

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٩٤٢٣



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی (اقتصاد کشاورزی)

بررسی وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای ( $CO_2$ ) در  
ایران و اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی

توسط  
الهه واثقی

استاد راهنما:

دکتر عبدالکریم اسماعیلی

مهر اطلاعات مرکز علمی  
توسعه آموزش

۱۳۸۶ / ۱۱ / ۲۵

آذرماه ۱۳۸۶

۹۴۰۶۳

به نام خدا

بررسی وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO<sub>2</sub>) در ایران و  
اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی

به وسیله‌ی:

الهه واثقی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم  
برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی کشاورزی

(اقتصاد کشاورزی)

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه : عالی

دکتر عبدالکریم اسماعیلی، استادیار بخش اقتصاد کشاورزی (رئیس کمیته)

دکتر بهاء‌الدین نجفی، استاد بخش اقتصاد کشاورزی

دکتر محمد بخشوده، دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی

مهندس محمد صادق احدی، معاون طرح ملی تغییر آب و هوا سازمان حفاظت محیط زیست

(برنامه عمران ملل متحد/صندوق تسهیلات جهانی محیط زیست)

آذرماه ۱۳۸۶

تقدیم به

پدر بزرگوار

آرامش دهنده خیالم و تکیه گاه استواری  
که در مریم امنش بی پرواترینم.

مادر عزیز

نازینی که دعایش همیشه با من بوده است  
و با تمام وجود می پرستمش.

خواهران دلسوز و برادر بسیار خوب

عزیزانی که نگاه گرمشان مایه امید و  
همراهیشان مرهم تمام سختیهایم بوده است.

## سپاسگزاری

سپاس و ثنا، یگانه خالق را که ذرات وجودم در تالابو حضورش نورانی می‌شود و نگاه خسته ام از جوشش مهرش جان می‌گیرد و ستایش کردگار یکتایی که بشر را موهبتی شگرف ارزانی داشت و توفیق تحصیل دانش در محضر بندگان فرهیخته‌اش را به من عطا نمود. اکنون که به یاری خداوند سبحان و در سایه عنایات بیکرانیش کار تدوین این رساله به اتمام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم از کلیه عزیزانی که مرا در انجام این پایان‌نامه یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم. از استاد عزیزم، جناب آقای دکتر اسماعیلی بخاطر حمایت‌های بیدریغ، راهنمایی‌های دلسوزانه، همراهی دلگرم‌کننده و نصایح ارزشمند ایشان بسیار سپاسگزارم. از بذل توجه و نظرات ارزشمند جناب آقای دکتر نجفی، جناب آقای دکتر بخشوده و جناب آقای مهندس احدی کمال سپاسگزاری را دارم و از اینکه افتخار شاگردی ایشان را یافته‌ام بر خود می‌بالم. همچنین از زحمات سایر اساتید محترم بخش اقتصاد کشاورزی، جناب آقای دکتر سلطانی، جناب آقای دکتر ترکمانی و جناب آقای دکتر زیبایی و نیز از الطاف خالصانه و کمک‌های بیدریغ کارکنان محترم بخش اقتصاد کشاورزی، آقای مهندس نجاتی، سرکارخانم رضایی، آقای مهندس تهور و آقای جاویدی بی‌نهایت سپاسگزارم. از کلیه هم‌رشته‌ای‌های عزیزم، دو هم‌اتاقی مهربانم و کلیه دوستان بسیار خوبم که در طول دوران تحصیل همیشه مایه دلگرمی و امیدم بودند، کمال تشکر را دارم و از خداوند منان برایشان شادکامی، رستگاری و خوشبختی توأم با سلامتی روزافزون آرزومندم.

از پدر بزرگوارم، مادر عزیزم، خواهران دلسوزم و برادر بسیار خوبم برای صبر و تحملی که به خرج دادند، دعا‌های پر از مهر و محبت‌شان و پشتیبانی همیشه مهرآمیز این عزیزان سپاسگزارم.

## چکیده

### بررسی وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO<sub>2</sub>) در ایران و اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی

به‌وسیله‌ی:

الهه واثقی

از آنجا که برّرسی ابعاد اقتصادی انتشار گازهای گلخانه‌ای و پیامدهای آن از اهمیت قابل توجهی در اقتصاد کشورهای مختلف برخوردار است، در مطالعه حاضر، عوامل تعیین کننده میزان انتشار گاز گلخانه‌ای CO<sub>2</sub> در قالب یک مدل سری زمانی برای دوره زمانی ۸۲-۱۳۵۳ در ایران مورد بحث قرار گرفت و با توجه به رابطه بین درآمد سرانه و میزان انتشار این گاز، به بررسی فروض مدل زیست محیطی کوزنتس پرداخته شد. با هدف برآورد رابطه بلند مدت بین متغیرها و با توجه به نتایج ایستایی، مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از برآورد نشان داد که دو متغیر سهم ارزش افزوده بخش صنعت از GDP و انحراف از میانگین دما، اثر معنی داری بر میزان انتشار دارند و نتایج حاکی از وجود یک رابطه درجه دوم بین درآمد سرانه و میزان انتشار می‌باشد. به عبارت دیگر نظریه زیست محیطی کوزنتس در رابطه با انتشار CO<sub>2</sub> در ایران صادق می‌باشد. در ادامه به منظور بررسی پیامدهای انتشار گازهای گلخانه‌ای (تغییر اقلیم) بر بخش کشاورزی، اثر عوامل اقلیمی بر رانت زمین زراعی محصولات منتخب (گندم و ذرت) در قالب داده‌های پانل بررسی گردید. هدف نهایی در این قسمت بررسی مدل ریکاردین برای رانت زمین گندم و ذرت به طور مجزا می‌باشد. مدل ریکاردین محصول گندم در ۱۷ استان کشور برای دوره زمانی ۸۳-۱۳۶۳ و مدل ریکاردین محصول ذرت در ۱۱ استان برای دوره زمانی ۸۳-۱۳۶۹ برآورد گردید و در نهایت نتایج سناریوهای اقلیمی در آینده بر روی این مدلها مورد بحث قرار گرفت. آمار و اطلاعات مورد نیاز از آمارنامه‌های برنامه و بودجه، سازمان محیط زیست، تراز نامه‌های انرژی، مجموعه آمارهای هزینه‌های تولید کشاورزی و پایگاه اینترنتی سازمان هوا شناسی و سازمان جهاد کشاورزی استخراج گردید. در بررسی اثر عوامل اقلیمی بر بخش کشاورزی مشاهده شد که متغیرهای اقلیمی اثرات معنی‌دار و غیرخطی بر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصولات منتخب دارند. علاوه بر این نتایج شبیه‌سازی سناریوهای اقلیمی نیز نشان می‌دهد که افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در پی آن افزایش دما و کاهش بارندگی باعث می‌شود که تا ۱۰۰ سال آینده ۴۱ درصد از رانت زمین زراعی گندم (۷۷۷ هزار ریال به ازای هر هکتار کشت گندم) و ۲۹ درصد از رانت زمین زراعی ذرت (۵۸۴ هزار ریال به ازای هر هکتار کشت ذرت) کاسته شود.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>۱- مقدمه</b>
۱	۱-۱- کلیات .....
۱	۱-۱-۱- معرفی گازهای گلخانه‌ای .....
۳	۱-۱-۲- اثر گلخانه‌ای چیست؟ .....
۴	۱-۱-۳- مفهوم تغییر اقلیم .....
۶	۱-۱-۴- آسیب‌های ناشی از تغییر اقلیم و تنگناهای کشاورزی .....
۷	۱-۲- ضرورت و اهمیت مطالعه .....
۸	۱-۳- اهداف مطالعه .....
۸	۱-۴- فرضیات تحقیق .....
	<b>۲- مروری بر مطالعات انجام شده</b>
۹	۱-۲- مقدمه .....
۹	۲-۲- مطالعات داخلی .....
۱۵	۳-۲- مطالعات خارجی .....
۱۵	۲-۱-۳- بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای .....
۲۱	۲-۲-۳- بررسی اثرات تغییر اقلیم .....
۲۵	۴-۲- ارزیابی مطالعات انجام شده .....
	<b>۳- تئوری و روش تحقیق</b>
۲۶	۱-۳- مقدمه .....
۲۷	۲-۳- تئوری و روش تحقیق بخش اول: ارزیابی انتشار گاز CO <sub>2</sub> در ایران .....
۲۷	۳-۲-۱- نظریه زیست محیطی کوزنتس .....

۲۹	..... ۲-۲-۳ معرفی متغیرهای الگو
۳۰	..... ۳-۲-۳ مباحث اقتصاد سنجی الگوی ARDL
۳۱	..... ۱-۳-۲-۳ آزمون ایستایی
۳۲	..... ۲-۳-۲-۳ معرفی الگوی ARDL
۳۳	..... ۳-۳-۲-۳ آزمون بنرجی، دولادو و مستر
۳۴	..... ۳-۳ کشاورزی ایران و روش تحقیق بخش دوم: بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش
۳۴	..... ۱-۳-۳ مدل ریکارین
۳۶	..... ۲-۳-۳ معرفی متغیرهای الگو
۳۷	..... ۳-۳-۳ مباحث اقتصاد سنجی الگوی تلفیقی
۳۸	..... ۱-۳-۳-۳ آزمون قابلیت تخمین بصورت پانل
۴۰	..... ۲-۳-۳-۳ آزمون ایستایی داده های پانل
۴۱	..... ۳-۳-۳-۳ تصریح مدل در الگوی داده های پانل
۴۲	..... ۱-۳-۳-۳-۳ مدل جزء خطای یکسویه
۴۲	..... ۱-۱-۳-۳-۳-۳ مدل جزء خطای یکسویه با اثرات ثابت
۴۳	..... ۲-۱-۳-۳-۳-۳ مدل جزء خطای یکسویه با اثرات تصادفی
۴۴	..... ۲-۳-۳-۳-۳ مدل جزء خطای دوسویه
۴۴	..... ۱-۲-۳-۳-۳-۳ مدل جزء خطای دوسویه با اثرات ثابت
۴۵	..... ۲-۲-۳-۳-۳-۳ مدل جزء خطای دوسویه با اثرات تصادفی
۴۶	..... ۴-۳-۳-۳ آزمون هاسمن برای تست اثرات ثابت یا تصادفی
۴۸	..... ۵-۳-۳-۳ آزمون واریانس نا همسانی در الگوی داده های پانل
<b>۴- نتایج و بحث</b>	
۴۹	..... ۱-۴ مقدمه
۴۹	..... ۲-۴ ارزیابی انتشار گاز CO <sub>2</sub> در ایران
۴۹	..... ۱-۲-۴ وضعیت انتشار دی اکسید کربن از بخشهای مهم اقتصاد ایران
۵۱	..... ۲-۲-۴ نظریه زیست محیطی کوزنتس
۵۱	..... ۱-۲-۲-۴ آزمون ایستایی
۵۲	..... ۳-۲-۴ مراحل برآورد مدل



۵۲	..... ۱-۳-۲-۴- انتخاب مدل پویا
۵۴	..... ۲-۳-۲-۴- برآورد رابطه بلند مدت بین متغیرهای مدل EKC
۵۵	..... ۳-۳-۲-۴- برآورد رابطه کوتاه مدت بین متغیرهای مدل EKC
۵۸	..... ۳-۴- بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی ایران
۵۸	..... ۱-۳-۴- برآورد مدل ریکاردین برای محصول گندم
۵۸	..... ۱-۱-۳-۴- مراحل قبل از برآورد مدل
۵۸	..... ۱-۱-۱-۳-۴- آزمون قابلیت تخمین بصورت پانل
۵۹	..... ۲-۱-۱-۳-۴- آزمون ایستایی
۶۰	..... ۲-۱-۳-۴- مراحل برآورد مدل
۶۴	..... ۲-۳-۴- برآورد مدل ریکاردین برای محصول ذرت
۶۴	..... ۱-۲-۳-۴- مراحل قبل از برآورد مدل
۶۵	..... ۱-۱-۲-۳-۴- آزمون قابلیت تخمین بصورت پانل
۶۵	..... ۲-۱-۲-۳-۴- آزمون ایستایی
۶۶	..... ۲-۲-۳-۴- مراحل برآورد مدل
۶۹	..... ۳-۳-۴- ارزیابی اثرات تغییر اقلیم آینده بر بخش کشاورزی ایران
۷۰	..... ۱-۳-۳-۴- شبیه سازی تغییر اقلیم و معرفی سناریوهای موجود
۷۱	..... ۲-۳-۳-۴- بررسی سناریوهای اقلیمی بر رانت زمین گندم و ذرت

#### ۵- خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۳	..... ۱-۵- خلاصه و نتیجه گیری
۷۷	..... ۲-۵- پیشنهادها
۷۸	..... فهرست منابع

#### پیوست‌ها

۸۵	..... ۱- پیوست بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و جهان
۸۶	..... ۲- پیوست سناریوهای تغییر اقلیم
۸۸	..... ۳- پیوست کنوانسیون تغییر آب و هوا و پرتوکل کیوتو
۹۰	..... ۴- پیوست ارزش حرارتی سوخت (NCV)

۹۱	..... پیوست ۵- آزمون ریشه واحد داده های سری زمانی
۹۴	..... پیوست ۶- آزمونهای ریشه واحد داده های پانل
۱۰۰	..... پیوست ۷- تقسیم بندی اقلیمی کشور ایران
۱۰۳	..... پیوست ۸- فصل کاشت و برداشت گندم و ذرت در ایران در استانهای مختلف
۱۰۳	..... پ-۸-۱- گندم
۱۰۴	..... پ-۸-۱- ذرت
	..... پیوست ۹- نتایج آزمونهای ریشه واحد داده های پانل برای مدل ریکاردین محصول
۱۰۶	..... گندم
	..... پیوست ۱۰- نتایج آزمونهای ریشه واحد داده های پانل برای مدل ریکاردین محصول
۱۱۱	..... ذرت

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان و شماره
۳	جدول ۱-۱- خلاصه مشخصات گازهای گلخانه‌ای
۵۱	جدول ۱-۴- نتایج انجام آزمون ایستایی
۵۲	جدول ۲-۴- نتایج برآورد مدل پویا $ARDL(1,1,0,0,2,2)$
۵۳	جدول ۳-۴- نتایج تستهای موجود در مدل پویا
۵۴	جدول ۴-۴- نتایج حاصل از برآورد رابطه بلندمدت مدل $ARDL(1,1,0,0,2,2)$
۵۶	جدول ۵-۴- نتایج برگرفته از مدل تصحیح خطا (ECM)
۶۲	جدول ۶-۴- نتایج حاصل از برآورد مدل ریکاردین برای محصول گندم
۶۸	جدول ۷-۴- نتایج حاصل از برآورد مدل ریکاردین برای محصول ذرت
۷۱	جدول ۸-۴- اثر تغییر اقلیم آینده بر روی رانت زمین گندم و ذرت
۸۶	جدول پ-۱- سهم انتشار و انتشار سرانه ایران و ده کشور اول در جهان در سال ۱۹۹۷ (سال پایه کنوانسیون تغییر آب و هوا)
۹۰	جدول پ-۲- مشخصات فراورده‌های نفتی
۱۰۲	جدول پ-۳- طبقه بندی دومازتن گسترش داده شده
۱۰۵	جدول پ-۴- زمان کاشت و برداشت ذرت
۱۰۶	جدول پ-۵- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیر رانت زمین گندم (NR)
۱۰۶	جدول پ-۶- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای دمای فصل کاشت گندم و توان دوم آن $(PT_{it})$ و $(PT_{it}^2)$
۱۰۷	جدول پ-۷- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای دمای فصل برداشت گندم و توان دوم آن $(HT_{it})$ و $(HT_{it}^2)$
۱۰۷	جدول پ-۸- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای دمای متوسط سال زراعی گندم و توان دوم آن $(T_{it})$ و $(T_{it}^2)$
۱۰۸	جدول پ-۹- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای بارندگی فصل کاشت گندم و توان دوم آن $(PP_{it})$ و $(PP_{it}^2)$

- جدول پ-۱۰- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای بارندگی متوسط سال  
 ۱۰۸ ..... (P<sup>2</sup><sub>it</sub> و P<sub>it</sub>) زراعی گندم و توان دوم آن
- جدول پ-۱۱- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای بارندگی فصل برداشت  
 ۱۰۹ ..... (HP<sup>2</sup><sub>it</sub> و HP<sub>it</sub>) گندم و توان دوم آن
- جدول پ-۱۲- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای اثر متقابل دما و بارندگی  
 ۱۰۹ ..... (PTPP<sub>it</sub>) و برداشت (HTHP<sub>it</sub>) گندم
- جدول پ-۱۳- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای اثر متقابل دما و بارندگی  
 ۱۱۰ ..... متوسط سال زراعی گندم (TP<sub>it</sub>) و ارتفاع از سطح دریا (Alt<sub>it</sub>)
- جدول پ-۱۴- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیر رانت زمین ذرت (NR)  
 ۱۱۱
- جدول پ-۱۵- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای دمای فصل کاشت ذرت  
 ۱۱۱ ..... و توان دوم آن (PT<sup>2</sup><sub>it</sub> و PT<sub>it</sub>)
- جدول پ-۱۶- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای دمای متوسط سال زراعی  
 ۱۱۲ ..... ذرت و توان دوم آن (T<sup>2</sup><sub>it</sub> و T<sub>it</sub>)
- جدول پ-۱۷- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای بارندگی فصل برداشت  
 ۱۱۲ ..... ذرت و توان دوم آن (PP<sup>2</sup><sub>it</sub> و PP<sub>it</sub>)
- جدول پ-۱۸- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای بارندگی متوسط سال  
 ۱۱۳ ..... زراعی ذرت و توان دوم آن (P<sup>2</sup><sub>it</sub> و P<sub>it</sub>)
- جدول پ-۱۹- نتیجه آزمونهای ریشه واحد برای متغیرهای اثر متقابل دما و بارندگی  
 ۱۱۳ ..... فصل کاشت (PTPP<sub>it</sub>) و اثر متقابل دما و بارندگی متوسط سال زراعی ذرت (TP<sub>it</sub>) ..

## فهرست شکل‌ها و نمودارها

صفحه	عنوان و شماره
۴	شکل ۱-۱- موازنه انرژی بین زمین و فضا .....
۲۸	شکل ۱-۳- منحنی محیطی کوزنتس .....
۵۰	نمودار ۱-۴- سهم بخش‌های مختلف در کل معادل دی‌اکسیدکربن انتشاری کشور در سال ۱۳۷۳ .....
۵۰	نمودار ۲-۴- سهم زیر بخش‌های مختلف بخش انرژی در انتشار دی‌اکسیدکربن در سال ۱۳۷۳ .....
۵۰	نمودار ۳-۴- سهم زیر بخش‌های مختلف بخش انرژی در انتشار دی‌اکسیدکربن در سال ۱۳۸۲ .....
۵۷	نمودار ۴-۴- جمع تجمعی جملات پسماند برگشتی .....
۵۷	نمودار ۵-۴- جمع تجمعی مربعات جملات پسماند برگشتی .....
۱۰۱	شکل پ-۱- تقسیم بندی اقلیمی کشور ایران .....

## ۱- مقدمه

### ۱-۱- کلیات

با انقلاب صنعتی در سال ۱۸۳۰ و رشد روزافزون دانش بشری، تغییرات گوناگونی نیز در زندگی انسانها رخ داده است. نیاز بشر به انرژی و مصرف انواع سوختهای فسیلی مانند زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی باعث افزایش شدید موادی مانند دی‌اکسید کربن ( $CO_2$ ) و بخار آب ( $H_2O$ ) در جو شده است. همچنین جمعیت کره زمین نیز روز به روز افزایش پیدا کرده و این افزایش جمعیت نیز خود پیامدهای گوناگونی به همراه داشته است. این تغییرات همگی باعث آن شده است که شرایط آب‌وهوایی و جو زمین نیز مانند دیگر قسمت‌های کره زمین از آسیب‌های انسان در امان نمانده و دستخوش دگرگونی‌هایی شود. پدیده تغییر آب‌وهوا که عمدتاً مربوط به افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو است از نمونه‌های بارز در این زمینه محسوب می‌شود (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲).

تغییر جهانی اقلیم موضوعی است که در طی چند دهه گذشته توجه متخصصین و پژوهشگران را در کشورهای مختلف جهان به خود جلب کرده است. حاصل این مطالعات انتشار مقالات و کتابهای متعدد در مورد علل تغییر اقلیم و پیامدهای ناشی از آن می‌باشد. با این وجود و علی‌رغم اهمیت تغییرات جهانی اقلیم، منابع علمی موجود در ایران که به نحوی با اثرات این پدیده مرتبط باشد بسیار اندک است و با توجه به نو بودن مبحث و برای تعقیب بهتر مطالب در این فصل و فصول آتی، لازم است موارد پایه‌ای و مفهومی از این مبحث ارائه شود.

#### ۱-۱-۱- معرفی گازهای گلخانه‌ای

گازهای گلخانه‌ای به دو دسته اصلی شامل  $CO_2$ ، متان ( $CH_4$ )، اکسید نیترو ( $N_2O$ )، کلروفلوئوروکربنها (CFCs)، پرفلوئوروکربنها (PFCs) و گازهای گلخانه‌ای فرعی شامل اکسید نیتروژن ( $NO_x$ )، دی‌اکسید گوگرد  $SO_2$ ، مونوکسید کربن ( $CO$ ) و ترکیبات ارگانیک فرار غیر از متان (NMVOC) تقسیم‌بندی شده‌اند. گازهای گلخانه‌ای اصلی اثر مستقیم گلخانه‌ای دارند

در صورتیکه گازهای گلخانه‌ای فرعی در اتمسفر زمین در واکنشهایی شرکت می‌کنند که منجر به تولید گازهای گلخانه‌ای اصلی می‌گردند (احدی، ۱۳۸۲).

از بین گازهای گلخانه‌ای، CO<sub>2</sub> مهمترین آنهاست و حدود ۶۰ درصد از آثار گلخانه‌ای ناشی از فعالیتهای بشر مربوط به انتشار CO<sub>2</sub> می‌باشد. منبع اصلی انتشار این گاز احتراق سوخته‌های فسیلی است که متأسفانه در حال حاضر ابزار اصلی تولید انرژی در نظامهای اقتصادی صنعتی می‌باشد. علاوه بر این، وجود انرژی عامل اساسی نیل به توسعه اقتصادی است و بنابراین در کشورهای در حال توسعه شدیداً مورد نیاز است (دهقانیان و همکاران، ۱۳۷۴). در طی ۲۰۰ سال گذشته و به ویژه در ۵۰ سال اخیر، انتشار گازهای گلخانه‌ای به شدت افزایش یافته است. برای نمونه در حال حاضر نسبت به پیش از انقلاب صنعتی، موجودی گازهای CO<sub>2</sub> و CH<sub>4</sub> در جو ۳۰ و ۱۵۰ درصد افزایش داشته است و در این میان دی‌اکسیدکربنی که از سوخته‌های فسیلی منتشر می‌شود اصلی ترین گاز گلخانه‌ای انسان ساخت به شمار می‌رود (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲). لازم به ذکر است که گزارش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۱۳۷۳ (سال مبنای کشورهای در حال توسعه جهت ارائه سیاهه گازهای گلخانه‌ای) از زیر بخشهای مختلف کشور نیز حاکی از این مطلب است که بخش انرژی با ۸۴٪ بیشترین سهم را در میزان انتشار CO<sub>2</sub> عهده دار بوده است (احدی، ۱۳۸۲). بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و جهان در سال ۱۹۹۷ نشان می‌دهد که آمریکا بزرگترین منتشر کننده گازهای گلخانه‌ای در دنیاست و از کشورهای در حال توسعه چین دومین، هند ششمین و کره جنوبی رتبه نهم را در انتشار دی‌اکسیدکربن دنیا عهده دار هستند. در همان سال ایران با ۱٪ سهم، رتبه هیجدهم جهان را در انتشار گاز CO<sub>2</sub> دارا بوده است (سلطانیه و احدی، ۱۳۸۳). لازم به ذکر است که توضیحات کامل در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و جهان در پیوست ۱ ارائه شده است.

امروزه فعالیتهای منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای نقش بزرگی در اقتصاد دنیا دارند و زندگی پیشرفته امروزی بدون آنها غیر قابل تصور می‌نماید. فعالیتهای صنعتی و نیاز روزافزون به مصرف حاملهای انرژی برای حصول به رفاه بیشتر، باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا گردید بطوریکه غلظت CO<sub>2</sub> در جو زمین از اوایل صنعتی شدن جهان تا کنون از ۲۰۰ ppm<sub>v</sub> به ۳۰۰ ppm<sub>v</sub> افزایش یافته است (احدی، ۱۳۸۲).

گازهای گلخانه‌ای دارای منابع تولیدکننده طبیعی و غیر طبیعی هستند. این منابع چشمه‌های گازهای گلخانه‌ای نامیده می‌شوند. از طرفی مقدار گازهای گلخانه‌ای در اثر تغییر و تحولات شیمیایی در جو یا توسط منابع جذب کننده این گازها که اصطلاحاً چاهک نامیده می‌شوند، کاهش می‌یابد. هر گاز گلخانه‌ای طول عمر مشخصی دارد و با توجه به نوع گاز گلخانه‌ای میزان تاثیر آن بر شدت اثر گلخانه‌ای نیز متفاوت است. معمولاً گاز CO<sub>2</sub> به عنوان مبنای تعیین میزان تاثیر گاز گلخانه‌ای بر گرمای زمین، در نظر گرفته می‌شود و پتانسیل

<sup>۱</sup> - قسمت در میلیون در واحد حجم (Part Per Million Volume)

گرمایش سایر گازها نسبت به این گاز سنجیده می‌شود. جدول (۱-۱) گازهای گلخانه‌ای، منابع انتشار و طول عمر آنها را در جو زمین نشان می‌دهد (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲).

جدول ۱-۱- خلاصه مشخصات گازهای گلخانه‌ای

طول عمر در جو زمین	چاهکها	منابع		گازهای گلخانه‌ای
		طبیعی	غیر طبیعی	
۵۰ سال	اقیانوسها- جنگلها	---	سوزاندن سوختهای فسیلی، جنگل زدایی، تخمیر هوازی ضایعات جامد و مایع	دی‌اکسید کربن CO <sub>2</sub>
۱۰ سال	جذب توسط باکتریهای موجود در خاک و انجام واکنشهای شیمیایی در جو	مرداب و اقیانوسها	فضولات حیوانی، شالیزارهای برنج و سوزاندن سوختهای فسیلی، تخمیر بی‌هوازی ضایعات جامد و مایع	متان CH <sub>4</sub>
۱۴۰ - ۱۹۰ سال	جذب بوسیله خاک و واکنشهای فتوشیمیایی در استراتوسفر	فرآیندهای میکروبی در خاک و آب اقیانوسها و خاکهای طبیعی	خاکهای تقویت شده با کودهای شیمیایی، سوختن زیست توده و احتراق سوختهای فسیلی	اکسید نیترو N <sub>2</sub> O
چند ساعت تا چند روز	واکنش با رادیکالهای آزن در جو و واکنشهای پیچیده فتوشیمیایی	واکنشهای پیچیده فتوشیمیایی در جو	---	اوزن O <sub>3</sub>

همانگونه که در جدول (۱-۱) مشاهده می‌شود، طول عمر گاز CO<sub>2</sub> در جو حدود ۵۰ سال است و این به نوبه خود حاکی از اهمیت این گاز از نظر ماندگاری آلودگیهای ناشی از انتشار این گاز می‌باشد.

### ۱-۱-۲- اثر گلخانه‌ای چیست؟

تابشهای خورشیدی پس از عبور از فضا به زمین و اتمسفر رسیده و قسمت اعظم آن توسط کره زمین جذب می‌شود. کره زمین پس از گرم شدن، امواج گرم را به صورت تابشهای فروسرخ به فضا باز می‌تاباند. قسمتی از این تابشهای فروسرخ از اتمسفر عبور می‌کند و قسمتی دیگر توسط گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر جذب و به سطح زمین بازتابانیده می‌شود (شکل ۱-۱). گازهای مذکور بخشی از تشعشعات زمین را به دام انداخته و مجدداً با تشعشع انرژی با طول موج بلند به سمت زمین باعث گرم شدن سطح زمین می‌گردند و درست مانند گلخانه عمل می‌کنند. (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲؛ اووین و وین، ۱۳۸۱).

گازهای گلخانه‌ای باعث باقی ماندن کسری از انرژی خورشیدی رسیده به زمین در داخل جو می‌شوند به گونه‌ای که اگر اثر گلخانه‌ای در جو زمین وجود نداشت دمای کره زمین بطور متوسط ۱۵/۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به حال کمتر می‌شد (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲).



چنین کاهش دمایی باعث این می‌شود که زمین غیرقابل سکونت باشد. از سوی دیگر چنانچه موجودی گازهای گلخانه‌ای در داخل جو زیاده‌تر از حد متعارف شود، موازنه انرژی زمین بهم خورده و باعث باقی ماندن انرژی بیشتری در داخل جو زمین می‌شود. این امر گرمایش تدریجی زمین را به دنبال دارد (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲).

شکل ۱-۱- موازنه انرژی بین زمین و فضا



مأخذ: (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲)

اینکه در آینده چه مقدار از گازهای گلخانه‌ای توسط جوامع بشری وارد اتمسفر زمین شده و به تبع آن چه وضعیتی برای سیستم اقلیم کره زمین رخ خواهد داد، معین و قطعی نیست، لذا بصورت کاملاً غیر قطعی و تحت سناریوهای مختلفی ارائه شده‌است. تاکنون سناریوهای زیادی طراحی شده‌اند تا تمام اثرات ممکن در نظر گرفته شده و تردیدهای مربوط به آنها محدود شوند. لذا جهت آشنایی و درک بهتر مفاهیم این نوع سناریوها مطالبی در پیوست ۲ ارائه شده‌است.

### ۱-۱-۳- مفهوم تغییر اقلیم<sup>۱</sup>

اتمسفر<sup>۲</sup>، کریوسفر<sup>۳</sup>، بیوسفر<sup>۴</sup> و هیدروسفر<sup>۵</sup> اجزاء سیستم اقلیم کره زمین را تشکیل می‌دهند. اتمسفر زمین با دارا بودن گازهای مختلف باعث جذب، پخش و انعکاس طول موجهای مختلف آن شده و پدیده‌های مختلف از جمله میزان درجه حرارت اتمسفر را کنترل می‌کند. در بین این گازها گازهای گلخانه‌ای از اهمیت ویژه‌ای در کنترل دمای سطحی اتمسفر برخوردار هستند، زیرا نور خورشید که عمدتاً با طول موج کوتاه بوده (کمتر از  $4\mu m$ )، از این گازها عبور

<sup>۱</sup> - Climate Change

<sup>۲</sup> - Atmosphere

<sup>۳</sup> - Cryosphere

<sup>۴</sup> - Biosphere

<sup>۵</sup> - Hydrosphere

نموده و به زمین می‌رسند و پس از گرم شدن زمین امواج مادون قرمز که دارای طول موج بلندی می‌باشند از سطح زمین ساطع شده و با این گازها برخورد می‌کنند. این گازها امواج با طول موج بلند (بیشتر از  $4\mu m$ ) را جذب کرده و گرم می‌شوند. این پدیده باعث افزایش درجه حرارت اتمسفر سطحی کره زمین می‌شود. کریوسفر یا "یخ کره" که دربرگیرنده یخهای موجود در سطح کره زمین است بیشترین نقش را در انعکاس امواج رسیده به سطح زمین ایفا می‌کند. همچنین بیوسفر یا "زیست کره" نیز با انعکاس نور خورشید، تبخیر و تعرق از سطح گیاهان، به عنوان یکی از منابع اصلی تولید و مصرف دی‌اکسیدکربن، نقش مهمی را در میزان انرژی سیستم اقلیم دارا می‌باشد. نهایتاً هیدروسفر یا "آب کره" که شامل دریاها، دریاچه‌ها، رودها و اقیانوسهای کره زمین می‌باشد نقش بسزایی را در جذب دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر داشته و به لحاظ گرمایشی دارای اینرسی گرمایی بالایی می‌باشند.

عوامل مختلفی باعث برهم خوردن شرایط حاکم بر اجزاء مختلف سیستم اقلیم کره زمین می‌شود که می‌تواند تأثیراتی را بر اجزاء دیگر بگذارد. این عوامل به دو بخش عوامل داخلی ناشی از کنشهای متقابل بین اجزاء سیستم اقلیم و عوامل خارجی طبیعی ناشی از تابش خورشیدی، فعالیتهای آتشفشانی و افزایش غیر طبیعی گازهای گلخانه‌ای قابل تقسیم می‌باشند. تنها عاملی که بصورت غیر طبیعی بر سیستم اقلیم کره زمین تأثیر می‌گذارد، افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. بررسی وضعیت انتشار این گازها نشان می‌دهد که پس از انقلاب صنعتی در نیمه قرن ۱۸، بدلیل افزایش روزافزون صنایع و بواسطه آن افزایش استفاده از سوختهای فسیلی، توازن مقادیر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین برهم خورده و مقادیر آن به خصوص میزان گاز دی‌اکسیدکربن افزایش یافته است. این افزایش سبب می‌شود تا امواج مادون قرمز ساطع شده از زمین بیش از پیش توسط گازهای گلخانه‌ای جذب شده و باعث گرمتر شدن اتمسفر کره زمین شود. گرمتر شدن کره زمین نیز به نوبه خود بر وضعیت اجزاء دیگر سیستم اقلیم تأثیر گذاشته و پدیده تغییر اقلیم را موجب می‌گردد (باد و همکاران، ۲۰۰۱). شواهد علمی نشان دادند که انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیتهای انسانی خطراتی برای آب و هوای جهان ایجاد می‌کند و به این ترتیب افکار عمومی لزوم ایجاد کنفرانسهای بین‌المللی دوره‌ای و تشکیل پیمان نامه‌ای برای حل این مسئله را احساس کرد. دولت‌ها برای انعکاس افکار عمومی یکسری کنفرانس بین‌المللی برگزار کردند و تنظیم قراردادی بین‌المللی را برای بررسی این مسئله خواستار شدند. جهت اطلاعات بیشتر در زمینه کنوانسیونهای تغییر آب و هوا و بویژه پرتوکل کیوتو به پیوست ۳ مراجعه شود.

## ۱-۱-۴- آسیبهای ناشی از تغییر اقلیم و تنگناهای کشاورزی

بطور کلی می‌توان گفت که تغییر آب و هوا متأثر از دو عامل دما و میزان بارش است و این دو عامل نیز خود تحت تأثیر سه عامل عرض جغرافیایی، ارتفاع و جریان اقیانوسی قرار دارند. بنابراین با تغییر هر یک از این عوامل، تغییرات آب و هوایی اتفاق می‌افتد که به پیامد آن چگونگی زندگی انسانها نیز تغییر می‌کند (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲).

متداولترین آثار و پیامدهای پدیده‌ی تغییر آب و هوایی عبارتند از: بالا آمدن سطح آب دریاها، آسیبهای وارده بر بخش انرژی، کشاورزی، منابع آبی، آثار بر بهداشت و سلامت انسانها، آثار بر زندگی پرندگان، افزایش احتمال وقوع آتش‌سوزی در جنگل، افزایش شدت بیابان‌زایی در مناطق خشک، اثر احتمالی برگسترش بیماریهای گیاهی در جنگل.

یکی از اثرات پدیده تغییر آب و هوا، آسیبهای ایجاد شده در بخش کشاورزی است. به علت تغییر الگوی بارش و دمای متوسط جو، این پدیده می‌تواند بر تولید انواع محصولات باغی و کشاورزی که عمده‌ترین منابع غذایی کشور را تشکیل می‌دهند، آسیب وارد کند (تقدیسیان و میناپور، ۱۳۸۲). بطور اختصار بعضی از اثرات مستقیم و غیر مستقیم ناشی از تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی به شرح زیر می‌باشند:

- مشکل تر شدن برنامه ریزیهای میان مدت مزرعه
- کاهش تنوع در بعضی محیطهای حساس از جمله جنگلهای حاره
- بالا آمدن سطح آب دریاها و در نهایت، زیر آب رفتن بخشی از زمینهای با ارزش کشاورزی در مناطق ساحلی.
- افزایش شیوع آفات و بیماریها
- افزایش درجه حرارت سبب افزایش طول دوره رویش گیاهان و محصولات زراعی در مناطق سرد و کوهستانی شده که این موضوع خود در بعضی مناطق باعث افزایش تولید محصولات زراعی می‌شود و بالعکس در مناطقی که قبلاً اقلیم گرمتری داشتند تغییر اقلیم سبب کاهش تولیدات کشاورزی خواهد شد.
- در عرضهای جغرافیایی بالا از شدت سرمای زمستانه کاسته شده و احتمالاً تلفات آفات نیز کاهش می‌یابد. لذا کاهش محصولات در نتیجه افزایش جمعیت آفات بیشتر شده و به کنترل بیشتر آفات نیاز است (بزاز و سامبروک، ۱۳۸۱).
- در این میان بخش کشاورزی ایران نیز از این آسیبها در امان نبوده است، بطوریکه بررسیهای انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد:
- افزایش دمای پیش‌بینی شده در اثر تغییرات آب و هوایی باعث کاهش باروری نشاء برنج، کاهش طول عمر ذرت، نارسایی گندم و کاهش جوانه زنی سیب زمینی می‌گردد (سازمان حفاظت از محیط زیست، ۱۳۸۱).

• از طرفی دیگر تغییرات آب و هوایی با کاهش میزان و زمان بارش، بر اساس داده‌های تاریخی، باعث کاهش تولید گندم و پنبه می‌گردد. بطوریکه خشکسالی‌های اخیر در محدوده سالهای ۷۸-۱۳۷۷ باعث کاهش ۱۰,۵۰,۰۰۰ تن محصول گندم آبی و ۲,۵۴۳,۰۰۰ تن محصول گندم دیم گردید (سازمان حفاظت از محیط زیست، ۱۳۸۱).

این بررسیها نشان می‌دهند که بخش کشاورزی ایران در برابر پدیده تغییر آب و هوا بسیار آسیب پذیر می‌باشد. البته شواهد موجود حاکی از آن است که ارتباط بین تغییر اقلیم و کشاورزی هنوز بصورت یک مسأله مبهم با تردیدهای بسیار روبه رو است و به عنوان یک معضل بزرگ باقی خواهد ماند.

## ۱-۲- ضرورت و اهمیت مطالعه

تغییر اقلیم و پیامدهای آن که در واقع تهدیدی جدی برای آینده بشری است، بررسی دقیق تر وضعیت آینده انتشار گازهای گلخانه‌ای و به خصوص CO<sub>2</sub> به عنوان اصلی ترین گاز گلخانه‌ای انسان ساخت در سطح کره زمین را امری ضروری می‌سازد.

رشد صنایع و کارخانه‌ها از یک طرف و جنگل زدائی و تخریب محیط زیست از طرف دیگر باعث افزایش روزافزون گازهای گلخانه‌ای در سطح کره زمین طی دهه‌های اخیر شده‌است. تحقیقات مختلف نشان از تأثیر این افزایش بر روی کره زمین دارد. مهمترین اثر این افزایش بر روی درجه حرارت اتمسفر کره زمین بوده که در نوشته‌های علمی از آن به عنوان گرم شدن جهانی<sup>۱</sup> اطلاق می‌کنند (هاگتون و همکاران، ۲۰۰۱). مخاطره تغییر اقلیم ناشی از اثرات متقابل چندین سیستم با متغیرهای متفاوت می‌باشد که لازم است همه آنها بصورت مجموعه‌ای در نظر گرفته شود. کشاورزی (شامل تولیدات محصولات زراعی، دامپروری، جنگلداری و ماهیگیری) می‌تواند به عنوان یکی از این سیستمها و اقلیم به عنوان سیستم دیگر تعریف شود. اگر هر یک از این سیستمها بصورت مجزا مورد بررسی قرار گیرد نتایج و راهبردهای بدست آمده بسیار ناقص خواهد بود. امروزه بررسی تغییرات اقلیم، یک موضوع تمام عیار جهانی شده‌است. شواهد موجود حاکی از آن است که امروزه فعالیتهای انسان می‌تواند اقلیم را که یکی از اجزای اصلی محیط می‌باشد تحت تأثیر قرار دهد و اقلیم نیز به نوبه خود بر کشاورزی، منابع غذایی انسان و دامها تأثیر می‌گذارد. با توجه به اهمیت فعالیتهای تولید کشاورزی برای اقتصاد ملی بویژه در رابطه با فقر و امنیت غذایی، بررسی اثر غیر مستقیم این انتشارات بر بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه و بویژه ایران لازم بنظر می‌رسد. در این راستا، در مطالعه حاضر علاوه بر بررسی

<sup>1</sup> - Global Warming