



دانشگاه فرزندوی شهید  
دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد  
گروه مهندسی صنایع

**ارائه یک مدل دو سطحی به منظور تعیین قیمت کربن در یک زنجیره تأمین سبز  
با در نظر گرفتن طرح تجارت انتشار**

نگارنده:

عاطفه ذاکری

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر فرزاد دهقانیان

استاد مشاور:

جناب آقای دکتر بهنام فهیم نیا

مرداد ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# اظہار نامہ

این جانب ..... دانشجوی دوره دکتری/ کارشناسی ارشد رشته .....  
دانشکده ..... دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله/پایان نامہ  
..... تحت راهنمایی ..... متعهد  
می شوم:

- تحقیقات در این رساله/پایان نامہ توسط این جانب انجام شدہ است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفادہ از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر بہ مرجع مورد استفادہ استناد شدہ است.
- مطالب مندرج در رساله/ پایان نامہ تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشدہ است.
- کلیہ حقوق معنوی این اثر متعلق بہ دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه فردوسی مشهد » و یا « MashhadFerdowsi University of » بہ چاپ خواہد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی کہ در بہ دست آمدن نتایج اصلی رساله/پایان نامہ تأثیرگذار بودہ‌اند در مقالات مستخرج از رساله/ پایان نامہ رعایت شدہ است.
- در کلیہ مراحل انجام این رساله/پایان نامہ، در مواردی کہ از موجود زندہ (یا بافت‌های آن‌ها) استفادہ شدہ است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شدہ است.
- در کلیہ مراحل انجام این رساله/پایان نامہ، در مواردی کہ بہ حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافتہ یا استفادہ شدہ است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شدہ است.

تاریخ امضای دانشجو

## مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیہ حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانہ‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساختہ شدہ) متعلق بہ دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. این مطلب باید بہ نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطہ ذکر شود.
- استفادہ از اطلاعات و نتایج موجود در رساله/پایان نامہ بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.



## صور تجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

جلسه دفاع از پایان نامه آقای/خانم عاطفه ذاکری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش مهندسی صنایع-صنایع در ساعت ۱۱ روز چهارشنبه ۱۳۹۲/۵/۲۳ در دانشکده مهندسی با حضور امضا کنندگان ذیل تشکیل گردید. پس از بررسی های لازم، هیأت داوران پایان نامه نامبرده را با نمره به عدد ۱۰۰٪ به حروف یغزیزه یکسویج با درجه عالی..... مورد تأیید قرار داد / نداد.

### عنوان رساله

ارائه یک مدل دو سطحی به منظور تعیین قیمت کربن در یک زنجیره تامین سبز با در نظر گرفتن طرح تجارت انتشار

امضا

هیئت داوران

• داور: دکتر حمیدرضا کوشا

استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه فردوسی مشهد

• داور و نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر محمدعلی پیرایش

استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه فردوسی مشهد

• استاد راهنما: دکتر فرزاد دهقانیا

استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه فردوسی مشهد

• استاد مشاور: دکتر بهنام فهیم‌نیا

دانشیار گروه مدیریت دانشگاه UTS استرالیا

• مدیر گروه: دکتر محمدرنجبر

دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه فردوسی مشهد

## شکر و قدردانی

به نام او که زیباست و نام زیبایش زیور هر کلام و یادش فروغ دلهاست. معبودی بی مانند و مهربان، هم او که در هر لحظه ای فراخواندش پاسخ داد و هرگز در رنج ما تنهیم نگذاشت. سپاس او را که نعمت تحصیل در مجاورت بارگاه مولایم را به من عطا فرمود و باران لطف کسانی را شامل حالم کرد که خاطره ایثار و محبت بی دریغشان را هرگز از یاد نخواهم برد. شاکرم آن مهربان بی همتا را که مریاری نمود تا این اندک را به سرانجام رسانم و آن را با دستی لرزان و قلبی مالالال از مهر و محبت به بهترین های زندگی ام که همه هستی من هستند و وجودم با وجودشان معنی می گیرد تقدیم کنم.

تقدیم به بارگاه ملکوتی حضرت علی ابن موسی الرضا (ع)

## تقدیر و تشکر

بر خود لازم می‌دانم از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر فرزاد دهقانیان که با صبر و حوصله در انجام این پایان نامه مرا یاری فرمودند، پاسکزاری نمایم.

همچنین از جناب آقای دکتر بهنام فهیم نیا که مرا از مشاوره های ارزشمند خود بهره مند نمودند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

## چکیده

طرح تجارت انتشار به عنوان یکی از سازوکارهای معرفی شده ذیل پروتکل کیوتو است که با هدف نیل به اهداف پروتکل در کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای توسعه داده شده است. طرح تجارت انتشار در کنار طرح مالیات بر کربن مدت‌هاست که به عنوان دو مکانیزم عمده‌ی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته‌اند. مدل ارائه‌شده در این پایان‌نامه با تلفیقی از زنجیره تأمین سبز و مبحث تجارت انتشار به دنبال تعیین قیمتی برای مجوزهای کربن است که در آن بتوان تضمین نمود که میزان انتشار آلاینده‌ها در کل زنجیره تأمین مورد بررسی، از سقف مجاز فراتر نرود و بدین ترتیب سیاست‌های کاهش انتشار در زنجیره‌های تأمین، بیشتر مورد توجه قرار گیرد. بدین منظور، ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط دو سطحی ارائه گردیده و به منظور نشان دادن کاربردی بودن مدل و بحث بر روی قیمت مناسب کربن، به بررسی و تحلیل نمونه‌ای از یک زنجیره تأمین واقعی به عنوان مطالعه موردی و حل مدل در مورد آن پرداخته شده است. سپس رفتار نمونه مورد مطالعه در قبال دو طرح کاهش انتشار در قیمت‌های متفاوت کربن مورد پایش قرار گرفته است. نتایج تحلیل بر روی داده‌ها نشانگر این است که با تغییر بر روی دو پارامتر تعیین‌کننده قیمت کربن و سقف مجاز انتشار کربن، می‌توان بر سیاست‌های تولیدی زنجیره و تصمیمات خرید و فروش کربن به صورت عمده‌ای اثرگذار بود. به علاوه، مقایسه دو طرح کاهش انتشار برای مطالعه موردی نشان می‌دهد که اگر چه طرح مالیات بر کربن از دیدگاه عدم قطعیت ممکن است سودمندتر به نظر آید، اما طرح تجارت انتشار از سه منظر میزان انتشار، هزینه‌های زنجیره و سطح خدمت، عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهد.

## کلمات کلیدی

زنجیره تأمین سبز، برنامه‌ریزی دو سطحی، مالیات بر کربن، تجارت انتشار، مجوزهای کربن.

## فهرست مطالب

مقدمه .....	۶
فصل اول: زنجیره تأمین سبز، تعاریف و ضرورت‌ها.....	۱۰
۱-۱- زنجیره تأمین سبز .....	۱۰
۲-۱- دلایل انتخاب زنجیره تأمین سبز .....	۱۱
۳-۱- ضرورت حرکت به سمت زنجیره‌های تأمین سبز .....	۱۱
۴-۱- طرح‌های کاهش انتشار .....	۱۲
۱-۴-۱- طرح تجارت انتشار .....	۱۳
۲-۴-۱- مکانیزم توسعه پاک .....	۱۵
۳-۴-۱- مکانیزم اجرای مشترک .....	۱۵
۴-۴-۱- بحث .....	۱۶
فصل دوم: مرور ادبیات .....	۱۷
فصل سوم: تعریف مسئله، مدل‌سازی و حل مطالعه موردی .....	۲۳
۱-۳- تعریف مسئله .....	۲۳
۲-۳- مدل برنامه‌ریزی زنجیره تأمین در محیط تجارت انتشار .....	۲۵
۱-۲-۳- مفروضات مدل‌سازی .....	۲۵
۲-۲-۳- معرفی پارامترها و متغیرهای مدل .....	۲۶
۳-۲-۳- مدل مسئله .....	۲۹
۴-۲-۳- مطالعه موردی .....	۳۳
۳-۳- مدل دو سطحی برای تعیین قیمت کربن .....	۳۶



۳۹.....	۳-۳-۱- تحلیل اثر پارامترهای تجارت انتشار بر تصمیم‌گیری‌های زنجیره
۴۶.....	فصل چهارم: مقایسه طرح‌های تجارت انتشار و مالیات بر کربن در مطالعه موردی
۵۴.....	۴-۱- تحلیل نتایج
۶۱.....	۴-۲- بحث
۶۳.....	فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای تحقیقات آتی
۶۳.....	۵-۱- نتیجه‌گیری
۶۴.....	۵-۲- پیشنهادات برای تحقیقات آتی
۶۵.....	منابع و مراجع

## فهرست جدول‌ها

- جدول ۳-۱- پارامترهای مربوط به کربن ..... ۳۴
- جدول ۳-۲- مقادیر مختلف  $\pi_{\min}$  به ازای مقادیر مختلف  $C_t^{\max}$  ..... ۳۸
- جدول ۴-۱- سناریوهای تعریف شده برای شرکت ABC ..... ۴۶
- جدول ۴-۲- نتایج محاسباتی برای سناریو ۱ (مالیات بر کربن) ..... ۵۰
- جدول ۴-۳- نتایج محاسباتی برای سناریو ۲ (تجارت انتشار) ..... ۵۲

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- تفکر زیست‌محیطی در مدیریت زنجیره تأمین ..... ۱۰
- شکل ۱-۲- طرح‌های کاهش انتشار در سطح جهان ..... ۱۲
- شکل ۱-۳- شماتیکی از طرح تجارت انتشار ..... ۱۴
- شکل ۳-۱- شبکه زنجیره تأمین سبز مورد بررسی ..... ۲۴
- شکل ۳-۲- میزان کل انتشار در دوره‌های مختلف ..... ۳۶
- شکل ۳-۳-  $\pi_{\min}$  به ازای مقادیر مختلف  $C_t^{\max}$  ..... ۳۹
- شکل ۳-۴- هزینه‌های زنجیره تأمین برای مقادیر مختلف  $C^{\max}$  ..... ۴۰
- شکل ۳-۵: کل میزان انتشار به ازای مقادیر مختلف قیمت کربن ..... ۴۱
- شکل ۳-۶- حد پایین مقدار کل انتشار برای مسئله زنجیره تأمین سبز ..... ۴۲
- شکل ۳-۷- تفکیک انتشار در قیمت‌های مختلف کربن ..... ۴۳
- شکل ۳-۸- حداقل قیمت لازم برای رسیدن به نرخ مشخصی از کاهش انتشار ..... ۴۴
- شکل ۴-۱- عملکرد کاهش انتشار در مقابل افزایش هزینه‌های زنجیره در ... ..... ۵۵
- شکل ۴-۲- عملکرد کاهش انتشار در مقابل افزایش هزینه‌های زنجیره در ... ..... ۵۷
- شکل ۴-۳- قیمت تخمینی به منظور دستیابی به درصد مشخصی از انتشار... ..... ۵۸
- شکل ۴-۴- مجوزهای مبادله شده در مقابل هزینه‌های کمبود در سناریو تجارت انتشار ..... ۵۹
- شکل ۴-۵- مقایسه عملکرد زنجیره: مالیات بر کربن در مقابل تجارت انتشار ..... ۶۱

پدیده گرم شدن تدریجی کره زمین و تغییرات مختلف آب و هوایی که در نتیجه فرآیند جهانی شدن و به دنبال آن استفاده فراوان از سوخت‌های فسیلی و قطع بی‌رویه درختان و نابودی محیط‌زیست ایجاد شده، سال‌هاست که به یکی از دغدغه‌های مهم دستداران و حامیان محیط‌زیست و سیاست‌گذاران این حوزه تبدیل گشته است. مفهوم «مدیریت زنجیره تأمین سبز»<sup>۱</sup> در واقع در پاسخ به همین دغدغه‌ها شکل گرفته است. دستیابی به تولید سازگار با محیط‌زیست و یا به عبارت دیگر توجه به عوامل محیطی در مدیریت زنجیره تأمین کالا و خدمات، امروزه تحت عنوان زنجیره تأمین سبز مطرح می‌گردد. با گسترش شبکه‌های جهانی زنجیره تأمین و توزیع مواد و افزایش طول مسیرهای حمل‌ونقل به منظور جابه‌جایی مواد و کالاها، نیاز به استفاده از روش‌های مختلف حمل‌ونقل به صورت روزافزونی رو به گسترش است و تمامی این عوامل به عنوان عوامل موثر در افزایش گرمای زمین و آلودگی محیط‌زیست به شمار می‌رود [۱].

البته تاکنون توجه و تلاش فراوانی به منظور کنترل تولید آلودگی‌های ایجاد شده به وسیله محدودیت در انتشار گازهای گلخانه‌ای<sup>۲</sup> صورت گرفته، اما آنچه همواره به صورت یک مانع به نظر می‌رسد، بالا بودن هزینه‌های محدود نمودن انتشار گازهای گلخانه‌ای است. هزینه‌های بالقوه محدود نمودن انتشار گازهای گلخانه‌ای بالا بوده و به میلیاردها دلار در دهه اخیر می‌رسد؛ بنابراین ارائه سازوکاری که در آن بتوان به کمک روش‌های کم‌هزینه‌تر، انتشار گازهای گلخانه‌ای را محدود نمود، از اهمیت به‌سزایی برخوردار است [۲]. در راستای کاهش گازهای گلخانه‌ای و کنترل سطح انتشار آلودگی، دو طرح «مالیات بر کربن»<sup>۳</sup> و «تجارت انتشار»<sup>۴</sup> در سال‌های اخیر به صورت گسترده‌ای در کشورهای مختلف دنیا مورد توجه قرار گرفته‌اند.

<sup>۱</sup>Green Supply Chain Management (GSCM)

<sup>۲</sup>Greenhouse Gases

<sup>۳</sup>Carbon Tax

<sup>۴</sup>Emission Trading

طرح تجارت انتشار، موضوع ماده‌ی ۱۷ پروتکل کیوتو است. در این پروتکل که در سال ۱۹۹۷، توسط ۳۷ کشور صنعتی به همراه کشورهای عضو اتحادیه اروپا به تصویب رسید، کشورهای عضو متعهد شدند تا میزان انتشار خود را از شش گاز گلخانه‌ای  $CO_2$ ،  $N_2O$ ،  $CH_4$ ،  $SF_6$ ، HFCs و PFCs طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به ۵ درصد زیر سطح مقدار این گازها در سال ۱۹۹۰ برسانند. به منظور تسهیل در محاسبه میزان انتشار، گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن<sup>۱</sup> به عنوان یکی از عمده‌ترین گازهای گلخانه‌ای آلاینده، به عنوان آلاینده مرجع در نظر گرفته شده و سایر آلاینده‌های دیگر، توسط واحد معادل کربن آن<sup>۲</sup>، مورد محاسبه قرار می‌گیرند.

بر اساس این توافقات، هر کشور (و یا در سطح ملی) هر بنگاهی سقفی از انتشار کربن<sup>۳</sup> را در اختیار دارد؛ بدین صورت که بنگاه‌هایی که از سقف مجاز انتشار خود تجاوز نمایند، مجازند تا از بنگاه‌هایی که مازاد در سقف انتشار خود دارند، اعتبار کربن<sup>۴</sup> (مجوز، سهام<sup>۵</sup>) خریداری نمایند [۳] و بدین ترتیب این مکانیزم با اعمال جریمه برای تجاوز از سقف انتشار از یک طرف و ایجاد درآمد در نتیجه فروش سهام مازاد از طرف دیگر، روند فرآیند کاهش انتشار آلودگی را امکان‌پذیر و منعطف می‌سازد [۴]. لذا دو مؤلفه تعیین‌کننده در این طرح عبارت‌اند از: قیمت مبادله مجوزهای کربن و سقف مجاز انتشار.

بر همین اساس دو چالش عمده پیش روی پیاده‌سازی طرح تجارت انتشار وجود دارد: اولاً اینکه سهم اولیه بنگاه‌های تولیدی برای انتشار آلاینده‌گی چگونه باید مشخص گردد و به عبارت دیگر تخصیص اعتبار به هر یک از بنگاه‌ها به چه صورت باید انجام پذیرد؟ و ثانیاً قیمت مبادله کربن در بازار چگونه می‌بایست کنترل گردد؟ لازم به ذکر است که این طرح از سال ۲۰۰۵ در اتحادیه اروپا آغاز شده و هم‌اکنون در سومین فاز خود (۲۰۲۰-۲۰۱۳) قرار دارد.

طرح مالیات بر کربن نیز به عنوان یکی دیگر از راهکارهای محدود نمودن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در برخی کشورها در حال پیگیری و اجراست. در این طرح مراکز صنعتی به ازای تولید

<sup>1</sup>  $CO_2$

<sup>2</sup> Carbon equivalent ( $CO_2e$ )

<sup>3</sup> Carbon Cap

<sup>4</sup> Carbon Credits

<sup>5</sup> Allowance

گازهای آلاینده، موظف به پرداخت مالیات هستند. به عبارت دیگر، مراکز صنعتی موظفاند تا هر واحد آلاینده (کربن) را با قیمت مصوب، از دولت خریداری کنند. در این طرح برخلاف طرح تجارت انتشار گزینه‌ای به عنوان خرید و فروش سهام کربن میان بنگاه‌ها وجود ندارد. چالش عمده پیش روی این طرح نیز چگونگی تعیین قیمت هر واحد کربن است؛ قیمتی که در عین اینکه حداکثر کاهش در میزان انتشار را به وجود می‌آورد، تضمین نماید که وضعیت اقتصادی بنگاه‌ها دچار آسیب جدی نگردد. این طرح در حال حاضر در کشور استرالیا در حال اجراست.

در سال‌های اخیر، طرح‌های کاهش انتشار (تجارت انتشار و مالیات بر کربن) مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است. مروری بر برنامه‌های کاهش انتشار در سطح منطقه‌ای، ملی و استانی در کشورهای مختلف دنیا نشان می‌دهد که اقدامات و ابتکارات محدودسازی انتشار کربن، با نرخ فزاینده‌ای نسبت به هر زمان دیگر در حال گسترش است [۵]. اما همان‌گونه که ذکر گردید این طرح‌ها با چالش‌ها و سؤالات عمده‌ای مواجه هستند که عدم توجه به این مسائل، اثربخشی طرح‌ها را به صورت جدی تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. آنچه از نتایج برخی پژوهش‌ها [۶] و همچنین تجربیات اجرای طرح تجارت انتشار در اتحادیه اروپا بر می‌آید این است که مکانیزم تجارت انتشار اگرچه با ایجاد سازوکار خرید و فروش مجوزها نقش مهمی در کنترل و محدود کردن تولید گازهای گلخانه‌ای به عهده داشته است، اما به عنوان یک مشوق برای مراکز تولیدی در تغییر روش‌های تولیدی و بهبود فرآیندهای موجود عمل نکرده؛ به عبارت دیگر مراکزی که آلودگی بیشتری تولید می‌کنند در برخی اوقات ترجیح می‌دهند به جای تغییر در فرآیندهای تولیدی خود، به علت به صرفه‌تر بودن از نظر اقتصادی، با صرف هزینه اقدام به خرید مجوزهای تولید آلودگی در بازار نمایند. ناکارآمد بودن قیمت مجوزهای تبادل آلودگی، تعیین نادرست سقف مجاز انتشار و یا عدم طراحی و اجرای صحیح این طرح از دلایل به وجود آمدن این رویکرد می‌باشند. لذا طراحی سازوکاری که در عین موثر بودن و کمک به کاهش آلودگی، از منظر اقتصادی نیز قابلیت اجرا داشته و برای مراکز صنعتی موجه باشد، بسیار حائز اهمیت است.

لذا در این پایان‌نامه به بحث بر روی قیمت مجوزهای تبادل کربن و نحوه تعیین این قیمت در طرح

تجارت انتشار می‌پردازیم. هدف، ارائه قیمتی است که از یکسو تولیدکننده را به منظور استفاده از فناوری‌های پاک و با آلودگی کمتر ترغیب نماید و از سوی دیگر در عین موثر بودن و کمک به کاهش انتشار آلودگی، تا حد امکان از نظر اقتصادی برای تولیدکننده قابل قبول باشد. قیمت بدست آمده باید متضمن این باشد که مقدار کل انتشار آلودگی برای یک زنجیره، از سقف مجاز آن بالاتر نرود.

در فصل اول ابتدا به ذکر برخی تعاریف ذیل مدیریت زنجیره تأمین سبز و طرح تجارت انتشار می‌پردازیم، فصل دوم اختصاص به مرور مقالاتی دارد که به کمک پایش ردپای کربن<sup>1</sup> در زنجیره تأمین، هزینه‌های زیست‌محیطی را نیز علاوه بر هزینه‌های معمول زنجیره در طراحی زنجیره‌ی تأمین بهینه مورد توجه قرار داده‌اند. در فصل سوم به تشریح مدل ریاضی مسئله، بیان مفروضات مدل و حل مدل برای یک زنجیره تأمین واقعی می‌پردازیم. در ادامه و در فصل چهارم دو طرح تجارت انتشار و مالیات بر کربن را بر روی زنجیره مورد بررسی، مقایسه کرده و نتایج و تحلیل‌های کمی مربوط به آن را بیان می‌نماییم و در انتها و در فصل پنجم به نتیجه‌گیری و بیان پیشنهادها می‌پردازیم.

---

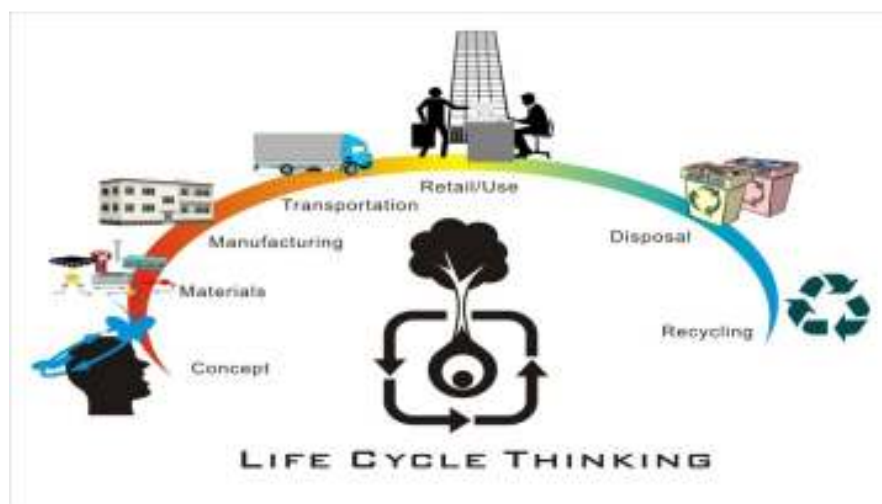
<sup>1</sup>Carbon Footprint

## فصل اول: زنجیره تأمین سبز، تعاریف و ضرورت‌ها

در این فصل به ذکر برخی تعاریف ذیل مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌پردازیم. در ادامه دو طرح عمده‌ی کاهش انتشار را مطرح کرده و از آن جایی که تمرکز این پایان‌نامه بر طرح تجارت انتشار است، در ادامه به جزئیات این طرح و قوانین حاکم بر آن خواهیم پرداخت.

### ۱-۱- زنجیره تأمین سبز

Fleischmann و همکارانش در سال ۲۰۰۲ زنجیره تأمین سبز را افزودن تفکر زیست‌محیطی به مدیریت زنجیره تأمین معرفی کرده‌اند. این تفکر در تمامی مراحل زنجیره تأمین شامل طراحی کالا، تأمین و انتخاب مواد اولیه، فرآیندهای تولید، تحویل کالای نهایی به مشتری و حتی مدیریت چرخه عمر کالا پس از اتمام عمر مفیدش، حضوری گسترده و تعیین‌کننده دارد [۷ و ۸]. شکل ۱-۱ این نوع تفکر را به خوبی نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- تفکر زیست‌محیطی در مدیریت زنجیره تأمین



به بیانی ساده، دستیابی به تولید سازگار با محیط‌زیست و یا به عبارت دیگر توجه به عوامل محیطی در مدیریت زنجیره تأمین کالا و خدمات امروزه تحت عنوان زنجیره تأمین سبز مطرح می‌گردد. هدف اصلی زنجیره تأمین سبز کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی در عین حفظ بیش‌ترین سودآوری برای زنجیره تأمین است [۹].

### ۱-۲- دلایل انتخاب زنجیره تأمین سبز

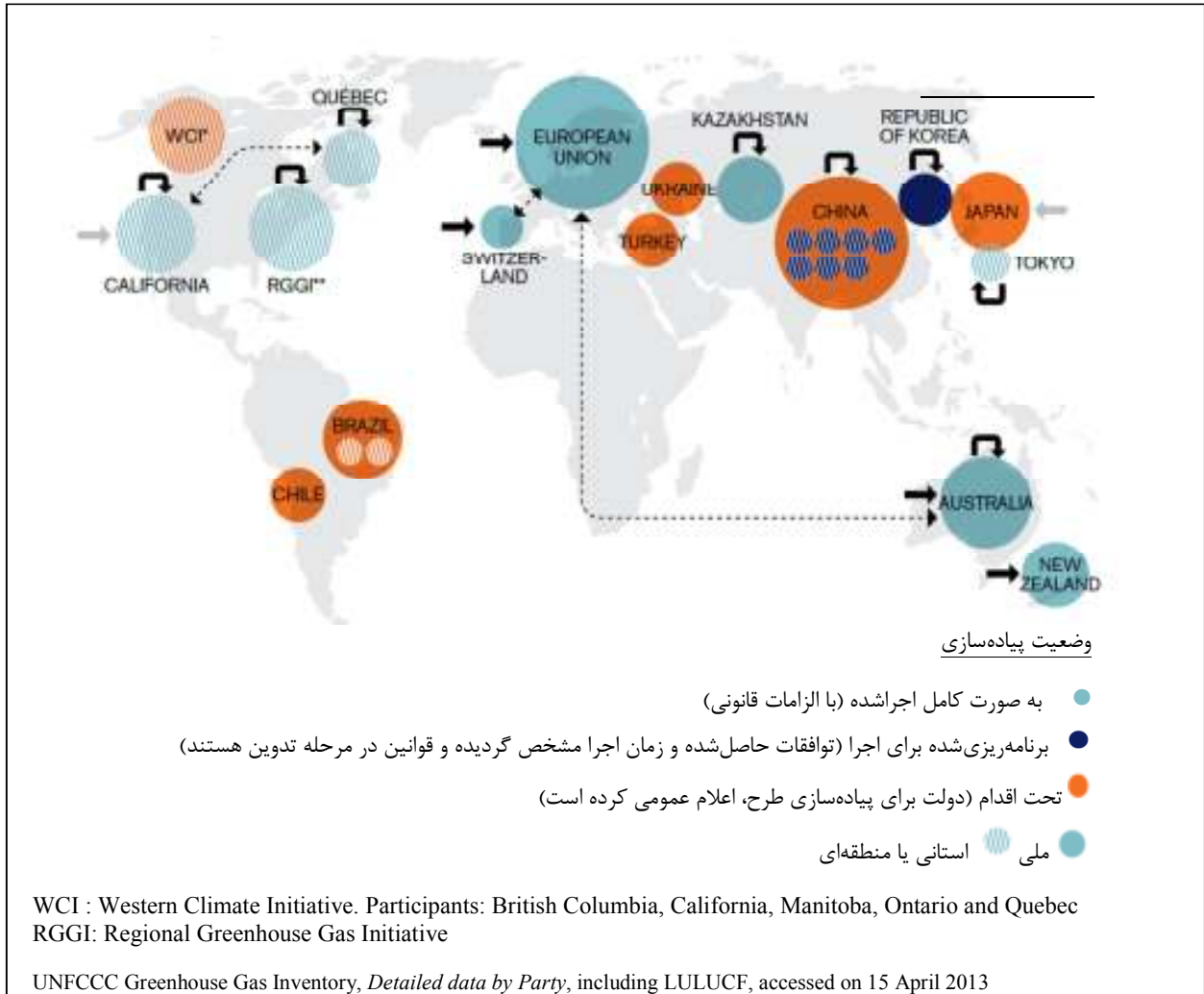
آنچه مسلم است این است که تغییر به سمت سبز شدن در زنجیره‌های تأمین نیاز به سرمایه‌گذاری اقتصادی دارد، به همین دلیل این سؤال مطرح می‌شود که بنگاه‌ها و زنجیره‌های تأمین با چه انگیزه‌ها و مشوق‌هایی ممکن است فرآیندها و رویکردهای تولیدی خود را به سمت سبز شدن هدایت نمایند؟ دلایل مختلفی برای این تغییر وجود دارد؛ فشار از سوی دولت یا مرجع قانون‌گذار، خواست و ترجیح مشتریان به استفاده از کالاهای سازگار با محیط‌زیست و در نهایت کسب مزیت‌های رقابتی از جمله صرفه‌جویی در منابع، کاهش ضایعات و بهبود بهره‌وری [۱۰ و ۱۱].

### ۱-۳- ضرورت حرکت به سمت زنجیره‌های تأمین سبز

با گسترش شبکه‌های جهانی زنجیره تأمین و توزیع مواد و افزایش طول مسیرهای حمل‌ونقل به منظور جابه‌جایی مواد و کالاها، نیاز به استفاده از روش‌های مختلف حمل‌ونقل به صورت روزافزونی رو به گسترش است و تمامی این عوامل به عنوان عوامل موثر در افزایش گرمای زمین و آلودگی محیط‌زیست به شمار می‌رود [۱]. حتی در برخی مراجع از حمل‌ونقل به عنوان مخرب‌ترین عامل زیست‌محیطی در سیستم‌های لجستیک یاد شده است [۱۲].

#### ۴-۱- طرح‌های کاهش انتشار

در سال‌های اخیر طرح‌های مختلفی با هدف محدود ساختن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به صورت گسترده‌ای در کشورهای مختلف دنیا و در سطوح ملی، منطقه‌ای و استانی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بر اساس آخرین اطلاعات بانک جهانی همان‌گونه که در شکل ۲-۱ نیز به خوبی مشخص است، در حال حاضر طرح‌های کاهش انتشار در برخی از کشورها مانند استرالیا، نیوزیلند و کشورهای عضو اتحادیه اروپا در قالب قوانین مصوب، در حال اجراست. در برخی دیگر نیز مانند چین، ژاپن، ترکیه و برزیل این طرح‌ها در حال بررسی و در مرحله تصویب قرار دارند.



شکل ۲-۱- طرح‌های کاهش انتشار در سطح جهان

از آن جایی که تمرکز این پایان‌نامه بر طرح تجارت انتشار و مؤلفه‌های اصلی آن است، در ادامه به تشریح این طرح و جزئیات آن می‌پردازیم.

#### ۱-۴-۱- طرح تجارت انتشار

پس از شکل‌گیری پیمان کیوتو در سال ۱۹۹۷، ۳۷ کشور صنعتی به همراه کشورهای عضو اتحادیه اروپا، متعهد شدند تا میزان انتشار خود را از شش گاز گلخانه‌ای  $\text{CO}_2$ ،  $\text{N}_2\text{O}$ ،  $\text{CH}_4$ ،  $\text{SF}_6$  و HFCs و PFCs طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به ۵ درصد زیر سطح مقدار این گازها در سال ۱۹۹۰ برسانند [۱۳]. از آن جایی که کاهش سطح انتشار آلودگی در راستای دستیابی به اهداف تعریف‌شده در پروتکل، برای کشورهای عضو بسیار هزینه‌بر بود، سه مکانیزم ذیل این پروتکل با هدف کاهش هزینه‌های عمل به تعهدات، تحت عنوان مکانیزم‌های انعطاف‌پذیر (یا مکانیزم‌های کیوتو) ایجاد گردید که عبارتند از: مکانیزم تجارت انتشار<sup>۱</sup>، مکانیزم توسعه پاک<sup>۲</sup> و مکانیزم اجرای مشترک<sup>۳</sup>.

بر اساس ماده ۱۷ پروتکل کیوتو که به سازوکار تجارت انتشار می‌پردازد، کل انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط هر یک از کشورهای عضو ضمیمه ۱ پروتکل کیوتو، می‌بایست طبق توافقات به عمل آمده محدود گردد و کشورهای متعهد ملزم به کاهش انتشار تا مقدار معینی هستند [۱۳]. بر اساس این توافقات، هر کشور و یا هر بنگاهی سقفی از انتشار کربن را در اختیار دارد؛ بدین صورت، مطابق شکل ۱-۳ بنگاه‌هایی که از سقف مجاز انتشار خود تجاوز نمایند، مجازند تا از بنگاه‌هایی که مازاد در سقف انتشار خود دارند، اعتبار کربن خریداری نمایند [۳] و بدین ترتیب این مکانیزم به عنوان یک مشوق برای بنگاه‌ها به منظور کاهش سطح آلاینده‌گی خود عمل می‌کند [۱۴]. به بیان بهتر این مکانیزم با اعمال جریمه برای تجاوز از سقف انتشار از یک سو و ایجاد درآمد در نتیجه فروش سهام مازاد از سوی دیگر، روند فرآیند کاهش

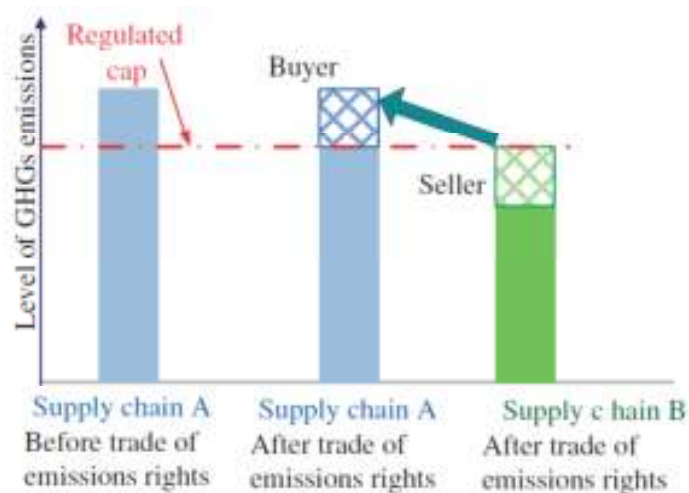
---

<sup>1</sup>Emission Trading Scheme (ETS)

<sup>2</sup>Clean Development Mechanism (CDM)

<sup>3</sup>Joint Implementation Mechanism (JIM)

انتشار آلودگی را امکان‌پذیر و منعطف می‌کند [۴]. لازم به ذکر است که به منظور حفظ اهداف طرح، مجموع مجوزهای تولید آلودگی محدود هستند و به علاوه سقف مجاز انتشار برای هر سال، به میزان تعیین‌شده‌ای نسبت به سال قبل کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۱-۳- شماتیکی از طرح تجارت انتشار [۱۵]

از آن جایی که در این طرح کربن مانند هر کالای دیگری قابل خرید و فروش است، نام تجارت کربن<sup>۱</sup> نیز در مورد این مکانیزم مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علاوه عنوان «سهم و مبادله<sup>۲</sup>» نیز که گاهی اوقات در مورد این مکانیزم به کار می‌رود، به حق هر عضو در تولید آلودگی و امکان تبادل آن با دیگر اعضا اشاره دارد. همان‌گونه که ذکر شد، یک سهم کربن به معنی حق انتشار یک تن کربن دی‌اکسید یا مقدار معادل آن از سایر گازهای گلخانه‌ای است. پس همان‌گونه که در مقدمه نیز ذکر گردید دو عامل تعیین‌کننده در طرح تجارت انتشار عبارتند از: قیمت مجوزهای کربن و سقف مجاز آلودگی.

طرح تجارت انتشار در سطح ملی و یا منطقه‌ای قابلیت اجرا دارد. دولت‌ها می‌توانند محدودیت‌هایی را برای بنگاه‌های شرکت‌کننده در طرح وضع نمایند. طرح تجارت انتشار اتحادیه اروپا<sup>۳</sup> بزرگ‌ترین طرحی

<sup>۱</sup>Carbon Trading

<sup>۲</sup>Cap and Trade

<sup>۳</sup>European Union emissions trading scheme (EU ETS)