و فروشنده محدود کرده اند، که در چنین نگرشی تنها بر عملیات خرید رده اول در یک سازمان تمرکز دارد. گروه دیگر، نسبت به زنجیره تامین دید وسیع تری دارند و آن را شامل تمام پایگاه های تامین برای سازمان می دانند. با این تعریف، زنجیره تامین شامل تمام تامین کنندگان در تمام رده ها خواهد بود. چنین نگرشی به زنجیره تامین، تنها به تحلیل شبکه تامین خواهد پرداخت. دید سوم، نگرش زنجیره ارزش پورتر است که در آن زنجیره تامین شامل تمام فعالیت های مورد نیاز برای ارائه یک محصول یا خدمت به مشتری نهایی است. با نگرش یاد شده به زنجیره تامین، توابع تولید و توزیع به عنوان بخشی از جریان کالا و خدمات به زنجیره اضافه می شود (منصور و همکاران).

در تعریف دیگری توسط کوپاچینو (۱۹۹۷) زنجیره تامین بدین صورت بیان گردیده: "زنجیره تامین تمام فعالیت های مورد نیاز برای ارائه محصول به مشتری نهایی، یا تمام فعالیت های مرتبط با جریان و تبدیل کالا از مرحله ماده خام تا تحویل به مصرف کننده نهایی، و نیز جریانهای اطلاعاتی مرتبط با آنها را در بر می گیرد که در دید کلی شامل سه حوزه تدارک، تولید، و توزیع است."

یک زنجیره تامین معمولی، شبکه ای از مواد، اطلاعات و خدمات پردازش خدمات با ویژگی های عرضه، تبدیل و تقاضا است، همانطور که می توانید در شکل زیر ببینید:

شکل ۱-۲- زنجیره تامین ساده



به طور کلی سه مرحله سنتی در زنجیره تامین وجود دارد: تدارکات، تولید و توزیع. هر یک از این مراحل ممکن است از چندین مکان در نقاط مختلف جهان شروع شود.

برای روشن تر شده بهتر مفهوم زنجیره تامین به چند تعریف اساسی در رابطه با این مفهوم می پردازیم: در تعریف دیگری از استیونز "زنجیره تامین شامل مجموع های از فعالیت های مرتبط است که با برنامه ریزی، هماهنگی و کنترل مواد اولیه، قطعات و کالاهای ساخته شده از تأمین کنندگان تا مشتریان در ارتباط است".

آیرس (۲۰۰۱) نیز تعاریف زیر را برای زنجیره تامین و مدیریت زنجیره تامین ارائه می کند: "زنجیره تامین یعنی شکل دادن به فرایندهای جریانهای فیزیکی، اطلاعاتی، مالی و دانش به منظور ارضای احتیاجات مصرف کننده نهایی از طریق محصولات و خدمات مرتبط با تأمین کنندگان"

کوکین (۱۹۹۷) "زنجیره تامین را به عنوان تمام فعالیت هایی که با حرکت محصولات از مواد خام تا کاربر نهایی همراه است تعریف می کند".

کریستوفر (۱۹۹۹) "زنجیره تامین را شبکه ای از سازمان ها می داند که از طریق ارتباطات رو به بالا و رو به پایین در فرایندها و فعالیت های مختلف باهم در ارتباط هستند".

در نهایت می توان گفت که زنجیره تامین برای رسیدن به بیشترین ارزش، نیازمند مدیریت کارا و اثربخش تمامی جریانهای و فرایندها بین تمامی اعضا در تمامی مراحل (شامل طراحی محصول، تهیه و خرید مواد اولیه، پیشبینی و برنامه ریزی، تولید و توزیع، خدمات پس از فروش و مصرف نهایی محصول) است (رحمان، ۲۰۱۳).

از آنجایی که در این پایان نامه موضوع حول زنجیره تامین زیست توده می باشد به توضیح مختصری درباره تفاوت زنجیره تامین سنتی و سبز می پردازیم.

در مقایسه با زنجیره تأمین سنتی، زنجیره تأمین سبز دارای مشخصات و ویژگی های زیر است:

سبز بودن زنجیره که به معنای تأکید بر مشخصه حداقل مصرف انرژی و منابع و حداقل تولید آلاینده ها در طول زنجیره تأمین است و با روش های بهینه سازی سیستمها و بهبود زیست محیطی عملکرد تمام اعضای زنجیره تأمین حاصل می شود. برخلاف زنجیره تأمین سنتی که جریان مواد دارای حلقه بسته نیست و از مواد خام شروع و به محصول نهایی ختم می شود زنجیره تأمین سبز بخش بازیافت را که یا مربوط به تولیدکنندگان یا به شرکت های بازیافت کننده دسته سوم مربوط می شود به زنجیره اضافه نموده است. با فرآیند های بازیافت، بخشی یا تمام محصولات مجدداً مورد استفاده واقع می شوند یا انرژی و منابع بازیافت می گردد که منجر به بهینه سازی مصرف انرژی و منابع، کاهش آلاینده ها و ضایعات در نهایت کاهش هزینه های تولید می شود. در زنجیره تأمین سبز یکپارچگی بیشتری وجود دارد زیرا هدف استراتژیک کل زنجیره حفظ محیط زیست تعریف می شود و این مستلزم یکپارچگی سیستم های اطلاعاتی و همکاری تمام اعضای زنجیره تأمین و هماهنگی بیشتر فعالیت های آن در جهت تحقق این هدف است. زنجیره تأمین سبز شامل فرآیند های تأمین مواد خام، تولید، مدیریت لجستیک، توزیع و خدمات، استفاده و بازیافت است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین آشکار می شود که در عصر کنونی، شرکت ها با چالش ها و فشارهای شدید بازار رقابتی، شامل جهانی سازی، رقابت و همکاری، تنوع نیازهای مشتریان، و چرخه کوتاه عمر محصول روبرو هستند. در نتیجه، زنجیره تأمین به عنوان یک اصل مهم و اساسی مورد توجه سازمان ها قرار گرفته است. به عبارتی، علاوه بر تمرکز بر فعالیت های داخلی سازمان، به ارتباطات و تعاملات مناسب و به هنگام با تأمین کنندگان و مشتریان توجه خاصی مبذول می نماید.

زنجیره تأمین زیست توده: مدیریت زنجیره تأمین نقش مهمی در مدیریت انرژی زیستی دارد و از مدیریت یکپارچه تولید انرژی زیستی از کشت زیست توده تا تولید انرژی زیستی را شامل می شود که

دارای اجزای مختلفی شامل کشت و برداشت، انتقال، ذخیره سازی و پیش پردازش می باشد (گریگورودیس و همکاران ۲۰۱۴).

۱-۲-۲- ارزیابی عملکرد زنجیره تامین

می توان گفت امروزه یکی از مشکلات جدی که مدیران کشور با آن مواجه هستند مسئله اندازه گیری عملکرد در صنایع مختلف می باشد. داشتن ابزار مناسب و مقیاس دقیق عملکردی در صنایع مختلف این امکان را به مدیران می دهد تا بتوانند موقعیت عملکردی خود را در مقایسه با دامنه عملکرد دیگر رقبا بسنجند. عملکرد مناسب زنجیره تامین نقش بسیار مهمی در موفقیت یک سازمان در دستیابی به سودآوری دارد (جمالی، ۲۰۱۸).

ارزیابی عملکرد بعنوان یک ابزار مدیریتی پایه ای، مدیران را قادر می سازد که بتوانند زنجیره تامین را به صورت کارا مدیریت نمایند. ارزیابی عملکرد پشتیبانی لازم را برای افزایش عملکرد بعنوان وسیله ای برای رسیدن به تعالی زنجیره تامین فراهم می آورد. برای آن که بتوانیم بهترین تصمیم را در رابطه با زنجیره تامین بگیریم باید بتوانیم اندازه گیری های مناسبی را در زمان مناسب انجام دهیم. برای اندازه گیری عملکرد زنجیره تامین شاخص ها و معیار های متفاوتی معرفی شده است در دو دهه اخیر مطالعات زیادی در باره مدل های ارزیابی عملکرد زنجیره تامین انجام گرفته. که با توجه به اهمیت ارزیابی عملکرد در ادامه به بررسی مدل های ارزیابی عملکرد می پردازیم:

لیانگ و همکارانش (۲۰۰۶) یک مدل تحلیل پوششی داده های برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین پیشنهاد دادند. مدل های تحلیل پوششی داده ها را بر اساس رویکرد بازی برای تجزیه کارایی (بهره وری) برای ساختار های شبکه ای دو مرحله ای توسعه دادند که در آن ها خروجی های مرحله اول، تنها ورودی های مرحله دوم می باشند.

تاکنون مجموعه ای مهم از مطالعات متفاوت در زمینه مدل های ارزیابی عملکرد در چارچوب سازمان ارائه شده که معروفترین آنها مدل کارت امتیازی متوازن و مدل تعالی عملکرد و مدل تحلیل پوششی داده ها می باشد.

۳-۲- مدیریت زنجیره تامین

مفهوم مدیریت زنجیره تامین بدین معنی است که تعدادی از سازمان های مستقل برای سازماندهی جریان اطلاعات و محصولات بین خود به تفاهم می رسند. با توجه به تعریف بیان شده توسط استاد تالر وظیفه مهم زنجیره تامین یکپارچه کردن واحد های سازمانی در طول زنجیره تامین و هماهنگ کردن جریان های مالی، اطلاعات و مواد به منظور برآورده کردن نیازهای مشتریان و بهبود رقابت پذیری زنجیره تامین بصورت یک کل است. هدف مهم مدیریت زنجیره تامین، هماهنگ کردن همه فعالیت ها یا محدودیت های مختلف زنجیره است، به صورتی که بتوان کالاها را هنگامی که موجودی نگهداری شده کم و هزینه ها پائین است در زمان مورد نیاز در اختیار مشتریان قرار داد. متأسفانه شرکای مختلف در زنجیره تامین، برای تولید یک محصول یا خدمت همیشه با یکدیگر مشارکت نمی کنند و این وضعیت دشواری را برای مدیریت زنجیره تامین به وجود می آورد. در مدیریت زنجیره تامین مؤثر، تأمین کننده ها و مشتریان با هم در یک شیوه هماهنگ، با سهیم شدن در جریان آزاد اطلاعات، به وسیله صحبت کردن با یکدیگر فعالیت می کنند. جریان سریع اطلاعات بین مشتریان، تأمین کنندگان، مراکز عرضه و سیستم های حمل و نقل، شرکت ها را برای توسعه زنجیره تامین توانا می سازد. در یک زنجیره تامین توانمند، تأمین کننده ها و مشتریان با اهداف مشابه در کنار هم حضور داشته و همکاری می کنند. (آذری و مومنی، ۲۰۲۰)

مدیریت زنجیره تامین در ادبیات خود به صورت های مختلفی تعریف شده و بعضی از مهمترین معتبر ترین این تعاریف در زیر آمده است:

دریک زنجیره تامین مدیریت شده سازنده و تامین کنندگانش، خریداران و مشتریان به عبارت دیگر همه اعضا در سازمان گسترش یافته، با هم کار می کنند تا یک محصول و یا خدمت مشترک را به بازار عرضه کنند که مشتری مایل است برای آن پول پرداخت کند. این شرکت های همکار به صورت یک سازمان گسترش یافته عمل می کنند و از منابع مشترک استفاده بهینه کرده تا به مزیتی رقابتی به طور منحصر به فرد دست یابند، نتیجه آن محصول یا خدماتی است با کیفیت بالا، قابلیت دسترسی آسان و هزینه پایین.

مدیریت زنجیره تامین شامل یکپارچه سازی فرآیند های کسب و کار از استفاده کننده نهایی تا تامین کنندگان اولیه می باشد که محصول، خدمات و یا اطلاعاتی را مهیا می کند که برای مشتریان ایجاد ارزش می کند.

مدیریت زنجیره تامین بر یکپارچه سازی فعالیت های زنجیره تامین و نیز جریان های اطلاعاتی مرتبط با آنها از طریق بهبود در روابط زنجیره، برای دستیابی به مزیت رقابتی قابل اتکا و مستدام مشتمل می شود. بنابراین مدیریت زنجیره تامین عبارتست از فرایند یکپارچه سازی فعالیت های زنجیره تامین و نیز جریان های اطلاعاتی مرتبط با آن، از طریق بهبود و هماهنگ سازی فعالیت ها در زنجیره تامین تولید و عرضه محصول.

تعریف مدیریت زنجیره تامین توسط انجمن زنجیره تامین جهانی (GSCF) به این صورت توسعه یافته است: مدیریت زنجیره تامین، یکپارچه سازی فرآیند های کلیدی کسب و کار کاربر نهایی از طریق تامین کنندگان اصلی است که محصولات، خدمات و اطلاعاتی را که ارزش افزوده برای مشتریان و سایر ذینفعان ایجاد می کنند، فراهم می کند.

تعریف مدیریت زنجیره تامین توسط انجمن زنجیره تامین جهانی (GSCF) به این صورت توسعه یافته است: مدیریت زنجیره تامین، یکپارچه سازی فرآیند های کلیدی کسب و کار کاربر نهایی از طریق

تأمین کنندگان اصلی است که محصولات، خدمات و اطلاعاتی را که ارزش افزوده برای مشتریان و سایر ذینفعان ایجاد می‌کنند، فراهم می‌کند. تاکنون تعاریف بیشماری برای مدیریت زنجیره تأمین ارائه شده است که همگی تمایل به تمرکز بر انتقال فیزیکی کالاها دارند. مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت اطلاعات، فرآیندها، کالاها و جریان نقدی از اولین تأمین کننده به مشتری نهایی، با در بر داشتن دفع و انهدام است.

۴-۲- کارایی زنجیره تأمین

کارایی عبارت است از نسبت میزان محصول قابل استفاده به نسبت میزان منابع تولید که برای تولید آن محصول، به کار رفته است. قابل استفاده بودن محصول و یا ارزش آن در جامعه به وسیله پول تعیین می‌گردد. به همین طریق قابل استفاده بودن و یا ارزش منابع تولیدی نیز بر حسب پول سنجیده می‌شود. برای اندازه گیری کارایی اقتصادی باید برای کالا و خدمات ارزشی تعیین نمود هم چنین باید برای منابع تولید مختلف و نیز برای یک نوع منبع تولیدی که در چند مورد به کار می‌رود نیز ارزش قائل شد. منابع تولیدی بر حسب اهمیت آنها در تولید کالاها بر حسب اهمیت آنها در تولید کالاها و خدمات ارزش بندی می‌گردد.

فارل کارایی را با نگرش تمرکز بر داده ها اندازه گیری کرد، یعنی به این سوال پاسخ داد که تا چه حدی می‌توان به طور مناسب مقادیر ورودی را کاهش داد بدون اینکه محصول تولید شده تغییر یابد. اما حالت دیگری نیز وجود دارد که بر محصول تمرکز می‌کند و سوال می‌شود که تا چه حدی می‌توان خروجی نسبی محصول را افزایش داد بدون اینکه مقدار ورودی به کار رفته تغییر کند.

۴-۲-۱- روش های اندازه گیری کارایی

در اندازه گیری کارایی واحد ها روش های مختلفی به کار گرفته می شود. به طور کلی، دو گروه از روش های عمده برای اندازه گیری کارایی وجود دارد، این دو گروه عبارت از روش های پارامتری^۵ و روش های غیر پارامتری^۶ می باشد.

الف) روش های پارامتری: در این روش تابع تولید مشخصی با استفاده از روش های آماری و اقتصادسنجی تخمین زده شده و سپس با به کارگیری این تابع نسبت به تعیین کارایی اقدام می گردد.

ب) روش های غیر پارامتری: این روش نیازمند تابع تولید نمی باشد. تحلیل پوششی داده ها روشی غیر پارامتری است که کارایی نسبی واحد ها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می کند. در این تکنیک نیازی به شناخت شکل تابع تولید نیست و محدودیتی در تعداد ورودی و خروجی نمی باشد.

۵-۲- تحلیل پوششی داده ها

تکنیک تجزیه و تحلیل داده ها (DEA) یکی از معروف ترین و پرکاربردترین ابزار برای اندازه گیری بهره وری و بهره وری در مشکلات پیچیده است. این تکنیک برای ارزیابی عملکرد نسبی واحدهای آزمایش شده، به نام واحدهای تصمیم گیری DMU اعمال می شود. روش DEA اولین بار برای اندازه گیری فرآیندهای تولید اجرا شد. اندازه گیری کارایی به خاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. در سال ۱۹۵۷ فارل با استفاده از روشی مانند اندازه گیری کارایی در مباحث مهندسی اقدام به اندازه گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود. موردی که فارل برای اندازه گیری کارایی مد نظر قرار داده بود شامل یک ورودی و یک خروجی بود.

⁵ Parametric methods

⁶ Non parametric methods

مطالعه فارل شامل اندازه گیری "کارایی فنی" و "تخصصی" و "مشتق تابع تولید کارایی" بود. چارنز و کوپر و رورز در مقاله خود این روش را به صورت زیر تعریف نموده اند: تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه ریزی ریاضی برای داده‌های مشاهده شده است که روشی جدید برای تخمین تجربی نسبت‌های وزنی یا مرز کارایی را هم چون تابع تولید فراهم می‌سازد که پایه اقتصاد مدرن می‌باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۰).

تحلیل پوششی داده‌ها، روشی پارامتریک است که با فرض اصول موضوعه تولید، به ارزیابی کارایی واحد‌های تصمیم‌گیرنده که هر یک دارای چندین ورودی و چندین خروجی است، می‌پردازد. مدل اولیه DEA به مدل CCR معروف بوده چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه داده و مدلی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. این مدل تحت عنوان "تحلیل پوششی داده‌ها" نام گرفت و اول بار در رساله دکتری "ادوارد رودز" و به راهنمایی کوپر تحت عنوان "ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا" در سال ۱۹۷۶ در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت و در سال ۱۹۷۸ در مقاله‌ای تحت عنوان "اندازه‌گیری کارایی واحد‌های تصمیم‌گیرنده" ارائه شد. از آنجا که این مدل توسط چارنز، کوپر و رودز ارائه گردید به مدل CCR که از حروف اول نام سه فرد فوق تشکیل شده است معروف گردید. هدف در این مدل اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحد‌های سازمانی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، شعب بانک، شهرداری‌ها و... که دارای چندین ورودی و خروجی شبیه به هم باشند است. با فرض ثابت بودن بازده به مقیاس به محاسبه کارایی واحد‌ها می‌پردازد. یکی از نقص‌های این مدل این است که هرگاه بازده به مقیاس ثابت نباشد، مدل CCR توانایی محاسبه کارایی را ندارد. این الگو دارای بازده ثابت به مقیاس است و سعی دارد، با انتخاب وزن‌های بهینه، برای متغیرهای ورودی و خروجی واحد تحت بررسی، کسر

کارایی این واحد (واحد صفر) را، به گونه ای بیشتر کند که کارایی سایر واحد ها، از حد بالای یک، تجاوز نکند. این الگو در دو ماهیت ورودی و خروجی و در سه شکل کسری، مضربی و پوششی مطرح شده است.

یکی از ویژگی های مدل تحلیل پوششی داده ها ساختار بازده به مقیاس آن می باشد. بازده به مقیاس می تواند ثابت یا متغیر باشد. بازده به مقیاس بدان معنا است که افزایش در مقدار ورودی منجر به افزایش خروجی به همان نسبت می شود. در بازده متغیر، افزایش خروجی بیشتر یا کمتر از نسبت افزایش در ورودی است.

مدل CCR از جمله مدل های بازده ثابت نسبت به مقیاس است. مدل های بازده ثابت به مقیاس زمانی مناسب است که همه واحد ها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی کارایی واحد ها هر گاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت هایی را در سرمایه گذاری تحمیل کند موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می گردد. برای رفع این مشکل، بنکر، چارنز و کوپر در سال ۱۹۸۴ مدل BCC را مطرح کرده اند مدل BCC مدلی از انواع مدل های تحلیل پوششی داده ها است که در آن بازده به مقیاس می تواند متغیر (ثابت، افزایشی یا کاهش) باشد. زیرا مدل بازده به مقیاس ثابت واحد های کارایی کمتری را در بر می گیرد و مقدار کارایی نیز کمتر می گردد، علت این امر حالت خاص بودن مدل بازده ثابت به مقیاس از مدل بازده متغیر به مقیاس می باشد. شایان ذکر است که مدل های CCR و BCC هر کدام می تواند در فرم مضربی یا پوششی با ورودی محور یا خروجی محور باشند.

استفاده از بازده متغیر نسبت به مقیاس موجب می شود با محاسبه کارایی فنی بر حسب مقادیر کارایی ناشی از مقیاس و کارایی ناشی از مدیریت، تحلیل بسیار دقیقی ارائه گردد. برای ساخت مدل های نهاده گرا و ستاده گرا در مدل اصلی BCC از همان مبانی مدل CCR استفاده می شود در مدل نهاده گرا با کاهش نهاده ها میزان کارایی افزایش می یابد ولی در مدل ستاده گرا با افزایش ستاده ها میزان کارایی افزایش می یابد. روش تحلیل پوششی داده ها از داده های نهاده و محصول هر واحد تولیدی برای

ساخت یک مرز تولید نا پارامتریک استفاده می‌کند؛ درچنین حالتی، تمامی واحد های مشاهده شده بر روی یا زیر مرز پوششی قرار می‌گیرند. بنابراین، کارایی هر واحد تولیدی نسبت به کارایی همه واحدهای تولیدی در نمونه مورد مطالعه سنجیده می‌شود. در این روش، واحدها با یک سطح استاندارد از پیش تعیین شده یا تابعی معلوم و مشخص مقایسه نمی‌شوند، بلکه ملاک ارزیابی عملکرد واحد های تصمیم گیرنده ای است که در شرایط یکسان، به فعالیت های مشابه می پردازند. در این روش، به جای تعیین تابع تولید مرزی، عملکرد بنگاه هایی که بالاترین نسبت ستانده به نهاده را داشته باشند، به عنوان مرز کارایی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین کارایی نسبی واحد های مورد مطالعه نتیجه مقایسه واحد های مورد مطالعه با یکدیگر است. مزیت روش ناپارامتریک عدم نیاز به مشخص شدن فرم تابع است؛ اما در این روش تکانه های تصادفی در نظر گرفته نمی‌شوند و تمامی انحرافات از مرز کارا ناکارایی تلقی می‌شود. مدل تحلیل پوششی دادها می‌تواند محصول گرا یا نهاده گرا باشند. در روش نهاده گرا، هدف استفاده کمینه نهاده با توجه به یک سطح معین محصول است درمدل های محصول گرا، هدف حداکثر سازی تولید با توجه به مقدار معین نهاده هاست. سطح پوششی دادها(هم محصول گرا و هم نهاده گرا)ممکن است دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس(CRS) با بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS) باشد(بیوریک وهمکاران، ۱۹۹۰).

مدل CRS یک مدل نهاده گراست که توسط چارنز و همکاران پیشنهاد شد. برای تفکیک کارایی فنی از کارایی مقیاس، ازمدل VRS استفاده می‌شود. وجود اختلاف بین مقادیر کارایی فنی بدست آمده از دوروش CRS و VRS برای یک بنگاه نشان دهنده عدم کارایی مقیاس است؛ تحلیل پوششی دادها به عنوان یک روش برنامه ریزی ریاضی برای ارزیابی واحد های تصمیم گیری با این فرض اولیه که واحد های تصمیم گیری تحت بررسی نهادهای مشابه برای تولید ستادهای مشابه به کار می روند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل های تحلیل پوششی دادها دریک فضای مقایسه ای براساس میزان توانایی

هر واحد تصمیم‌گیری در تبدیل نهاده‌ها به ستاده‌ها به کارگرفته می‌شود. روش فوق برای ارزیابی یک DUM با هر تنوعی در نوع و تعداد نهاده و ستاده، قراردادن آن در بالاترین نسبت ارزش ستاده‌ها به ارزش نهاده‌ها است. نسبت ارزش موزون ستاده‌ها و نهاده‌ها به کمک مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی با یافتن وزن بهینه هر عامل موثر بر عملکرد به حداکثر می‌رسد. این اوزان بهینه در یک محیط رقابتی که توسط خود واحدها ایجاد می‌گردد، به دست می‌آید. توان متغیر سازی تعیین اوزان برای هر عامل در ارزیابی هر DUM از با ارزش‌ترین توان مندی‌های تحلیل پوششی داده‌ها در مقابل سایر روش‌ها که ناگزیر به تخصیص اوزان ثابت به عوامل مشابه در همه واحدهای تصمیم‌گیری هستند، می‌باشد. می‌توان گفت مزیت اصلی تحلیل پوششی داده‌ها توانایی آن در مقایسه واحدهای تصمیم‌گیری با چند ورودی و خروجی بدون نیاز به جداسازی داده‌هاست، به این معنا که به تعیین میزان مصرف منابع برای هر واحد تصمیم‌گیری نیازی نیست (فار و همکاران، ۲۰۰۷).

۱-۵-۲- مزایای روش تحلیل پوششی داده‌ها

- (۱) در این روش واحد اندازه‌گیری حساس نیست و نهاده‌ها می‌توانند دارای واحدهای مختلفی باشند.
- (۲) روش DEA یک روش مدیریتی است که کارایی واحدها را، به طور نسبی اندازه‌گیری می‌کند و راهکارهای مدیریتی ارائه می‌کند.
- (۳) روش DEA به مقایسه واحدها با یکدیگر می‌پردازد و از ایده‌آل گرایی محض به دور است.
- (۴) روش DEA فقط کارایی را مشخص می‌کند و نقطه ضعف سایر سیستم‌های اندازه‌گیری که نوعی مطلق گرایی را دنبال می‌کنند، ندارند و کارا بودن در یک الگو یک کمیت دست‌یافتنی است.

- (۵) در تکنیک DEA، احتیاجی به بیان فرم ریاضی ارتباط بین ورودی و خروجی‌ها وجود ندارد و ارتباط براساس خود مقادیر ورودی و خروجی تعیین می‌شود. همین امر آن را به عنوان یک روش ناپارامتری طبقه‌بندی می‌کند.
- (۶) استفاده از DEA، ممکن است ارتباطات جدیدی را مدل‌بندی کند که در شیوه‌های دیگر کشف نشده و مخفی مانده‌اند.
- (۷) امکان به کارگیری همزمان چندین ورودی و خروجی در تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد.
- (۸) انواع ورودی و خروجی‌ها را می‌توان در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به کار گرفت.
- (۹) منابع تاثیرگذار در ناکارآمدی سازمان‌ها به واسطه به کارگیری DEA، تجزیه و تحلیل می‌شود
- (۱۰) تمرکز بر هر یک از مشاهدات در مقابل میانگین جامعه.
- (۱۱) فراهم آوردن یک شیوه اندازه‌گیری جامع و منحصر به فرد برای هر واحد که از ورودی برای ایجاد خروجی‌ها استفاده می‌کند.
- (۱۲) استفاده همزمان از چندین ورودی و چندین خروجی.
- (۱۳) سازگاری با متغیرهای برون‌زا.
- (۱۴) توانایی در نظر گرفتن متغیرهای طبقه‌ای یا مجازی.
- (۱۵) نیازمند آگاهی از وزن‌ها یا قیمت‌های ورودی‌ها و خروجی‌ها نبوده و از ارزش‌گذاری بی‌نیاز است.
- (۱۶) شکل تابع توزیع و روابط تولید محدودیتی را برای آن ایجاد نمی‌کند.
- (۱۷) تخمین در تغییر ورودی‌ها و خروجی‌های واحد‌هایی که در زیر مرز کارا قرار گرفته برای تصویر کردن آن واحد بر مرز کارا.
- (۱۸) ارائه جواب بهینه پارتو.
- (۱۹) امکان به کارگیری ورودی‌ها و خروجی‌ها مختلف با مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت.

۲-۵-۲- محدودیت های روش تحلیل پوششی داده‌ها

- (۱) چون DEA یک تکنیک ریاضی است از این رو خطاهای اندازه‌گیری ممکن است تغییرات عمده‌ای در نتیجه به همراه داشته باشد از این رو می‌بایست پس از شناسایی واحد کارا به کنترل مجدد داده‌ها و ستاده‌ها اقدام و از صحت آن اطمینان حاصل نمود.
- (۲) این روش صرفاً یک روش ریاضی و بر اساس برنامه ریزی خطی است و توانایی مقایسه متغیرهای کیفی واحدهای تصمیم‌گیری را ندارد.
- (۳) اگر تنها یکی از داده‌ها و ستاده‌های واحدهای تصمیم‌گیری تغییر کند، تغییرات اساسی در درجه کارایی واحدهای تصمیم‌گیری پیش خواهد آمد.
- (۴) توافق کلی در مورد انتخاب داده‌ها و ستاده‌ها در این روش وجود ندارد.
- (۵) نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها به انتخاب ورودی و خروجی‌ها بسیار وابسته است. در نتیجه انتخاب نامناسب هر یک از آن‌ها، نتایج حاصل را تحت تاثیر قرار داده و منحرف می‌کند.
- (۶) متأسفانه با افزایش تعداد ورودی و خروجی‌ها میزان کارایی شرکت‌ها و صنایع براساس تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) افزایش یافته بدون آنکه برایش توضیح قابل قبولی وجود داشته باشد.
- (۷) تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک تکنیک بهینه‌سازی امکان پیشگیری خطا در اندازه‌گیری و سایر خطاها را ندارد.
- (۸) این تکنیک جهت اندازه‌گیری کارایی نسبی به کار گرفته شده و کارایی مطلق را نمی‌سنجد.
- (۹) تفاوت بین اهمیت ورودی‌ها و خروجی‌ها موجب انحراف در نتایج می‌گردد اما با محدود سازی وزن‌های خروجی و ورودی این شکل تا حدودی قابل رفع است.
- (۱۰) از آنجا که تحلیل پوششی داده‌ها تکنیکی غیر پارامتری است، انجام آزمون‌های آماری برای مشکل است.

۱۱) تعداد مدل های مورد نیاز و حل آنها به تعداد واحد های تحت بررسی است که تا حدودی حجم محاسبات را افزایش می دهد.

۱۲) اضافه کردن یک واحد جدید به مجموعه واحدهای قبلی بررسی شده موجب تغییر در امتیاز کارایی تمامی واحد ها می گردد.

۱۳) تغییر در نوع و تعداد ورودی ها ممکن است در نتایج ارزیابی تغییر دهد.

۶-۲- زیست توده

سوخت های زیستی به عنوان جایگزین برای سوخت های حمل و نقل و سوخت های فسیلی اهمیت بسیاری دارند. از آنجا که طی فرایند تفکافت، زیست توده را می توان به طور مستقیم به سوخت های جامد، مایع و همچنین گازی تبدیل کرد در بین سناریو های انرژی از اهمیت بسیار برخوردار بوده و بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

یکی از مهم ترین و در دسترس ترین منابع تجدید پذیر زیست توده است که از انواع متداول سوخت جامد آن، زباله و زائدات کشاورزی هستند. گرچه نیروگاه های زباله سوز در برخی نقاط کشور احداث شده و مطالعات گسترده ای در این زمینه صورت گرفته، اما در زمینه استفاده از زائدات کشاورزی که بخش وسیعی از منابع زیست توده را در کشور ایران تشکیل می دهند، مطالعات گسترده ای انجام نشده است در صورتی که می توان از این سوخت برای تولید برق در نیروگاه های محلی در روستاها و مناطق دور افتاده که امکان دسترسی به سوخت های فسیلی وجود ندارد و یا دشوار است، استفاده کرد.

زیست توده یکی از منابع مهم انرژی های تجدید پذیر است و به هر موجود زنده که قابلیت رشد و نمو داشته باشد اطلاق می گردد، که شامل جنگل ها، اجزای گیاهان، برگ ها، موجودات زنده اقیانوس ها، زائدات حیوانی پسماند های شهری و غذایی می شوند. این موارد دارای قابلیت ذخیره انرژی در خود

می‌باشند. درواقع، درخلال پدیده فتوسنتز دی اکسید کربن ازطریق آب، خاک و هوا توسط انرژی خورشید در گیاهان ذخیره می‌شود و باعث رشد ونمو آنها می‌گردد. این انرژی خورشیدی در واقع قابلیت تبدیل به انرژی را دارا است. زیست توده قابلیت تولید برق، حرارت، سوخت های مایع، سوخت های گازی وانواع کاربرد های مفید شیمیایی را دارد. در تعریف دیگری از زیست توده آمده است: زیست توده شامل کلیه موادی در طبیعت می‌شود که درگذشته نزدیک جلندار بوده، ازموجودات زنده بعمل آمده و یا زائدات، ضایعات و یا فضولات آنها می‌باشند زیست توده درمقابل منابع فسیلی مطرح می شود می‌دانیم که منشا منابع فسیلی نیز منابع زیست توده می باشد ولی تفاوت آنها دراین است که منابع فسیلی از منابع زیست توده که درگذشته بسیار دورزنده بوده اند و تحت شرایط فشار و دمای خاص حاصل می‌شوند.

به عنوان یک تعریف علمی دیگر ، زیست توده اصطلاحی است درزمینه انرژی که برای توصیف یک رشته ازمحصولات که اذفتوسنتز حاصل می شوند، به کار می‌رود هر سال از طریق فتوسنتز معادل چندین برابر مصرف سالانه انرژی جهان انرژی خورشیدی دربرگ های درختان ذخیره می‌شود.

در یک دسته بندی ساده که توسط وزارت نیرو ارائه شده زیست توده ها به ۵دسته تقسیم می‌شوند که شامل:

- زایدات و ضایعات کشاورزی و جنگلی
- فضولات دامی
- زباله های شهری
- فاضلاب های شهری
- فاضلاب ها و پسماندهای صنعتی

۱-۶-۲-انواع زیست توده

زائدات کشاورزی: چوب یا همان سوخت ها چوبی اصطلاحی است، شامل انواع سوخت های حاصل از جنگل کاری، ضایعات حاصل از بهره برداری منابع جنگلی، ضایعات حاصل از صنایع تبدیلی چوب، صنایع چوب و کاغذ و تأسیسات پردازشی مجاور مناطق جنگلی که می تواند به عنوان یک ماده اولیه جهت احداث نیروگاه برای تأمین انرژی همان صنایع یا صنایع دیگر مورد استفاده قرار گیرد. زائدات کشاورزی نیز مواد سرشار از انرژی بوده که ارزش غذایی برای انسان ندارند. سالانه میزان زیادی از زائدات کشاورزی نظیر کاه و کلش غلات، شاخه و برگ انواع گیاهان و محصولات باغی در مراحل مختلف کشاورزی تولید می گردد که می تواند در فرایند تولید انرژی مورد استفاده قرار بگیرد. هرساله با تولید مقادیر قابل توجه از محصولات کشاورزی، زائدات و ضایعات فراوانی نیز ایجاد می گردد که اکثراً به صورت کامل، مورد استفاده قرار نمی گیرد. به طور نسبی ۲۵ درصد وزن هر محصول کشاورزی را تفاله آن شامل می شود؛ به عنوان مثال ۲۵ درصد وزن برنج، متعلق به سبوس آن است و یا حدود ۴۵ درصد از بادام زمینی را بوته آن تشکیل می دهد و مطالعات انجام شده نشان می دهد که به لحاظ نظری می توان نیازهای سوخت خانگی مناطق روستایی را از طریق این گونه محصولات تأمین کرد. به طور کلی ای دسته از منابع زیست توده شامل محصولات مختلف چون ذرت، برنج، سورگوم، نیشکر، انواع میوه، گیاهان روغنی، و نیز زائدات و ضایعات آن ها مانند سبوس برنج است.

این دسته از منابع، موادی سرشار از انرژی است که عمدتاً فاقد ارزش غذایی برای انسان می باشد و محصولاتی چون غلات، حبوبات، محصولات صنعتی، سبزی ها، محصولات جالیزی، نباتات علوفه ای و محصولات باغی را شامل می شود. ماهیت فعالیت های زراعی و باغی توأم با تولید بقایای گیاهی به دو صورت زائدات و ضایعات است. زائدات زراعی و باغی شامل کاه و کلش، غالف، پوست، ساقه و شاخه و برگ انواع گیاهان و محصولات باغی است که در مراحل مختلف کشاورزی تولید می شود و می توان آن را

به سه دسته کلی تقسیم کرد: (۱) زائدات حاصل از درو کردن که بعد از برداشت محصول در زمین باقی می ماند و از آن جمله میتوان به ساقه های کتان اشاره کرد؛ (۲) زائدات عملیات کشاورزی، برای مثال سبوس برنج و یا تفاله نیشکر (۳) زائدات حاصل از هرس درختان و یا ریزش طبیعی برگ درختان.

در مقابل ضایعات کشاورزی، شامل محصولات زراعی و باغی با کیفیتی نامطلوب یا در اصطلاح پسماند عمل آوری محصولات کشاورزی می باشد که در کل زنجیره ارزش تولید محصولات از مرحله عمل آوری، برداشت، انتقال، انبار تا تحویل به مشتری امکانپذیر است. به دست آوردن اطلاعات کامل در مورد این شاخه مشکل است؛ اگرچه سهم پسماند محصولات کشاورزی نسبت به کل در حدود ۱ تا ۲ درصد تخمین زده می شود و مقدار این پسماند در حدود ۸ تا ۱۵ درصد کل پسماند محصولات را تشکیل می دهد.

زائدات جنگلی: چوب، خرده های چوب و خاک اره، از عمده منابع جنگلی زیست توده به شمار می روند. این منبع انرژی از قرن ها پیش در مصارف خانگی و صنعتی مورد استفاده قرار می گرفته است. در توضیح بیشتر حدود صد و پنجاه سال پیش، ۷۵ درصد از انرژی مورد نیاز بشر از زیست توده (عمدتاً از جنگل ها و ضایعات جنگلی) تأمین شده است و در حال حاضر، سالانه بیش از ۱/۲ گیگا تن چوب در جهان به مصرف تولید انرژی می رسد. در حال حاضر با توجه به اقتصادی بودن تولید انرژی به ویژه برق از درختان در اروپا و آمریکای شمالی، کشاورزان بخش هایی از زمین های کشاورزی خود را به کشت درختان سریع الرشد و انرژی زا اختصاص می دهند. در این راستا می توان به درختستان های انرژی در برخی از کشورها در سال های اخیر اشاره کرد. به علاوه، وسعت جنگل های انرژی در کشور برزیل بالغ بر ۲ میلیون هکتار است که عمدهً به کشت اکالیپتوس اختصاص یافته اند. از انواع مختلف محصولات انرژی

زا می‌توان به کشت درختان سریع‌الرشد^۷ نظیر اکالیپتوس، کشت محصولات کشاورزی، گیاهان (انرژی زا)^۸ مانند سورگوم و نیشکر (کشت گیاهان روغنی با محتوی انرژی بالا، مانند سویا و شلغم روغنی و درخت نخل) اشاره کرد. توجه به این محصولات می‌تواند ضمن تأمین آسان و پایدار قسمتی از انرژی موردنیاز و امنیت تأمین انرژی، با ایجاد درآمد برای کشاورزان از طریق اختصاص ظرفیت‌های خالی و زمین‌های غیرقابل استفاده در بخش کشاورزی به این امر همراه باشد. در کشور ایران، مساحت جنگلها در سال ۱۳۷۴ افزون بر ۲۱/۳ میلیون هکتار گزارش شده است. میزان زیست توده جنگل‌های کشور در این سال بالغ بر ۵۵۶/۲ تن در هکتار برآورد شده است که از این میان در حدود ۴۴۶ تن در هکتار آن متعلق به جنگل‌های شمال است. مساحت مراتع کشور در همان سال، در حدود ۹۰ میلیون هکتار و زیست توده آن حدود ۱۲ میلیون تن تخمین زده شده است. این در حالی است که سطح جنگل‌های کشور در سال ۱۳۹۱ به ۱۴/۶ میلیون هکتار کاهش یافته است.

پسماندهای صنایع غذایی و کشاورزی: در فرآیندهای تولید و تبدیل در صنایع غذایی و کشاورزی سالانه مقدار زیادی پسماندهای آلی جامد و مایع تولید می‌گردد که می‌تواند ماده اولیه مناسبی برای نیروگاه‌های زیست توده باشد. انرژی حاصل از این پسماندها می‌تواند در همان صنایع و یا صنایع دیگر مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این ضایعات در فرآیند تولید انرژی واحداث نیروگاه‌های زیست توده می‌تواند در راستای توسعه پایدار در صنعت کشاورزی مد نظر قرار گیرد.

فضولات حیوانی: فضولات حاصل از دام و طیور سرشار از مواد آلی بوده و در فرآیند تولید انرژی می‌تواند به عنوان یک ماده اولیه مناسب در نیروگاه‌های زیست توده مورد استفاده قرار گیرد.

⁷ Short Rotation Crops

⁸ Energy Crops

به منظور روش شدن موضوع، می‌توان به کشورهای نظیر چین و هندوستان با جمعیتی بالغ بر یک میلیارد نفر استناد کرد. شایان ذکر است که بالغ بر پنجاه سال است که استفاده از بیوگاز تولید شده از فضولات دامی در مصارف خانگی روستایی ای کشورها نهادینه شده است. اگرچه، هیچگونه طرح مدونی در خصوص کنترل گازهای گلخانه ای متصاعد شده از دامداری ها و تولید انرژی از آن ها در ایران موجود نیست.

فضولات دام و طیور از حیواناتی نظیر گاو، گوسفند، بز، گاو میش، شتر، مرغ و غیره تولید می‌شود. فضولات دامی حاصل از گاو، مرغ و خوک متداول ترین پسماندهای تر در اروپا و برخی از کشورهای در حال توسعه به ویژه کشورهایمانند هلند و دانمارک است که زمین برای پخش چنین پسماندهایی کم می باشد. فضولات دامی میتوانند به صورت منفرد و یا ترکیبی با زائدات کشاورزی و بقایای گیاهی و یا فاضلابهای صنایع غذایی تحت فرآیند هضم بیهوایی قرار گیرند. از مواد خروجی از هاضم که دوره هضم را گذرانده اند می‌توانند به عنوان کود به منظور بهسازی و حاصلخیزی خاک استفاده کرد. شایان ذکر است که امروزه با افزودن یک نوع ماده خوراکی کمکی فرآیند هضم و تولید بیوگاز را تسریع می‌بخشد.

محصولات انرژی زا: در حال حاضر با توجه به اقتصادی تولید انرژی و نیز برق از درختان در آمریکا شمالی و اروپا کشاورزان بخش هایی از زمین های کشاورزی خود رابه کشت درختان سریع الرشد و انرژی زا اختصاص می‌دهند. از انواع مختلف محصولات انرژی زا می‌توان کشت درختان سریع الرشد نظیر اکالیپتوس، کشت محصولات کشاورزی (گیاهان) انرژی زا (مانند سورگوم و نیشکر) کشت گیاهان روغنی با محتوای انرژی بالا مثل سویا و شلغم روغنی و درخت نخل اشاره کرد. این محصولات می‌توانند به عنوان سوخت امن و بی خطر در نیروگاه های زیست توده مورد استفاده قرار گیرند. توجه به این محصولات می‌تواند ضمن تأمین آسان و پایدار قسمتی از انرژی مورد نیاز و امنیت تأمین انرژی با ایجاد درآمد برای

کشاورزان از جهت اختصاص ظرفیت های خالی و زمین های غیر قابل استفاده در بخش کشاورزی به این امر همراه باشد.

فاضلاب های شهری: سالانه میلیون ها تن لجن در فرآیند تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه های شهرها و صنایع مختلف تولید می گردد که دارای پتانسیل مناسبی برای تولید انرژی می باشد. در حالی که دفع و دفن این لجن ها از معضلات اساسی تصفیه خانه ها بوده و هزینه های گزافی در این زمینه صرف می گردد. با بهره گیری از فناوری های مناسب می توان ضمن حل معضل این پسماندهای آلی به تولید انرژی پاک اقدام نمود.

پسماند های جامد شهری: شامل مواد زائد جامدی هستند که از مراکز تجاری، اداری، خانگی و... حاصل می شود. این مواد منبع مناسب برای تولید انرژی هستند. فرآیندهای تبدیل و تولید مواد و دستیابی به انرژی از زباله در دنیا توسعه یافته و پروژه های زیادی در زمینه تولید انرژی از زباله مورد بهره برداری قرار گرفته است. توجه به این امر می تواند علاوه بر حفظ محیط زیست و جلوگیری از انتشار گازهای سمی و آلاینده نقشی مهمی در تأمین انرژی داشته باشد. مواد زائد شهری به موادی اطلاق می شود که از فعالیت های شهری در محیط سکونت انسان تولید شده و به صورت جامد دورریختنی تلقی می شود. مواد زائد صنعتی عبارت است از مواد ناشی از فعالیت های صنعتی مواد زائد خطرناک عبارت است از مواد زائدی که برای انسان ها یا جانوران یا گیاهان خطرآفرین باشد. به طور معمول دورریزهای خطرناک خود به گروه های زیر تقسیم می شوند: مواد رادیواکتیو، ترکیبات شیمیایی، مواد زائد بیولوژیکی، مواد زائد قابل اشتعال، و مواد منفجره به طور کلی، دورریزهای جامد شهری را می توان به دسته های درج شده در جدول زیر طبقه بندی نمود:

جدول ۱-۲- فهرست انواع دورریزهای جامد شهری

جزء	توضیح
دورریزهای غذایی	بقایای حیوانات و میوه یا سبزی ناشی از حمل و نقل، آماده سازی، پخت و یا خوردن غذا، همچنین مواد غذایی فاسد که به ویژه در هوای گرم سریعاً تجزیه می‌شوند
زباله (به غیر از مواد غذایی)	مواد زائد جامد قابل احتراق و غیرقابل احتراق به استثنای مواد زائد یا سایر مواد فاسدشدنی. عموماً زباله قابل احتراق از موادی چون کاغذ، مقوا، پلاستیک، پارچه، پلاستیک، چرم، چوب، اثاث منزل و تزئینات باغ و گیاه تشکیل می‌شود. زباله غیرقابل احتراق عبارت است از اقلامی نظیر شیشه، بلور، قوطی های حلبی، قوطی های آلومینیومی، فلزات آهنی و غیر آهنی و نخاله های ساختمانی.
خاکستر و بقایا	موادی که از سوخت چوب، زغالسنگ، زغال و سایر مواد زائد قابل احتراق باقی می ماندند. به طور معمول بقایای حاصل از نیروگاه ها در ای گروه طبقه بندی نمی‌شوند. خاکستر و بقایا به طور عادی شامل مواد ریز پودری شکل و مقادیر اندکی از موادی است که به طور ناقص سوخته اند.
مواد زائد حاصل از تخریب و نخاله های ساختمانی	مواد زائد حاصل از ساختمان های تخریب شده و سایر ساختمان ها، در ضمن مواد زائد حاصل از تخریب طبقه بندی می‌شوند. مواد زائد ساختمانی، قالب ریزی و تعمیر ساختمان های مسکونی، تجاری و صنعتی و سازه های مشابه به عنوان نخاله های ساختمانی شناخته می‌شوند. ای مواد شامل سنگ، بتن، آجر، پلیاستر، چوب، تیرهای چوبی، لوله کشی، تأسیسات حرارتی و الکتریکی می‌باشند.
مواد زائد مخصوص	مواد زائدی چون مواد جاروب شده خیابانی، زباله های کنار جاده، بقایای حاصل از ویرانی، جانوران مرده و وسایل نقلیه اسقاط، جزو مواد زائد مخصوص طبقه بندی می‌شوند.
مواد زائد حاصل از واحدهای تصفیه	مواد زائد جامد و نیمه جامد حاصل از آب، فاضلاب و تأسیسات صنعتی تصفیه پساب در این گروه طبقه بندی می‌شوند.

از میان انواع دورریزهای جامد شهری یاد شده در جدول بالا، یکی از منابع مهم زیست توده به خصوص در سطح کلان شهرها، زباله های شهری و صنعتی است که در اکثر کشورها حاوی مقادیر قابل توجه از ترکیبات آلی می‌باشد؛ به عبارت دیگر ۶۰٪ از زباله های شهری در سطح دنیا دارای پایه کربنی است. در توضیح بیشتر، پسماندهای جامد شهری عبارت از زائدات جامدی است که از عملیات تجاری، اداری، خانگی و برخی صنایع حاصل می‌شود. از میان زائدات شهری عمدتاً پسماندهای آلی، قابل تجزیه

می‌باشد و لذا پیش از استفاده از ای پسماندها در فرآیند هضم بی هوازی می‌بایست اجزای غیر آلی آن را حذف نمود. میزان زائدات تجزیه پذیر در پسماندهای شهری به عوامل مختلف از جمله محل تولید، نوع آب و هوا، فرهنگ و میزان پیشرفت فناوری وابسته است. به عنوان مثال، درصد ترکیب مواد آلی در کشور آلمان در حدود ۳۰-۴۵٪ می‌باشد. اگرچه ای مسئله در کشور ایران صادق نبوده و نیازمند اصلاح زیرساخت های موجود و یا تدوین موارد بروز می‌باشد. استفاده از زباله های شهری در چرخه انرژی کشور، از یکسو میزان مصرف سوخت های فسیلی در زنجیره تولید برق را کاهش دهد، و از سوی دیگر می‌تواند مشکلات آلودگی ناشی از ای زباله ها را کم رنگ تر نماید.

به طور کلی، مواد پسماند جامد شهری را می‌توان به دودسته تقسیم کرد:

الف) زباله های معمولی از جمله زباله منازل، ادارات، فروشگاه ها و رستوران ها (برای مثال پسماند مواد غذایی، کاغذ، کارت و غیره)، زباله های حجیم خانگی (برای مثال و سایل چوبی مانند کمد، میز و غیره و زباله باغ ها و گلخانه ها (برای مثال شاخه و برگ و غیره).

ب) زباله های ویژه از جمله زباله های صنعتی، نخاله های ساختمانی، لاستیک های فرسوده، مواد رادیواکتیو و زباله های آلوده بیمارستانی.

۲-۶-۲- معرفي تکنولوژی های زیست توده

فناوری های تبدیل انرژی از زیست توده به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند که شامل فناوری های گرما - شیمیایی و فناوری های زیستی می‌باشد. که به تشریح اجمالی آن ها می پردازیم:

۲-۶-۲-۱- فناوری های گرما - شیمیایی

احتراق مستقیم: در این فناوری، منابع جامد زیست توده نظیر زائدات جنگلی کشاورزی، زائدات صنایع غذایی و زباله های شهری مستقیماً در بویلرهای خاصی سوزانده شده و از انرژی حاصل برای تولید

برق استفاده می شود. مهم ترین تکنولوژی تولید برق در این گروه چوب سوزها و زباله سوزها می باشند. استفاده از این فناوری مزایای فراوانی دارد که تبدیل سریع انرژی نهفته در منابع زیست توده به انرژی گرمایی جزو مهمترین آنها می باشد. علاوه بر آن، نسبت به روش های دیگر عمدتاً دارای فناوری کاربردی تر و ساده تر می باشد، ضمناً این فناوری برای انواع سوخت های جامد قابل استفاده است.

از آنجا که این فناوری قدیمی ترین روشی است که بشر برای تبدیل انرژی از نوع شیمیایی به انرژی گرمایی به کار گرفته است انواع روش های این فناوری می توانند از بسیار ساده تا بسیار پیشرفته باشند. روش های سنتی و بدون احتراق در اغلب روستاها و جوامع در حال توسعه در حال حاضر معمول هستند و اهداف اصلی آنها تولید گرما و پخت و پز می باشند. انواع اجاق ها، بخاری ها و ... ابزار این فناوری در حالت ساده و ابتدایی آن به شمار می روند از دیدگاه روش فنی و عملی، فناوری احتراق مستقیم را می توان از دو کاربری زیر مورد بررسی قرار داد: کاربری خانگی، کاربری صنعتی زیست توده معمولاً در این فرایند در معرض هوای کافی سوزانده می شود و از آن در اثر فرایند احتراق برای کاربردهایی مانند گرمایش، تولید بخار برای نیروگاه های بخار، تولید گازهای داغ برای نیروگاه های چرخه ترکیبی و... استفاده می شود (هولشر و فرینکل، ۱۹۹۴). در این فرایند زیست توده مستقیم در مجاورت هوای کافی سوزانده و انرژی آن آزاد می شود.

آتشکافت (پیرولیز Pyrolysis): پیرولیز، واکنش منابع زیست توده در دمای بالا و بدون حضور هوا که منجر به تجزیه آنها می شود را می نامند. محصولات نهائی پیرولیز بفرم جامد (ذغال)، مایع (روغن های اکسیژنه) و گاز (متان، مونواکسید و دی اکسید کربن) می باشد. به طور کلی آتشکافت فرایندی است که در آن زیست توده به وسیله گرما در نبود اکسیژن تخریب می شود.

ذغال، مایعات آلی، گاز و آب در مقادیر گوناگونی از این فرایند به دست می آیند، نسبت و مقدار آنها بستگی به دمای عملیاتی، نرخ گرمادهی، زمان ماند، نوع مواد خام و درصد رطوبت آنها دارد در دماهای

بالا و زمان دراز، گاز بیشتری پدید می آید. در حالی که زغال و مایعات بیشتر در دمای پایین تر و زمان کوتاه تولید می گردد (هاملینک و همکاران، ۲۰۰۴). یکی از مزایای این فرایند تولید زغال فعال است که کاربرد زیادی در زدایش و تصفیه ناخالصی از انواع مواد دارد.

آبگون کردن: آبگون کردن یا در عنوان دیگر گداخت پرفشار، فرایندی است که با فشار بسیار بالا (۱۰۰ تا ۲۵۰ اتمسفر) و گرما دادن در دمای بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد به مواد آلی مایعات آلی و سوخت های روغنی به دست می آورند. سوختی که در این روش بدست می آید، و درصد اکسیژن آن کمتر از روغن های پیرولیتیک و ترکیبات پایدارتری دارد. شرایط فنی این فرایند قدری دشوار و تخصصی است؛ به خاطر همین حجم از دشواری نسبت به سایر روش ها گسترش کمتری داشته است.

گازی کردن: این تکنولوژی اساسا تجزیه به کمک گرما و این فرایند مشابه فرایند آتشکافت می باشد. در این تکنولوژی، ضمن حرارت دادن به منابع زیست توده و در حضور هوای بسیار کم، گازهای متان، دی و مونو اکسید کربن و هیدروژن تولید می شود. اولویت به تولید گاز داده شده و عمل گرمادهی تا تخریب و تجزیه ی حداکثر مواد خام ادامه می یابد.

روش های گازی کردن زیست توده عبارتند از:

- گاز با ارزش حرارتی کم
- گاز با ارزش حرارتی متوسط
- گاز با ارزش حرارتی بالا

۲-۶-۲-۲- فناوری های زیستی

در این فناوری ها، تولید انرژی توسط سوخت و ساز موجودات زنده بوجود می آید و به خاطر داشتن ارزش حرارتی بالا به عنوان سوخت به کار می روند (وایلد، ۱۹۸۱).

فرایند هضم بی هوازی: هضم بیهوازی فرایندی است که در آن برخلاف تجزیه هوازی که با کمک اکسیژن انجام می‌گیرد به کمک؛ نیتрат، سولفات یا دی اکسیدکربن انجام می‌گیرد که فراورده هر یک، به ترتیب نیتروژن، هیدروژن سولفید و متان می‌باشد. انجام دهندگان این فرایندها موجودات زنده ذره بینی از دسته آغازیان هستند که طیف گسترده‌ای از باکتری‌ها، آمیبها، مخمرها، قارچ‌ها را در برمی‌گیرند (کوثر، ۲۰۰۱).

تخمیر الکلی: فرایند تولید الکل از فراورده‌های قندی و نشاسته‌ای شامل مراحل هیدرولیز قندهای مرکب، تخمیر، تقطیر جزء به جزء، تقطیر آزوتریپک برای الکل بی آب ۹۹٪ بازیافت مخمر می‌باشد. کارخانه‌های تولید الکل در ظرفیت‌های مختلف وجود دارند. ظرفیت‌های کوچک در مقیاس روستایی می‌باشد که برای تبدیل زائدات باغی و کشاورزی و ضایعات میوه به الکل مفید است و ظرفیت‌های بزرگ برای واحدهای بزرگ صنعتی و به منظور استفاده از محصولات به دست آمده از سطح کشت وسیع انتخاب می‌شود. در واقع ظرفیت‌های بزرگ از ۱۰۰ هزار تن تا ۷۰۰ هزار تن ماده خام در سال دارا می‌باشد. عملکرد فناوری تخمیر الکلی به دلیل پیچیدگی نسبی مجموعه فرایند تولید الکل تابع راهبری و کنترل درست فرایندها می‌باشد. عملکرد فناوری‌های تخمیر الکلی در مورد فرآورده‌های قندی و نشاسته‌ای بازده بیشتری نسبت به فرآورده‌های چوبی (لیگنوسلولزی) دارد و پیچیدگی فرایند کمتر است.

تمام مواد خام فناوری‌های تولید الکل نیاز به طی مراحل عمل‌آوری و پردازش دارد. برای فرآورده‌های کشاورزی این مراحل ساده‌تر، برای زائدات کشاورزی کمی پیچیده‌تر و برای مواد چوبی پیچیده و پرهزینه می‌باشد.

۳-۶-۲- اهمیت و کاربرد زیست توده

بر اساس تحقیقات انجام شده می‌توان این نتیجه را گرفت، که سوخت های زیستی به دست آمده از محصول های کشاورزی و پسماند جنگل ها جهان می تواند سالانه به اندازه ۷۰ میلیارد تن نفت خام انرژی در دسترس بشر قرار دهد، که این میزان ۱۰ برابر مصرف سالانه انرژی در جهان است. این سوخت های گرمای بیشتری تولید کرده که در این صورت می توانند باعث صرفه جویی اقتصادی چشمگیری شوند.

به چند دلیل استفاده از زیست توده عنوان یک منبع انرژی می‌تواند جذاب باشد یک به دلیل جدید بودن آن و همچنین به دلیل توسعه اقتصادی زیست محیطی و از طرفی آن را می توان عامل تسریع در رسیدن به توسعه پایدار دانست. صنایع کشاورزی و جنگلدار از ذخایر اصل زیست توده هستند که فرصت های اساسی را برای توسعه اقتصادی مناطق روستایی و دور افتاده فراهم می‌کند. یکی از عمده ترین دلایل استفاده از آن این است که میزان نشر مواد آلاینده ناشی از احتراق زیست توده، معمولاً کمتر از سوخت های فسیلی است. بعلاوه استفاده و بهره برداری تجاری از زیست توده می‌تواند مشکلات مربوط به انهدام ضایعات و زباله در سایر صنایع از جمله جنگل داری و فرآوری مواد غذایی بخصوص ضایعات جامد شهری در مراکز شهری را حذف و یا کاهش دهد.

۴-۶-۲- زیست توده در جهان

امروزه به دلیل نیاز به کاهش تولید گازهای گلخانه ای توجه بازار جهانی به مصرف سوخت های پاک به ویژه زیست توده معطوف گردیده است، که این امر موجب افزایش تقاضای بین المللی این منبع انرژی برای مصارفی چون حمل و نقل و تولید برق و حرارت گردیده است. کشورهایی که بیشترین تولید را در بخش سوخت های زیستی در سال ۲۰۱۱ داشته اند در زمینه بیواتانول عبارتند از آمریکا، برزیل، چین، کانادا و فرانسه و در زمینه بیودیزل: آمریکا، آلمان، آرژانتین، برزیل و فرانسه بوده اند. کشورهایی که بیشترین ظرفیت نصب نیروگاه های زیست توده تا پایان سال ۲۰۱۱ را داشته اند نیز شامل کشورهای

آمریکا، برزیل، آلمان، چین و سوئد می‌باشند. رهبری بازارهای جهانی برای انرژی زیست توده بسته به نوع سوخت آن متغیر می‌باشد. اروپا بزرگترین بازار مصرف بیوگاز نیز می‌باشد، به عنوان نمونه ۶۵ درصد از مصرف انرژی اولیه کل این قاره در سال ۲۰۱۰ بیوگاز بوده است. در بخش سوخت های زیستی آمریکای شمالی بیشترین مصرف کننده بیواتانول در صنعت حمل و نقل بوده و اروپا و کشورهای آمریکای لاتین بیشترین مصرف کننده بیودیزل در این صنعت به شمار می‌روند. در سطح جهانی در بخش تامین گرمایش در ساختمان ها و بخش های صنعتی در سال ۲۰۰۸ در حدود ۳/۴ اگزاژول انرژی تولید شده که تقریباً ۷/۵ برابر کل کاربردهای حرارتی در حوزه های زمین گرمایی و حرارتی-خورشیدی بوده است. کاربرد زیست توده به صورت دائم برای گرمایش صنایع در بخش های صنایع غذایی، کاغذ و فرآوری چوب است. در برزیل ۳۴ درصد از مصرف زیست توده در صنعت سیمان و ۴۰ درصد در صنایع آهن و فولاد می‌باشد. در بخش تولید حرارت از منابع زیست توده در سال ۲۰۱۱، انرژی تولید شده ۲۹۰ گیگاوات ساعت حرارتی جهانی تخمین زده شده است. در سال ۲۰۱۱ حدود ۱۰ گیگاوات ساعت حرارتی به ظرفیت گرمایش مدرن از زیست توده افزایش داشته و حرارت حاصل از سوختن زیست توده جامد، مایع و گازی برای فرایندهای صنعتی و کشاورزی مختلف، برای پخت و پز و برای گرمایش آب و محیط زیست مورد استفاده قرار گرفته است. دامنه کاربرد از واحدهای مقیاس مسکونی شخصی تا سیستم های بزرگ گرمایش منطقه ای شامل واحدهای تولید همزمان برق و حرارت بوده است. در سال ۲۰۱۱ آمریکا با راه اندازی حدود ۵۷۶ پروژه عملیاتی لندفیل مهار متان حرارت مفید مورد نیاز ۷۵۰ هزار خانوار را تولید کرد. چین و هند در بین سایر کشورها دارای بیشترین تعداد از این نوع هاضم های خانگی می‌باشند. کشورهای نپال و ویتنام نیز به ترتیب با ۴۳ میلیون و ۴/۴ میلیون هاضم خانگی دارای بیشترین تعداد در سال ۲۰۱۱ بودند و به تازگی برخی از کشورهای آسیایی و آفریقایی نیز در این زمینه وارد شده اند.

۵-۶-۲- زیست توده در ایران

یکی از مهمترین، کم هزینه ترین و دردسترس ترین منابع تجدید پذیر زیست توده است که از انواع متداول سوخت جامد آن، زباله و زائدات کشاورزی هستند. گرچه نیروگاه های زباله سوز در کشور احداث شده و مطالعات گسترده ای در این زمینه صورت گرفته است اما در زمینه زائدات کشاورزی هنوز به طور کامل به اطلاعاتی در دسترس نیست در صورتی که از این سوخت می توان برای تولید برق در مناطق دور افتاده و مناطق روستایی استفاده نمود و همچنین در مناطقی که امکان دسترسی به سوخت های فسیلی وجود ندارد یادسترسی به آن دشوار می باشد.

گاز طبیعی و نفت به دلیل قیمت پایین در ایران برای قسمت حمل و نقل توسعه یافته است. که همین عامل باعث افزایش گازهای گلخانه ای شده است. میزان تولید گازهای گلخانه ای بخصوص دی اکسید کربن در طول دهه گذشته در ایران روند رو به رشدی داشته است ایران رتبه دهم تولید دی اکسید کربن را داشته است و در سال ۲۰۱۵، به عنوان هفتمین کشور تولید کننده دی اکسید کربن در جهان معرفی شده است. از این رو کشور ایران برای تغییر در سبک مصرف انرژی خود به استفاده از انرژی های تجدید پذیر از جمله زیست توده روی آورده است. ولی در حال حاضر سهم این انرژی در ایران کمتر از ۱٪ است.

کشور ایران دارای منابع غنی زیست توده و پتانسیل قابل توجهی در این زمینه می باشد. ایران پتانسیل خوبی در تولید انرژی از منابع زیست توده برابر با حدود ۱۵ میلیون تن و یا معادل ۱۴۰ میلیون بشکه نفت را دارد، تولید و کاربرد زیست توده در ایران دارای سابقه طولانی بوده و در حال حاضر نیز میزان استفاده از آن روبه افزایش می باشد.

زائدات یا پسماند های کشاورزی منابع بزرگ انرژی برای انسان هستند. همه ساله مقدار زیادی از آن ها در مراحل مختلف کشاورزی تولید می شوند. با توجه به شرایط خاص جغرافیایی و اقلیمی، وجود جنگل ها در بخش های مختلف ایران پتانسیل مناسبی در ایران در این زمینه وجود دارد. بر طبق مطالعات انجام شده زائدات کشاورزی ۴۰٪ از سهم زیست توده کشور را تشکیل می دهند و بعد از آن

فضولات حیوانی با ۴۵٪ جزو بالاترین منابع زیست توده هستند. تولید زائدات کشاورزی در ایران ۱۹/۶ میلیون تن در سال است که مقادیر عمده آن در مزارع سوزانده می‌شوند.

در ادامه این قسمت به بیان پتانسیل وزنی زیست توده به تفکیک استان می‌پردازیم. (ظرفیت‌ها بر حسب تن می‌باشند)

جدول ۴-۲- ظرفیت تولید زیست توده استان‌های کشور

استان	ظرفیت زیست توده (تن)	استان	ظرفیت زیست توده (تن)
تبریز	۰۳۸,۳۸۴,۲	سیستان بلوچستان	۱۴۸,۹۱۲,۲
ارومیه	۸۳۱,۲۹۶,۲	فارس	۶۳۵,۹۴۹,۷
اردبیل	۱۲۱,۶۳۶,۱	قزوین	۵۱۹,۶۶۸,۳
اصفهان	۶۰۱,۱۳۸,۲	قم	۱۱۹,۲۳۰
البرز	۲۶۳,۱۶۲,۱	کردستان	۹۶۲,۳۹۵,۱
ایلام	۱۸۵,۶۴۷	کرمان	۳۲۰,۲۲۲,۱
بوشهر	۳۲۷,۵۰۵	کرمانشاه	۳۷۰,۴۳۳,۱
تهران	۸۵۲,۲۱۰,۳	کهکیلویه و بویر احمد	۴۸۳,۲۸۷
چهارمحال	۳۸۰,۵۸۲	گلستان	۳۳۵,۳۷۲,۳
خراسان جنوبی	۰۶۴,۵۵۱	گیلان	۴۴۱,۹۱۵
خراسان رضوی	۰۹۶,۶۶۵,۴	لرستان	۳۲۵,۶۶۷,۱
خراسان شمالی	۶۰۲,۶۱۸	مازندران	۴۴۷,۲۷۸,۳
خوزستان	۰۰۹,۰۳۴,۸۴	مرکزی	۳۵۳,۳۰۷,۱
زنجان	۷۲۵,۱۲۲,۱	هرمزگان	۷۶۰,۶۱۵
سمنان	۹۷۲,۵۴۴	همدان	۲,۵۶۵,۰۵۰
یزد	۷۶۵,۹۳۰		

۶-۲- وضعیت نیروگاه‌های زیست توده ایران

انرژی برق از طریق نیروگاه‌های مختلفی از جمله نیروگاه‌های حرارتی، آبی، دریایی، خورشیدی، هسته‌ای و زیست توده تولید می‌شود. البته هم اکنون در جهان بیشتر سوخت‌هایی که برای تولید انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد، سوخت‌های فسیلی است و سوخت‌های فسیلی لایه‌های متمرکز هستند که در کل دنیا وجود دارد، اما منابع زیست توده به‌صورت پراکنده است و هم‌اکنون کارکرد اقتصادی از این منبع، منحصر به استفاده از پسماند حاصل از فرآوری تیرهای چوبی، پسماندهای غذایی و ... می‌شود.

از سوی دیگر زیست توده انعطاف‌پذیرترین منبع انرژی غیرنفتی است که می‌تواند مستقیماً در تبدیل سوخت گازی به مایع برای تولید انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد. هم‌چنین زیست توده به عنوان بزرگ‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان است که در سال ۱۹۹۸ به میزان ۱۴ درصد برق جهان و ۱۸ درصد کل انرژی اولیه کشورهای دنیا را تأمین می‌کرد و هم‌اکنون نیز مهم‌ترین منبع انرژی در کشورهای در حال توسعه است و ۳۵ درصد کشورهای در حال توسعه از این منبع استفاده می‌کنند. در خصوص مفهوم زیست توده باید گفت که این عبارت یک مفهوم کلی بوده و یکی از منابع زیست توده، ضایعات شهری است، از این‌رو در حال حاضر در ایران منابعی برای زیست توده وجود دارد که برای تولید انرژی مناسب است و این منابع طیف وسیعی از مواد هستند، از جمله چوب سوختی جمع‌آوری شده از مزارع و درختستان‌های طبیعی و برخی محصولات کشاورزی، ضایعات کشاورزی، مایعات غذایی و ضایعات حاصل از فرآوری تیرهای چوبی، فضولات دامی، ضایعات جامد شهری و فاضلاب‌ها که در تولید زیست توده استفاده می‌شوند. در منابع زیست توده علاوه بر زباله، از فاضلاب هم می‌توان به عنوان منبع اولیه تولید انرژی استفاده کرد. همین زباله‌ها و ضایعات شهری که تولید می‌شود گاهی دفع آن‌ها از چرخه طبیعت، معضلی برای جوامع بشری بوده است. هم‌چنین ضایعات جامد شهری که زباله‌ها هستند و از آن‌ها به‌عنوان طلای کثیف یاد می‌شود، زباله‌های جامدی هستند که از عملیات تجاری، اداری، خانگی و برخی صنایع به‌دست می‌آید که حجم قابل توجهی از آن در زمین دفع می‌شود که با مدیریت صحیح این

زباله‌ها می‌توان بخش زیادی از آن را در تولید سوخت و کود استفاده کرد و مقداری را بازیافت و مجدداً مورد مصرف قرار داد و یا حتی می‌توان گاز متان حاصل از محل دفن زباله‌های جامد شهری را برای تولید انرژی الکتریکی استفاده کرد که البته در کشور ما به خاطر زیاد بودن رطوبت زباله‌ها که فسادپذیری را در ضایعات افزایش می‌دهد و این امر ارزش حرارتی حاصل را کمتر می‌کند.

بررسی‌ها حاکی از آن است که ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر تا پایان مهرماه سال جاری به ۶۵۴ مگاوات رسیده است. از این ظرفیت بالغ بر ۴۲ درصد نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور از نوع بادی، ۴۱ درصد از نوع خورشیدی، ۱۳ درصد از نوع برق‌آبی کوچک، دو درصد از نوع بازیافت حرارت و دو درصد نیز از نوع زیست توده است. بررسی ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر در مناطق مختلف کشور حاکی از آن است که استان‌های قزوین با برخورداری از ۱۱۶.۵۴ مگاوات، گیلان با ۱۰۱.۶ مگاوات و فارس با ۶۴.۰۴ مگاوات نیروگاه پاک در صدر جدول استان‌های برخوردار از واحدهای تجدیدپذیر قرار گرفته‌اند. در زمینه نیروگاه‌های بادی هم اکنون استان قزوین بیشترین ظرفیت نصب شده این واحدها را به خود اختصاص داده است، به طوری که ظرفیت واحدهای بادی این استان به ۱۱۶.۲ مگاوات رسیده است. استان‌های گیلان و خراسان رضوی هم به ترتیب بعد از قزوین با دارا بودن ۹۲.۲۶ و ۳۷.۱۸ مگاوات نیروگاه بادی در میان سه استان پیشرو در زمینه نصب واحدهای بادی قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که استان فارس بیشترین ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های خورشیدی کشور را به خود اختصاص داده است و حدود ۵۰.۰۷ مگاوات واحد خورشیدی در این استان در حال فعالیت هستند. پس از استان فارس، یزد با دارا بودن ۴۴.۶۹ مگاوات و همدان با برخورداری از ۳۶.۷۱ مگاوات نیروگاه خورشیدی در صدر استان‌های دارای نیروگاه خورشیدی قرار گرفته‌اند. در زمینه نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک نیز استان کردستان بیشترین واحدها را به خود اختصاص داده است که ظرفیتی بالغ بر ۲۰ مگاوات از این دست

نیروگاه‌های تجدیدپذیر را شامل می‌شود. در این میان بیشترین نیروگاه‌های زیست توده در استان تهران واقع شده است ظرفیتی بالغ بر ۸.۹ مگاوات را شامل می‌شود.

در خصوص نیروگاه‌های بازیافت حرارت نیز هم اکنون استان‌های خوزستان و یزد بیشترین میزان ظرفیت نصب شده را به خود اختصاص داده‌اند و به ترتیب حدود ۹.۶ و چهار مگاوات واحد بازیافت حرارت در این دو استان مشغول به فعالیت هستند. گفتنی است انرژی‌های تجدیدپذیر برای ۴۲ هزار و ۷۰۰ نفر به صورت مستقیم و غیرمستقیم در کشور اشتغال ایجاد کرده است و حجم سرمایه‌گذاری غیردولتی در این بخش به بیش از ۹۸ هزار میلیارد ریال رسیده است.

۷-۲-پیشینه تحقیق

این قسمت شامل پژوهش‌های انجام شده در ۶ زمینه مرتبط با تحقیق انجام شده می‌باشد (در هر بخش منابع معرفی شده از خارجی به داخلی لیست شده اند) :

۱-۷-۲-زیست توده

روبن فیلیپس و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی تحت عنوان "توزیع زیست توده بر روی زمین" پرداخته‌اند که در این پژوهش ساختار توزیع زیست توده را بر روی کره ی زمین با یکدیگر مقایسه می‌کنند زیست توده های زمینی در حدود دومرتبه بالاتر از زیست توده دریایی و برآورد مقدار کل ۶ گیگا تن تخمین زده شده است که نشان می دهد هرم زیستی دریایی شامل مصرف کنندگان بیشتری نسبت به تولید کنندگان است.

اوپاریند (۲۰۱۰) عوامل موثر بر انرژی زیست توده در کشورهای OECD، طی دوره زمانی 2014-1990 پرداخت. در این پژوهش متغیرهای رشد اقتصادی، جمعیت شهرنشین، فناوری و سطح زیر کشت محصولات زراعی به عنوان متغیرهای توضیحی در مدل بکار رفته است. نتایج مطالعه نشان دادند که یک

رابطه U برعکس میان رشد اقتصادی و انرژی زیست توده وجود دارد. همچنین سایر متغیرهای توضیحی تأثیری منفی بر انرژی زیست توده داشتند.

مک کندری و پیتر (۲۰۰۲) مطالعاتی تحت عنوان "تولید انرژی از زیست توده" انجام دادند که در این مطالعات به سه موضوع پرداخته شده است ۱- زمینه تولید زیست توده (در آب و هوای اروپا) و خواص گیاهی آن. ۲- فن آوری های تبدیل انرژی با تأکید بر تولید سوخت گازی برای تکمیل گاز حاصل از دفن زباله های آلی (گاز دفن زباله) و استفاده در موتور های گازی برای تولید برق و پتانسیل یک محل دفن زباله بازسازی شده به عنوان یک منبع زیست توده، تأمین کننده سوخت برای تکمیل نیروگاه های سوخت گاز دفن زباله، همراه با مقایسه اقتصاد تولید برق از زیست توده هدفمند در مقابل زباله زیست توده ۳- فن آوری های خاص گاز سازی و پتانسیل آنها برای گاز سازی زیست توده بررسی شده است.

پیرمورون و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه ای با عنوان (زیست توده به عنوان انرژی های تجدید پذیر) انجام دادند که یکی از مهم ترین موضوعات این مطالعه، تکامل بر روی زمان علاقه رو به رشد در تحقیقات در زمینه زیست توده به عنوان انرژی تجدیدپذیر است. طی ۳۰ سال گذشته، رشد قابل توجهی در تولید علمی بر روی استفاده از زیست توده به عنوان انرژی تجدیدپذیر وجود ندارد. در سال ۲۰۰۸ یک رشد بسیار مهم به دلیل سیاست های انرژی برای تشویق استفاده از انرژی تجدیدپذیر به دلیل افزایش قیمت یک بشکه نفت وجود دارد.

پاین (۲۰۱۱) رابطه علی میان مصرف انرژی زیست توده با رشد اقتصادی در کشور آمریکا را مورد بررسی قرار داد. نتایج مطالعه حاکی از وجود یک رابطه یک سویه از انرژی زیست توده به رشد اقتصادی است.

از تارکو بیلگیلی (۲۰۱۵) رابطه مصرف انرژی زیست توده و رشد اقتصادی را در ۵۱ کشور آفریقایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان دادند که در تمام کشورهای مورد بررسی مصرف انرژی زیست توده بر رشد اقتصادی موثر است.

هیسون لیم وهونگ لام (۲۰۱۶)، اثرات نامطلوب زیست محیطی و امنیتی سوخت های فسیلی را عامل توجه به منابع انرژی پایدار همچون زیست توده می دانند با این حال زیست توده دارای هزینه حمل و نقل بالایی است و این محدودیت شرایط فناوری های زیست توده متفاوت می کند در این پژوهش نویسندگان روش جدیدی به نام تحلیل چرخه عمر اجزای زیست توده برای بررسی ویژگی های اجزای زیست توده در مراحل تولید و کاربرد آن استفاده کردند نتایج این پژوهش پس از استفاده از روش چرخه عمر اجزای زیست توده بهبود چشمگیر زنجیره تامین زیست توده موجود را نشان داد.

در مطالعه آدوای و اودامی (۲۰۱۷)، رابطه میان انرژی زیست توده، رشد اقتصادی و انتشار آلودگی در غرب آفریقا در دوره ۲۰۱۰-۱۹۸۰ بررسی شد. نتایج نشان دادند که روابط دو سویه میان متغیرهای الگو وجود دارد و توسعه انرژی زیست توده می تواند گامی موثر در راستای بهبود کیفیت محیط زیست باشد.

علی و همکاران (۲۰۱۷)، رابطه میان انرژی زیست توده، رشد اقتصادی، سرمایه انسانی و ذخیره سرمایه را در کشورهای آفریقایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان دادند که عواملی مانند مصرف انرژی، سرمایه انسانی و بازار بورس اثر مثبت و معنی داری بر رشد اقتصادی دارند.

دستک (۲۰۱۷)، اثر مصرف انرژی زیست توده را بر رشد اقتصادی 10 کشور با بیشترین مقدار تولید زیست توده در جهان، بررسی کرد. نتایج مطالعه نشان داد که در میان کشورهای مورد بررسی، تنها در کشورهای برزیل، چین، فنلاند، ایتالیا و آلمان مصرف انرژی زیست توده تاثیر مثبت و معنی دار بر رشد اقتصادی داشته است.

۲-۷-۲- زنجیره تامین

کروکستون و همکاران (۲۰۰۱) مطالعه ای تحت عنوان "فرآیندهای مدیریت زنجیره تامین" در این مطالعه، توصیفات استراتژیک و عملیاتی هر یک از هشت فرآیند زنجیره تامین را که توسط اعضای مجمع جهانی زنجیره تامین شناسایی شده است و همچنین تصاویری از رابط های بین فرآیندها و نمونه ای از نحوه اجرای رویکرد فرایند در داخل ارائه می دهد. هدف این مطالعه این است که چارچوبی را در اختیار مدیران قرار دهد تا در اجرای مدیریت زنجیره تأمین مورد استفاده قرار گیرد.

جک و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی تحت عنوان "شبیه سازی مدل سازی برای طراحی مجدد زنجیره تامین مواد غذایی" بیان می کنند هرچه تقاضا برای محصولی افزایش یابد کیفیت آن نیز افزایش می یابد. و اقدام به مدل سازی یک زنجیره تامین که در آن شاخص های کیفیت و پایداری در نظر گرفته شده است می کنند و سپس با کمک ابزار شبیه سازی در محیط عدم اطمینان به بررسی این زنجیره تامین مواد غذایی می پردازند.

نگورنی (۲۰۱۰)، مطالعه ای تحت عنوان "طراحی شبکه زنجیره تامین تحت حداکثر سود و رقابت الیگوپولیستی" انجام دادند که مشکل طراحی شبکه زنجیره تأمین را با شرکت های الیگوپولیستی که در تولید، ذخیره سازی و توزیع یک محصول همگن_نئوس به بازارهای تقاضای چندگانه درگیر هستند، مدل سازی می کنند. و به مشارکت در مدل سازی نظری بازی از مشکلات طراحی شبکه های عرضه رقابتی در یک زمینه الیگوپولیستی کمک می کند. مسئله طراحی شبکه زنجیره تامین را به عنوان یک مسئله با کیفیت متنوع فرموله کرده و سپس یک الگوریتم پیشنهاد می کند، که به طور کامل از ساختار اساسی این مشکلات شبکه بهره برداری می کند و در هر مرحله تکرار، عبارات فرم بسته را ارائه می دهد.

فضلی و همکاران (۱۳۹۵)، مطالعه ای تحت عنوان " بررسی نقش مستقیم محرک های زنجیره تأمین و نقش تعدیل گری فرهنگ سازمانی "انجام دادند که هدف این تحقیق بررسی نقش محرک های زنجیره تامین بر یکپارچگی زنجیره و عملکرد شرکت های تولیدی استان قزوین می باشد. در این تحقیق فرهنگ به عنوان عامل تعدیل گر می باشد. یافته های بدست آمده در این تحقیق حاکی از وجود تاثیر مثبت محرک های داخلی و تاثیر منفی محرک های خارجی بر یکپارچگی زنجیره تامین می باشد.

آزاده و همکاران (۲۰۱۶)، مطالعه ای تحت عنوان "بهینه سازی زنجیره تامین بیودیزل از طریق رویکرد برنامه ریزی ریاضی پویایی سیستم ترکیبی" انجام دادند. در این تحقیق، یک رویکرد برنامه ریزی ریاضی به منظور طراحی و برنامه ریزی زنجیره تامین بیودیزل از بازارهای مصرف به بازارهای مصرف توسعه داده شده است زنجیره تامین با محدودیت تولید بیودیزل مواجه است. محدودیت منابع آب برای تولید بیودیزل، محدودیت زمین برای تولید زیست توده و مسائل فنی مهم ترین عامل در مدل پویایی سیستم است روش پیشنهادی اول، به عنوان یکی از مهم ترین عوامل موثر در زنجیره تامین بیودیزل در یک افق برنامه ریزی مفروض، پارامترهای برآورد شده به عنوان ورودی مدل ریاضی مورد استفاده قرار گرفته و تصمیمات زنجیره تامین بهینه با استفاده از مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط انجام شده است. علاوه بر این، از یک رویکرد مبتنی بر سناریو برای مدل سازی ریسک های اختلال در پیوندها و پیوندها استفاده می شود. در نهایت، یک آزمایش عددی برای نشان دادن قابلیت کاربرد این روش با توجه به برخی از مصاحبه های انجام شده با خبرگان در ایران ارائه شده است. نتایج بدست آمده حاکی از پتانسیل بالقوه مناسب سوخت بیودیزل در ایران می باشد.

۳-۷-۲- تحلیل پوششی داده ها

چن و هونگیان (۲۰۱۱) تحقیقی تحت عنوان "مدل شبکه DEA برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین" انجام دادند که در این پژوهش ک مدل DEA شبکه جایگزین را ایجاد می کند که ساختار داخلی را

برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین تجسم می کند و همچنین سه مدل مختلف DEA شبکه به ترتیب تحت مفهوم مکانیزم های سازمان متمرکز، غیر متمرکز و مختلط معرفی شده اند. تجزیه و تحلیل کارایی شامل رابطه بین زنجیره تامین، تقسیمات و رابطه بین سه مکانیسم مختلف سازمان مورد بحث قرار گرفته است.

اکبری و همکاران (۱۳۹۵) تحقیق تحت عنوان "سنجش کارایی نسبی شهرستان های استان آذربایجان شرقی در بخش زیر ساخت های گردشگری با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده ها" انجام دادند که در این پژوهش به نجش کارایی نسبی شهرستان های استان آذربایجان شرقی از لحاظ زیرساخت های گردشگری پرداخته اند. براساس نتایج بدست آمده در این پژوهش علت اصلی ناکارایی شهرستان های این استان، استفاده ی زیاد از ورودی ها و در مقابل تولید اندک خروجی می باشد. راه حل اصلی رفع نابرابری ها و رساندن مناطق ناکارا به مرز کارایی، پیروی از موازین عدالت اجتماعی در همه ی ابعاد و الگو قرار دادن شهرستان های کارا از بعد عملکرد از لحاظ زیرساخت های گردشگری است تا از این راه، تصمیم گیری ها همسو با توسعه ی یکپارچه ی مناطق مختلف استان باشد.

مودنی و کرباسی (۲۰۰۸)، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها انواع کارایی فنی، تخصصی، اقتصادی و مدیریتی و نیز کارایی مقیاس پسته کاران شهرستان زرنند را اندازه گیری کردند؛ نتایج نشان داد که به طور متوسط کارایی فنی دشت های زرنند و سیریز به ترتیب حدود ۵۲ و ۶۲ درصد است.

افشاری و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهشی تحت عنوان "یک رویکرد چند هدفه برای تعیین مکان یاب در مساله طراحی شبکه توزیع" رویکرد چندهدفه برای حل مسئله مکان یابی پیشنهاد داده اند.

۴-۷-۲- زنجیره تامین-زیست توده

دلا پورته وهمکاران(۲۰۱۸)، تحقیقی با عنوان "تاثیر ساختار زنجیره تامین زیست توده و قیمت زیست توده بر روی تامین مواد اولیه انرژی زیستی" انجام دادند در این تحقیق سیاست های تولید انرژی زیستی با استفاده از مدل یکپارچه اقتصادی، بیوفیزیکی و مکان یابی با توجه به قیمت مختلف زیست توده و ساختار زنجیره تامین زیست توده ارزیابی شد. در مدل مکان یابی سه سناریو (۱) حمل مستقیم زیست توده از مزرعه به ایستگاه تولید نانوتیک (۲) تجمع و ذخیره سازی زیست توده ها در مزرعه و سپس حمل به ایستگاه بندر روتردام (۳) حمل زیست توده های جمع شده به بندر انتاریو با توجه به قیمت زیست توده در نظر گرفته شد نتایج نشان داد که عرضه زیست توده تحت تاثیر ساختار زنجیره تامین و قیمت زیست توده است و زمانی که ذخیره سازی زیست توده در زمین انجام می گردد هزینه حمل و نقل کمتر می شود.

هیسون لیم و هونگ لام (۲۰۱۶)، اثرات نامطلوب زیست محیطی و امنیتی سوخت های فسیلی را عامل توجه به منابع انرژی پایدار همچون زیست توده می دانند با این حال زیست توده دارای هزینه حمل و نقل بالایی است و این محدودیت شرایط فناوری های زیست توده متفاوت می کند در این پژوهش نویسندگان روش جدیدی به نام تحلیل چرخه عمر اجزای زیست توده برای بررسی ویژگی های اجزای زیست توده در مراحل تولید و کاربرد آن استفاده کردند، نتایج این پژوهش پس از استفاده از روش چرخه عمر اجزای زیست توده بهبود چشمگیر زنجیره تامین زیست توده موجود را نشان داد.

مورات یازان وهمکاران(۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان "طراحی زنجیره تامین پایدار زیست توده نسل دوم به مقایسه طراحی های مختلف عملکرد زنجیره تامین زیست توده نسل دوم" با تمرکز بر واحد های صنعتی آذرکافت (پیرولیز) و مجموعه های متمرکز در مقابل غیر متمرکز زیست توده از لحاظ پایداری اقتصادی و زیست محیطی پرداخته اند. در این پژوهش سناریوهای آذرکافت در مقایسه با سناریو های ارتقای سوخت و تولید الکتریسیته بررسی شده اند. بدین منظور چهار سناریو شناسایی و مقایسه شده اند. نتایج نشان داد که پردازش زیست توده نسل دوم هزینه بر بوده و روغن پالایش شده ۶۵ درصد گران تر از

نمونه های فسیلی است. از لحاظ معیارهای اقتصادی وزیست محیطی واحد سیار عملکرد بهتری از واحد های ثابت نشان دادند. نسبت خروجی به ورودی انرژی بین ۷.۵۴ و ۶.۹۹ قرار داشته و انتشار کربن دی اکسید بین ۱۳۸ و ۹۶ کیلوگرم به ازای هر تن روغن پالایش شده است.

پاولو وهکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود با عنوان "مدل سازی کاربردی عملکرد زنجیره تامین زیست توده سبز" سه نوع سیستم زنجیره تامین را از نظر برداشت زیست توده در مکان اولیه جمع اوری کل زیست توده در مکان اولیه، بارگیری زیست توده از مکان اولیه و حمل و نقل، تخلیه زیست توده در شرایط متفاوت با توجه به هزینه کل مورد بررسی قرار دادند. مدل کاربردی فعالیت ها، اقدامات، فرایندها و عملیات تولید و اجرا توسط نرم افزار Extendsim شبیه سازی شده است. مدل ارائه شده در این تحقیق می تواند به عنوان یک سیستم پشتیبانی جهت شناسایی موانع با بررسی و آزمایش گزینه های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند که هزینه اولیه کمتری به زنجیره اعمال کند.

شقایق آقایی (۱۳۹۵) در پایان نامه خود به طراحی زنجیره تامین زیست توده زیستی با هدف کمینه سازی هزینه های حمل و نقل پرداخت و زنجیره تامین سوخت زیستی از برداشت زیست توده تا تحویل به مشتری را مورد بررسی قرار داد. مدل ارائه شد در دو حالت قطعیت و تحت عدم قطعیت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج جواب های بهینه برای هر دو مدل نشان داد، پالایشگاه بهتراست در مکانی احداث شود که فاصله کمتری با مکان های برداشت داشته باشد. همچنین زیست توده ای بیشتر مورد مصرف قرار می گیرند که هزینه اولیه کمتری به زنجیره اعمال کند.

پریسا مصطفی زاده (۱۳۹۴) پایان نامه ارشد با عنوان توسعه مدل ریاضی برای شبکه زنجیره تامین هیدروژن با استفاده از زیست توده ها با توجه به مسائل زیست محیطی را انجام داده است. در این تحقیق به مسئله بهینه سازی تصمیمات در سطح زنجیره تامین هیدروژن پرداخته شده است. زنجیره تامین مذکور چهار سطحی شامل سطوح تامین مواد اولیه (زباله های شهری و بقایای کشاورزی)، تولید هیدروژن،

انبارش و تقاضا است. بهینه سازی در این تحقیق به منظور کمینه سازی میزان آلاینده‌ی زنجیره تامین و هزینه کل زنجیره است. نتایج نشان داد قرارداد هدف کمینه سازی میزان آلاینده‌ی در الویت اول، منجر به طراحی و مدیریت زنجیره تامین مذکور به گونه ای می شود که سیاست گذاری باصرف هزینه بیشتر، درصدد کاهش آلاینده‌ی های فرایند تامین تامصرف هیدروژن برمی آید.

هندالیان پور (۱۳۹۳) در پایان نامه خود به توسعه مدل ریاضی برای شبکه زنجیره تامین سبز تحت شرایط عدم قطعیت جهت استفاده از زیست توده ها پرداخت مدل اول برای انتخاب بهترین مکان جهت احداث پالایشگاه ارائه شد و نتایج نشان داد که این مدل در مقایسه با مدل های پیشین دارای خطای کمتری است.

عبدول قانی و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی برای شبکه زنجیره تامین بقایای زیست توده، محصولات کشاورزی مدلی ارائه دادند که با در نظر گرفتن هزینه زیاد حمل و نقل، سود کشاورزی حداکثر شود. از آنجا که بقایای محصولات کشاورزی دارای هزینه حمل و نقل بالایی هستند و کشاورزان این بقایا را بعد از برداشت محصول خود در زمین کشاورزی خود می سوزانند تا هزینه حمل و نقل زیادی برای جابه جایی این بقایا پرداخت نکنند. یک مطالعه موردی برای اعتبار سنجی مدل مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد حمل و نقل بقایای ذرت باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه ای می شوند.

رجب زاده و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی تحت عنوان "تحلیل زنجیره تأمین زیست توده زباله با بهره گیری از نقشه های شناختی فازی"، به شناسایی اجزای زنجیره تأمین زیست توده زباله در ایران پرداختند. با استفاده از روش نقشه شناختی فازی ابتدا روابط علی بین اجزای زنجیره بررسی و سپس به سناریوهای مختلف اجزای زنجیره تأمین زیست توده زباله در جهت تولید انرژی پرداخته شد. نتایج نشان داد با افزایش میزان تأثیر تولید زیست توده زباله میزان تأثیر سایر اجزای زنجیره در جهت تولید انرژی

نیز افزایش می یابد. ولی با افزایش میزان تأثیر حمل و نقل اولیه، ذخیره سازی در محل دفن میزان تأثیر سایر اجزا به همان نسبت کاهش می یابد تا جایی که رابطه تأثیرگذاری آن ها منفی می شود. می توان نتیجه گرفت که تولید زیست توده زباله نسبت به سایر اجزای زنجیره تأمین تأثیرگذارتر و دارای اهمیت بیشتری برای تولید انرژی هست.

محمد فتاحی و همکاران (۲۰۲۰) مقلله ای تحت عنوان " برنامه ریزی زنجیره تامین پلیدار برای تولید توان زیست توده با ریسک محیطی و ملاحظات عدم اطمینان " انجام داده اند که پژوهش خود به مسئله طراحی و برنامه ریزی یک سیستم زنجیره تامین برای تولید برق از زیست توده با استفاده از فن آوری های مختلف پرداخته اند و یک مدل برنامه ریزی تصادفی دو مرحله ای برای یافتن یک استراتژی طراحی موثر تحت تامین زیست توده اتفاقی و بسیار فصلی توسعه داده می شود .

در پژوهش دیگری که توسط ایشان انجام شده تحت عنوان " یک برنامه تصادفی چند مرحله ای برای طراحی پایدار شبکه های زنجیره تامین سوخت زیستی تحت شرایط عدم قطعیت تامین زیست توده و خطر اختلال " بر روی طراحی و برنامه ریزی شبکه زنجیره تامین سوخت زیستی از زیست توده به مراکز تقاضا تمرکز می کنند که در آن تامین زیست توده تصادفی و فصلی است و ظرفیت تجهیزات به صورت تصادفی به دلیل اختلالات احتمالی متفاوت است . یک برنامه تصادفی چند مرحله ای مقرون به صرفه را پیشنهاد می کنند که در آن تشعشعات گازهای گلخانه ای کاهش پیدا می کنند و تاثیر اجتماعی محتوای استراتژی در نظر گرفته می شود و یک روش افق برای پیاده سازی و ارزیابی راه حل مدل تصادفی ارائه شده است. نتایج محاسباتی بر روی یک مطالعه موردی واقعی، کاربرد ابزار بهینه سازی پیشنهادی قابلیت کاربرد و همچنین تاثیر خطر اختلال و ابعاد پایداری در طراحی سیستم سوخت زیستی را نشان می دهد .

۵-۷-۲- زنجیره تامین - تحلیل پوششی داده ها

چن و یان (۲۰۱۱) مطالعه ای با عنوان "مدل شبکه DEA برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین" انجام دادند که در آن یک مدل جایگزین DEA را می‌سازد که ساختار داخلی ارزیابی عملکرد زنجیره تامین را در بر می‌گیرد. تحلیل کارایی شامل رابطه بین زنجیره تامین و تقسیمات و رابطه بین سه مکانیسم مختلف سازمانی مورد بحث قرار می‌دهد.

وانگ و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه ای تحت عنوان "سیستم اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تامین: رویکرد مبتنی بر DEA مونت کارلو" انجام دادند که در آن یک ابزار ساده برای اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تامین در محیط واقعی، که تصادفی است، توسعه می‌دهد. ابتدا مدل زنجیره تامین داده‌ها (DEA) را معرفی کرد تا عملکرد زنجیره تامین را اندازه‌گیری کند. سپس این مدل با روش (مونت کارلو) نمونه‌گیری تصادفی برای برآورده کردن اندازه‌گیری بهره‌وری در محیط تصادفی، مدل را ارتقا داد این روش یک روش صرفه‌جویی در هزینه و روش کارا برای مدیریت عدم قطعیت بوده و می‌تواند در سایر حوزه‌های مربوطه به غیر از زنجیره تامین مورد استفاده قرار گیرد.

لیگن و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه ای تحت عنوان "مدل های DEA برای ارزیابی کارایی زنجیره تامین" که در آن نشان داده شده است که یک زنجیره تامین می‌تواند کارآمد تلقی شود در حالی که اعضای آن از نظر DEA ناکارآمد هستند. مطالعه حاضر چندین روش مبتنی بر DEA را برای توصیف و اندازه‌گیری کارایی زنجیره تامین هنگامی که اقدامات میانی در ارزیابی عملکرد گنجانده شده است، توسعه می‌دهد.

ونگ و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه ای با عنوان (توسعه پایدار برای مدیریت زنجیره تامین در صنعت نفت ایالات متحده به روش تحلیل پوششی داده‌ها) انجام دادند که در این مطالعه بیان شده برای دستیابی به سطح بالای پایداری شرکت، شرکت‌ها نیاز به اندازه‌گیری عملکرد جاری برحسب دستاوردهای عملیاتی و زیست محیطی خود دارند. این تحقیق استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

(DEA) را برای این ارزیابی پیشنهاد می‌کند و همچنین از آن برای اندازه‌گیری پایداری شرکت های نفتی در ایالات متحده استفاده شده است. یافته‌های تجربی که در این تحقیق مورد بحث قرار گرفتند در تهیه استراتژی کسب و کار و سیاست صنعتی برای صنعت نفت نه تنها ایالات متحده بلکه کشورهای دیگر درگیر در تولید نفت و گاز مفید هستند. که در نتیجه این پژوهش مشخص شد شرکت های یکپارچه از شرکت‌های مستقل در پایداری شرکت بهتر عمل می‌کنند.

سارانگا و موسر (۲۰۱۰) مطالعه ای با عنوان (ارزیابی عملکرد مدیریت خرید و عرضه با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها) انجام دادند که هدف آن اندازه گیری فعالیت های مدیریت خرید و عرضه (PSM) و نتایج واقعی عملکرد در این مطالعه رویکرد جدیدی برای جمع آوری داده ها ارائه شده است که شامل داده های منابع مختلف از طریق تکنیک های مختلف ارزیابی است از جمله بررسی عملکرد خارجی و از این رو از سوگیری روش معمول و مشکلات مرتبط با اقدامات ادراکی جلوگیری می‌کند. و سپس روش تحلیل پوششی داده ها دو مرحله‌ای برای ارزیابی عملکرد PSM و همچنین داده‌های نادقیق برای اولین بار در ادبیات PSM به کار گرفته شده است .

هالکس و همکاران (۲۰۱۰) مطالعه ای با عنوان (استفاده از مدل های DEA زنجیره تامین در مدیریت عملیات) انجام دادند که در آن به بررسی دقیق و طبقه بندی دقیق از مدل های DEA زنجیره تامین با ساختارهای داخلی می‌پردازد.

مدل ها را به چهار دسته طبقه بندی می کنند:

مدل هایی که رویکرد استلندارد DEA را در هر مرحله به طور جداگانه اعمال می‌کنند. مدل های این دسته تعارضات احتمالی بین دو مرحله را در نظر نمی‌گیرند.

مدل‌های رابطه‌ای DEA که مقیاس‌های میانی را به صورت هماهنگ با هم اندازه گیری می‌کنند.

مدل های DEA شبکه که ممکن است بیش از دو مرحله داشته باشند و دارای اقدامات میانی نباشند، ساختارهای پویایی داشته و ورودی ها را بین مراحل به اشتراک بگذارند.

مدل های نظریه بازی که در مدل های غیر همکارانه و همکارانه تقسیم بندی شده اند. همچنین مدل های همکارانه شامل مدل بازی های چانه زنی می باشند .

مقدسی و همکاران (۲۰۱۵) مطالعه ای با عنوان (انتخاب بهترین تامین کننده با ورودی و خروجی های انعطاف پذیر در مدیریت زنجیره تامین با تحلیل پوششی داده ها) انجام دادند که با کمک تحلیل پوششی داده ها برای انتخاب تامین کننده برتر در میان تامین کنندگان با ورودی و خروجی های انعطاف پذیر یک مدل ارائه شده است. هدف از این مطالعه انتخاب یک تامین کننده با بهترین شرایط است، پیدا کردن بهترین تامین کننده با بهترین سناریوها یکی از نقاط بحرانی در مدیریت زنجیره تامین و تصمیم گیرندگانی است که میخواهند این مشکل را با کمترین خطر حل کنند.

قدیری و همکاران (۱۳۹۵) مطالعه ای تحت عنوان "ارزیابی زنجیره تامین گردشگری روستایی روستای مصر" انجام دادند. که به ارزیابی زنجیره تامین گردشگری روستایی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها می پردازند این پژوهش در روستای مصر در سال ۱۳۹۴ با هدف ارزیابی زنجیره تامین گردشگری و ارائه راهکارهایی جهت بهبود و ارتقای آن انجام شده است. نتایج نشان داد در روستای مصر پنج عامل حمل و نقل، اطلاعات بازدیدکننده، اقامت، زیرساخت ها و جاذبه ها دارای عملکرد مناسب و سه عامل خدمات پذیرایی، تفریح و سرگرمی و امکانات خرید عملکرد نامناسبی در زنجیره تامین گردشگری روستای مصر دارند.

صوفی و همکاران (۱۳۹۱) مطالعه ای تحت عنوان "مدلی جهت ارزیابی عملکرد زنجیره تامین با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه های" انجام دادند. در این مقاله از مدلی متناسب با ماهیت شبکه ای و چند مرحله ای زنجیره تامین استفاده شده که عملکرد کل زنجیره را در قالب یک

مدل ریاضی و با استفاده از شاخص های مالی، دانشی، مشارکت و پاسخگویی زنجیره تامین، ارزیابی می‌کند. در بخش اول، شاخص ها در سه سطح استراتژیک، فرایندی و عملیاتی در نظر گرفته شده و با تحلیل عاملی، تأیید آن بررسی می‌گردد. در بخش دوم از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای استفاده می‌شود نتیجه این تحقیق نشان داد که مدل ارائه شده، مدل مناسبی برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین می‌باشد زیرا این مدل هم توانایی در نظر گرفتن تعاملات اجزای زنجیره و شاخص ها را دارد و هم نتایج رتبه عملکردی از قدرت تفکیک پذیری بالایی برخوردار است.

ساعی و نجفی (۱۳۹۲) مطالعه ای با عنوان "استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین سه سطحی" انجام دادند که در آن یک مدل تحلیل پوششی داده ها در سه سطح جهت ارزیابی یک زنجیره تامین ارائه گردیده است. مدل استفاده شده در این مقاله گسترش یافته مدل وانگ است. که در آن مدل تعمیم یافته دومرحله ای تحلیل پوششی داده های دومرحله ای کو و هوانگ با فرض بازده به مقیاس متغیر و مدل تحلیل پوششی داده ها دو مرحله ای با در نظر گرفتن اهمیت نسبی وزن ها در هر مرحله به طور مجزا وارد شده است. نتیجه این تحقیق این است که کل زنجیره تامین زمانی کاراست که عملکرد زنجیره های دومرحله ای آن ها نیز کارا باشد.

۶-۷-۲- زیست توده- تحلیل پوششی داده ها

دلنگ سون (۲۰۱۴) مطالعه ای تحت عنوان "ارزیابی کارایی صنعت تولید انرژی زیست توده در چین" که در آن، تفاوت منطقه ای به عنوان یک ویژگی جدید در صنعت تولید انرژی زیست توده در نظر گرفته شده است و مدل AR برای تغییر مسئله وزن صفر استفاده می شود هنگام استفاده از روش تجزیه و تحلیل پوششی داده (DEA) برای ارزیابی بهره وری از انرژی زیست توده صنعت تولید ۳۰ شرکت تولید برق زیست توده در چین به عنوان نمونه انتخاب شده و ارزیابی کارایی انجام می‌شود.

کارلوس و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه ای تحت عنوان "اندازه گیری پایداری تجارت کشاورزی برزیل با استفاده از توابع فاصله جهت دار و تجزیه و تحلیل پوششی داده ها" انجام دادند هدف اصلی این مقاله برآورد مجموعه ای از شاخص های کارایی نسبی در بخش کشاورزی برزیل است که مفهوم بهینه سازی پارتو را برآورده می کند، به طور همزمان هم ابعاد اقتصادی، بوم شناختی و هم کارکردهای اجتماعی را تقویت می کند. برای رسیدن به این هدف، از روش توابع فاصله جهت دار و تجزیه و تحلیل پوششی داده استفاده شد.

بابازاده و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه ای تحت عنوان "یک مدل DEA غیر شعاعی برای بهینه سازی مکان کشت *Jatropha Curcas L*." انجام دادند با هدف بررسی مناطق کشت JCL با استفاده از یک مدل تحلیل پوششی داده های غیر شعاعی (DEA) انجام می شود. در این راستا، دو مقوله معیارهای حیاتی و غیر بحرانی اقتصادی، اقلیمی و اجتماعی برای ارزیابی تناسب موقعیت های مختلف کشت در ایران تعریف شده است. معیارهای مهم شامل دوره یخبندان بلند، شرایط بهره برداری از آب و PH پایین خاک است. سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده های غیر شعاعی، مکان هایی که معیارهای بحرانی را ارضا می کنند، ارزیابی می شوند. نتایج به دست آمده نشان می دهد که روش پیشنهادی می تواند به عنوان ابزار قدرتمندی برای بهینه سازی مکان محصولات انرژی مورد استفاده قرارگیرد.

۷-۲-زنجیره تامین-تحلیل پوششی داده ها-زیست توده

ایوانجلس و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه ای تحت عنوان "الگوریتم بازگشتی مبتنی بر DEA برای طراحی بهینه شبکه های زنجیره تامین زیست توده" انجام دادند، که در آن یک الگوریتم بازگشتی ارائه می شود که روش متفاوت برای طراحی یک شبکه زنجیره تامین است معرفی می کند. انتخاب امکانات نصب شده ممکن بر مبنای حداقل هزینه و حداکثر بهره وری، از طریق یک مدل MILP است. ساختار زنجیره تامین بهینه وقتی بدست می آید که معیار اتمام برآورده شود و تنها بازده کافی داشته باشد.

میثم پور کریمی و جواد مرتضوی (۱۳۹۳) مطالعه ای تحت عنوان "ارائه یک الگوریتم DEA بازگشتی در طراحی بهینه شبکه های زنجیره تامین زیست توده ای در صنعت غذایی" انجام دادند که در آن الگوریتم DEA بازگشتی ارائه شده است که به معرفی روش های مختلف از طراحی یک شبکه زنجیره تامین در صنعت می پردازد. روش حل DEA بازگشتی بر اساس مدل MLP در حداقل هزینه و حداکثر بهره وری انتخاب شده است. حل MILP بر اساس الگوریتم پیشنهادی و روش DEA بازگشتی نشان داده شده است. نتیجه حاصل از یافته ها نشان داده که ساختار زنجیره تامین بدست آمده در صنعت غذایی زمانی بهینه است که تنها راه حل کارآمد، کاهش هزینه های کلی به طور همزمان باشد.

عادل آذر و همکاران (۱۳۹۸) مطالعه ای تحت عنوان "طراحی مدل ریاضی تخصیص بهینه در زنجیره تأمین سبز دو مرحله ای با استفاده از تحلیل پوششی داده های شبکه ای (NDEA) و مدارهای الکتریکی" انجام دادند که در آن به طراحی یک زنجیره تأمین سبز دو مرحله ای با تخصیص بهینه یک تأمین کننده سبز به یک تولیدکننده سبز بر اساس ماکزیمم کارایی و در نظر گرفتن فرایندها و محصولات درونی میان این دو سطح، با استفاده از تحلیل پوششی داده ها پرداخته اند.

۸-۲- خلاصه فصل

در این فصل از تحقیق به بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق پرداخته شد تا مبانی نظری تحقیق شکل گیرد. بدین منظور در ابتدای فصل به تشریح زنجیره تامین و همچنین تعاریف گوناگونی که از این مفهوم توسط افراد مختلف بیان شده است پرداخته ایم و سپس در یک تعریف کلی زنجیره تامین سنتی و سبز با یکدیگر مقایسه شده اند و همچنین به توضیح چگونگی ارزیابی عملکرد زنجیره تامین پرداخته شده و مفهوم مدیریت زنجیره تامین و تعاریف گوناگون از دیدگاه صاحب نظران مختلف به صورت کلی بیان شده است و سپس نوع روش استفاده شده در این تحقیق یعنی روش تحلیل پوششی داده ها و انواع آن به طور کامل توضیح داده شده است و در قسمت آخر بخش اول این فصل به تعریف زیست توده انواع

آن و همچنین تکنولوژی هایی که برای تبدیل زیست توده به انرژی استفاده می شود جایگاه زیست توده در جهان و ایران شرح داده شده است و همچنین ظرفیت زیست توده استان های ایران نیز بیان شده است در این تحقیق با توجه به اطلاعات در دسترس بر روی ۵ نوع زیست توده تمرکز کرده ایم که شامل ضایعات، غلات، حبوبات، صنعتی، سبزیجات و علوفه ای می باشد.

بر اساس بررسی ادبیات تحقیق مشخص می شود که استفاده از سوخت های فسیلی سبب افزایش آلودگی زمین شده و انتشار گازهای گلخانه ای منجر به تغییرات آب و هوایی شده که این امر زمینه طراحی و ساخت فناوری های انرژی تجدید پذیر جدید را فراهم کرد و با جایگزین کردن سوخت های بدست آمده می توان میزان آلودگی حاصل شده از طریق مصرف سایر انرژی ها را کاهش داد. همچنین علاوه بر کاهش سطح آلودگی در دسترس بودن و کم هزینه بودن این منبع از انرژی می تواند از عمده ترین دلایل روی آوردن به این انرژی پاک باشد. این روزها، چندین کشور در حال بررسی پورتفولیوی انرژی خود و تمرکز بر انرژی های تجدیدپذیر هستند تا به امنیت انرژی و پایداری در آینده دست یابند. در هر دو دانشگاه و در عمل، تولید الکتریسیته از زیست توده توجه چشمگیری به خود جلب کرده است. در مجموع ۶۲ کشور در جهان تولید برق از زیست توده را تولید می کنند و به طور متوسط استفاده از زیست توده برای تولید برق در هر سال از ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ در حدود ۱۳ درصد تولید می کند و تولید آن در سال ۲۰۱۵ ۱۶ درصد تولید برق کل و ۱۱.۳ درصد از تولید برق را تشکیل می دهد (ایفانز و همکاران ۲۰۱۰) عملکرد سیستم تولید برق زیست توده مبتنی بر زیست توده به قابلیت اطمینان و کارایی سیستم محتوای استراتژی خود از تامین کنندگان زیست توده برای تولید کننده برق بستگی دارد. زیست توده ویژگی های اصلی دارد که این مساله را برجسته می کند: (۱) هزینه حمل و نقل بالا از زیست توده به دلیل حجم بالای آن (۲) تامین عدم قطعیت و فصلی (۳) یک شبکه توزیع گسترده و پراکنده (فانگزو و همکاران، ۲۰۱۸).

لذا آغاز رویکردهای جدی به سوی منابع تجدیدپذیر به جای تکیه بر ذخایر رو به اتمام منابع تجدید ناپذیر شکل گرفت و مطالعات و مقایسه این دو گونه منبع اولیه برای انرژی فزونی و به طور روز افزونی ادامه یافت. انرژی زیست توده در میان انرژی های تجدیدپذیر مقام نخست را در عرضه انرژی جهان دارا می باشد به گونه های که در سال ۲۰۰۵ حدود ۱۰ درصد عرضه انرژی اولیه جهان از منابع زیست توده تامین گردیده است. در حال حاضر فناوری و روش های مختلفی برای پردازش، تصفیه و دفع پسماندها مطرح می باشد. همچنین زیست توده به عنوان چهارمین منبع اصلی انرژی بشر و به عنوان بزرگترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان محسوب می گردد همچنین مهم ترین منبع انرژی در کشورهای در حال توسعه است که حدود سه چهارم از جمعیت جهان در آن زندگی می کنند. ضمناً مصرف انرژی زیست توده در چند کشور صنعتی از اهمیت برخوردار است. با در نظر گرفتن شرایط تهیه و پیشرفت فناوری زیست توده خوش بینی بسیار زیادی وجود دارد که زیست توده در آینده نقش مهمی در تأمین انرژی مورد نیاز بشر ایفا نماید. زیست توده قابلیت تولید برق، حرارت، سوخت های گازی، مایع و جامد با انواع کاربردهای مفید شیمیایی را دارا می باشد.

منابع زیست توده های که برای تولید انرژی مناسب هستند، طیف وسیعی از مواد را تشکیل می دهند که شامل فضولات دامی، محصولات انرژی زا، همچنین زائدات کشاورزی و جنگلی، زائدات غذایی، پسماندهای شهری و فاضلاب های شهری و صنعتی می گردد. لازم است که تلاش های بیشتری در تولید و استفاده موثر از زیست توده به عنوان سوخت به عمل آورد، زیرا این منبع انرژی بومی در دسترس می باشد.

فصل سوم

روش تحقیق

۱-۳-مقدمه

روش پژوهش چارچوبی از گام ها و اقدامات ضروری برای دستیابی به هدف و پاسخ به سؤالات پژوهش فراهم می‌کند. به کارگیری روش علمی در تحقیق، تنها راه دستیابی به دستاوردهای قابل قبول و علمی است، لذا برای انجام یک پژوهش معتبر به روش شناسی نیاز است. بعضی روش شناسی را موضوعی نظری می‌دانند که با منطق و فلسفه پیوسته است و بعضی دیگر روش شناسی را از فلسفه جدا دانسته و آن را یک رشته علمی می‌دانند. بررسی و تحلیل نقادانه شیوه های خاص شناخت و نظریه در حوزه های علمی وظیفه شاخه ای از فلسفه علم است که روش شناسی خوانده می‌شود. دستیابی به هدف های پژوهش، زمانی حاصل می‌شود که جستجوی شناخت با روش شناسی درست انجام پذیرد. همچنین در تعریف دیگری توسط خاکی (۱۳۸۴) روش تحقیق را اینگونه تعریف می‌نماید: روش شناسی، پژوهش را منظم، منطقی و اصولی کرده و جستجوی علمی را نیز راهبری می‌کند. روش تحقیق مجموعه‌ای از قواعد، ابزار و راه های معتبر و نظام یافته برای بررسی واقعیت ها، کشف مجهولات و دستیابی به راه حل مشکلات است. به طوری که انتخاب متدولوژی تحقیق یکی از مهم ترین و فنی ترین مراحل است که پژوهشگر باید با حساسیت ویژه، ابزاری مناسب برای گردآوری داده ها طراحی نموده و با انتخاب نمونه آماری، داده های نگرشی و جمعیت شناختی مورد نیاز را جمع‌آوری کند. همچنین شناخت روش های پژوهش و آگاهی از دقیق بودن آنها از حساسیت بیشتری برخوردار می‌باشد.

در این فصل ابتدا روش، نوع پژوهش و سپس جامعه و نمونه مورد بررسی معرفی گردیده و در ادامه ، روش و ابزار گردآوری داده ها معرفی گردیده است. سرانجام نیز روش تجزیه و تحلیل داده ها بیان شده است.

۲-۳- نوع شناسی تحقیق

هدف اصلی این پژوهش اولویت بندی بین زنجیره تامین های زیست توده ایران از منظر کارایی بوده و همچنین تعیین کارا ترین زنجیره تامین زیست توده در ایران می باشد. بنابراین پژوهش حاضر از نظر هدف یک پژوهش کاربردی می باشد و همچنین از منظر دانش افزایی ناشی از ارائه اطلاعات لازم جهت تعیین مناسب ترین زنجیره تامین زیست توده در کشور می تواند این پژوهش جنبه توسعه ای نیز داشته باشد. متغیر های این پژوهش کمی بوده و همچنین از نظر روش گردآوری داده ها یک پژوهش پیمایشی می باشد. داده ها و اطلاعات این پژوهش از طریق مطالعه کتاب ها، مقالات و گزارش های مختلف حاصل شده است؛ لذا این پژوهش بصورت کتابخانه ای انجام شده است.

۳-۳- روش و ابزار گردآوری اطلاعات

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت انجام در زمره پژوهش های کمی قرار می گیرد. با توجه به کمی بودن ماهیت این تحقیق، استفاده از روش های تحقیق کمی برای انجام این پژوهش امری ضروری است. همچنین رویکرد اصلی این تحقیق رویکرد کاربردی است چرا که هدف اصلی تحقیق ایجاد ارتباط بین مفاهیم نظری تحقیق در عملیات با مسائل کاربردی در دنیای صنعت است.

بنابراین، فرایند کلی تحقیق حاضر بدین صورت است که:

ابتدا به شناخت دقیق مساله تحقیق در دنیای واقعی پرداخته می شود تا این مسئله در حد ممکن واقعی تر شده و در نتیجه مساله تحقیق تا حد ممکن کاربردی تر گردد.

سپس به ارائه یک تعریف جامع و دقیق از محدوده مسئله مورد بررسی و اجزای آن ارائه می شود. بر اساس این تعریف، می توان مفروضات مساله تحقیق را مشخص نمود.

در ادامه به تعریف پارامترها و متغیرهای تصمیم مسئله و همچنین ارائه مدل ریاضی مساله پرداخته می‌شود. بعد از مدل سازی مسئله، به بررسی و انتخاب روش حل یا چندین روش حل کارا و قدرتمند در ابعاد واقعی می‌پردازیم. در مرحله بعد به حل مساله و رفع اشکالات احتمالی روش حل طراحی شده پرداخته می‌شود. در نهایت نیز اعتبار و صحت نتایج حاصل از روش حل پیشنهادی با استفاده از مقایسه با دیگر روش های حل دیگر تحقیقات نزدیک به مساله تحقیق سنجیده می‌شود.

روش گردآوری اطلاعات در این پژوهش کتابخانه ای می‌باشد در این روش با استناد به داده ها و اطلاعات موجود در مقالات، کتاب ها و گزارشات منتشر شده به گردآوری اطلاعات لازم در خصوص پیشینه پژوهش و ادبیات موضوع پرداخته و در واقع این مطالعه از دو منظر بررسی شده است:

- تعیین زنجیره های تامین زیست توده
- تعیین کارا ترین زنجیره تامین زیست توده با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها

۴-۳- جامعه، نمونه و روش نمونه گیری

مجموعه واحدهایی که حداقل یک صفت مشترک داشته باشند یک جامعه را تشکیل می‌دهند. نمونه مجموعه ای از نشانه ها است که از یک قسمت گروه یا جامعه ای بزرگتر انتخاب می‌شود. این انتخاب به گونه ای است که این مجموعه نشانه، ویژگی های آن قسمت، گروه یا جامعه بزرگتر را دارا باشد. (خاکی، ۱۳۸۴)

در این پژوهش از داده های موجود در مقالات و کتب مختلف استفاده کرده ایم. و همچنین کل استان ها کشور ایران را برای مطالعه استفاده کرده ایم و از نمونه گیری استفاده نشده و جامعه آماری ما کل استان های کشور می‌باشد.

۵-۳- روش گردآوری اطلاعات

به طور کلی روش های گردآوری اطلاعات در این پژوهش به دو دسته کتابخانه ای و میدانی تقسیم می شود. در خصوص گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش های کتابخانه ای و جهت گردآوری اطلاعات برای تأیید یا رد فرضیه های پژوهش از روش میدانی استفاده شده است.

۶-۳- نحوه جمع آوری داده ها زیست توده

به منظور انجام این پژوهش از ۵ نوع زیست توده استفاده شده است که در زیر عنوان آن ها بیان شده است که به شرح زیر می باشد:

غلات^۹

حبوبات^{۱۰}

صنعتی^{۱۱}

سبزیجات^{۱۲}

علوفه ای^{۱۳}

محاسبه پتانسیل منابع زیست توده زراعی نیازمند دسترسی مرحله ای به مجموعه ای از اطلاعات اولیه است که در ادامه به ترتیب کاربرد با ذکر مراجع، شرح داده می شود:

⁹ cereal

¹⁰ grain

¹¹ Industrial

¹² Vegetables

¹³ Fodder

- ✓ شناسایی محصولات زراعی کشت شده در کشور و تعیین سطح زیر کشت، ضریب عملکرد و میزان تولید هر یک از منابع در سال ۱۳۹۰: در این راستا، از آمارنامه کشاورزی توسط وزارت جهاد کشاورزی (معاونت برنامه ریزی و اقتصادی- مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات) بهره گرفته شد.
- ✓ تخمین ضریب تبدیل محصول به زائدات و ضایعات حاصل از برداشت و فرآوری محصولات زراعی.
- ✓ محاسبه و تخمی ضریب دسترسی به زائدات و ضایعات زراعی: مقدار ضریب دسترسی کمینه ۱۵٪ و بیشینه ۵۰٪ با میانگی ۳۲/۵٪ به دست آمد.
- ✓ میزان زائدات و ضایعات زراعی با استفاده از داده های استخراج شده در مراحل پیشین و فرمول های ارائه شده در جدول زیر محاسبه شد.

۷-۳- مساله طراحی شبکه زنجیره تامین (SCND)

BSC^{۱۴} ممکن است شامل رده های چندگانه و مراحل قبل از نتیجه نهایی باشد اما زنجیره تامین بررسی شده در این تحقیق به طور کلی دارای دو مرحله یا به بیان دیگر دو گره می باشد. در اولین گره یک BSC، مزارع (کشاورزی یا جنگل) مقادیر زیست توده را تولید می کنند، در حالی که مرحله بعدی محل انجام فرآیند نهایی یا همان نیروگاه های تولید انرژی می باشد. در این پژوهش به حداکثر رساندن سود عملیاتی برای زنجیره تامین زیست توده نیز از طریق یک مدل MILP مورد بررسی قرار می گیرد. نتایج بدست آمده از حل مدل MILP به مقادیر ورودی زیست توده و همچنین انرژی تولید شده در طول زنجیره اشاره دارد.

¹⁴ Biomass supply chain

زنجیره بررسی شده در این تحقیق تک مرحله ای بوده و زیست توده از مزارع توسط کامیون های حمل و نقل به نیروگاه های تولید انرژی منتقل می شوند، از آنجا که امکانات ذخیره سازی ممکن است هزینه های اضافی را با حفظ موجودی به زنجیره تحمیل کند انبار در نظر گرفته نشده است و زیست توده مسقیما از مزارع به نیروگاه آخرین حلقه زنجیره که با تقاضای قطعی مقادیر زیست توده روبرو هستند منتقل می شود. علاوه بر این، فرض بر این است که مقادیر مورد نیاز هر نیروگاه بر اساس تجزیه و تحلیل آماری که قبلاً انجام شده است، مشخص می باشد. پیش از ارائه مدل ریاضی مجموعه ها، متغیرها و پارامترها به کار گرفته شده در مدل طراحی شبکه در زیر لیست می شوند:

۸-۳- مدل سازی ریاضی

معادله برنامه ریزی خطی مورد در این پژوهش به صورت زیر می باشد:

۸-۳-۱- معرفی اندیس های مدل MILP

شاخص های مورد استفاده در متغیرهای مدل های MILP و RDEA به شرح زیر است:

M: انواع بایومس (غلات، حبوبات، صنعتی، سبزیجات، علوفه ای)

I: مکان برداشت زیست توده (استان ها)

S: مناطق احداث نیروگاه ها (استان ها)

L: سطح ظرفیت

G1: متغیر های ورودی برای RDEA

G2: متغیر های خروجی برای RDEA

۲-۸-۳- پارامترها

جدول ۱-۳- پارامترها و متغیرها

متغیرها	توضیح
X_{im}	میزان زیست توده برداشت شده از مزرعه
F_{sim}	مقدار زیست توده ای که از مکان برداشت به محل نیروگاه منتقل می شود
P_i	میزان تولید کارخانه
C_{sm}	ظرفیت زیست توده منطقه
Cap_{lm}	ظرفیت نیروگاه
$Rate_m$	نرخ تولید انرژی نیروگاه
Z_{iml}	متغیر برای انتخاب سطح ظرفیت نیروگاه

جدول ۲-۳- متغیرهای باینری

متغیر	توضیح
Y_{sim}	متغیر باینری برای نشان دادن ارتباط بین مکان برداشت زیست توده و محل احداث نیروگاه
ξ_i	متغیر باینری برای انتخاب استان با کارایی ۱۰۰٪ 1 IF TE=100%

جدول ۳-۳- پارامترها

پارامتر	توضیح
TC_{sim}	هزینه حمل هر تن زیست توده از محل (i) به نیروگاه (s)
CB_{sim}	هزینه خرید هر تن زیست توده
CP	هزینه تولید هر کیلو ژول انرژی
CI_{iml}	هزینه احداث نیروگاه

این بخش ، مدل ریاضی اساسی را بر اساس محدودیت ها و عملکرد هدف مسئله بررسی شده ارائه می دهد:

۳-۸-۳- محدودیت ها

محدودیت ها در این قسمت به ۴ دسته تقسیم می شوند که به شرح زیر می باشد:

الف) محدودیت منطقی

$$\sum_i Y_{sim} = 1 \quad \forall i \quad \forall m \quad (1)$$

در صورتی زیست توده از مزرعه برداشت نشود امکان لینک کردن از آن مزرعه به پالایشگاه وجود ندارد.

ب) محدودیت های تعادل زیست توده

$$F_{sim} = X_{im} \quad \forall i \quad \forall m \quad (2)$$

مقدار زیست توده منتقل شده به نیروگاه (S) باید از میزان زیست توده برداشت شده از محل (i) مساوی باشد.

$$F_{sim} \leq Y_{sim} \cdot C_{sm} \quad \forall s \quad \forall i \quad \forall m \quad (3)$$

مقدار زیست توده ای که از محل (i) به نیروگاه (S) منتقل می شود باید از میزان ظرفیت زیست توده منطقه کمتر و یا مساوی باشد.

$$\sum_s F_{sim} \geq \sum_l Z_{iml} \cdot Cap_{lm} \quad \forall i \quad \forall m \quad (4)$$

مقدار زیست توده منتقل شده از محل (i) به نیروگاه (S) باید بیشتر یا مساوی تقاضای نیروگاه باشد.

$$\sum_l Z_{iml} \leq X_{sim} \quad \forall i \quad \forall m \quad (5)$$

مقدار زیست توده منتقل شده از محل (i) به نیروگاه (S) باید کمتر یا مساوی سطح ظرفیت نیروگاه

ج) محدودیت های تولید و درآمد

$$P_i = \sum_m \sum_s F_{sim} \cdot Rate_m \quad \forall i \quad (6)$$

مقدار تولید انرژی نیروگاه برابر است با مقدار زیست توده منتقل شده به نیروگاه در نرخ تولید انرژی

$$\sum_i P_i \cdot Price \quad (7)$$

این محدودیت برای تعیین میزان درآمد بکار می رود میزان درآمد از ضرب میزان تولید کارخانه در قیمت فروش انرژی بدست می آید.

د) محدودیت ها هزینه

$$\sum_s \sum_i \sum_m F_{sim} \cdot TC_{sim} \quad (8)$$

این محدودیت برای تعیین هزینه حمل زیست توده بکار می‌رود که از ضرب مقدار زیست توده حمل شده در هزینه حمل هر کیلومتر زیست توده بدست می‌آید.

$$\sum_s \sum_i \sum_m F_{sim} \cdot CB_{sim} \quad (9)$$

این محدودیت برای تعیین هزینه خرید هر تن زیست توده به کار می‌رود که از ضرب مقدار زیست توده منتقل شده در هزینه خرید هر تن زیست توده بدست می‌آید.

$$\sum_i P_i \cdot CP \quad (10)$$

این محدودیت برای تعیین هزینه تولید هر کیلو ژول انرژی به کار می‌رود که از حاصل ضرب قیمت خرید هر تن زیست توده در هزینه تولید هر کیلوژول انرژی بدست می‌آید.

$$\sum_i \sum_m \sum_l Z_{iml} \cdot CI_{iml} \quad (11)$$

این محدودیت برای تعیین هزینه احداث نیروگاه به کار می‌رود که از حاصل ضرب ظرفیت مورد نظر در هزینه احداث نیروگاه بدست می‌آید.

۴-۸-۳- متغیرهای غیر منفی (Non-negativity constraints)

در محدودیت‌های قبلی معرفی شده برخی از متغیرهای پیوسته در نظر گرفته شده مقادیر زیست توده یا ظرفیت را نشان می‌دهند و بنابراین نمی‌توانند مقادیر منفی دریافت کنند. که این متغیرها عبارتند از:

$$X_{sim} \quad F_{sim}$$

۴-۸-۳- تابع هدف

این بخش ارزش های اقتصادی مدل را ارائه می دهد. هدف اصلی مدل مورد بررسی، تعیین سطوح بهینه برای مقادیر تولید شده و حمل شده و در عین حال سود کل BSC مورد بررسی را به حداکثر می رساند که از مجموع معادلات ۷-۱۱ بدست می آید.

در زیر تابع هدف مربوط به مدل طراحی شبکه نشان داده شده است؛

$$\max z(P_0) = \quad (12)$$

$$\sum_i P_i \cdot Price - (\sum P_i \cdot CP + \sum_s \sum_i \sum_m F_{sim} \cdot TC_{sim} + \sum_s \sum_i \sum_m F_{sim} \cdot CB_{sim} + \sum_i \sum_m \sum_l Z_{iml} \cdot CI_{iml})$$

تابع هدف مسئله بر اساس حداکثر کردن میزان درآمد نیروگاه نوشته شده است بدین صورت که از میزان درآمد نیروگاه هزینه هایی شامل هزینه حمل و نقل، هزینه خرید، هزینه تولید، هزینه احداث نیروگاه کسر شده که در نهایت سود خالص این پروژه بدست می آید.

۹-۳- روش تحلیل پوششی داده ها

یکی از مواردی که در ادبیات مربوطه به آن پرداخته شده ، کارایی زنجیره تأمین است در مورد راه حل های بهینه چندگانه، یک روش باید توسعه داده شود ، به طوری که راه حل نهایی براساس حداکثر توان عملیاتی انتخاب شود. به همین دلیل تکنیک DEA به عنوان شاخصی برای اندازه گیری کارایی انتخاب شده است. ورودی ها و خروجی های هر DMU (استان ها) از مدل MILP مشتق شده است. ظرفیت هر استان به عنوان ورودی تکنیک DEA در نظر گرفته می شود، در حالی که کل مقدار زیست توده از مزارع به نیروگاه های برق و تعداد نیروگاه ها به عنوان خروجی عمل می کند. بنابراین، یک ورودی منفرد و خروجی مورد استفاده قرار می گیرد. کارایی یک DMU به عنوان نسبت خروجی های به ورودی ها تعریف می شود. نوع DEA استفاده شده در این تحقیق خروجی محور با بازده به مقیاس

متغیر می‌باشد. به طوری که هدف ما در این تحقیق این است که مقدار خروجی‌ها یعنی همان انرژی بدست آمده از زیست توده افزایش یابد که همین مورد نشان می‌دهد که تمرکز بیشتر روی خروجی می‌باشد و همچنین برای توضیح بازده به مقیاس آن از بازده به مقیاس متغیر استفاده شده چون با تغییر در میزان منابع میزان ستاده نیز تغییر خواهد کرد اما این تغییر به نسبت ثابت انجام نمی‌شود.

۱-۹-۳- مدل تحلیل پوششی داده‌ها

گام بعدی فراهم کردن ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA به منظور اندازه‌گیری کارایی امکانات است. به همین دلیل مدل DEA خروجی محور بازده متغیر به مقیاس (VRS) و به صورت زیر فرموله شده است و در هر مرحله تعداد استان‌های انتخابی به وسیله DEA فیلتر می‌شوند.

ورودی که با مدل مورد نظر مطابقت دارد F_{sim} می‌باشد

خروجی‌های مورد استفاده در معادلات زیر محاسبه می‌شوند :

$$TQ_r = \sum Y_{sim} \quad (12)$$

$$TPP_r = \sum P_i \quad (13)$$

$$Mg = \begin{bmatrix} \underbrace{F_{sim}}_{IN_r} & \underbrace{TQ_r \quad TPP_r}_{OUT_r} \end{bmatrix}$$

گام بعدی فراهم کردن ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA به منظور اندازه‌گیری کارایی امکانات است:

$$\max \varphi \quad (14)$$

Subject to:

$$\begin{aligned}
& OUT_{rg_2} \cdot \varphi \leq b_r \cdot OUT_{rg_2} \quad \forall g_2 \\
& \sum b_r \cdot IN_{rg_1} \leq IN_{rg_1} \quad \forall g_1 \\
& \sum b_r = 1 \\
& b_r \geq 0
\end{aligned}$$

۲-۹-۳- معیار توقف

پس از به دست آوردن TE برای هر کدام از استان ها، گام بعدی انتخاب استان های کاملاً کارآمد است که ما در این تحقیق به منظور رسیدن به این هدف معیاری را تعیین نموده ایم که به صورت زیر می باشد:

$$\sum \xi_i < 2^{G1+G2}$$

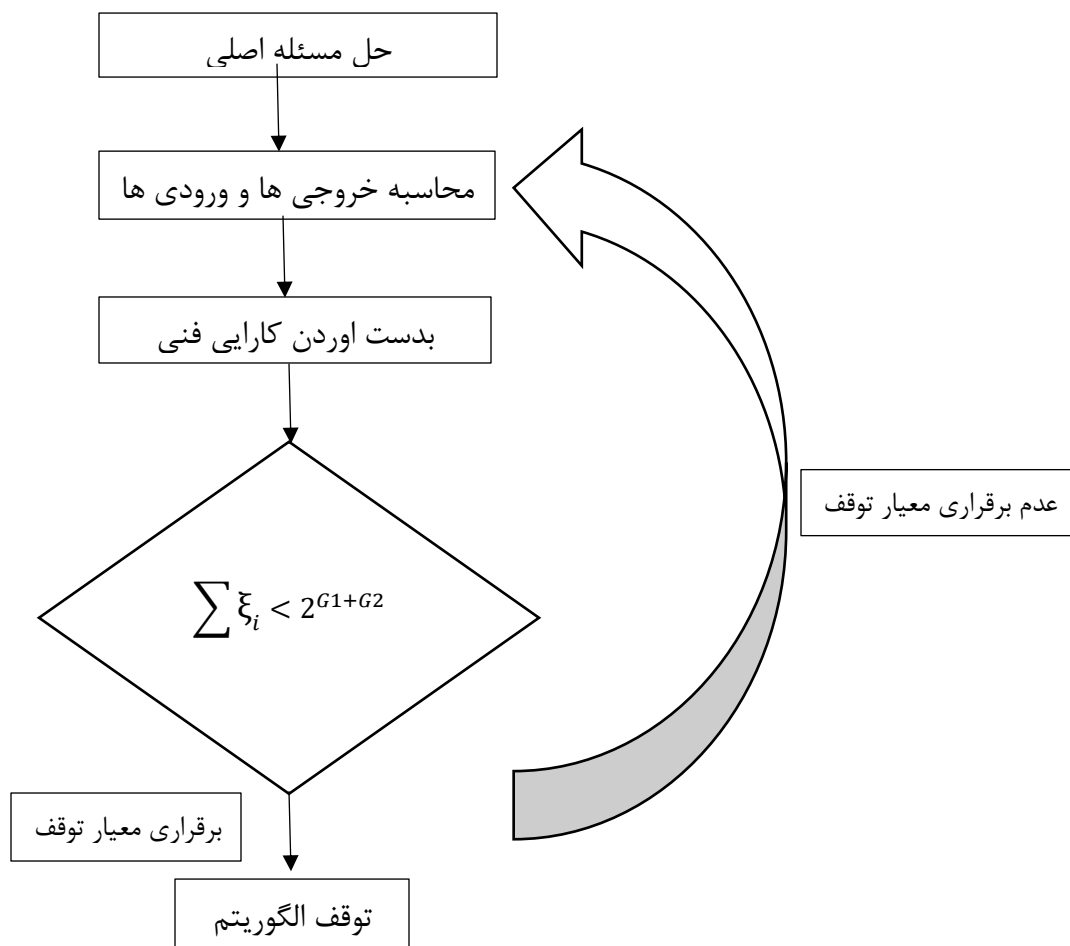
۳-۹-۳- توضیح الگوریتم بازگشتی (RDEA) DEA

الگوریتم RDEA پیشنهادی براساس کمینه سازی همزمان هزینه تجهیزات انتخابی و بهینه سازی کارایی آن ها می باشد. زمانی که مدل طراحی شده زنجیره تامین حل شد، ورودی ها و خروجی ها به دست می آیند و کارایی تکنیکی (TE) هر ساختمان از طریق DEA محاسبه می شود.

پس از به دست آوردن TE برای هر یک از استان ها، گام بعدی انتخاب بهترین استان ها از منظر بیشترین کارایی است، این می تواند با معرفی معادله بعدی به دست آید.

این روند تا زمانی ادامه پیدا می کند که تعداد استان های انتخاب شده به سطحی پایین تر کاهش یابد که تکنیک DEA دیگر نمی تواند عمل کند.

۳-۹-۴- نمودار برای الگوریتم RDEA پیشنهادی



نمودار ۳-۱- الگوریتم RDEA پیشنهادی

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل داده ها

۱-۴- مقدمه

در ابتدای این فصل نتایج بدست آمده از نرم افزار گمز برای قسمت انتخاب زنجیره تامین های انتقالی از شهر ها، مقدار زیست توده منتقل شده از هر شهر نوع زیست توده منتقل شده و همچنین سطح ظرفیت زنجیره و نیز میزان انرژی (خروجی) تولید شده مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرد. این مطالعه در حوزه برنامه ریزی محتوای زیست توده است که تصمیمات برنامه ریزی از جمله مکان، ظرفیت، حمل و نقل در طراحی زنجیره کامل یک سیستم با توان تولیدی مبتنی بر زیست توده تلفیق می شود، سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها به محاسبه کارایی هر کدام از زنجیره های انتقالی زیست توده پرداخته می شود و در آخر با استفاده از الگوریتم بازگشتی کارا ترین زنجیره از منظر بیشترین درآمد تولیدی و کمترین هزینه انتخاب می شود. برای تجزیه و تحلیل داده ها از کد نویسی در محیط گمز استفاده شده است.

۲-۴- تجزیه تحلیل داده ها

در این بخش عملکرد مدل توسعه داده در جامعه آماری در نظر گرفته شده ارزیابی و آنالیز می شود. لازم به ذکر است با توجه به این که مطالعه حاضر اولین مطالعه در راستای توسعه مدل زنجیره تامین تولید انرژی برق در کشور می باشد، کل کشور در مطالعه موردی در نظر گرفته شده است.

۱-۲-۴- هزینه خرید هر واحد زیست توده

هزینه خرید هر واحد زیست توده با توجه به اطلاعات جمع آوری شده به شرح زیر می باشد:

جدول ۴-۱- هزینه خرید زیست توده

نوع زیست توده	هزینه خرید هر واحد زیست توده
Cereal	۰.۰۰۱\$
Grain	۰.۰۰۱\$
Industrial	۰.۰۰۰۵\$
Vegetables	۰.۰۰۱\$
Fodder	۰.۰۰۱۵\$

۴-۲-۲- هزینه تولید انرژی از هر واحد زیست توده

جدول ۴-۲- هزینه تولید انرژی

نوع زیست توده	هزینه تولید انرژی زیست توده
Cereal	۰.۰۰۱۴\$
Grain	۰.۰۰۱۲\$
Industrial	۰.۰۰۱۵\$
Vegetables	۰.۰۰۱۱\$
Fodder	۰.۰۰۱\$

۴-۲-۳- ورودی و خروجی اولیه مسئله ؛

در مرحله اول پس از اجرای مدل MILP در نرم افزار گمز میزان ورودی خروجی زیست توده، نوع زیست توده ورودی به هر استان و همچنین شهر تامین کننده هر استان مشخص شده است که در جدول زیر به تفکیک بیان شده است؛

جدول ۳-۴- نوع زیست توده دریافتی به تفکیک استان

استان تامین کننده	استان دریافت کننده	نوع زیست توده دریافتی	میزان زیست توده دریافتی
-------------------	--------------------	-----------------------	-------------------------

اذربایجان شرقی	اذربایجان شرقی	Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	اذربایجان غربی	Industrial	۱۸.۷۸۶
	اردبیل	Cereal	۱۸.۷۸۶
	کهگیلویه و بویراحمد	Grain	۹۶.۱۲۰
		Vegetables	۲۴۲.۲۲۰

اذربایجان غربی	اذربایجان غربی	Cereal	۸۹۹.۰۴۹
		Industrial	۵۲۹.۳۲۸
		Fodder	۶۱۵.۳۷۰

اردبیل	اذربایجان شرقی	Cereal	۹۱۲.۷۹۸
	اذربایجان غربی	Industrial	۸۵.۷۶۳
		Fodder	۳۰۲.۳۰۴

اصفهان	اذربايجان غربی	Industrial	۴۰.۲۶۹
	اصفهان	Cereal	۴۱۸.۳۵۳
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	کهکلوپه ووبویراحمد	Grain	۷.۳۸۷
		Vegetables	۱۴۹.۵۲۱

البرز	اذربايجان غربی	Industrial	۱۴.۸۷۵
	البرز	Fodder	۹۲۷.۵۰۹
	لرستان	Cereal	۹۰.۳۴۲
	یزد	Grain	۱.۰۱۱

ایلام	اذربايجان غربی	Industrial	۳.۲۳۰
	کرمان	Cereal	۳۷۹.۰۰۹
		Fodder	۲۲.۳۴۵
	گلستان	Vegetables	۵.۲۶۱
	یزد	Grain	۱۲.۷۵۰

بوشهر	اذربايجان غربی	Industrial	۳.۶۱۶
		Fodder	۲۸.۴۱۸
	کردستان	Cereal	۶۰.۱۷۱
	کهکلوپه ووبویراحمد	Grain	۱۷۶.۰۰۰

		Vegetables	۳۰۵.۳۳۳
--	--	------------	---------

تهران	اذربایجان غربی	Industrial	۱.۱۲۶
	تهران	Cereal	۵۲۸.۱۹۲
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	گلستان	Vegetables	۷۸.۶۵۶

چهارمحال بختیاری	کهکلوپه و بویراحمد	Grain	۲۴.۹۶۴
		Vegetables	۵۳.۵۸۹
		Fodder	۲۸۸.۲۶۵
	مرکزی	Cereal	۱۸۹.۶۱۷

خراسان جنوبی	خراسان رضوی	Industrial	۸۱.۳۳۶
	فارس	Vegetables	۱.۸۳۲
	کرمان	Fodder	۳۱۲.۷۵۳
	یزد	Grain	۵۱.۰۰۰

خراسان رضوی	خراسان رضوی	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
		Industrial	۴۹۹.۶۰۷
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	کهکلوپه و بویراحمد	Grain	۹.۰۸۹
		Vegetables	۱۵۵.۱۰۵

خراسان شمالی	تهران	Cereal	۲۶۸.۵۸۹
	خراسان رضوی	Industrial	۶۶.۸۸۵
	کهکلوپه و بویراحمد	Grain	۱۹.۴۲۵
		Vegetables	۷۵.۱۱۹
		Fodder	۱۸۴.۹۲۱

خوزستان	خوزستان	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
		Industrial	۱۰۰۰.۰۰۰
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	کهکلوپه و بویراحمد	Grain	۱۵۱.۶۱۷
	گلستان	Vegetables	۴۵۱.۲۸۷

زنجان	اذربایجان غربی	Industrial	۱.۱۲۵
	البرز	Cereal	۳۷۶.۵۱۷
	همدان	Vegetables	۱۳۲.۶۰۶
		Fodder	۱۵۴.۱۸۲
	یزد	Grain	۵۶.۸۵۹

سمنان	اذربایجان غربی	Industrial	۶۰.۴۹۱
	گلستان	Vegetables	۵۸.۳۱۳
	گیلان	Cereal	۱۵۲.۰۳۱
	همدان	Fodder	۸۰.۱۴۸
	یزد	Grain	۱۲.۵۲۴

سیستان بلوچستان	خراسان رضوی	Industrial	۱.۱۷۷
	سیستان بلوچستان	Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	فارس	Vegetables	۵۱.۷۷۱
	یزد	Grain	۸.۹۰۰

فارس	فارس	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
		Vegetables	۵۹۸.۷۹۶
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	کهکلوپه وبویراحمد	Grain	۳۰۶.۱۲۸

قزوین	اذربایجان غربی	Industrial	۳.۵۱۶
	البرز	Cereal	۶۲۳.۴۸۳
	قزوین	Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	همدان	Vegetables	۱۴۳.۳۰۶

قم	اذربایجان غربی	Cereal	۱۰۰.۹۵۱
		Industrial	۳۰.۲۹۲
	البرز	Fodder	۵۴.۱۱۴
	فارس	Vegetables	۳.۴۲۹
	یزد	Grain	۱۳.۰۰۰

کردستان	اذربایجان غربی	Industrial	۷.۳۱۹
	کردستان	Cereal	۹۲۹.۱۰۸
	مرکزی	Fodder	۲۳۴.۷۹۲
	همدان	Vegetables	۱۴۵.۳۷۴

کرمان	خراسان رضوی	Industrial	۱۶.۲۶۸
-------	-------------	------------	--------

	کرمان	Cereal	۴۲۴.۵۰۳
		Fodder	۶۰۶.۷۷۲
	یزد	Grain	۵.۶۱۳

کرمانشاه	اذربایجان غربی	Industrial	۹۱.۴۱۵
		Fodder	۱۰.۱۹۲
	کرمانشاه	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
	گلستان	Vegetables	۴۲.۳۱۲

کهکلوپه وبویراحمد	فارس	Vegetables	۵.۱۳۷
	کهکلوپه وبویراحمد	Grain	۱۳.۸۱۸
		Fodder	۵۳.۷۷۳

گلستان	خراسان رضوی	Industrial	۳۳۴.۷۲۷
	گلستان	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
		Vegetables	۲۲۳.۳۲۰
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰
	یزد	Grain	۵۶.۹۵۶

گیلان	اذربایجان غربی	Industrial	۲۱.۳۴۷
	البرز	Fodder	۵.۹۱۴
	گلستان	Vegetables	۲.۸۴۰
	گیلان	Cereal	۸۴۷.۹۶۹
	یزد	Grain	۱۰.۱۴۵

لرستان	کهکلوپه وبویراحمد	Grain	۱۵۰.۸۳۷
	لرستان	Cereal	۹۰۹.۶۵۸
	مرکزی	Fodder	۲۱۹.۷۸۹

	همدان	Vegetables	۱۶۵.۶۰۰
--	-------	------------	---------

مازندران	اذربایجان غربی	Industrial	۲۳.۷۲۳
	گلستان	Vegetables	۹۷.۲۲۸
	مازندران	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
		Fodder	۱۰۰۰.۰۰۰

مرکزی	اذربایجان غربی	Industrial	۱۴.۵۸۱
	اصفهان	Cereal	۵۸۱.۶۴۷
	کهکلوپه وبویراحمد	Grain	۴۴.۶۱۵
	مرکزی	Fodder	۵۴۵.۴۱۹
	همدان	Vegetables	۱۶.۸۶۱

هرمزگان	فارس	Vegetables	۲۶۴.۹۸۱
	کرمان	Cereal	۲۷.۱۵۰
		Fodder	۵۸.۱۳۰

همدان	اذربایجان غربی	Industrial	۴۹.۱۹۸
	همدان	Cereal	۱۰۰۰.۰۰۰
		Vegetables	۳۹۶.۲۵۳
		Fodder	۷۶۵.۶۷۰
	یزد	Grain	۲۱.۲۴۲

یزد	کرمان	Cereal	۱۶۹.۳۳۸
	کهکلوپه وبویراحمد	Vegetables	۱۹.۱۱۳

		Fodder	۴۷۳.۰۴۱
	یزد	Grain	۷۵۰.۰۰۰

جدول فوق نتایج اولیه حل مدل با استفاده از نرم افزار گمز را نشان می‌دهد. از آنجایی که یکی از اهداف مدل ارائه شده تعیین زنجیره انتقال زیست توده می‌باشد هر کدام از جدول های بالا نشان دهنده زنجیره انتقال زیست توده می‌باشد. همانطور از جدول بالا مشخص است امکان ارسال زیست توده برای تمام استان ها وجود دارد این در حالی است که در مرحله اول از میان ۳۱ استان کشور تنها ۲۲ استان دریافت کننده زیست توده بوده اند. که در جدول بالا استان های ارسال کننده زیست توده و همچنین استان دریافت کننده، نوع زیست توده ارسالی و همچنین میزان ارسال هر کدام از انواع زیست توده به ترتیب لیست شده است. با استفاده از داده های جدول فوق اطلاعات اولیه برای محاسبه DEA فراهم می‌شود.

۴-۲-۴- زنجیره های انتقال زیست توده کشور

از آنجایی که یکی از اهداف ما در این تحقیق تعیین زنجیره های انتقال زیست توده می‌باشد در جدول زیر با توجه به نتایج بدست آمده از مدل MILP زنجیره های که امکان انتقال زنجیره های زیست توده در آنها وجود دارد را تعیین کرده و همچنین میزان ورودی زیست توده و خروجی انرژی محاسبه شده هر کدام از زنجیره آورده شده است:

جدول ۴-۴- زنجیره های انتقال زیست توده

زنجیره های انتقال زیست توده			
اذربایجان شرقی	اذربایجان شرقی-اردبیل	1912.798	7.2784E+05

اذربایجان غربی	اذربایجان شرقی-اذربایجان غربی-اردبیل- اصفهان-البرز-ایلام-بوشهر-تهران-زنجان-سمنان- قزوین-قم-کرمانشاه-کردستان-گیلان-مازندران مرکزی-همدان	872.268	1.1593E+06
اردبیل	اذربایجان شرقی	18.786	3.1090E+05
اصفهان	اصفهان	581.647	7.6233E+05
البرز	البرز-زنجان-قزوین-قم-گیلان	1987.537	7.5775E+05
تهران	تهران-خراسان شمالی	268.589	6.8197E+05
خراسان رضوی	خراسان جنوبی-خراسان رضوی-خراسان شمالی- سیستان بلوچستان-کرمان	629.499	1.1753E+06
خوزستان	خوزستان	3000	1.1753E+06
سیستان بلوچستان	سیستان بلوچستان	1000	3.6690E+05
یزد	یزد-همدان-گیلان-گلستان-کرمان-قم-سمنان- زنجان-ایلام-البرز-	1305.727	3.2645E+05
فارس	خراسان جنوبی-سیستان بلوچستان-فارس-قم- کهکلوپه و بویراحمد-هرمزگان	327.15	1.0836E+06
قزوین	قزوین	1000	1.0836E+06
کردستان	بوشهر-کردستان	989.279	3.9119E+05
کرمان	یزد-هرمزگان-کرمان-خراسان جنوبی-ایلام	655.972	7.6233E+05
کرمانشاه	کرمانشاه	1000	3.9543E+05
کهکلوپه و بویراحمد	کهکلوپه و بویراحمد-یزد-مرکزی-لرستان- فارس-خوزستان-خراسان شمالی-خراسان رضوی-چهارمحال بختیاری-بوشهر-اصفهان	3000	1.0403E+06
گلستان	ایلام-تهران-خوزستان-کرمانشاه-گلستان-گیلان	702.971	1.0951E+06

	مازندران-		
گیلان	گیلان-سمنان	1000	3.9543E+05
لرستان	البرز-لرستان	1000	3.9543E+05
مازندران	مازندران	2000	7.6233E+05
مرکزی	چهارمحال بختیاری-کردستان-لرستان-مرکزی	1883.933	4.4188E+05
همدان	زنجان-سمنان-قزوین-لرستان-مرکزی	838.077	1.1093E+06

پس از تعیین ورودی و خروجی هر کدام از زنجیره های انتقال زیست توده مرحله بعد استفاده از این نتایج برای حل مدل DEA می باشد. جدول زیر نتایج اولیه حل مدل DEA در نرم افزار R بوده با توجه به نتایج بدست آمده همانطور که مشخص شده ۳ استان به طور کامل کارا هستند. از آنجایی که هدف ما در این تحقیق یافتن راه حل های بهینه بر مبنای حداکثر کارایی و حداقل هزینه می باشد بنابراین الگوریتم تا زمان دستیابی به این هدف تکرار می شود و زمانی به این هدف دست پیدا می کنیم که معیاری که برای توقف الگوریتم در نظر گرفته شده برقرار شود. همانطور که از مشاهده جدول بالا مشخص است تنها استان های اردبیل، خراسان رضوی و فارس به لحاظ فنی کاملاً کارآمد هستند با مشاهده نتایج بدست آمده در این مرحله می توان مشاهده کرد که تعداد استان های که کارایی آنها برابر با ۱ می باشد یا به بیان دیگر کارایی آنها برابر با یک می باشد برابر است با $2^{1+2} = 8$ که نشان دهند برقراری معیار توقف الگوریتم است.

جدول ۵-۴- کارایی مرحله اول

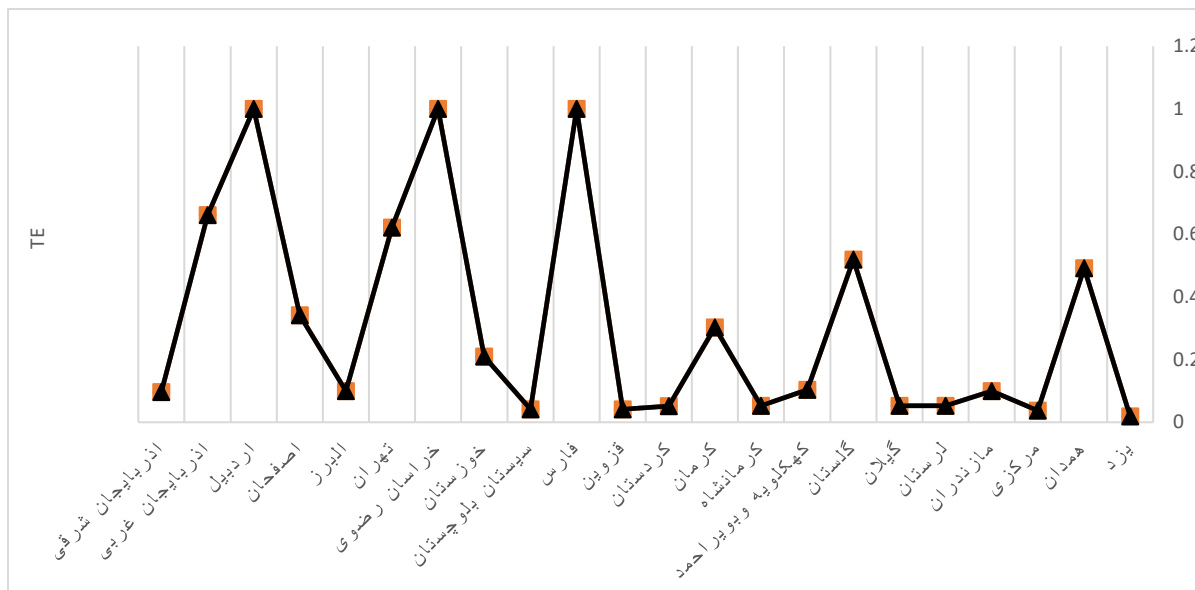
ادریایجان شرقی	ادریایجان غربی	اردبیل	اصفهان	البرز	تهران	خراسان رضوی	خوزستان	سیستان و بلوچستان	فارس
0.096809	0.661201	1	0.342028	0.099174	0.621284	1	0.209833	0.041134	1

کردست ان	کرمان شاه	کرمان یه	کهکلو	گلستان	گیلان	لرست ان	مازندران	مرکزی
0.051	0.3032	0.052	0.103	0.5193	0.0525	0.05	0.09	0.0377
378	75	52	29	21	2	252	947	17

قزوین	همدان	یزد
0.041134	0.491467	0.019
		14

۱-۳-۲-۴- نمودار کارایی استان ها

نمودار زیر برای نشان دادن میزان کارایی هر کدام از استان ها رسم شده است:



۱-۴- کارایی استان ها

فصل پنجم

خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۵-مقدمه

در این فصل، مروری اجمالی بر کلیه اقدامات انجام گرفته و گام های طی شده در پژوهش حاضر پرداخته می شود و به ارائه دستاوردهای حاصل از تحقیق و استنتاجات محقق از تجزیه و تحلیل می پردازیم. به این ترتیب که در ابتدا خلاصه ای از فصول چهارگانه پیشین ارائه می شود و سپس دستاوردهای آماری و محاسبات و پردازش های صورت گرفته بر روی داده های بدست آمده از پژوهش در قالب نتایج پژوهش بیان می شود. در ادامه با توجه به دستاوردهای پژوهش، مطالعات صورت گرفته و محدودیت های موجود، پیشنهادهایی کاربردی برای نحوه استفاده از منابع زیست توده در کشور ارائه می شود. در نهایت نیز محدودیت های پژوهش حاضر عنوان می شود.

۲-۵-خلاصه پژوهش

این پژوهش با هدف اولویت بندی بین زنجیره تامین های زیست توده کشور از منظر کارایی بوده است؛ بنابراین از نظر هدف، یک پژوهش کاربردی محسوب می شود و بر اساس ماهیت داده های تحقیق نیز یک پژوهش کمی محسوب می شود. همچنین داده های این پژوهش در یک بازه زمانی مشخص جمع آوری شده است؛ بنابراین می توان گفت یک پژوهش توصیفی-پیمایشی است. روش گردآوری داده ها در این پژوهش به صورت کتابخانه ای و همچنین با استفاده از مقالات علمی می باشد. در این پژوهش کارایی ۳۱ زنجیره تامین زیست توده در ۳۱ استان کشور ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

جامعه آماری این پژوهش را ۳۱ استان از کشور ایران تشکیل می دهد. برای انجام این پژوهش از کد نویسی در دو نرم افزار استفاده شده است که برای بخش اول تحقیق که به مدل سازی MILP پرداخته ایم از کدنویسی در محیط گمز و برای بخش دوم که بخش تعیین کارایی بوده است، از نرم افزار R استفاده شده است.

خلاصه این از نتایج انجام پژوهش در ادامه آورده شده است.

۳-۵- نتایج پژوهش

این پژوهش برای بررسی پتانسیل اقتصادی وزیر ساخت ها برای تولید انرژی از منابع زیست توده، از جمله باقی مانده محصولات کشاورزی مانند غلات، حبوبات، سبزیجات، علوفه ای و همچنین باقی مانده محصولات صنعتی در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج محاسباتی و همچنین چارچوب مدل سازی ارائه شده برای برنامه ریزی سیستم های تولید برق مبتنی بر زیست توده نشان می دهد که کشور ایران از لحاظ تولید برق از منابع زیست توده دارای پتانسیل بالقوه می باشد در میان کشور های آسیایی، ایران دارای قابلیت ها و انگیزه های مختلفی برای تولید برق از زیست توده می باشد که باعث می شود به کارگیری مدل در کشور به عنوان یک مطالعه موردی کاربردی در نظر گرفته شود.

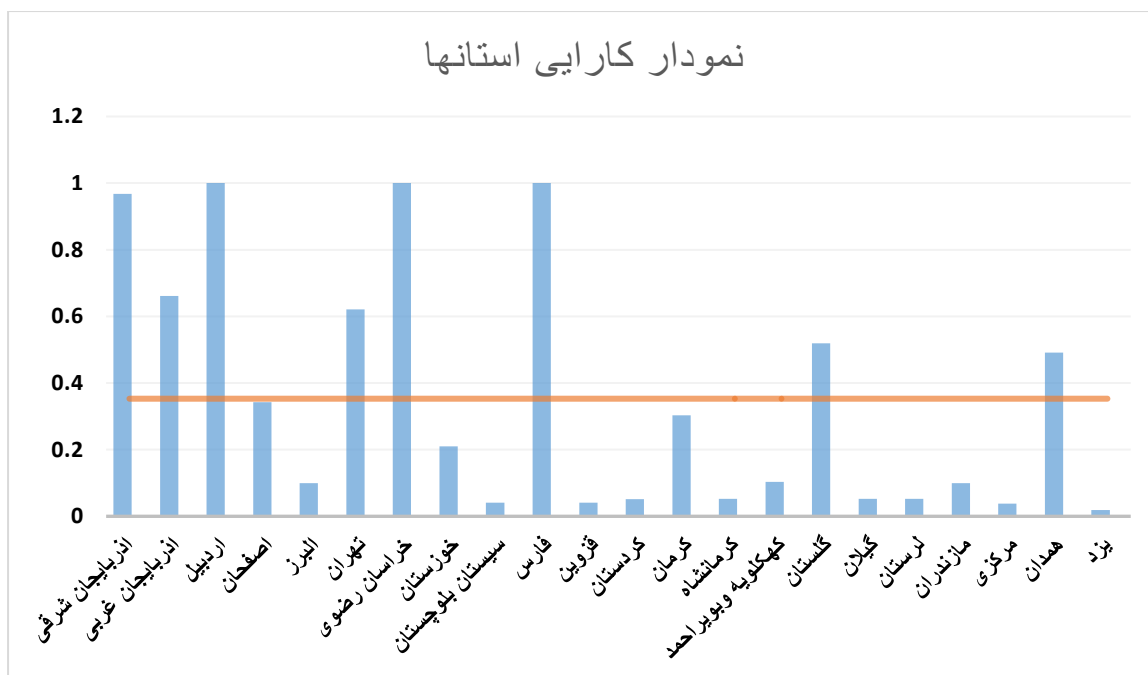
مدل استفاده شده در این تحقیق این امکان برای آیندگان بوجود می آورد که، با در نظر گرفتن منابع عدم قطعیت و خطرات اختلال برای مطالعات تحقیقاتی آینده آن را گسترش دهند و علاوه بر این، تصمیمات دیگر مربوط به برنامه ریزی محتوای استراتژی، مانند تصمیمات قیمت گذاری و انتخاب حالت حمل و نقل می تواند در مدل بهینه سازی تصادفی ادغام شود که منجر به یک برنامه اتفاقی جامع تر برای طراحی و برنامه ریزی سیستم های تولید توان مبتنی بر زیست توده می شود. برنامه نویسی تصادفی ما برای برنامه ریزی پایدار SC های تولید برق مبتنی بر زیست توده است برای برنامه ریزی سایر SC های تجاری قابل استفاده است. چندین کار به منظور سنجش کارایی، بهره وری و دیگر شاخص های عملکرد شبکه های زنجیره تامین، با استفاده از تکنیک های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته اند که در DEA بین آنها معروف ترین می باشد و همچنین به توسعه یک مدل MILP برای برنامه ریزی شبکه های SC برای تولید توان مبتنی بر زیست توده یت پرداخته ایم. این پژوهش به طور کلی دارای

سه مرحله می‌باشد مرحله اول شامل میزان داده های ورودی، ظرفیت تولید انرژی است. مرحله دوم شامل دوره‌های تعیین میزان کارایی هر کدام از زنجیره های انتخابی می‌شود، و تصمیمات تاکتیکی در این مرحله تعیین می‌شوند و در مرحله سوم این پژوهش سعی داشتیم با استفاده از الگوریتم بازگشتی کارا ترین زنجیره های انتقال زیست توده را تعیین نماییم.

یکی از مسائلی که در این پژوهش بیشتر مورد توجه قرار گرفته است مسئله ی تصمیم گیری و پیش بینی است به گونه ای که بعد از استفاده از مدل های تحلیل پوششی داده ها جهت تعیین سطح کارایی واحد های تحت ارزیابی، از مدل های تحلیل پوششی داده های بازگشتی یعنی مدل هایی که جهت تعیین سطح و ورودی و خروجی استفاده می شود، بهره گرفته شد، تا بتوان با استفاده از آن به پیش بینی درستی از سطح کارایی زنجیره های زیست توده دست پیدا کرد.

با توجه به نتایج بدست آمده در فصل چهارم شهرهای اردبیل، فارس و خراسان رضوی شهر هایی هستند که از نظر کارایی کاملاً کارا بوده و کارایی آنها برابر با یک می‌باشد و همچنین کمترین میزان کارایی مربوط به شهر یزد می‌باشد. نمودار زیر میانگین کارایی را در استان های مورد نظر نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱- میانگین کارایی به تفکیک استان



۴-۵- پیشنهادها

۱-۴-۵- پیشنهادات کاربردی

ایران از جمله کشورهایی است که دارای منابع گسترده ای برای تولید انرژی از زیست توده می باشد متأسفانه علی رغم داشتن این پتانسیل و فن آوری نسبتاً ساده تولید سوخت های زیستی، از این منابع هیچ گونه استفاده شایانی در کشور نمی گردد. واحدهای انگشت شمار موجود هم به علت مشکلات اجرایی و عدم راهبری صحیح و کارا، بازده مطلوبی ندارند مهمترین عوامل بازدارنده در توسعه این گونه فعالیت ها در ایران عبارتند از ارزان بودن انرژی، نبودن مرجع و متصدی مشخص و واحد برای این نوع انرژی، عدم مشارکت مردمی و عدم آموزش و آشنایی کافی می باشد به همین دلیل در این پژوهش سعی داشتیم به تعیین کارا ترین استان ها به منظور تولید انرژی از زیست توده بوده بپردازیم و با استفاده از نتایج آن می توان بهترین استان ها را برای سرمایه گذاری جهت تاسیس نیروگاه های تولید انرژی انتخاب

نماییم. به طور کلی می‌توان گفت این تحقیق خود به صورت یک پیشنهاد برای تعیین بهترین مکان‌ها برای تاسیس نیروگاه‌های زیست توده بوده است که از نتایج بدست آمده در آن می‌توان برای نتیجه گیری در این باره استفاده کرده و در نتیجه با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش بهترین مکان‌ها برای تاسیس نیروگاه تولید انرژی استان‌های فارس، اردبیل و خراسان رضوی بوده که با تاسیس نیروگاه در این استان‌ها می‌توان بیشترین بازده انرژی را با کمترین هزینه و بیشترین درآمد بدست آورد و بدترین مکاه جهت انجام این کار استان یزد بوده است.

۲-۴-۵-پیشنهادهایی به پژوهشگران دیگر

- پیشنهاد می‌شود مطالعه مشابهی در منطقه خاص یا نمونه کوچک تر صورت گیرد و نتایج حاصل با یکدیگر و نیز دستاوردهای این تحقیق مقایسه شود.
- این مطالعه تنها با تمرکز بر اولویت بندی زنجیره تامین زیست توده شهرهای مختلف ایران صورت گرفته است. به این دلیل پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابه انجام گرفته در سایر کشورها با این عنوان با هم مقایسه شود.
- در این مطالعه نوع تکنولوژی استفاده شده برای تولید انرژی از زیست توده بیان نشده است می‌توان در مطالعات دیگر تکنولوژی نیز به عنوان یک محدودیت به پژوهش اضافه شود.
- در این مطالعه عوامل زیست محیطی مانند گازهای تولید شده میزان آلودگی و هزینه‌های زیست محیطی در نظر گرفته نشده است که می‌توان از این محدودیت جهت گسترش پژوهش استفاده نمود.
- از آنجایی که احداث نیروگاه‌های بهره برداری از زیست توده باعث اشتغال زایی در منطقه شده می‌توان محاسبه افزایش میزان اشتغال و یا تاثیر آن در کاهش بیکاری منطقه مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۴-۵-محدودیت‌های پژوهش

- گرد آوری داده های واقعی که بتوان با استفاده از آنها اطلاعات دقیق و بسیار نزدیک به واقعیت بدست آورد از جمله اصلی ترین محدودیت های این پژوهش بوده است.
- از آنجا که پژوهش مدل جدیدی در نوع خود می باشد منابع داخلی و همچنین خارجی که دقیقا مطابق با پژوهش باشد کم بوده است.
- نتایج بدست آمده در این پژوهش مختص به کشور ایران بوده و قابل تعمیم به کشور های دیگر نمی باشد.
- از آنجایی که داده های استفاده شده در این پژوهش در یک بازه زمانی مشخص جمع آوری شده این امکان وجود دارد که با توجه به تغییرات اب و هوایی، شرایط اقلیمی و سایر عوامل تاثیر گزار در زمان دیگر داده ها و نتایج بدست آمده تغییر نماید.

منابع

منابع فارسی

- جمالی، اصل، ک. (۲۰۱۸). ارزیابی استراتژی‌های رقابتی مدیریت زنجیره تأمین لارج مبتنی بر تحلیل شکاف در صنعت سیمان. مدیریت تولید و عملیات، ۹(۱)، ۲۹-۵۴.
- آذر، ع.، مومنی، م. (۲۰۲۰). آمار و کاربرد آن در مدیریت.
- منصور، ص.، یعقوب، ع. م.، داوود، ب.، جواد، م. ن.، سیدیاسر، غ. تعیین رابطه بین گرایش استراتژیک با عملکرد سازمانی (مطالعه موردی: شرکت های تولیدی قطعات خودرو استان آذربایجان شرقی)
- داوود، ک. د.، پوریا، ق. ن. ارایه مدل مفهومی برای تبیین اثر ریسک های یکپارچه بر عملکرد شرکت های فعال در حوزه فناوری اطلاعات..
- کرمی پور میثم، مرتضوی امیری، سید جواد مرادخانی ارائه یک الگوریتم DEA بازگشتی در طراحی بهینه شبکه های زنجیره تامین زیست توده ای در صنعت غذایی ششمین کنفرانس بین المللی تحلیل پوششی داده ها
- مصطفی زاده، پریسا (۱۳۹۴) "توسعه مدلی ریاضی برای شبکه زنجیره تولید/ تامین هیدروژن با استفاده از زیست توده ها با توجه به مسائل محیط زیستی"، پایان نامه درجه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی دانشگاه تهران
- هندالیان پور، ایاد (۱۳۹۳) "توسعه مدل یاضی برای شبکه زنجیره تامین سبز تحت شرایط عدم قطعیت جهت استفاده از زیست توده زباله" ارشد، پردیس البرز دانشگاه تهران

منابع انگلیسی

- Bjurek, H., Hjalmarsson, L., & Forsund, F. R. (1990). Deterministic parametric and nonparametric estimation of efficiency in service production: A comparison. *Journal of Econometrics*, 46(1-2), 213-227 .
- Bocci, E., Di Carlo, A., & Marcelo, D. (2009). Power plant perspectives for sugarcane mills. *Energy*, 34(5), 689-698 .
- Boyle, G. (2004). *Renewable energy* .
- Bridgwater, A. V., & Grassi, G. (2012). *Biomass pyrolysis liquids upgrading and utilization*. Springer Science & Business Media .
- Evans, A., Strezov, V & Evans, T. J. (2010). Sustainability considerations for electricity generation from biomass. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(5), 1419-1427 .
- Fangzhou, Aguayo, M. M., Ramachandran, R., & Sarin, S. C. (2018). Biomass feedstock supply chain design—a taxonomic review and a decomposition-based methodology. *International Journal of Production Research*, 56(17), 5626-5659 .

Fare, R., Grosskopf, S., & Whittaker, G. (2007). Network dea. In modeling data irregularities and structural complexities in data envelopment analysis (pp. 209–240). In: Boston, MA: Springer.

Grigoroudis, E., Petridis, K., & Arabatzis, G. (2014). RDEA: A recursive DEA based algorithm for the optimal design of biomass supply chain networks. *Renewable Energy*, 71, 113-122 .

Hamelinck, C. N., Faaij, A. P., den Uil, H., & Boerrigter, H. (2004). Production of FT transportation fuels from biomass; technical options, process analysis and optimisation, and development potential. *Energy*, 29(11), 1743-1771 .

Handfield, R., Sroufe, R., & Walton, S. (2005). Integrating environmental management and supply chain strategies. *Business strategy and the environment*, 14(1), 1-19 .

Hulscher, W., & Fraenkel, P. (1994). The power guide: an international catalogue of small-scale energy equipment. 2 .

Keown, D. M., Favas, G., Hayashi, J.-i., & Li, C.-Z. (2005). Volatilisation of alkali and alkaline earth metallic species during the pyrolysis of biomass: differences between sugar cane bagasse and cane trash. *Bioresource technology*, 96(14), 1570-1577 .

Koçoğlu, İ., İmamoğlu, S. Z., İnce, H., & Keskin, H. (2011). The effect of supply chain integration on information sharing: Enhancing the supply chain performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 24, 1630-1649 .

Paul, J. (1980). Large and small scale ethyl alcohol manufacturing processes from agricultural raw materials .

Rahiman, S. A. (2013). The effect of supply chain integration on information sharing: Enhancing the supply chain performance. *International Journal of Management, IT and Engineering*, 3(6), 269 .

Rentizelas, A. A., Tolis, A. J., & Tatsiopoulou, I. P. (2009). Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain. *Renewable and sustainable energy reviews*, 13(4), 887-894 .

Villet, R. (1981). *Biotechnology for Producing Fuels and Chemicals from Biomass: Volume II-Fermentation Chemicals from Biomass* .

Wang, R., Lin, Y. H., & Tseng, M.-L. (2011). Evaluation of customer perceptions on airline service quality in uncertainty. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 25, 419-437 .

Azadeh, A., Sheikhalishahi, M., & Asadzadeh, S. M. (2011). A flexible neural network-fuzzy data envelopment analysis approach for location optimization of solar plants with uncertainty and complexity. *Renewable energy*, 36(12), 3394-3401.

Fattahi, M., Govindan, K., & Farhadkhani, M. (2021). Sustainable supply chain planning for biomass-based power generation with environmental risk and supply uncertainty considerations: a real-life case study. *International Journal of Production Research*, 59(10), 3084-3108.

Fattahi, M., & Govindan, K. (2018). A multi-stage stochastic program for the sustainable design of biofuel supply chain networks under biomass supply uncertainty and disruption risk: A real-life case study. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 118, 534-567.

McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource technology*, 83(1), 37-46.

Babazadeh, R., Razmi, J., Rabbani, M., & Pishvae, M. S. (2017). An integrated data envelopment analysis–mathematical programming approach to strategic biodiesel supply chain network design problem. *Journal of Cleaner Production*, 147, 694-707.

De Laporte, A. V. Weersink, A. J. & McKenney, D. W. (2016). “Effects of supply chain structure and biomass prices on bioenergy feedstock supply”, *Applied energy*, Vol.183, 1053-1064.

Ghani, N. M. A. M. A. Vogiatzis, C. & Szmerekovsky, J. (2018). “Biomass feedstock supply chain network design with biomass conversion incentives”, *Energy policy*, Vol.116, 39-49.

Pavlou, D. Orfanou, A. Busato, P. Berruto, R. Sørensen, C. & Bochtis, D. (2016). “Functional modeling for green biomass supply chains”, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol.122, 29-40.

Grigoroudis, E., Petridis, K., & Arabatzis, G. (2014). RDEA: A recursive DEA based algorithm for the optimal design of biomass supply chain networks. *Renewable Energy*, 71, 113-122.

Babazadeh, R., Razmi, J., Rabbani, M., & Pishvae, M. S. (2017). An integrated data envelopment analysis–mathematical programming approach to strategic biodiesel supply chain network design problem. *Journal of Cleaner Production*, 147, 694-707.

Abstract:

Biomass energy is recognized as an important source of renewable energy that has positive effects on the economy, the environment and society. Due to the global energy crisis and the increasing emissions of greenhouse gases, the use of biological products is expected to increase day by day; Because it reduces dependence on fossil fuels. Biofuel production could potentially play a major role in meeting energy demand. Demand for this energy has increased in recent decades, so there is a significant need to study the entire biofuel supply chain to assess the economic and social impacts, as well as to identify important factors in determining the optimal direction for the development of fuel production plans. For this purpose, in this study, the biofuel supply chain from biomass harvest from biomass production farms to its transfer to power plants has been investigated. The supply chain studied in this study is one-stage so that the first node of the farm are located as suppliers of biomass and in the second node are located the final process or power plants. In general, in this research, the problem of biomass supply chain network (BSCN) network design has been proposed in an optimal way through an algorithmic perspective. The proposed algorithm has a recursive form, because the obtained answers in each iteration are used as initial values for the next iteration. In this work, a recursive algorithm (RDEA) is presented, which introduces a different method for designing a supply chain network. Decisions on location, facility allocation, relocation, inventory, and costs in the supply chain have been made using an integrated linear programming (MILP) model. The optimal supply chain structure is obtained when the completion criterion is met, and offers only effective solutions, while at the same time increasing the overall profit and also to determine the efficiency of each chain from the data envelopment analysis method (DEA) used to do this by coding in R software. In summary, what has been obtained from this study can be stated that out of 31 provinces of the country that have been candidates for the construction of biomass power plants, only 3 provinces can economically build power plants in them.

key word: Biomass, biomass supply chain, performance evaluation, data envelopment analysis, recursive data envelopment analysis



Shahrood University of Technology

Faculty of Industry engineering and Management

Thesis Master's Business administration, operations and supply chain

**biomass supply chain planning using recursive data envelopment
analysis method**

By:

Fatemeh Mehraban

Supervisor:

Dr. Mojtaba Ghiasi

Advisor:

Dr. Mohammad Fattahi

September, 2021

