

"فصل اول؛ کلیات طرح"

مقدمه.....	۱
۱-۱ بیان مسأله.....	۱
۲-۱ اهداف تحقیق.....	۴
۳-۱ اهمیت موضوع تحقیق و انگیزش انتخاب آن	۴
۴-۱ سئوالات و فرضیه های تحقیق	۶
۱-۴-۱ سئوالات تحقیق.....	۶
۲-۴-۱ فرضیه های تحقیق.....	۶
۵-۱ مدلهای تحقیق	۶
۶-۱ تعاریف عملیاتی متغیرها و واژه های کلیدی	۷
۱-۶-۱ متغیرهای تحقیق	۷
۲-۶-۱ واژه های کلیدی	۸
۳-۶-۱ تعریف واژه ها و اصطلاحات	۸
۷-۱ جامعه و حجم نمونه	۱۰
۸-۱ محدودیت ها و مشکلات تحقیق	۱۰

"فصل دوم؛ تغییر اقلیم و کشاورزی"

مقدمه.....	۱۱
۱-۲ اثر تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی.....	۱۱
۲-۲ اثر افزایش میزان CO ₂ بر تولیدات کشاورزی	۱۲

شماره	صفحه
۳-۲	۱۳
۴-۲	۱۴
۵-۲	۱۶

"فصل سوم؛ ویژگی های جغرافیائی منطقه مورد مطالعه"

مقدمه	۲۱
۱-۳ موقعیت جغرافیائی استان	۲۱
۲-۳ توپوگرافی	۲۲
۳-۳ زمین شناسی	۲۳
۴-۳ پوشش گیاهی	۲۵
۵-۳ حوضه های آبریز	۲۵
۶-۳ مشخصات آب و هوا	۲۶
۷-۳ ناحیه بندی اقلیمی منطقه مورد مطالعه به روش دومارتن گسترش یافته	۲۷
۸-۳ دلایل انتخاب منطقه مورد مطالعه (بتانسلیها، مشکلات و کمبودها)	۲۹
۹-۳ گندم	۳۱
۱-۹-۳ تاریخچه و کلیات	۳۱
۲-۹-۳ اهمیت اقتصادی	۳۲
۳-۹-۳ سطح زیر کشت و مقدار تولید گندم در جهان	۳۲
۴-۹-۳ سطح زیر کشت و مقدار تولید گندم در ایران	۳۳

"فصل چهارم؛ مواد و روشها"

مقدمه	.....	۴۰
۱-۴ ساختار اطلاعات مورد نیاز	.....	۴۰
۲-۴ منابع اطلاعاتی	.....	۴۱
۳-۴ مواد تحقیق	.....	۴۱
۳-۴ انرم افزارهای مورد استفاده	.....	۴۱
۲-۳-۴ داده های مورد استفاده	.....	۴۲
۴-۴ روند نمای تحقیق	.....	۴۳
۵-۴ جمع آوری آمار و اطلاعات	.....	۴۴
۶-۴ روش تجزیه و تحلیل داده ها	.....	۴۴
۷-۴ مدل دینامیکی PRECIS	.....	۴۴
۸-۴ تبدیل داده های مدل PRECIS با استفاده از برنامه GrADS	.....	۴۹
۹-۴ تبدیل داده های مدل PRECIS با استفاده از برنامه Excel	.....	۴۹
۱۰-۴ مدل آماری ClimGen	.....	۵۰
۱۱-۴ تصحیح خروجی های مدل آماری ClimGen	.....	۵۱
۱۲-۴ صحت سنجی خروجی های دو مدل آماری ClimGen و دینامیکی PRECIS	.....	۵۱
۱۳-۴ مدلسازی سالهای ۲۰۷۰ تا ۲۰۹۹ میلادی	.....	۵۲
۱۴-۴ مدلسازی میزان محصول گندم دیم در منطقه طی سالهای ۲۰۷۰ تا ۲۰۹۹ توسط مدل APSIM	.....	۵۲
۱۵-۴ مدل شبیه ساز سیستمهای تولید کشاورزی APSIM	.....	۵۳

"فصل پنجم؛ تحلیل یافته های تحقیق"

مقدمه	۵۷
۱-۵ صحت سنجی خروجی های دو مدل اقلیمی	۵۷
۱-۱-۵ صحت سنجی خروجی های مدل دینامیکی PRECIS	۵۷
۲-۱-۵ صحت سنجی خروجی های مدل آماری ClimGen	۶۱
۲-۵ خروجی های مدل کشاورزی APSIM	۶۳

"فصل ششم؛ نتیجه گیری و پیشنهادها"

مقدمه	۶۷
۱-۶ بحث	۶۸
۱-۱-۶ صحت سنجی دو مدل PRECIS و ClimGen	۶۸
۱-۱-۱-۶ صحت سنجی مدل PRECIS	۶۸
۲-۱-۱-۶ صحت سنجی مدل ClimGen	۶۹
۲-۱-۶ نتایج شبیه سازی های تولید گندم در مدل کشاورزی APSIM	۷۰
۱-۲-۱-۶ مقایسه نتایج تولید گندم در سناریوی کنترل با شرایط حال حاضر	۷۰
۲-۱-۶ اثر افزایش CO ₂	۷۲
۳-۲-۱-۶ اثر متقابل افزایش CO ₂ و دما	۷۳
۴-۲-۱-۶ اثر متقابل افزایش CO ₂ ، افزایش دما و کاهش بارندگی	۷۵
۲-۶ پیشنهادها	۷۷
۱-۲-۶ پیشنهادهای بر آمده از تحقیق	۷۷

۲-۲-۶ پیشنهادهای برای محققین بعدی ۷۷

منابع ۷۹

پیوست یک؛ نتایج آنالیز شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه ۹۳

پیوست دو؛ شرح سناریوها ۹۸

"فهرست جداول"

شماره جدول	عنوان	صفحه
۱-۳	متغیرهای اقلیمی بلندمدت (از بدوتاسیس تا ۲۰۰۵) ایستگاه های مورد مطالعه و نوع اقلیم آنها	۲۹
۲-۳	درصد پراکندگی و مقدار تولید گندم در جهان	۳۳
۳-۳	سطح زیر کشت و عملکرد گندم در کل کشور	۳۳
۴-۳	سطح زیر کشت و عملکرد گندم در استان فارس	۳۵
۵-۳	سطح زیر کشت گندم دیم و میزان عملکرد در شهرستان شیراز طی سالهای ۱۳۸۸ - ۱۳۷۶	۳۹
۱-۵	مقایسه مقادیر بارندگی مشاهده شده با مدل سازی شده توسط PRECIS در دوره ۳۰ ساله (۱۹۶۱-۱۹۹۰)	۵۷
۲-۵	نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنف در صحت سنجی مدل PRECIS	۵۹
۳-۵	نتایج آزمون لون و t-test در صحت سنجی مدل PRECIS	۶۰
۴-۵	نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنف در صحت سنجی مدل ClimGen	۶۱
۵-۵	نتایج آزمون لون و t-test در صحت سنجی مدل ClimGen	۶۲
۶-۵	مقایسه میانه تولید در هر سناریو و روند تغییرات نسبت به سناریوی کنترل	۶۵

شماره جدول	عنوان	صفحه
جدول دو-۱	سناریوهای خانواده SRES	۱۰۱

"فهرست شکلها"

شماره شکل	عنوان	صفحه
۱-۳	موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه	۲۲
۲-۳	طبقه بندی اقلیم استان فارس به روش دومارتن گسترش یافته	۲۸
۳-۳	تقسیم بندی محدودیت ها و تنگناهای موجود در رابطه با توسعه پایدار بخش کشاورزی	۳۰
۴-۳	نقشه مناطق کشت گندم دیم در استان فارس	۳۸
۱-۴	مراحل انجام تحقیق	۴۳
۲-۴	پنجره اصلی مدل PRECIS	۴۵
۳-۴	نمای پنجره تعیین منطقه	۴۶
۴-۴	پنجره سناریوها	۴۷
۵-۴	پنجره ورود مشخصات	۴۸
۶-۴	پنجره اصلی مدل ClimGen	۵۰
۷-۴	پنجره اصلی نرم افزار Tamet	۵۱

۵۳	APSIM	مدل شبیه ساز رشد	۸-۴
۵۴		نمای کلی از سناریو های تولید شده	۹-۴
۵۵		گراف تولید شده توسط مدل برای یکی از سالهای مورد نظر	۱۰-۴
	صفحه	عنوان	شماره شکل
۵۶		یک نمونه از خروجی های مدل	۱۱-۴
۶۳		روند تغییرات میزان محصول در شیراز در بازه زمانی ۲۰۹۹ - ۲۰۷۰ تحت سناریوهای ذکر شده	۱-۵
۹۸	SRES	سناریوهای خانواده	دو-۱
۹۹		مراحل اصلی مورد نیاز برای ایجاد سناریوهای تغییر اقلیم برای بررسی اثرات تغییر اقلیم	دو-۲

مقدمه:

بشر از دیر باز بدنبال کنترل محیط اطرافش بوده است، پیشرفتهای صنعتی زمینه ساز تغییراتی در محیط زیست شده که غالباً دارای دامنه تنوع بالایی است و کنترل را برای بشر سخت کرده است. حفظ امنیت غذایی و بهداشتی دولتها را برآن داشته تا برنامه ریزیهای اقتصادی و سیاسی خود را با تغییرات محیطی و اقلیمی هماهنگ کنند. درجه حرارت محیط اطرافمان در حال افزایش است و این گرمایش عمومی دانشمندان و محققان را برای فرار از چالش پیشرو به سمت انجام تحقیقاتی در زمینه مقابله با آن و پیش بینی وضعیتهای آتی هدایت می کند. یکی از این تأثیرات اثر تغییر اقلیم بر کشاورزی است. فصل حاضر با هدف ارائه مسأله اصلی ضرورت و اهمیت انجام این طرح تحقیقی به بیان اهداف و فرضیات محقق و سوالات پیشرو نوشته شده است و در انتها نیز برای روشن شدن واژه های علمی تخصصی تعاریف علمی و عملیاتی واژه ها ارائه شده است.

۱-۱ بیان مسأله :

امروزه بروز تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از مهمترین مباحث در سطح دنیا می باشد، به طوریکه تمامی برنامه ریزیهای کلان، محیطی و حتی سیاسی کشورها با بحث تغییر آب و هوا مرتبط شده است (IPCC, 2007). اثرات اکولوژیکی تغییر اقلیم اغلب محلی بوده و از مکانی به مکان دیگر متفاوت می باشد. این تغییرات بر پارامترهای مرکزی و پراکنش عناصر اقلیمی بطور مستقیم تأثیر گذاشته و اثرات غیر مستقیم آن در پدیده هائی چون فراوانی وقوع خشک سالی، سیلاب، شیوع آفات و بیماری ها، طوفان های شدید، آتش سوزی های طبیعی جنگلها، ترکیبات جوی و کیفیت هوا، الگوهای سکونتگاه های انسانی و تغییر کاربری زمین مشهود است (UNEP, 2008).

بر اساس آخرین گزارش (۲۰۰۷) مجمع بین الدول تغییر اقلیم^۱ (IPCC) میانگین درجه حرارت جهان تا ۵۰ سال آینده ۲,۵ - ۰,۶ درجه سلیسیوس و تا پایان قرن حاضر ۶,۴ - ۱,۱ درجه سلیسیوس افزایش می یابد و دامنه این تغییرات در مقیاس منطقه ای بسیار زیاد خواهد بود. با

1 . Intergovernmental Panel on Climate Change

وجودیکه تغییر اقلیم در برخی مناطق جهان بویژه نواحی واقع در عرض های شمالی بالاتر از ۵۵ درجه اثرات مثبتی بر تولیدات کشاورزی به همراه خواهد داشت ولی اثرات منفی این تغییرات در مناطق گرم و خشک بسیار شدید خواهد بود. بطوری که در کشورهای در حال توسعه افزایش درجه حرارت و کاهش بارندگی شدید تر بوده و به علاوه فراوانی و شدت وقوع پدیده های نادر اقلیمی (خشکسالی، گرما، سرما و سیل) نیز تشدید خواهد شد (کوچکی، نصیری محلاتی، ۱۳۸۷).

یکی از مباحث مطرح شده در محدوده تغییر اقلیم بر اساس گزارش های سازمان هائی چون IPCC و تحقیقات انفرادی محققین مختلف، اثرات آن بر کشاورزی و امنیت غذایی است (Philander, 2008). آشکار سازی این تغییرات و اثرات آن بر محصولات مختلف کشاورزی، همچنین روشهای انطباق کشاورزان با این تغییرات از عوامل بسیار تاثیر گذار در آینده تولیدات کشاورزی است (U.S.C.C.S.P, 2008).

بررسی هائی که اخیراً (۲۰۰۷) به وسیله هیئت بین الدول تغییر اقلیم صورت گرفته حاکی از آن است که مهمترین اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی، اثراتی است که در مدل های گردش عمومی^۲ (GCMs) در نظر گرفته شده و عبارتند از: تغییر در بحرانیهای اقلیمی، پیشروی بارانهای موسمی به سوی قطب، کاهش قابلیت دسترسی به آب خاک (خصوصاً در عرضهای جغرافیائی پائین) و گرم شدن عرضهای جغرافیائی بالا (کوچکی، زند، ۱۳۷۷).

از اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر کشاورزی می توان به تغییر محدوده های دمائی در کشاورزی، تغییر محدوده های رطوبتی در کشاورزی، اثر بر عملکرد، اثر خشکی، تنش حرارتی و سایر تنش ها، اثر بر پراکنش آفات و بیماریهای کشاورزی اشاره نمود (کوچکی، زند، ۱۳۷۷).

شواهد موجود حاکی از آن است که امروزه فعالیتهای انسان می تواند اقلیم را که یکی از اجزای اصلی محیط می باشد تحت تاثیر قرار دهد و اقلیم نیز به نوبه خود بر کشاورزی، منابع غذایی انسان و دام ها تاثیر می گذارد. در مطالعات اثر اقلیم نه تنها باید اقلیم مورد مطالعه قرار گیرد، بلکه اثر آن بر

جوامع انسانی، روند تکامل کشاورزی و فشارهای حاصله نیز باید در نظر گرفته شود (نصیری محلاتی و همکاران ۱۳۸۵).

یکی از مشکلاتی که کشاورزی دنیا بویژه در مناطق خشک با آن روبرو است، نوسان میزان بازده محصولات دیم طی سالهای مختلف است. گندم چه از نظر دارا بودن بالاترین سهم در کل سطح اراضی زیر کشت و چه به عنوان اصلی ترین غذای مردم ما و مهمترین منبع تامین کالری مورد نیاز روزانه افراد در کشور دارای اهمیت است. از طرف دیگر شرایط آب و هوایی عامل مهم و تعیین کننده ای در بالا بردن میزان برداشت محصول گندم است. حتی وقتی که سایر عوامل تولید محصول در سطح مطلوب قرار داشته باشند، تغییر آب و هوا میتواند تا ۵۰ درصد بازده محصول را تغییر دهد. هر مرحله از رشد گیاه با شرایط خاصی تعیین می شود و هرگیاهی برای آنکه کل توان خود را عرضه کند، به آب و هوای مطلوب خاصی نیاز دارد. بنابراین دانش تاثیر عوامل جوی بر رشد گیاه و بازده محصول برای کشاورزی بسیار حائز اهمیت است (فرج زاده، زرین، ۱۳۸۱).

از آنجائی که کشور ایران از لحاظ اقلیمی در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته و زراعت غلات بویژه گندم بخش اصلی فعالیتهای کشاورزان این مناطق را تشکیل می دهد، مطالعه اثرات تغییرات اقلیمی بر تولید محصولات کشاورزی خصوصا دیم حائز اهمیت می باشد.

استان فارس با داشتن ۴۸۵۵۹۵ هکتار سطح زیر کشت گندم (۳۸۳۳۱۰ هکتار آبی و ۱۰۲۲۸۵ هکتار دیم در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸) به عنوان قطب تولید گندم در کشور مطرح می باشد (وزارت جهاد کشاورزی، بانک اطلاعات زراعت، ۱۳۸۹-۱۳۸۸)، از این رو به عنوان منطقه اجرای مطالعه انتخاب گردید.

یکی از راههای شناسائی اثر تغییر اقلیم در یک مکان استفاده از خروجی سناریوهای مختلف تغییر اقلیم می باشد. در این تحقیق با اقرار دادن هدف اصلی بر شناسائی اثر تغییرات اقلیمی بر تولید محصول گندم دیم در استان فارس در مرحله اول با استفاده از خروجی مدل‌های گردش عمومی جو (GCMs) در مدل دینامیکی PRECIS^۳ و استفاده از داده های گذشته و حال حاضر ایستگاه های سینوپتیک

منطقه مورد مطالعه در مدل آماری ClimGen اقدام به شبیه سازی شرایط اقلیمی در بازه زمانی ۲۰۷۰-۲۰۹۹ در منطقه مورد مطالعه کرده و پس از صحت سنجی خروجی این مدل ها و تأیید توانائی آنها در شبیه سازی آینده اقلیمی منطقه مورد مطالعه، با استفاده از خروجی های این مدل ها و داده های خاکشناسی منطقه، فنولوژی گندم دیم و اطلاعات مدیریت مزرعه به عنوان ورودی مدل شبیه ساز تولید محصولات کشاورزی APSIM^۴، میزان و چگونگی اثر تغییر اقلیم بر روی محصول گندم دیم ارزیابی شد.

۱-۲ اهداف تحقیق و راهکارها:

هدف اصلی از ارائه این تحقیق بررسی و ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر تولید محصول گندم دیم در استان فارس است.

راهکارها:

- ۱- تعیین صحت مدل دینامیکی PRECIS و مدل آماری ClimGen^۵ در منطقه مورد مطالعه برای تولید داده های سال های ۲۰۷۰-۲۰۹۹.
- ۲- در صورت صحت مدل دینامیکی PRECIS، تعیین تغییر احتمالی اقلیمی در منطقه مورد مطالعه.

۱-۳ اهمیت موضوع تحقیق و انگیزش انتخاب آن:

بر اساس ارزیابی های IPCC تا سال ۲۱۰۰ با فرض دو برابر شدن غلظت CO₂ دمای متوسط ایران ۴٫۵ - ۱٫۵ درجه سلیسیوس افزایش می یابد (IPCC, 2007). بدیهی است چنین روندی بخش های مختلف فعالیتهای انسانی از جمله کشاورزی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. کشاورزی از جمله فعالیتهای انسانی است که شدیداً به شرایط اقلیمی وابسته است. آشکار سازی این تغییرات و از آن

4 . Agricultural Production Systems Simulator

5 . Clime Generator

مهمتر بررسی اثرات این تغییرات بر انواع محصولات، بویژه دیم بسیار حائز اهمیت می باشد (Jonghan et al., 2009).

امروزه نزدیک به ۷۰ درصد از سطح زیر کشت یک میلیارد هکتاری جهان را غلات اشغال نموده اند، و تقریباً نیمی از کل نیازهای غذایی انسان به ویژه در قاره آسیا به طور مستقیم از غلات تأمین می شود (Roger & Daniel., 2009).

مقابله با تغییر اقلیم مستلزم ارائه راهکارهایی برای سازگاری با شرایط آینده است. پیش بینی های انجام شده نشان داده است که راهکارهای سازگاری با تغییر اقلیم اغلب موفقیت آمیز بوده و در بسیاری موارد افزایش عملکرد را نیز به همراه داشته اند. البته برای عملی کردن این راهکارها بسته به ماهیت آنها به ۵ تا ۲۰ سال زمان نیاز خواهد بود. بنابراین ارزیابی راهکارهای مختلف سازگاری در شرایط آینده اقلیمی کشور نیز به نوبه خود از اهمیت ویژه ای برخوردار است (کوچکی، ۱۳۸۷).

تأثیر تغییرات آینده اقلیمی بر تولید انواع محصولات کشاورزی در مقیاس جهانی (Parry et al., 2004) منطقه ای (Evans, 2009; Van Ittesum et al., 2003) و ملی (Erda et al., 2005; Lhomme et al., 2009; Wang et al., 2009 ; Ludwig et al., 2006; Sultana et al., 2009) در کشورهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است، و در ایران نیز ضرورت چنین مطالعاتی کاملاً مشهود می باشد.

در این مطالعه با در نظر گرفتن محدودیت تحقیقات انجام گرفته در ایران و اهمیت محصول گندم دیم، به آشکار سازی و بررسی اثرات احتمالی این تغییرات بر میزان محصول گندم دیم در استان فارس به عنوان یکی از بزرگترین استانهای تولید کننده گندم پرداخته می شود.

۱-۴ سنوالات و فرضیه های تحقیق :

۱-۴-۱ سنوالات تحقیق :

سنوالات اصلی:

آیا تغییر اقلیم بر میزان تولید گندم دیم در منطقه مطالعاتی تأثیر گذار است؟

سئوالات اختصاصی:

- ۱- آیا دو مدل دینامیکی PRECIS و آماری ClimGen صحت لازم جهت تولید داده های اقلیمی سال های ۲۰۷۰-۲۰۹۹ را در منطقه مورد مطالعه دارند؟
- ۲- در صورت صحت مدل ها آیا در منطقه مورد مطالعه طی سالهای آتی تغییر اقلیم رخ خواهد داد؟

۱-۴-۲ فرضیه های تحقیق:

فرضیه اصلی:

تغییر اقلیم بر میزان تولید گندم دیم در منطقه مطالعاتی اثر گذار است.

فرضیه اصلی:

- ۱- دو مدل دینامیکی PRECIS و آماری ClimGen صحت لازم جهت تولید داده های اقلیمی سال های ۲۰۷۰-۲۰۹۹ در منطقه مورد مطالعه را دارند.
- ۲- در صورت صحت مدل اقلیمی PRECIS به نظر می رسد، طی سالهای آتی در منطقه مورد مطالعه تغییر اقلیم رخ خواهد داد.

۱-۵ مدل های تحقیق :

- ۱- مدل دینامیکی PRECIS، که یک سیستم مدل سازی منطقه ای است و توانایی اجرا در هر منطقه ای از جهان را دارد و اطلاعات لازم را به منظور مطالعه تغییر اقلیم فراهم می نماید (Jones et al., 2004).
- ۲- مدل آماری ClimGen، که برنامه ای مناسب جهت تولید آمار روزانه و تمامی متغیرهای مورد نیاز با استفاده از داده های هواشناسی است.

۳- مدل کشاورزی APSIM، یک مدل شبیه ساز رشد محصولات کشاورزی است که با استفاده از خروجی مدل های اقلیمی، داده های هواشناسی، اطلاعات مربوط به خاک، محصول و مدیریت مزرعه، اثرات تغییر اقلیم را بر روی میزان تولید محصول در زمان حال و آینده بررسی می کند.

۱-۶ تعاریف عملیاتی متغیرها و واژه های کلیدی:

۱-۶-۱ متغیرهای تحقیق:

- متغیرهای اقلیمی:

- دمای متوسط روزانه و ماهانه
- دمای بیشینه روزانه و ماهانه
- دمای کمینه روزانه و ماهانه
- بارندگی روزانه و ماهانه
- تابش روزانه
- تبخیر روزانه

- متغیرهای خاکشناسی:

- بافت خاک
- جنس خاک
- PH^6 خاک
- EC^7 خاک
- آنالیز شیمیائی خاک
- درصد مواد آلی

⁶ . Power of Hydrogen

⁷ . Electrical Conductivity

- نسبت کربن به ازت
- در صد رطوبت خاک در اعماق مختلف
- ظرفیت نگهداری آب در خاک

• متغیرهای کشاورزی:

- تاریخ زمان کاشت
- تاریخ پایان کاشت
- رقم گندم دیم کشت غالب در منطقه
- عمق کاشت بذر
- تراکم بوته در هر مترمربع
- فاصله ردیف های کشت
- تاریخ شروع فصل گرم
- تاریخ شروع فصل سرد
- میزان استفاده از کود در مراحل مختلف

۱-۶-۲ واژه های کلیدی:

تغییر اقلیم، گندم دیم، مدل های اقلیمی و آماری، APSIM, PRECIS, ClimGen، استان فارس.

۱-۶-۳ تعریف واژه ها و اصطلاحات:

- **تغییر اقلیم:** تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی، که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی، رخ بدهد. تغییر اقلیم نشان دهنده ی تغییرات غیر عادی در اقلیم درون اتمسفر زمین و پی آمدهای ناشی از آن در قسمت های مختلف کره ی زمین می باشد (IPCC, 2007).

- **دیم:** به زراعتی گفته می شود که در طول دوره رویش آبیاری نشود.
- **مدلهای اقلیمی:** با استفاده از روشهای کمی بر هم کنش جو، اقیانوس ها، سطح زمین و یخ را شبیه سازی می کنند (IPCC, 2001).
 - **فنولوژی^۸:** واژه فنولوژی از کلمه یونانی Phaino به معنای ظاهر شدن منشاء گرفته است. فنولوژی شاخه ای از علم است که روابط بین وقایع دوره ای بیولوژیکی معمولاً "چرخه زندگی گیاهان و حیوانات و تغییرات محیط را مطالعه می کند. وقایع طبیعی نظیر، بیدار شدن جوانه درختان، گلدهی یا میوه دهی و تاریخ برداشت محصول همه این وقایع سالیانه می توانند با تغییرات فصلی یا اقلیمی در ارتباط باشند. از اطلاعات فنولوژیکی می توان جهت تعیین تاریخ کاشت گیاهان زراعی، پیش بینی زمان ظهور حشرات و شروع زمان مبارزه با آفات استفاده نمود (Delahaut, 2003).
 - **گیاهان C₃ و C₄:** گیاهانی که اولین محصول پایدار حاصل از فتوسنتز^۹ آن ها یک اسید سه کربنه است، گیاهان C₃ و آندسته که اولین محصول پایدار آن ها چهار کربنی است، گیاهان C₄ نامیده می شوند. گیاهان C₄ در مقایسه با گیاهان C₃ از بازدهی فتوسنتزی بیشتری برخوردارند، زیرا روزنه های گیاهان C₃ در طول شبانه روز باز بوده و CO₂ را جذب می کند ولی روزنه های گیاهان C₄ فقط در طول شب باز هستند. برخی از گیاهان C₃ عبارتند از گندم، جو، سلمه، ترشک، توق، تاتوره، یولاف، بارهنگ و پنیرک و از گیاهان C₄ می توان ذرت، نیشکر، اویارسلام، قیاق، سوروف، پنجه مرغی، تاج خروس، خرفه، سورگوم، علف شور و خار خسک را نام برد (خدابنده، ۱۳۷۴).

8 . Phenology

9 . photosynthesis

۷-۱ جامعه و حجم نمونه:

داده های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

- آمار روزانه دمای بیشینه، دمای کمینه، بارندگی، تابش و تبخیر ایستگاه های هواشناسی سینوپتیک استان فارس تهیه شده از مراکز هواشناسی اعم از واحدهای سازمانی، استانی و اداری
- داده های فنولوژی، مدیریت مزرعه و خاکشناسی تهیه شده از سازمان جهاد کشاورزی استان فارس
- آمار مربوط به تولید، سطح زیر کشت و راندمان تولید گندم دیم تهیه شده از بانکهای آماری اینترنتی وزارت جهاد کشاورزی و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد

۸-۱ محدودیت ها و مشکلات تحقیق:

مشکلات و تنگناهای موجود در این تحقیق به شرح زیر مشاهده گردید:

- کافی نبودن داده های هواشناسی از نظر دوره زمانی در سطح استان
- محدودیت داده تابش در استان برای دوره زمانی مناسب
- محدودیت داده تبخیر به صورت روزانه
- کامل نبودن اطلاعات کشاورزی مربوط به مدیریت مزرعه و خاکشناسی

مقدمه:

اجرای هر کار تحقیقی بدون توجه به تحقیقات پیشین منجر به پیشرفت علمی چندانی نخواهد شد. برای توجه به کاستی ها و معضلات پیشرو در هر کار علمی نیاز به شناسایی و مطالعه تحقیقات گذشته، بررسی و دسته بندی آنهاست. از اینرو در فصل حاضر تحقیقات موجود در حیطه تغییر اقلیم و اثر آن بر تولیدات کشاورزی، چگونگی پیش بینی میزان تولید محصولات زراعی در شرایط احتمالی مانند افزایش CO_2 ، افزایش دما و کاهش بارندگی و مدل‌های اقلیمی مورد استفاده و سایر روشهای مطالعه تغییر اقلیم و اثرات آن بر محصولات کشاورزی به اختصار بیان و مورد بحث قرار گرفته است.

۲-۱ اثر تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی:

تشعشع، آب و دی اکسید کربن سه جزء اساسی مورد نیاز گیاهان برای رشد و نمو بوده و در یک دامنه وسیع، افزایش هر سه جزء باعث افزایش رشد و بهره دهی محیط خاکی^۱ می گردد. افزایش مصرف سوخت های فسیلی باعث افزایش غلظت دی اکسید کربن اتمسفر می شود و لذا بر اساس اصول پایه فیزیولوژی گیاه، افزایش دی اکسید کربن بایستی باعث افزایش فتوسنتز و بهره دهی اولیه اکوسیستم ها شود. در عین حال این احتمال وجود دارد که دیگر مکانیزم های فیزیولوژیک حاکم بر رشد و نمو گیاهان نیز دستخوش تغییر شود (بنایان اول، ۱۳۸۸). از زمانی که غلظت گازهای گلخانه ای شروع به افزایش بی سابقه (Siegenthaler et al., 2005; Spahni et al., 2005) و هشدار دهنده (Anderson & Bows, 2008) کرده است، تلاشهایی جهت درک اثرات این تغییرات بر محصولات زراعی انجام شده است (Andrew et al., 2009). برای دستیابی به این شناخت نیاز به یک ابزار پیش بینی است و مدل های شبیه ساز ابزار مناسبی هستند. عمده تحقیقات مربوط به تاثیرات تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی با استفاده از مدل های رشد و نمو گیاهان انجام می گیرد، با وجود آنکه تمامی مدل های رشد و نمو گیاهان برای شرایط فعلی ساخته شده اند. محققین با استفاده از روابط تجربی بین مقادیر دی اکسید کربن و یا دما و رشد و نمو گیاهان و تغییر در این

1. Biosphere

روابط، سازگاری و تغییر میزان تولید محصولات زراعی را در شرایط احتمالی تغییر اقلیم آینده پیش بینی می نمایند (بنایان اول، ۱۳۸۸).

۲-۲ اثر افزایش میزان CO₂ بر تولیدات کشاورزی:

غلظت CO₂ اتمسفری زمین از سال ۱۷۵۰ از حدود 280 ppm^۲ - 275 ppm^۲ به مقدار 370 ppm^۲ رسیده است (Etheridge et al., 1996; Keeling & Whorf, 2000) و ممکن است در پایان قرن حاضر به مقدار 600 ppm^۲ تا 1000 ppm^۲ برسد (Cox et al, 2000). دی اکسید کربن برای فتوسنتز حیاتی است. اثرات اولیه افزایش دی اکسید کربن بر گیاهان شامل کاهش هدایت روزنه ای و تعرق، افزایش راندمان مصرف آب، سرعت فتوسنتز. راندمان مصرف نور بالاتر است (Drake et al, 1997).

دی اکسید کربن برای فتوسنتز حیاتی است، شواهدی وجود دارد که نشان می دهد افزایش غلظت CO₂ باعث افزایش سرعت رشد گیاه می شود. البته اختلافات عمده ای بین مکانیزم های فتوسنتزی گیاهان مختلف وجود دارد که این امر باعث تفاوت واکنش نسبت به CO₂ می شود. گونه هایی که مسیر فتوسنتزی C₃ دارند مثل گندم، برنج و سویا نسبت به افزایش CO₂ واکنش بیشتری نشان می دهند و این افزایش موجب تحریک فتوسنتز می گردد و از طرفی موجب کاهش سرعت تنفس نوری می شود و در صورت ثابت بودن سایر شرایط، انتظار افزایش محصول را داریم. حال آنکه در گونه هایی که مسیر فتوسنتزی C₄ دارند مثل ذرت، ارزن و نیشکر واکنش کمتری به افزایش CO₂ (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۷؛ کوچکی، ۱۳۷۳; Andrew et al., 2009)

بطور کلی محققانی که تاثیر افزایش CO₂ بر گیاهان را مطالعه کرده اند، در مورد اثرات مثبت CO₂ توافق نظر دارند (Cure & Acock, 1986; Semenov et al., 1996; Kimball, 1983). (Acock & Allen, 1985). بالا بودن CO₂ باعث افزایش محصول بویژه در مناطق خشک تر می شود (Ludwing & Asseng, 2006).

². Parts Per Millions

اما همیشه چنین نیست و در مقالات محدودی دیده شده که افزایش CO_2 موجب کاهش در محصول شده است (Poorter & Perez-; Amthor, 2001; Ludwing & Asseng, 2006). زیرا اثر CO_2 در شرایطی بروز می کند که گیاه دچار محدودیت متوسط آب و سطح بالای مواد غذایی باشد، یعنی اگر عکس این شرایط رخ دهد اثر CO_2 بر محصول کاهشدهنده است (Anwar et al., 2007; McKee & Woodward, 1994). البته تحقیقاتی کاهشدهنده بودن اثر CO_2 را به دلیل کم بودن ازت خاک می دانند (Ludwing & Asseng, 2006) و بنیان اول، (۱۳۸۸).

۲-۳ اثر افزایش توأم CO_2 و دما بر تولیدات کشاورزی:

هر دو متغیر دما و دی اکسید کربن از عوامل کلیدی موثر بر رشد گیاه هستند. دمای بالا به تنهایی و یا همراه با افزایش دی اکسید کربن قادر است صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی متعددی را تحت تأثیر قرار دهد که آنها نیز به نوبه خود قادرند رشد و عملکرد نهایی گیاه را متأثر سازند (بنیان اول، ۱۳۸۸). دمای هوا در سطح زمین در طی ۲۰۰ سال گذشته افزایش یافته (Andrew et al., 2009) و مدل‌های ریاضی نیز پیش بینی کرده اند که با افزایش CO_2 گرما نیز افزایش می یابد (Manabe & Cox et al., 2000; Hansen et al., 2000; Stouffer, 1994). گرمایش جو عموماً باعث کاهش محصول گندم می شود، زیرا موجب کاهش طول فصل رشد گردیده بنابراین تابش کم شده و منجر به کاهش تولید و بیوماس می شود (Fisher, 1983; Thorne & Wood, 1987; Batts et al., 1998; Van Wheeler et al., 1996; Wardiaw & Wrigley, 1994; Oijen et al., 1999).

در واقع مطالعات نشان می دهد که افزایش عملکرد با توجه به افزایش دما تحقق نمی یابد (Prasad et al., 2006; Sivakumar et al., 2005). برای مثال در مطالعه ای کاهش عملکرد سویا در هندوستان را در صورت دو برابر شدن CO_2 گزارش شده است (Mall et al., 2004).