

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرج

دانشکده تولید گیاهی
گروه زراعت

پایان نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد (M.Sc.) مهندسی کشاورزی اکولوژیک

شبیه سازی اثر تغییر اقلیم بر تولید نخود

تحقیق و نگارش

امیر حجازپور

استاد راهنما

دکتر افشین سلطانی

اساتید مشاور

دکتر ابراهیم زینلی

مهندس فرامرز سیدی

۱۳۹۰

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب امیر حجارپور دانشجوی رشته مهندسی کشاورزی اکولوژیک مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به روح پدرم

و

محبت‌های مادرم

پاسکزاری

پاس بی کران خدای راست که دستم را توان نوشتن از اوست تا به انجام رسانم هر آنچه را که بانهش آغاز کردم. پاس آنان را که روشنای
روای علسان نردبان ناجی نادانی است، آنان که معلم یشاق مهرزد و سگوفاکر شاخه های شباب اندیشه، اگر چه در کلام نمی گنجد، زرقرین پاس خود را
از زحمت بی شائبه استاد فاضل و بزرگوارم جناب آقای دکتر افشین سلطانی که امروز در سیدیه رهنمودهای عالمانه شان توانستم گامی کوچک در پهنشت
لایتنای علم و معرفت بردارم، ابزار می دارم و لطف بی دریغ و مستان را پاس می گویم.

بچنین شایسته است از اساتید مشهور عالیقدر جناب آقای دکتر ابراهیم زینلی و جناب آقای مهندس فرامرز سیدی که در این راستا مدیون و مرهون
ارائه نظرات ارزشمند و ارشادات حکیمانه آنها بوده و بسم صمیمانه شکر و قدردانی نمایم.

از داوران گرامی جناب آقایان دکتر سرانده کالشی و دکتر فرید قادری و یاننده محترم تحصیلات تکلیفی جناب آقای دکتر فیروز صدیقی که مطالعه این
پایان نامه را تقبل نموده اند و بار ابراهیمی های ارزشمند و دلسوژی های بی منت خویش مراد ارائه بهتر مطالب یاری نمودند، بسیار سپاسگزارم.

بچنین از محبت ها و دلگرمی های تمام دوستانم بویژه خانم باطمحی و معامی، و آقایان صابحی، قاسمی و پارسایی فکر که در این مدت همواره همراه و پشتیبان
من بودند، صمیمانه شکر می نمایم و از خداوند متعال برای آنها سعادت، کامروایی و سرانجام نیک را خواستارم.

و بالاخره آنچه زانکار پذیر است و ز فراموش شدنی، محبت، بزرگواری و تلاش مادر مهربان و دلسوزم و دو کوهربنی مثال، برادران عزیزم که که زمیند رشد و
سگوفایی اندیشه ام را فراهم نمودند، رخصت می خواهم که در پیشگاه مهربان آنها بگویم: تمام آنچه بودم و هستم و خواهم بود همه و همه مدیون زحمت شماست.

چکیده

تغییر اقلیم ناشی از افزایش CO₂ و سایر گازهای گلخانه‌ای در آینده می‌تواند اثرات قابل توجهی بر تولید محصولات زراعی داشته باشد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر شرایط جدید اقلیمی بر جنبه‌های مختلف تولید نخود (*Cicer arietinum* L.) شامل رشد، نمو، عملکرد و مصرف آب در چهار شهر گنبد، کرمانشاه، بجنورد و مراغه و ارزیابی روش‌های مدیریتی مختلف برای سازگاری با تغییرات آینده بوده است. سناریوهای مورد بررسی عبارت بودند از افزایش ۲ برابری CO₂، افزایش دما به میزان ۲، ۴ و ۶ درجه سانتی‌گراد، کاهش بارندگی به میزان ۲ درصد برای مناطق با کشت پاییزه و ۱۰ درصد برای مناطق با کشت بهاره، به صورت تنها و ترکیب با یکدیگر. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از مدل SSM-Chickpea برای هر سناریو و همچنین، برای اثر ترکیبی آنها انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت CO₂ محیط به صورت مستقیم اگرچه اثرات مثبتی بر عملکرد نخود می‌گذارد اما به نظر می‌رسد عامل تعیین کننده‌ی عملکرد این گیاه در آینده اثرات غیرمستقیم آن به ویژه افزایش دما باشد. افزایش دما باعث زودرس شدن و عدم برخورد گیاه نخود با تنش خشکی آخر فصل شد و عملکرد افزایش یافت. در مقابل در شرایط زراعت آبی به علت کاهش دوره رشد گیاه و همچنین، اثرات منفی دماهای بالا در طول پر شدن دانه عملکرد کاهش یافت. مطابق با نتایج این تحقیق، کرمانشاه حساس‌ترین منطقه در بین مناطق مورد مطالعه نسبت به تغییرات اقلیمی در آینده خواهد بود، که ضرورت توجه به راهکارهای سازگاری به شرایط جدید را در این محل نشان می‌دهد. استفاده از ارقام، سیستم‌های کشت و استراتژی‌های مدیریتی جدید برای استفاده از شرایط جدید اقلیمی و دستیابی به عملکردهای بالاتر در زراعت دیم نخود، می‌تواند در تمامی نقاط مورد بررسی مفید باشد. علیرغم اینکه پیش‌بینی‌ها حاکی از کاهش میزان آب آبیاری مورد نیاز کشت نخود جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد در آینده است، اما به نظر می‌رسد در آینده با توجه به محدودیت‌های موجود در بخش آب‌های کشاورزی و با توجه به عملکرد قابل قبول زراعت دیم نخود در شرایط تغییر یافته‌ی اقلیمی، سودآوری نسبی زراعت آبی این گیاه کاهش یابد. اگرچه در حال حاضر هم سطح زیر کشت زراعت آبی این گیاه در مقایسه با سطح زیر کشت دیم آن خیلی کم است.

کلمات کلیدی: افزایش CO₂، مدل SSM-Chickpea، عملکرد دانه، مصرف آب، سازگاری، گنبد، کرمانشاه، بجنورد و مراغه.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲-۱-۱- اهمیت نخود.....	۲
۲-۱-۲- اهمیت بررسی اثر تغییر اقلیم.....	۲
۲-۱-۲-۱- شبیه‌سازی رایانه‌ای اثر تغییر اقلیم.....	۳
۲-۲-۱- بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید نخود.....	۴
۳-۱- هدف از تحقیق.....	۴

فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- تغییر اقلیم.....	۶
۱-۱-۲- مدل‌های عمومی گردش (GCM).....	۷
۲-۱-۲- سناریوهای انتشار IPCC.....	۸
۲-۲- تأثیر تغییر اقلیم بر اوضاع خاورمیانه و ایران.....	۹
۳-۲- تأثیر تغییر اقلیم بر سیستم‌های کشاورزی.....	۱۱
۱-۳-۲- اثر خشک‌سالی.....	۱۲
۲-۳-۲- اثر دما.....	۱۳
۳-۳-۲- اثر دی اکسید کربن (CO ₂).....	۱۳
۴-۲- تأثیر تغییر اقلیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان زراعی.....	۱۴
۱-۴-۲- اثر بر فنولوژی گیاهان.....	۱۵
۲-۴-۲- اثر بر تولید گیاهان.....	۱۶
۳-۴-۲- اثر بر میزان آب مصرفی گیاهان.....	۲۲
۵-۲- سازگاری گیاهان زراعی به تغییر اقلیم.....	۲۳

فصل سوم: روش تحقیق

۱-۳- مدل مورد استفاده.....	۲۶
۲-۳- مدل SSM-Chickpea و تغییر اقلیم.....	۲۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳- نقاط مورد بررسی	۲۷
۳-۴- سناریوهای تغییر اقلیم	۲۹
۳-۵- شبیه‌سازی‌ها	۳۱
۳-۶- تجزیه و تحلیل نتایج	۳۲
فصل چهارم: نتایج و بحث	
۴-۱- گنبد	۳۴
۴-۱-۱- فنولوژی	۳۴
۴-۱-۲- عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه	۳۵
۴-۱-۳- میزان آب مصرفی	۴۰
۴-۱-۴- کارایی مصرف آب	۴۱
۴-۱-۵- میزان آب آبیاری مورد نیاز در شرایط زراعت آبی	۴۲
۴-۲- کرمانشاه	۴۳
۴-۲-۱- فنولوژی	۴۳
۴-۲-۲- عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه	۴۴
۴-۲-۳- میزان آب مصرفی	۴۷
۴-۲-۴- کارایی مصرف آب	۴۸
۴-۲-۵- میزان آب آبیاری مورد نیاز در شرایط زراعت آبی	۴۹
۴-۳- بجنورد	۵۰
۴-۳-۱- فنولوژی	۵۰
۴-۳-۲- عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه	۵۰
۴-۳-۳- میزان آب مصرفی	۵۴
۴-۳-۴- کارایی مصرف آب	۵۵
۴-۳-۵- میزان آب آبیاری مورد نیاز در شرایط زراعت آبی	۵۶
۴-۴- مراغه	۵۷

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۷	۱-۴-۴- فنولوژی
۵۷	۲-۴-۴- عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه
۶۱	۳-۴-۴- میزان آب مصرفی
۶۱	۴-۴-۴- کارایی مصرف آب
۶۲	۵-۴-۴- میزان آب آبیاری مورد نیاز در شرایط زراعت آبی
۶۲	۵-۴-۴- مقایسه نقاط مورد بررسی از لحاظ عملکرد دانه در شرایط حال و آینده
۶۲	۱-۵-۴- زراعت دیم
۶۳	۲-۵-۴- زراعت آبی
۶۴	۶-۴- سازگاری زراعت دیم نخود به شرایط جدید اقلیمی
۶۸	۷-۴- نتیجه گیری
۶۹	۸-۴- پیشنهادات
۷۲	منابع

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- لیست ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه.....	۲۷
جدول ۳-۲- جمع‌بندی پیش‌بینی ۲۱ مدل عمومی گردش از میزان تغییرات دما و بارندگی.....	۲۹
جدول ۳-۳- نوع کشت و تاریخ کاشت و برداشت مرسوم هر منطقه.....	۳۱
جدول ۴-۱- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت دیم گنبد.....	۳۸
جدول ۴-۲- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت آبی گنبد.....	۴۰
جدول ۴-۳- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت دیم کرمانشاه.....	۴۶
جدول ۴-۴- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت آبی کرمانشاه.....	۴۷
جدول ۴-۵- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت دیم بجنورد.....	۵۳
جدول ۴-۶- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت آبی بجنورد.....	۵۴
جدول ۴-۷- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت دیم مراغه.....	۵۹
جدول ۴-۸- تأثیر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر زراعت آبی مراغه.....	۶۰

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۳-۱- میانگین چند ساله‌ی حداکثر و حداقل دمای ماهانه و بارندگی تجمعی ماهانه‌ی شهرهای گنبد، کرمانشاه، بجنورد و مراغه ۲۸
- شکل ۴-۱- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر عملکرد دانه نخود در شرایط دیم و آبی گنبد..... ۳۶
- شکل ۴-۲- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر کارایی مصرف آب نخود در شرایط دیم و آبی گنبد..... ۴۲
- شکل ۴-۳- اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر آب آبیاری مورد نیاز جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد نخود در گنبد..... ۴۳
- شکل ۴-۴- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر عملکرد دانه نخود در شرایط دیم و آبی کرمانشاه..... ۴۵
- شکل ۴-۵- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر کارایی مصرف آب نخود در شرایط دیم و آبی کرمانشاه..... ۴۸
- شکل ۴-۶- اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر آب آبیاری مورد نیاز جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد نخود کرمانشاه..... ۴۹
- شکل ۴-۷- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر عملکرد دانه نخود در شرایط دیم و آبی بجنورد..... ۵۱
- شکل ۴-۸- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر کارایی مصرف آب نخود در شرایط دیم و آبی بجنورد..... ۵۶
- شکل ۴-۹- اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر آب آبیاری مورد نیاز جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد نخود بجنورد..... ۵۷
- شکل ۴-۱۰- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر عملکرد دانه نخود در شرایط دیم و آبی مراغه..... ۵۸
- شکل ۴-۱۱- اثر سناریوهای مختلف تغییر اقلیم بر کارایی مصرف آب نخود در شرایط زراعت دیم و آبی مراغه..... ۶۱
- شکل ۴-۱۲- اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر آب آبیاری مورد نیاز جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد نخود مراغه..... ۶۲
- شکل ۴-۱۳- مقایسه عملکرد دانه نخود دیم در شرایط فعلی و تغییر یافته‌ی اقلیمی گنبد، کرمانشاه، بجنورد و مراغه..... ۶۳
- شکل ۴-۱۴- مقایسه عملکرد دانه نخود آبی در شرایط فعلی و تغییر یافته‌ی اقلیمی در گنبد، کرمانشاه، بجنورد و مراغه..... ۶۴
- شکل ۴-۱۵- روش‌های مدیریتی برای دستیابی به عملکردهای بالاتر نخود دیم..... ۶۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- اهمیت نخود

حبوبات و بخصوص نخود (*Cicer arietinum*) نقش اساسی در کشاورزی پایدار دارند. بقولات، پایداری و بهره‌وری خاک را افزایش می‌دهند، این محصولات منابع با ارزشی از پروتئین گیاهی هستند که در رژیم غذایی انسان و تغلیف دام بسیار ارزشمند می‌باشند (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). نخود علاوه بر تأمین غذای انسان و دام به دلیل بهبود حاصلخیزی خاک، از اجزای مهم الگوهای کشت و عامل افزایش پایداری در نظام‌های تولیدی کشاورزی به شمار می‌رود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶ الف).

طبق آمار فائو در سال ۲۰۰۹ ایران جزء مهمترین کشورهای تولید کننده نخود در جهان بوده است. همچنین، مطابق با آمار ارایه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی کشور، حدود ۸۶۹ هزار هکتار معادل ۶/۹۹ درصد از اراضی محصولات سالانه برداشت شده در سال زراعی ۸۷-۸۸ در ایران به حبوبات اختصاص یافته است؛ از این مقدار نخود ۶۴/۴۸ درصد، عدس ۲۱/۸۳ درصد و لوبیا ۱۰/۸۱ درصد از سطح برداشت را به خود اختصاص داده اند. این در حالی است که سهم کشت فاریاب نخود از ۵ درصد هم تجاوز نمی‌کند و بیشتر اراضی این محصول را دیمزارها تشکیل می‌دهند. از کل تولید حبوبات در کشور نیز محصول نخود با ۴۱/۱۵ درصد، رتبه اول را در بین سایر حبوبات به خود اختصاص داده است. میانگین عملکرد نخود دیم در کشور ۳۵۷ کیلوگرم در هکتار و نخود فاریاب ۱۱۱۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۹). به نظر می‌رسد با افزایش جمعیت و محدود شدن دسترسی به منابع پروتئین حیوانی، اهمیت این گیاه در آینده بیشتر شود.

۲-۱- اهمیت بررسی اثر تغییر اقلیم

به‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه در مکانیزاسیون، مدیریت تولید و اصلاح ارقام پرمحصول، هنوز آب و هوا یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (فرجی و سلطانی، ۱۳۸۸). غلظت دی اکسید کربن از حدود ۲۸۰ میکرومول بر مول در قبل از انقلاب صنعتی به ۳۷۹ میکرومول بر مول افزایش یافته است (IPCC, ۲۰۰۷)، که استفاده‌ی گسترده از سوخت‌های فسیلی و قطع جنگل‌ها از مهمترین دلایل این افزایش به شمار می‌روند. افزایش غلظت CO₂ و سایر گازهای گلخانه‌ای از طریق جذب بیشتر تابش طول موج بلند که از زمین گسیل می‌شود، باعث ایجاد تغییرات اقلیمی شامل افزایش دما و به تبع آن تغییر الگوی بارندگی و تابش خورشیدی می‌شود (تویلو و اورت، ۲۰۰۲؛ سلطانی و قلی‌پور، ۱۳۸۵).

در طول تاریخ، کشاورزان، شیوه‌های زراعی خود را مطابق با تغییرات محیطی تنظیم کرده‌اند، همچنین، برای سازگار شدن با تغییرات محیطی از رقم‌های جدید استفاده می‌کرده‌اند اما با ادامه روند گرمایش زمین، سرعت تغییرات محیطی احتمالاً بی‌سابقه خواهد بود. تعداد و شدت بیشتر بارندگی‌ها، افزایش دما، خشک‌سالی و انواع دیگر مخاطرات آب و هوایی مورد انتظار که همه‌ی اینها بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی اثر می‌گذارند (هاتفیلد و همکاران، ۲۰۱۱)، یک چالش را برای تغذیه حدود ۹ میلیارد انسان در سال ۲۰۵۰ به وجود خواهد آورد. بنابراین، بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید گیاهان جهت سازگاری به اثرات شدید آن ضرورت دارد (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۳).

۱-۲-۱- شبیه‌سازی رایانه‌ای اثر تغییر اقلیم

کشت گیاهان در محیط‌های کنترل شده مانند گلخانه و یا اتاقک‌های رشد روباز برای مطالعه اثرات افزایش CO_2 محیط ممکن است به نتایج سؤال برانگیزی منجر شود. رشد ریشه‌ها در این‌گونه آزمایشات محدود می‌شود، که روی فتوسنتز تأثیر می‌گذارد، همچنین، گیاهانی که در این شرایط رشد می‌کنند در معرض شرایط متغیر محیطی مانند وزش باد و تغییرات معمول دمایی و رطوبتی نیستند. برای از بین بردن این‌گونه محدودیت‌ها از هوای غنی شده توسط CO_2 (FACE) برای به وجود آوردن یک میکروکلیم استفاده می‌کنند که اصلی‌ترین عامل محدود کننده‌ی آن هزینه‌های بالای تولید مقدار زیادی CO_2 و آزاد کردن آن است. به علاوه، در این روش تا حد مشخصی می‌توان CO_2 هوا را افزایش داد و تأثیر افزایش دما نیز قابل بررسی نیست (داماتا و همکاران، ۲۰۱۰). لذا، یک راه‌حل جایگزین برای این آزمایش‌های زمان‌بر و پرهزینه، استفاده از آمار درازمدت هواشناسی در مدل‌های گیاهی جهت شبیه‌سازی این اثرات و یافتن راه‌حلی جهت سازگاری به شرایط جدید می‌باشد (توییلو و اورت، ۲۰۰۲). مدل‌های گیاهی می‌توانند اطلاعات با ارزشی در مورد فرآیندهای گیاهی را با یکدیگر ترکیب کرده و به دانشمندان این اجازه را بدهند که اثرات تغییر در ژنتیک گیاهان، محصول و روش‌های مدیریت خاک را تخمین بزنند. مدل‌ها همچنین، می‌توانند برای مقایسه استراتژی‌های مدیریت محصولات زراعی استفاده بشوند و به تولیدکنندگان برای تصمیم‌گیری در مورد ارقام گیاهی، تاریخ کاشت و شیوه‌های مدیریتی کمک کنند (جونز و همکاران، ۲۰۰۳).

۱-۲-۲- بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید نخود

عملکرد نخود وابستگی زیادی به عوامل اقلیمی داشته و طول فصل رشد، توزیع بارندگی و عوامل دیگر می‌توانند سبب محدودیت توان تولیدی آن شوند. بنابراین، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد نخود اهمیت زیادی در طراحی الگوهای کشت در اکوسیستم‌های زراعی این گیاه در آینده خواهد داشت (برزگر و سلطانی، ۱۳۸۶). مطالعه‌ی اثرات تغییر اقلیم به معنای افزایش درجه حرارت و غلظت CO_2 و تغییر در بارندگی بر سیستم‌های کشت می‌تواند به گسترش استراتژی‌های سازگاری مورد نیاز کمک کند. در نتیجه، این استراتژی‌ها می‌توانند عملکردهای بیشتر و پایدارتری منتهی شوند (قلی‌پور و سلطانی، ۲۰۰۹).

۱-۳- هدف از تحقیق

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر شرایط جدید اقلیمی بر جنبه‌های مختلف تولید نخود شامل رشد، نمو، عملکرد و مصرف آب در چهار شهر گنبد، کرمانشاه، بجنورد و مراغه و ارزیابی روش‌های مدیریتی مختلف جهت سازگاری با تغییرات آینده بوده است.