بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم کشاورزی

گروه مهندسی آب

(آبیاری و زهکشی)

اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی برنج در منطقه رشت

از:

حسین هادی نیا

استاد راهنما:

دکتر نادر پیرمرادیان

دکتر افشین اشرف زاده

اسفند ۱۳۹۲

به پاس تمام مهربانی هایش...

تقدیم به همراه صبور زندگی ام

امروز که به توفیق ایزد راهی دیگر از زندگی‌ام را با موفقیت سپری کردم پیشانی شکر بر سجده‌گاه عبودیت می‌سایم و بر خود واجب می‌دانم از منت گزاران این راه قدردانی نمایم و با شهادت قلم چند سطری به پاس زحمات بی دریغشان بنگارم.

بوسه بر دستان پر مهر پدر و چشمان دعاگوی مادر می زنم و از خداوند می خواهم تا در میان دست نوشته‌های محتوم و مکتوم سرنوشت، عمری بیفزاید تا گوشه ای از الطافشان را به جای آورم.

سپاس بی دریغ نثار راهنمایان علم و ادب، جناب آقایان دکتر نادر پیرمرادیان و دکتر افشین اشرف زاده که با ارشاد های عالمانه شان راه را بر من آسان نمودند.

از استادان ارجمندم جناب آقای دکتر وظیفه دوست و سرکار خانم دکتر نوابیان که افتخار باز خوانی این پژوهش را با وجود مشغله فراوان به من دادند و اطناب صفحات و کاستی های اولین تجربه شاگرد خطاکار، ذهن مجربشان را نیازرد سپاسگزارم.

در انتها از تمامی خوبان و دوستانم در هر مقطع و رشته‌ای به ویژه خواهران فرهیخته‌ام سرکار خانم دکتر مائده هادی نیا و سرکار خانم مهندس مریم هادی نیا که همواره حامی من در دشواری ها و آسانی ها بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم و از خداوند منان برای یکایکشان آرزومند بهترین ها هستم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده فارسی ..... د
چکیده انگلیسی ..... ذ
مقدمه ۲
۱-۱-تغییر اقلیم ۵
۱-۱-۲-تغییر اقلیم و گرمایش جهانی ۷
۱-۲-مدل‌های گردش عمومی جو ۸
۱-۲-۱- ریزمقیاس نمایی مدل‌های گردش عمومی جو ۱۰
۱-۳- مدل LARS-WG ۱۰
۱-۴- سناریوهای تغییر اقلیم ۱۱
۱-۴-۱- سناریوهای SRES ۱۱
۱-۴-۱-۱- سناریوی A1 ..... ۱۲
۱-۴-۱-۲- سناریوی A2 ..... ۱۲
۱-۴-۱-۳- سناریوی B1 ..... ۱۲
۱-۴-۱-۴- سناریوی B2 ..... ۱۳
۱-۴-۲- سناریوهای RCP ۱۴
۱-۴-۲-۱- سناریوی RCP8.5 ..... ۱۴
۱-۴-۲-۲- سناریوی RCP6 ..... ۱۴
۱-۴-۲-۳- سناریوی RCP4.5 ..... ۱۴
۱-۴-۲-۴- سناریوی RCP3 ..... ۱۴
۱-۴-۳- سناریوهای مورد استفاده در مدل LARS-WG ۱۴
۱-۵- اهمیت برنج ۱۶
۱-۶- نیازآبی برنج ۱۷
۱-۷- مروری بر مطالعات انجام شده ۱۷
۱-۷-۱- کارایی مدل LARS ۱۷
۱-۷-۲- اثر تغییر اقلیم بر پارامترهای هواشناسی ۱۸

۱-۷-۳- اثر تغییر اقلیم بر تبخیر-تعرق و نیاز آبی گیاهان ۲۲
۱-۷-۴-روش‌ها و مدل‌های ریزمقیاس‌نمایی ۲۵
۲-۱- ویژگی‌های مکانی و زمانی مطالعه ۲۷
۲-۱-۱- اقلیم منطقه ۲۷
۲-۱-۱-۲- توده‌های هوای تاثیرگذار بر اقلیم منطقه ۲۸
۲-۱-۲- ویژگی‌های پارامترهای هواشناسی منطقه ۳۰
۲-۱-۲-۱- بارش ۳۰
۲-۱-۲-۲- دما ۳۲
۲-۱-۲-۳- رطوبت نسبی ۳۲
۲-۲-مقایسه کارایی مدل‌های گردش عمومی از طریق مدل ۳۴
۲-۲-۱- اجرای مدل ۳۴
۲-۲-۱-۱- تبدیل مقادیر ساعات آفتابی به تابش ۳۵
۲-۲-۱-۲- محاسبه تبخیر-تعرق واقعی ۳۶
۲-۲-۲- قیاس ماهانه مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده ۳۷
۲-۳- پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی برای دو دوره ۳۰ ساله آینده ۳۸
۲-۴- ارزیابی روند تغییرات پارامترهای هواشناسی ۳۸
۲-۴-۱- مراحل آزمون من-کندال ۳۸
۲-۵- تغییرات نیاز آبی برنج در دوره‌های آینده ۳۹
۲-۶- نرم‌افزارهای مورد استفاده ۴۱
۳-۱- مقایسه توانایی مدل‌های مختلف GCM در شبیه‌سازی پارامترهای هواشناسی ۴۳
۳-۱-۱- دمای کمینه ۴۳
۳-۱-۲- دمای بیشینه ۴۷
۳-۱-۳- تابش ۵۱
۳-۱-۴- بارش ۵۵
۳-۱-۵- تبخیر-تعرق مرجع ۵۶
۳-۲- پیش‌بینی پارامترها برای دوره‌های آتی ۶۱

۳-۲-۱- مقیاس ماهانه ۶۱
۳-۲-۱-۱- پیش‌بینی تحت سناریوی بدبینانه (A1B) ۶۱
۳-۲-۱-۲- پیش‌بینی تحت سناریوی متوسط (A2) ۶۲
۳-۲-۱-۳- پیش‌بینی تحت سناریوی خوش‌بینانه (B1) ۶۴
۳-۲-۲- مقیاس فصلی ۶۹
۳-۲-۲-۱- پیشبینی تحت سناریوی بدبینانه (A1B) ۶۹
۳-۲-۲-۲- پیشبینی تحت سناریوی متوسط (A2) ۷۰
۳-۲-۲-۳- پیشبینی تحت سناریوی بدبینانه (B1) ۷۱
۳-۲-۳- مقیاس سالانه ۷۶
۳-۲-۳-۱- روند تغییرات سالانه تحت سناریوی A1B ۷۶
۳-۲-۳-۲- روند تغییرات سالانه تحت سناریوی A2 ۷۷
۳-۲-۳-۳- روند تغییرات سالانه تحت سناریوی B1 ۷۷
۳-۴- تغییرات نیاز آبی برنج طی دوره‌های آینده ۸۱
۳-۴- ۱- روند تغییرات پارامترهای هواشناسی در دوره رشد برنج ۸۳
۳-۵- نتیجه‌گیری ۸۶
۳-۶- پیشنهادات ۸۸
منابع ۹۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- پیش بینی غلظت سه گاز مهم گلخانه ای دی اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن در جو برای قرن ۲۱، تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم (سایت سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، ۲۰۱۳)..... ۱۳

شکل۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه..... ۲۷

شکل ۲-۲- توزیع فصلی میانگین تعداد توده هواهای فصلی فعال جوی در منطقه مورد مطالعه (سایت اداره کل هواشناسی استان گیلان، ۱۳۹۲)..... ۲۹

شکل۲-۳- تودههای های ورودی و تاثیرگذار بر آب و هوای ایران (سایت اداره کل هواشناسی استان گیلان)..... ۲۹

شکل۲-۴- پراکنش مقدار بارندگی سالانه در منطقه مورد مطالعه..... ۳۰

شکل۲-۵- متوسط درصد وقوع بارش به تفکیک فصول سال در منطقه مورد مطالعه..... ۳۱

شکل ۲-۶- متوسط درصد وقوع بارش به تفکیک ماههای سال در منطقه مورد مطالعه..... ۳۱

شکل۲-۷- تغییرات ماهانه پارامترهای دما در منطقه مورد مطالعه..... ۳۲

شکل ۲-۸- تغییرات ماهامه پارامترهای رطوبت نسبی در منطقه مورد مطالعه..... ۳۳

شکل ۲-۹- توزیع ماهانه ساعات آفتابی در منطقه مورد مطالعه..... ۳۴

شکل ۳-۱- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای کمینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل GFCM21 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۳

شکل ۳-۲- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای کمینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل HADCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۴

شکل ۳-۳- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای کمینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل INCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۴

شکل ۳-۴- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای کمینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل IPCM4 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۵

شکل ۳-۵- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای کمینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل MPEH5 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۵

شکل ۳-۶- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای کمینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل NCCCSM تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۶

شکل ۳-۷- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای بیشینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل GFCM21 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۷

شکل ۳-۸- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای بیشینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل HADCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۸

شکل ۳-۹- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای بیشینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل INCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۸

شکل ۳-۱۰- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای بیشینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل IPCM4 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۹

شکل ۳-۱۱- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای بیشینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل MPEH5 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۴۹

شکل ۳-۱۲- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده دمای بیشینه با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل NCCCSM تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۰

شکل ۳-۱۳- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده تابش با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل GFCM21 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۲

شکل ۳-۱۴- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده تابش با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل HADCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۲

شکل ۳-۱۵- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده تابش با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل INCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۳

شکل ۳-۱۶- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده تابش با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل IPCM4 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۳

شکل ۳-۱۷- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده تابش با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل MPEH5 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۴

شکل ۳-۱۸- مقایسه مقادیر ماهانه مشاهده شده تابش با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل NCCCSM تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۴

شکل ۳-۱۹- مقایسه مقادیر ماهانه محاسبه شده تبخیر-تعرق مرجع با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل GFCM21 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۷

شکل ۳-۲۰- مقایسه مقادیر ماهانه محاسبه شده تبخیر-تعرق مرجع با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل HADCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۸

شکل ۳-۲۱- مقایسه مقادیر ماهانه محاسبه شده تبخیر-تعرق مرجع با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل INCM3 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۸

شکل ۳-۲۲- مقایسه مقادیر ماهانه محاسبه شده تبخیر-تعرق مرجع با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل IPCM4 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱)..... ۵۹

شکل ۳-۲۳- شکل ۳-۲۲- مقایسه مقادیر ماهانه محاسبه شده تبخیر-تعرق مرجع با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل MPEH5 تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱) ۵۹

شکل ۳-۲۴- شکل ۳-۲۲- مقایسه مقادیر ماهانه محاسبه شده تبخیر-تعرق مرجع با مقادیر شبیه‌سازی شده آن توسط مدل NCCCSM تحت سناریوهای A1B، A2 و B1 (دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۱) ۶۰

شکل ۳-۲۵- پیش‌بینی تغییرات ماهانه پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی A1B برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۶۶

شکل ۳-۲۶- پیش‌بینی تغییرات ماهانه پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی A2 برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۶۷

شکل ۳-۲۷- پیش‌بینی تغییرات ماهانه پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی B1 برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۶۸

شکل ۳-۲۸- پیش‌بینی تغییرات فصلی پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی A1B برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۷۳

شکل ۳-۲۹- پیش‌بینی تغییرات فصلی پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی A2 برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۷۴

شکل ۳-۳۰- پیش‌بینی تغییرات فصلی پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی B1 برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۷۵

شکل ۳-۳۱- روند تغییرات سالانه پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی A1B برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۷۹

شکل ۳-۳۲- روند تغییرات سالانه پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی A2 برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۸۰

شکل ۳-۳۳- روند تغییرات سالانه پارامترهای هواشناسی تحت سناریوی B1 برای دو دوره ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه، توسط مدل انتخابی برای هر پارامتر..... ۸۱

شکل ۳-۳۴- روند سالانه تغییرات مقادیر پارامترهای مختلف هواشناسی در طول دوره رشد تحت سناریوی A1B..... ۸۴

شکل ۳-۳۵- روند سالانه تغییرات مقادیر پارامترهای مختلف هواشناسی در طول دوره رشد تحت سناریوی A2..... ۸۵

شکل ۳-۳۶- روند سالانه تغییرات مقادیر پارامترهای مختلف هواشناسی در طوا دوره رشد تحت سناریوی B1..... ۸۶

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- برخی ویژگی‌های مدلهای گردش عمومی جو مورد استفاده در پژوهش ۹

جدول ۱-۲- خصوصیات سناریوهای تغییر اقلیم [اشرف و همکاران، ۱۳۹۰] ۱۵

جدول ۱-۳- سناریوهای تغییر اقلیم موجود برای هر مدل ۱۵

جدول ۲-۱- مقادیر ضریب گیاهی و طول دوره‌های مختلف رشد در منطقه مورد مطالعه [پیرمرادیان و همکاران، ۱۳۹۲] ۴۰

جدول ۳-۱- مقادیر MAE و RRMSE (درصد) حاصل از مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده دمای کمینه به وسیله مدل با مقادیر مشاهده شده ۴۶

جدول ۳-۲- مقادیر MAE و RRMSE (درصد) حاصل از مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده دمای بیشینه به وسیله مدل با مقادیر مشاهده شده ۵۰

جدول ۳-۳- مقادیر MAE و RRMSE (درصد) حاصل از مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده تابش به وسیله مدل با مقادیر مشاهده شده ۵۵

جدول ۳-۴- مقادیر MAE و RRMSE (درصد) حاصل از مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده بارش به وسیله مدل با مقادیر مشاهده شده ۵۶

جدول ۳-۵- مقادیر MAE و RRMSE (درصد) حاصل از مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده تبخیر-تعرق مرجع به وسیله مدل با مقادیر محاسبه شده ۶۰

جدول ۳-۶- تغییرات نیاز آبی برنج طی دوره‌های ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم (DW، تغییرات نیاز آبی بر حسب میلیمتر و DW_v، تغییرات نیاز آبی برحسب مترمکعب در هکتار) ۸۳

چکیده

اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی برنج در منطقه رشت

حسین هادی نیا

پیش‌بینی و ارزیابی تغییرات پارامترهای هواشناسی در اثر تغییر اقلیم به‌ویژه از منظر مدیریت منابع آب از اهمیت بالایی برخوردار است. مدل LARS یک تولیدکننده داده‌های هواشناسی است که با ریزمقیاس نمایی مدل‌های گردش عمومی جو (GCM) اقدام به پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی می‌نماید. در این مطالعه، ابتدا برای ارزیابی عملکرد ۱۵ مدل مختلف گردش عمومی جو در شبیه‌سازی داده‌های بارش، تابش، دمای کمینه، دمای بیشینه و تبخیر-تعرق مرجع ایستگاه سینوپتیک رشت در دوره (۲۰۱۲-۲۰۱۱)، ریزمقیاس آماری هرکدام از مدل‌های GCM توسط مدل LARS انجام پذیرفت. سپس پیش‌بینی پارامترهای مذکور بر پایه مدل‌های GCM منتخب برای دو دوره ۳۰ ساله ۲۰۴۲-۲۰۱۳ و ۲۰۷۲- ۲۰۴۳ انجام شد. همچنین با توجه به نتایج پیش‌بینی تبخیر-تعرق مرجع، نیاز آبی گیاه برنج در دوره‌های آینده برآورد شد. نتایج پیش‌بینی نشان داد در مورد پارامترهای دمای کمینه و بیشینه بیشترین تغییرات میانگین بلندمدت سالانه نسبت به دوره پایه، در دوره ۳۰ ساله دوم و به‌ترتیب تحت سناریوهای A2 و A1B و به میزان ۱/۳۰ و ۱/۹۵ درجه سانتی‌گراد رخ خواهد داد. روند تغییرات تابش در دوره‌های آینده و برای تمام فصول سال کاهشی خواهد بود. بیشترین کاهش تحت سناریوی A2 و در دوره دوم ۳۰ ساله به میزان ۱۴۳/۴ مگاژول بر متر مربع و در فصل زمستان رخ خواهد داد. میزان بارش، در اکثر فصول سال در دوره های آتی افزایش خواهد داشت. بر این اساس، بیشترین افزایش در دوره ۳۰ ساله دوم تحت سناریوی B1 به مقدار ۵۵/۴۶ میلی‌متر و در فصل پاییز خواهد بود. روند تغییرات تبخیر-تعرق مرجع در تمامی فصول سال در دوره‌های آینده افزایشی خواهد بود. بیشترین افزایش تحت سناریوی بدبینانه و در بهار دوره ۲۰۷۲-۲۰۴۳، به میزان ۴۴/۳۹ میلی‌متر رخ خواهد داد. پیش‌بینی نیاز آبی برنج در دوره‌های آینده نشان داد این پارامتر طی دوره‌های آینده نسبت به دوره پایه افزایش خواهد داشت. به طوری که آب مورد نیاز برای اراضی برنج منطقه مورد مطالعه طی دوره‌های آینده افزایش قابل توجهی خواهد داشت. بیشترین افزایش در میزان آب مورد نیاز برای اراضی شالیزاری منطقه طی دوره‌های آینده تحت سناریوی بدبینانه در دوره ۳۰ ساله دوم به میزان ۵۷۱/۹ متر مکعب در هکتار (۱۲ درصد) خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: مدل LARS، نیاز آبی برنج، رشت

Abstract

Impact of climate change on rice water requirement in Rasht region

Hossein Hadinia

Prediction and evaluation of meteorological data in effect of climate change is very important especially in water resources management. LARS is a model that generates weather data and predicts weather parameters by downscaling global circulation models (GCM). In this study, in order to evaluate 15 GCM models performance in simulating the minimum and maximum temperature, radiation and precipitationin Rasht synoptic station (2011-2012), statistical downscaling of each model was performed by LARS model. Then, the mentioned data were predicted in base of selected GCM models for 2013-2042 and 2043-2072 periods. then, water requirement of paddy rice was calculated. The results showed that the highest increase in annual average of minimum and maximum temperature will occur during the 2043-2072 periods with 1.30 and 1.95℃, under A2 scenario, respectively. The amounts of radiation will decrease in future periods for all seasons. The highest decrease (143.4 MJ m^{-2})of radiation will occur in 2013-2042 periods in winter under A2 scenario. The seasonal precipitation will often increasein future periods.The highest increase of seasonal precipitation (55.46 mm)will occur under B1 scenario in 2043-2072 periodsfor autumn. The amounts of ET_0 will increase in future periods for all seasons. The highest increase (39.44 mm)of ET_0 will occur in 2043-2072 periods in spring under A1B scenario. The results of prediction of rice water requirement showed that this parameter will increase in future periods. so that the water requirement of paddy rice will greatly increase. The highest increase of water requirement of paddy rice will occure in 2072-2043 period with 109091446 m3 (12%), under A1B scenario.

Key words: LARS-WG, Rice water requirement, Rasht

مقدمه

مقدمه

پدیده تغییر اقلیم در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. مخاطرات تغییر اقلیم محدود به چند رشته نبوده و بر بسیاری از پدیده‌های طبیعی اثر منفی برجای می‌گذارد. مهمترین اثر تغییر اقلیم، ایجاد تغییرات در آب و هوای مناطق مختلف است. تغییر اقلیم می‌تواند آب و هوای مناطقی که مدت‌ها به داشتن نوع خاصی از شرایط آب و هوایی شهره بودند را دستخوش تغییر نماید. تغییرات در پارامترهای آب و هوایی موجب برهم خوردن اکوسیستم طبیعی و شرایط زندگی انسان‌ها و سایر جانداران خواهد شد. به عنوان مثال، گرمایش جهانی که از مهمترین نتایج پدیده تغییر اقلیم است موجب تغییرات اساسی در پدیده‌های طبیعی مثل ذوب شد یخ‌های قطبی، تغییر پوشش گیاهی در مناطق مختلف، وقوع طوفان‌های سهمگین و بسیاری از مشکلات دیگر می‌شود.

پژوهشگران برای مقابله با اثرات مخاطره آمیز پدیده تغییر اقلیم تلاش می‌کنند که با پیش‌بینی اثرات ناشی از این پدیده طی سال‌ها و دهه‌های آتی، از میزان اثر سوء این پدیده بکاهند. برای این منظور لازم است که تغییرات پارامترهای هواشناسی در اثر پدیده تغییر اقلیم پیش‌بینی شود. یکی از مهمترین اثرات پدیده تغییر اقلیم تغییر در میزان نیاز به منابع آب در آینده است. پدیده تغییر اقلیم با ایجاد تغییر در پارامترهای هواشناسی میزان نیاز گیاهان به آب را تغییر می‌دهد. این تغییر به تبع تغییر در میزان تبخیر-تعرق گیاهان که متاثر از متغیرهای هواشناسی است صورت می‌پذیرد. در منطقه گیلان گیاه برنج بی-شک مهمترین محصول کشاورزی منطقه است. تحقیقات بسیاری در رابطه با عملکرد برنج در منطقه و راه‌های بهبود عملکرد صورت گرفته است. غافل از اینکه هرنوع تحقیق و برنامه‌ریزی بدون نظر گرفتن مخاطرات زیست محیطی و تغییر اقلیمی پیش رو از رسیدن به نتیجه مطلوب جلوگیری می‌کند. برنج نیز مانند دیگر گیاهان، با تغییر در پارامترهای هواشناسی، تغییراتی در میزان نیاز آبی خود خواهد داشت. بنابراین اطلاع از میزان این تغییرات نقش بسیار مهم وحیاتی در برنامه‌ریزی‌های بلند مدت در زمینه مدیریت منابع آب در منطقه خواهد داشت. در نتیجه لازم است که میزان این تغییرات و اثرپذیری نیاز آبی برنج از پدیده تغییر اقلیم تحلیل و بررسی شود.

یکی از راه‌های پیش‌بینی تغییرات پارامترهای هواشناسی در اثر پدیده تغییر اقلیم استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو (GCM)[1] است. این مدل‌ها پارامترهای مختلف هواشناسی را برای دهه‌های آینده تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم اقلیم پیش‌بینی می‌نمایند. خروجی مدل‌های GCM درای قدرت تفکیک مکانی بسیار پایینی هستند. به این معنی که شرایط آب و هوایی و پوشش گیاهی و شرایط توپوگرافی مناطق نسبتا وسیعی را یکسان در نظر می‌گیرند. از این رو وقتی مطالعه‌ای در یک منطقه خاص در زمینه تغییر اقلیم صورت می‌گیرد، لازم است که برای استفاده از نتایج این مدل‌ها، این

1 - General Circulation Model

نتایج ریزمقیاس شود. برای ریزمقیاس نمودن خروج مدل‌های گردش عمومی جو از دو روش دینامیکی و آماری استفاده می‌شود. روش‌های دینامیکی هزینه‌بر بوده و مستلزم صرف زمان بسیار زیاد می‌باشند. مدل‌های آماری از سرعت بیشتری نسبت به مدل‌های دینامیکی برخوردارند. یکی از ابزار ریزمقیاس نمودن خروجی مدل‌های گردش عمومی جو مدل LARS-WG است. این مدل با استفاده از ریزمقیاس نمودن خروجی مدل‌های GCM اقدام به تولید داده‌های هواشناسی می‌نماید. استفاده از مدل‌های گردش عمومی جو و ریزمقیاس نمایی آن‌ها توسط مدل LARS-WG در بسیاری از مطالعات صورت پذیرفته است. در هر مطالعه به طور معمول یکی از مدل‌های گردش عمومی جو انتخاب شده و برای پیش‌بینی و بررسی اثرات تغییر اقلیم تحت یکی از سناریوهای تغییر اقلیم ریزمقیاس شده است. در حالی که استفاده از نتایج هر مدل GCM در یک منطقه خاص نتایج منحصر به فردی را در پی دارد ولی در غالب موارد معیاری برای انتخاب بهترین مدل گردش عمومی جو در یک منطقه خاص وجود نداشته و به طور تصادفی از یکی از مدل‌ها استفاده شده است. این مورد باعث ایجاد خطا و عدم اطمینان از صحت نتیجه پیش‌بینی‌ها می‌شود. در این پژوهش با در نظر گرفتن اهمیت پیش‌بینی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر آب و هوای منطقه اقدام به پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی مختلف و نیازآبی برنج در دوره‌های آینده شد. همچنین به منظور حصول بیشترین دقت در شبیه‌سازی‌ها ۱۵ مدل گردش عمومی جو از نظر تشابه با مقادیر واقعی در دوره صحت‌سنجی، با یکدیگر مقایسه شده و بهترین مدل برای هر پارامتر انتخاب شد. هدف از این پژوهش پیش‌بینی پارامترهای مختلف هواشناسی و نیاز آبی برنج توسط مناسب‌ترین مدل GCM موجود برای هر پارامتر و همچنین برآورد کل حجم آب مورد نیاز برای رشد برنج طی دوره‌های آتی در منطقه مورد مطالعه بود.

فصل اول

کلیات و بررسی منابع

۱-۱-تغییر اقلیم

اقلیم واژه ای عربی است که از کلمه یونانی (Climat) گرفته شده و در فارسی به نام کلی آب و هوا بیان می‌شود. در واقع اقلیم یک واژه احساسی است و می‌توان آن را متوسط وضعیت هوا در یک منطقه دانست.

شناخت اقلیم یک منطقه در بیشتر فعالیت‌هایی که انسان در زمینه‌های مختلف کشاورزی، عمرانی، اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی، شهرسازی، حمل و نقل، جهانگردی و غیره انجام می‌دهد، به عنوان نخستین قدم و ضروری‌ترین بررسی مقدماتی تلقی می‌گردد. بطور کلی اقلیم به مجموعه پدیده‌های هواشناسی که حالت متوسط اتمسفر را در یک نقطه دلخواه از سطح زمین مشخص می‌کند اطلاق می‌شود[ذکری، ۱۳۹۲].

تغییر اقلیم نوسان کلی و گسترده در آب و هوای یک منطقه است که در حال حاضر روند گرم شدن دمای کره زمین را بخشی از تغییر اقلیم قلمداد می‌کنند. تغییر اقلیم یکی از بزرگترین چالش‌های محیطی است که جهان امروز با آن روبه رو است. بالا آمدن سطح آب دریاها و تغییر در آستانه‌های آب و هوایی از پیامدهای تغییر اقلیم می‌باشد. تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی باعث گسترش خشکسالی‌ها و تداوم آن شده و همچنین بر منابع آب اثر می‌گذارد [خسروی و همکاران، ۱۳۸۹]. به عقیده بسیاری از صاحب نظران، تغییر اقلیم در توالی‌های زمانی بلند مدت اتفاق افتاده و مجددا نیز به وقوع می-پیوندد. تاثیر فعالیت‌های بشری سبب تشدید اثرات پدیده تغییر اقلیم، شدت روند تغییرات و تغییر بازه زمانی توالی تغییرات اقلیمی می‌شود. در بررسی تغییر اقلیم می‌توان از پارامترهای هواشناسی به عنوان شاخص‌های تغییر اقلیم استفاده نمود [جهانبخش و همکاران، ۱۳۸۹].

با وجودی که تغییر اقلیم در برخی از مناطق جهان به ویژه نواحی واقع در عرض‌های 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 [کوچکی و نصیری، ۱۳۸۷]. افزایش گازهای گلخانه‌ای مخصوصا گاز CO_2 در نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی، در چند دهه اخیر موجب شده که غلظت این گاز از ۲۸۰ قسمت در میلیون در سال ۱۷۵۰ میلادی به ۳۷۹ قسمت در میلیون در سال ۲۰۰۵ افزایش یابد. گزارش‌های هیئت بین دولت‌های تغییر اقلیم (IPCC)[1] حاکی از آن است که در صورت ادامه روند کنونی مصرف این سوخت‌ها، غلظت این گاز تا قبل از پایان قرن بیست و یکم می‌تواند تا بیش از ۶۰۰ قسمت در میلیون برسد. این در حالی است که اگر انتشار این گازها کاهش نیابد افزایش متوسط دمای سطحی کره زمین می‌تواند به میزان ۱/۱ تا ۶/۴ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۱۰۰ برسد و سبب پدیده تغییر اقلیم شود. طبق گزارش‌های IPCC تغییر اقلیم باعث ایجاد تغییر در رژیم هیدرولوژیکی در چند دهه اخیر در سطح جهان شده به گونه‌ای که احتمال مواجهه با رخدادهای حداکثر اقلیمی

[1] - Intergovernmental Panel on Climate Change

مانند سیلاب افزایش یافته است [آشفته و مساح بوانی، ۱۳۸۶]. افزایش غلظت CO_2 که بیشترین سهم را در گرمایش جهانی دارد، به تنهایی افزایش فتوسنتز و در نتیجه عملکرد بیشتر را برای اغلب گیاهان زراعی به همراه خواهد داشت. با این وجود به نظر می‌رسد افزایش درجه حرارت ناشی از گرمایش جهانی و کاهش میزان بارش، اثرات سودمند افزایش CO_2 را خنثی خواهد کرد [کوچکی و نصیری، ۱۳۸۷].

در اندازه‌گیری‌های انجام شده ۱۱ سال از ۱۲ سالی که به عنوان گرم‌ترین سال‌های جهان از سال ۱۸۵۰ تاکنون اعلام شده‌اند، در محدوده ۲۰۰۶-۱۹۹۵ قرار دارند. کاهش لایه‌ی یخی در قطب جنوب و گرین‌لند[1] به احتمال بسیار زیاد، در بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها نقش داشته است. افزایش معنی‌داری در اندازه‌ی بارش در مناطق شرقی آمریکای شمالی و جنوبی، اروپای شمالی و آسیای مرکزی و شمالی دیده شده است. همچنین در مناطق ساحلی آفریقا، مدیترانه، آفریقای جنوبی و مناطقی از آسیای جنوبی دوره‌های خشکسالی رخ داده است [جاهد و همکاران، ۱۳۹۰].

تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف اعم از منابع آب، کشاورزی، محیط زیست، بهداشت، صنعت و اقتصاد اثرات منفی زیادی به دنبال دارد. کمترین تغییر در میزان بارش و درجه حرارت ضربه‌های شدیدی به بخش‌های کشاورزی و اقتصادی می‌زند [بابائیان و همکاران، ۱۳۸۹]. مهم‌ترین عواقب تغییر اقلیم بر کشاورزی عبارت است از : تشدید بحران‌های اقلیمی، گرم شدن عرض‌های جغرافیایی بالا، کاهش قابلیت دسترسی به آب و پیشرفت باران‌های موسمی به سمت قطب [IPCC 4th Assessment Report, 2007]. با توجه به این که جمعیت جهان در ۱۰۰ سال آینده حدودا ۲ برابر خواهد شد، تغییرات اقلیمی بخش کشاورزی را تحت تاثیر قرار داده و تشدید این ناهنجاری‌های اقلیمی تامین نیاز غذایی بشر را تهدید خواهد نمود.

تغییر الگوی توزیع بارش و تغییر در منابع آب نیز از دیگر وقایع ناشی از تغییر اقلیم می‌باشد [خلیلی اقدم و همکاران، ۱۳۹۱]. وقوع طوفان‌های سهمگین، خشکسالی‌های شدید و یخبندان‌های نابهنگام از نتایج تغییر اقلیم است که ما را در مواجهه با تهدیدی جهانی به یقین رسانیده است. برهم خوردن تعادل سیستماتیک سامانه اقلیم باعث بروز آشفتگی‌ها وناهنجاری‌های رفتاری شده است که بیشترین آثار آن بر محیط‌های طبیعی و به خصوص گیاهان که دارای قدرت و سرعت کم سازگاری هستند می‌باشد. در اثر تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی ممکن است مناطق جنگلی به سمت شمال جابه‌جا شوند و بنابرین جغرافیای کشاورزی در چنین مناطق حاشیه‌ای باعث تغییر مرز جنگل‌ها شود [اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰].

[1] - Greenland

۱-۱-۲-تغییر اقلیم و گرمایش جهانی

یکی از اثرات مخرب پدیده تغییر اقلیم گرم شدن کره زمین است. گرمایش جهانی بر تمامی موجودات زنده و غیر زنده زمین تاثیر می‌گذارد. گرم شدن زمین باعث افزایش شدت تبخیر می‌شود و به تبع آن میزان نیاز محصولات کشاورزی به آب افزایش پیدا می‌کند. با کم شدن مقدار آب برای کشاورزی و خشکسالی، امنیت غذایی به خطر می‌افتد. خشکسالی سبب مهاجرت روستاییان به شهرها، حاشیه‌نشینی، روی آوردن به سمت شغل‌های کاذب و افزایش ناهنجاری‌های اجتماعی می‌شود. افزایش دمای زمین همچنین دسترسی به آب شیرین و آشامیدنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از سویی به علت بالا آمدن سطح آب دریاها، آب شور به منابع آب شیرین ساحلی نفوذ می‌کند و باعث تغییر کیفیت آن می‌شود. علاوه بر این تبخیر سطحی ناشی از پدیده گرم شدن کره‌ی زمین، سبب خشک شدن رودخانه‌ها و پایین آمدن کیفیت آب می‌شود. این مسئله به ویژه در مناطق کم‌آب‌تر مثل مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی مشهودتر است. همچنین افزایش املاح آب‌های شیرین در اثر تبخیر سبب افت کیفیت آن می‌شود.

ذوب شدن یخ‌های قطبی سبب جریانی از آب خالص سرد می‌شود که به علت سرد بودن به زیر آب گرم اقیانوس‌ها می‌لغزد و در مقیاس بزرگ جریان‌های اقیانوسی گسترده‌ای را به وجود می‌آورد که باعث ایجاد تعداد بیشتری از طوفان‌ها و گردبادهای دریایی با قدرت تخریبی بسیار بالا می‌شود. با افزایش گرمایش جهانی، احتمال انفجار آتشفشان‌ها نیز افزایش خواهد یافت. افزایش گرمای کره زمین موجب ذوب شدن مواد تشکیل دهنده لایه‌های درونی زمین شده است که از کوه‌های آتشفشانی خارج می‌شود. با ناپدید شدن کوه‌های یخی، فشار اعمال شده روی سنگ‌هایی که در زیر صفحات یخی قرار دارند به مراتب کاهش یافته ودر نتیجه منجر به ذوب شدن سنگ‌های درونی زمین و تشکیل ماگما خواهد شد. با آب شدن یخ‌ها ماگمای بیشتری در درون زمین ایجاد خواهد شد که می‌تواند زمینه مناسبی را برای انفجار آتشفشانها به وجود آورد. همچنین با تغییر فشار وارد شده بر پوسته زمین، فشار لایه‌های زمین‌شناسی بر پوسته زمین تغییر می‌کند و در نتیجه احتمال وقوع انفجار افزایش خواهد یافت.

پیامد مخرب دیگر افزایش دما، گسترش بیماری‌های مناطق گرمسیری، بعضی تب‌ها و بیماری‌های ویروسی است. همچنین گرم شدن تدریجی کره زمین سبب افزایش زاد و ولد جانوران جونده نظیر موش و به تبع آن شیوع بیماری‌های منتقله توسط آن‌ها می‌شود.

اثرات اقتصادی پدیده گرمایش جهانی نیز بسیار مشهود است. پیشروی آب دریا در تاسیسات بنادر، کاهش کیفیت آب شرب و افزایش سیلاب‌ها از عواملی هستند که باعث بروز آسیب‌های جدی اقتصادی می‌شوند. به عنوان مثال افزایش دما و کمبود آب باعث جاگزینی سیستم‌های برودتی گازی به جای آبی می‌شود. با توجه به این که سیستم‌های برودتی گازی، برق