دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد

پیش بینی خشکسالی با استفاده از خروجی مدل های گردش عمومی جو و روشهای ریزمقیاس نمایی آماری

(مطالعه موردی: حوضه نیشابور)

نسرین صالح‌نیا

شهریور ۱۳۹۰

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

پیش بینی خشکسالی با استفاده از خروجی مدل های گردش عمومی جو و روشهای ریزمقیاس نمایی آماری (مطالعه موردی: حوضه نیشابور)

نسرین صالح‌نیا

استاد راهنما

دکتر محمدموسوی بایگی

استاد مشاور

دکتر حسین انصاری

شهریور ۱۳۹۰

چکیده

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و به تبع آن افزایش نیازهای غذایی از یک سو و از سوی دیگر بروز خشکسالی‌های شدید و عواقب ناشی از آن باعث شده که پیش بینی این واقعه‌ی خزنده، امروزه بیشتر از هر زمان دیگری در جوامع مختلف بشری مورد توجه محققین قرار گیرد. در این مطالعه مشخصاً به کمک مدل بزرگ مقیاس HadCM3 نسبت به پیش بینی پارامترهای اقلیمی موثر بر وقوع خشکسالی شامل بارندگی و دمای حداقل و حداکثر ماهانه اقدام گردید. همچنین برای کاربردی کردن نتایج خروجی مدل بزرگ مقیاس و تبدیل این داده‌ها به داده‌های قابل استفاده در پیش‌بینی خشکسالی منطقه‌ای در محدوده دشت نیشابور، از مدل ریزمقیاس نمایی LARS-WG5 استفاده شد. به علاوه مدل پایش خشکسالی پالمر که براساس شاخص پالمر (PDSI) توسعه یافته است، به کار گرفته شد. برای انجام مراحل داده سازی و پیش بینی داده-های اقلیمی، دو دوره‌ی آماری ۲۰۱۰-۱۹۹۱ به عنوان دوره‌ی دیده‌بانی و دوره‌ی آماری ۲۰۴۰-۲۰۱۱ به عنوان دوره‌ی پیش‌بینی مد نظر قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج خروجی مدل LARS-WG5 در مرحله‌ی صحت سنجی نشان از توانمندی این مدل دارد، به نحوی که در ایستگاه نیشابور داده‌های بارش و دمای حداقل و دمای حداکثر به ترتیب در ضریب تعیین برابر با مقادیر ۰/۹۹، ۰/۹۹و۰/۹۹ در اجرای اول مدل بدست آمدند. پیش‌بینی‌ها نشان دادند که در دوره سی ساله‌ی آتی بارش در دشت نیشابور افزایش خواهد یافت. در مورد دمای حداقل نیز دردهه‌ی اول نسبت به دوره‌ی پایه به طور کلی ۶ درصد، در دهه‌ی دوم مشابه دهه‌ی اول و در دهه‌ی سوم، افزایش ۴ درصدی را نسبت به دوره‌ی پایه بدست می‌دهد. در خصوص دمای حداکثر نیز نتایج خروجی مدل دردهه‌ی اول، دوم و سوم تنها یک درصد افزایش را نسبت به دوره‌ی دیده‌بانی نشان می‌دهد. نتایج خروجی مدل پایش خشکسالی در دشت نیشابور نیز نشان داد که طبقات متوسط، شدید و بسیار شدید خشکسالی در سه دهه‌ی آتی نسبت به ۲۰ سال دیده‌بانی کاهش خواهند یافت. بررسی دهه‌ای دوره‌ی پیش بینی نشان داد که خشکسالی بسیار شدید در دهه‌ی اول پیش‌بینی از مجموع ۱۲۰ ماه تنها ۵ ماه را بخود تعلق داده است که نسبت به دو دهه‌ی دیگر پیش‌بینی بیشترین مقدار را داراست.

کلید واژه‌ها: ریزمقیاس نمایی آماری، سناریوی A1B، شاخص PDSI، مدل HadCM3، نیشابور.

تقدیم به :

همسرم عزیز و مهربانم

که حامی و پشتیبان من در راه کسب علم و دانش است و با دلسوزی و تحمل مشقات همواره نقص‌های مرا می‌پوشاند.

و پدر و مادر عزیزم

که نمی‌دانم با چه زبانی باید از ایثار و فداکاریشان قدردانی کنم و جز خداوند کسی نمی‌تواند اجری عظیم به ایشان عطا کند چرا که او شاهد اعمال و نظاره گر از خود گذشتگی یشان در لحظه لحظه‌ی گذر زمان بوده و هست.

سپاسگزاری :

اعتراف می‌کنم که نه زبان شکر تو را دارم و نه توان تشکر از بهترین بندگان تو، و زبانم قاصر است از بیان ستودن مهربانی‌ها و یاریشان. اما شایسته می‌دانم از استاد فرزانه جناب آقای دکتر محمد موسوی بایگی که از مساعدت‌های ایشان در طول دوره‌ی تحصیلی بهره برده ام تقدیر و تشکر نمایم. همچنین بر خود واجب می-دانم از زحمات جناب آقای دکتر حسین انصاری که همواره راهنمایی‌ها و دلسوزیشان چراغ راه من بود کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

با امتنان بیکران از همراهی و یاری جناب آقای دکتر ایمان بابائیان و سرکار خانم مهندس کوهی که در طول این تحقیق همواره پاسخگوی سوالات اینجانب بودند.

فهرست مطالب

فصل اول :

۱-۱-پیش‌گفتار ۱

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق ۲

۱-۳- هدف از انجام تحقیق ۳

۱-۴- فرضیات انجام تحقیق ۵

فصل دوم: مرورمنابع و مبانی نظری تحقیق

۲-۱- پیش‌گفتار ۷

۲-۲- تعریف مفهوم خشکسالی ۸

۲-۲-۱- خشکسالی هواشناسی ۱۰

۲-۲-۲- خشکسالی کشاورزی ۱۱

۲-۲-۳- خشکسالی هیدرولوژیکی ۱۱

۲-۲-۴- خشکسالی اجتماعی- اقتصادی ۱۲

۲-۳- پایش خشکسالی ۱۳

۲-۳-۱ بررسی شاخص‌ها ۱۵

۲-۳-۱-۱ شاخص درصد نرمال ۱۶

۲-۳-۱-۲- شاخص دهک‌ها ۱۶

۲-۳-۱-۳- شاخص رطوبت گیاهی ۱۷

۲-۳-۱-۴- شاخص بارش استانداردشده ۱۷

۲-۳-۱-۵- شاخص تأمین آب سطحی(SWSI) ۱۸

۲-۳-۱-۶- شاخص شدت خشکسالی پالمر ۱۹

۲-۴- مدل‌های گردش عمومی ۲۴
۲-۵- مدل‌های ریزمقیاس..... ۲۸
۲-۵-۱- ریزمقیاس‌نمایی دینامیکی ۲۸
۲-۵-۲- مدل‌های ریزمقیاس آماری ۲۹
۲-۶- کاربرد مدل‌های گردش عمومی و ریزمقیاس در پایش خشکسالی..... ۳۳

فصل سوم : مواد و روش‌ها

۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه..... ۳۷
۳-۳- اطلاعات و داده‌های مورداستفاده ۳۹
۳-۴- مدل ریزمقیاس مورد استفاده ۳۹
۳-۴-۱- تجزیه و تحلیل مکانی(کالیبراسیون مدل) ۴۰
۳-۴-۲- اعتبارسنجی مدل ۴۲
۳-۴-۳- تولید داده‌ها طبق مدل‌های IPCC ۴۳
۳-۵- شاخص خشکسالی PDSI..... ۴۴

فصل چهارم : نتایج و بحث

۴-۱- صحت‌سنجی نتایج خروجی مدل LARS –WG..... ۴۵
۴-۱-۱- تحلیل داده‌های بارش دوره صحت سنجی ۴۸
۴-۱-۲- تحلیل داده‌های دمای حداقل و حداکثر دوره صحت سنجی..... ۵۱
۴-۲- شبیه سازی داده‌های بارش و دما در دوره آماری ۲۰۴۰ – ۲۰۱۱ ..... ۵۵
۴-۲-۱- ارزیابی خروجی مدل HadCM3 در سه دهه آینده با دوره‌ی پایه..... ۵۸
۴-۲-۲-تحلیل نتایج دوره‌ی پایه با سه دهه‌ی آینده..... ۵۹

۴-۳- نتایج خروجی مدل PDSI ۶۶

۴-۳-۱- ارزیابی خشکسالی دوره‌ی پایه با سی ساله‌ی آینده در دشت نیشابور ۸۷

فصل پنجم :نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری ۹۰

۵-۲- پیشنهادات ۹۲

فصل ششم : منابع

منابع ۹۴

فهرست اشکال

شکل ۲-۱. روندنمای ارتباط درونی اقسام خشکسالی ۱۳

شکل ۳-۱. موقعیت جغرافیایی نیشابور در استان خراسان رضوی ۳۸

شکل ۴-۱. میانگین مقادیر بارش ایستگاه تربت حیدریه در اجرای اول ۴۹

شکل ۴-۲. میانگین مقادیر بارش ایستگاه نیشابور در اجرای اول ۴۹

شکل ۴-۳. میانگین مقادیر بارش ایستگاه سبزوار در اجرای اول ۵۰

شکل ۴-۴. میانگین مقادیر دمای حداقل ایستگاه مشهد در اجرای اول ۵۲

شکل ۴-۵. میانگین مقادیر دمای حداقل ایستگاه گلمکان در اجرای اول ۵۳

شکل ۴-۶. میانگین مقادیر دمای حداقل ایستگاه قوچان در اجرای اول ۵۳

شکل ۴-۷. میانگین مقادیر حداکثر دما ایستگاه مشهد در اجرای اول ۵۴

شکل ۴-۸. میانگین مقادیر حداکثر دما ایستگاه سبزوار در اجرای اول ۵۴

شکل ۴-۹. میانگین مقادیر حداقل دمای ایستگاه نیشابور در سه دهه آتی ۵۶

شکل ۴-۱۰. میانگین مقادیر حداکثر دمای ایستگاه نیشابور در سه دهه آتی ۵۷

شکل ۴-۱۱. میانگین مقادیر بارش ایستگاه نیشابور در سه دهه آتی ۵۷

شکل ۴-۱۲. خروجی HadCm3 ایستگاه نیشابور طی دوره سی سال پیش‌بینی ۵۹

شکل ۴- ۱۳. میانگین ماهانه بارش ایستگاه نیشابور در دهه اول ۶۰

شکل ۴- ۱۴. میانگین ماهانه بارش ایستگاه نیشابور در دهه دوم ۶۱

شکل ۴- ۱۵. میانگین ماهانه بارش ایستگاه نیشابور در دهه سوم ۶۲

شکل ۴- ۱۶. میانگین ماهانه دمای حداقل ایستگاه نیشابور در دهه اول با دوره پایه ۶۳

شکل ۴- ۱۷. میانگین ماهانه دمای حداقل ایستگاه نیشابور در دهه دوم با دوره پایه ۶۳

شکل ۴- ۱۸. میانگین ماهانه دمای حداقل ایستگاه نیشابور در دهه سوم با دوره پایه ۶۴

شکل ۴- ۱۹. میانگین ماهانه دمای حداکثر ایستگاه نیشابور در دهه اول با دوره پایه ۶۴

شکل ۴- ۲۰. میانگین ماهانه دمای حداکثر ایستگاه نیشابور در دهه دوم با دوره پایه..... ۶۵

شکل ۴- ۲۱. میانگین ماهانه دمای حداکثر ایستگاه نیشابور در دهه سوم با دوره پایه..... ۶۵

شکل۴-۲۲. مقدارنمایه PDSI در سال دوم ۲۰۴۰-۲۰۱۱ ماه دهم ۶۷

شکل۴- ۲۳. مقدارنمایه PDSI در ماه هفتم سال هجدهم دوره۲۰۴۰-۲۰۱۱..... ۶۸

شکل۴-۲۴. مقدارنمایه PDSI در ماه هشتم سال ۲۴، ۲۰۴۰-۲۰۱۱..... ۶۹

شکل۴- ۲۵. درصد فراوانی نسبی دوره‌های نرمال در دهه‌ی اول ۷۱

شکل۴- ۲۶. درصد فراوانی نسبی دوره‌های نرمال در دهه‌ی دوم..... ۷۲

شکل۴- ۲۷. درصد فراوانی نسبی دوره‌های نرمال در دهه‌ی سوم ۷۳

شکل۴- ۲۸.درصد فراوانی نسبی دوره‌های تر در دهه‌ی اول ۷۵

شکل۴- ۲۹. درصد فراوانی نسبی دوره‌های تر در دهه‌ی دوم..... ۷۴

شکل۴- ۳۰. درصد فراوانی نسبی دوره‌های تر در دهه‌ی سوم ۷۶

شکل۴- ۳۱. درصد فراوانی نسبی دوره‌های ملایم در دهه‌ی اول..... ۷۷

شکل۴- ۳۲. درصد فراوانی نسبی دوره‌های ملایم در دهه‌ی دوم..... ۷۸

شکل۴- ۳۳. درصد فراوانی نسبی دوره‌های ملایم در دهه‌ی سوم ۷۹

شکل۴- ۳۴. درصد فراوانی نسبی دوره‌های متوسط در دهه‌ی اول ۸۰

شکل۴- ۳۵. درصد فراوانی نسبی دوره‌های متوسط در دهه‌ی دوم ۸۱

شکل۴- ۳۶. درصد فراوانی نسبی دوره‌های متوسط در دهه‌ی سوم..... ۸۲

شکل۴- ۳۷. درصد فراوانی نسبی دوره‌های شدید در دهه‌ی اول ۸۳

شکل۴- ۳۸. درصد فراوانی نسبی دوره‌های شدید در دهه‌ی دوم..... ۸۴

شکل۴- ۳۹. درصد فراوانی نسبی دوره‌های شدید در دهه‌ی سوم ۸۴

شکل۴- ۴۰. درصد فراوانی نسبی دوره‌های خیلی شدید در دهه‌ی اول ۸۵

شکل۴- ۴۱. درصد فراوانی نسبی دوره‌های خیلی شدید در دهه‌ی دوم ۸۶

شکل۴- ۴۲. درصد فراوانی نسبی دوره‌های خیلی شدید در دهه‌ی سوم ۸۶

فهرست جداول

جدول۲-۱. مقادیر شاخص بارش استاندارد شده..... ۱۸

جدول۲-۲. طبقه‌بندی شاخص شدت خشکسالی پالمربرای برای دوره‌های خشک و تر..... ۲۳

جدول ۳-۱. مشخصات ایستگاه‌های خراسان رضوی..... ۴۱

جدول ۴-۱. نتایج تحلیل آماری داده‌های تولیدی LARS-WG5 در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۱ برای اجرای اول..... ۴۶

جدول ۴-۲. نتایج تحلیل آماری داده‌های تولیدی LARS-WG در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۱ برای اجرای دوم..... ۴۷

جدول ۴-۳. نتایج تحلیل آماری داده‌های تولیدی LARS-WG در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۱برای اجرای سوم..... ۴۷

جدول ۴-۴. آزمون‌های آماری F وT مربوط به مقادیر بارش ایستگاه تربت حیدریه در اجرای اول..... ۴۹

جدول ۴-۵. آزمون‌های آماری F وT مربوط به مقادیر بارش ایستگاه نیشابور در اجرای اول..... ۵۱

جدول ۴- ۶. میانگین و انحراف معیار بارش ایستگاه نیشابور در دهه اول..... ۶۰

جدول ۴-۷. فرکانس دوره‌های خشک در دوره ۲۰۴۰-۲۰۱۱..... ۷۰

جدول ۴-۸.مقایسه طبقات مختلف خشکسالی دوره دیده‌بانی با سه دهه ۲۰۴۰-۲۰۱۰..... ۸۷

فهرست علائم و اختصارات

علامت	معادل کامل انگلیسی	معادل کامل فارسی
GCMs	General Circulation Models	مدل های گردش عمومی جو
PDSI	Palmer Drought Severity Index	شاخص شدت خشکسالی پالمر
ET	Evapotranspiration	تبخیر و تعرق
CMI	Crop Moisture Index	شاخص رطوبت گیاهی
SPI	Standardized Precipitation Index	شاخص استاندارد شده بارش
SRES	Special Report Emission Scenario	گزارش ویژه سناریوهای انتشار
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	هیئت بین الدول تغییرات اقلیمی
RCM	Regional Climate Model	مدل اقلیم منطقه ای
HadCM3	Hadley Climate Model 3	مدل اقلیمی مرکز هدلی نسخه ۳
IDW	Inverse Distance Weights	روش عکس فاصله

فصل اول : مقدمه

۱-۱- پیش‌گفتار

بلایای طبیعی و حوادث ناشی از آن به پدیده‌های مهم و قابل بررسی درسطح جهان تبدیل شده‌اند. پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم که عمدتاً ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌باشند، اثرات منفی و مخربی را بر جوامع بشری تحمیل می‌کنند. تغییر اقلیم می‌تواند بر بخش‌ها و سیستم‌های متفاوتی تأثیرگذار باشد؛ از جمله این موارد می‌توان به بروز خشکسالی‌های شدید در اقلیم‌های مختلف اشاره‌کرد. خشکسالی پدیده‌ای اقلیمی است که وقوع آن در اکثر نقاط جهان اجتناب ناپذیر است. خشکسالی به عنوان یک بلیه‌ی طبیعی به اقشار مختلف جامعه در زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی صدمات قابل توجهی وارد می‌کند و این صدمات با افزایش جمعیت و تغییرات مختلف در تمام ابعاد زندگی بشری هر سال نسبت به سال‌های قبل رو به افزایش است. به‌عبارتی از آنجا که اکثر فعالیت‌های انسانی، و نیز سلامت اکوسیستم، به مصرف کافی آب بستگی دارد، خشکسالی تهدیدی جدی برای جامعه و محیط زیست می‌باشد(بونسال و رجییر، ۲۰۰۷).

دانشمندان علوم مختلف سعی در بررسی حوادث بوجود آمده ناشی از تغییرات اقلیمی و پیامدهای ناشی از آن دارند. یکی از این روش ها بوجود آمدن سناریوها و الگوهایی است که بتوان توسط آن‌ها این تغییرات را بررسی و پایش کرد. با بررسی روابط فیزیکی و بیان اصول و روابط ریاضی اخیراً مدل‌های گردش عمومی (GCMs) ایجاد شده‌اند که برای پیش بینی آب و هوای آینده و پیش بینی تغییرات اقلیمی بکار می‌روند. این مدل‌ها سناریوهای اقلیم آینده را به صورت قابل اطمینانی تولید می‌کنند که این روش به واسطه‌ی محاسبات متغیرهای اقلیمی بزرگ- مقیاس مانند متوسط فشار سطح دریا یا ارتفاع ژئو پتانسیل می‌باشد (ویلمین، ۲۰۰۸). استفاده از داده های خروجی مدل‌های گردش عمومی معتبرترین ابزار در این زمینه است و ما را در تحلیل و پایش تغییرات اقلیمی و پیامدهای آن هدایت می‌کند.

۱-۲- ضروت انجام تحقیق

خشکسالی پدیده‌ای است که اثرات متعددی بر بشر از جمله قحطی، فرسایش، کاهش تولید برق، افزایش گرد و غبار و شن، افزایش مرگ و میر و بیماری در میان انسان‌ها و حیوانات در سراسر جهان دارد (آجنوا و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به رشد روز افزون جمعیت و به دنبال آن افزایش نیازها و تقاضاهای متعدد، بروز خشکسالی، عواقب ناشی از آن، مدیریت، پیش بینی و پایش آن امروزه در جوامع مختلف دنیا بیش از هر زمانی مورد توجه قرار گرفته است. خشکسالی یک پدیده‌ی خزنده است و تعیین اینکه چه موقع یک دوره‌ی خشک به خشکسالی تبدیل می‌شود یا چه موقع خشکسالی شدید تبدیل به خشکسالی استثنایی می‌شود بسیار دشواراست (هارپال و همکاران، ۲۰۰۴). از آنجا که خشکسالی به صورت تدریجی بروز می‌کند و تا مدت زمان طولانی ادامه می‌یابد، خسارت‌ها و صدماتی که در تمامی بخش‌ها ایجاد می‌کند نسبت به سایر بلایای طبیعی مانند سیل، زلزله و طوفان، نامحسوس‌تر است و لذا تا کنون کمتر مورد توجه بوده است (فورمن اصغرزاده، ۱۳۸۲). خشکسالی طولانی مدت وگسترده دارای اثرات سوء بر کشاورزی، صنعت، شهرداری‌ها، مکان‌های تفریح و اکوسیستم‌های آبی می‌گذارد، که این امر به دلیل کاهش در رطوبت خاک و

کاهش در جریانات آبی، سطوح آب‌زیرزمینی، دریاچه‌ها و مخازن می‌باشد. این امر فعالیت‌های اقتصادی بسیاری را تحت تأثیر قرارمی‌دهد، به عنوان مثال کاهش تولید کشاورزی و تولید انرژی برق آبی، آب شیرین و افزایش هزینه‌های حمل و نقل (بونسال و رجییر، ۲۰۰۷). تعداد زیادی از محققین بر این باورند که خشکسالی یکی از پیچیده‌ترین بلایای طبیعی است که کمترین شناخت نسبت به آن در تمام ابعاد وجود دارد. در نتیجه این پدیده‌ی منحصر به فرد سالانه جوامع بسیاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب خسارات جبران ناپذیری در بخش‌های مختلف می‌شود. خشکسالی همچنین موجب خسارات زیست محیطی از جمله کاهش کیفیت آب، از دست دادن تالاب‌ها ، فرسایش خاک و تخریب زیستگاه‌ها می‌شود (ترنکا و همکاران، ۲۰۰۷).

در کشور ما ایران و همچنین در سایر کشورهای جهان سوم به دلیل ضعف در سیستم‌های جمع - آوری داده، دیده‌بانی، سیستم‌های هشدار دهنده و سیستم‌های پردازش داده، سبب آسیب پذیری بیشتر و روزافزون در بخش‌کشاورزی، اقتصادی و هیدرولوژیکی شده است که این امر منجر به ظهور بحران‌های اقتصادی و اجتماعی عدیده‌ای در این بخش‌ها می‌شود. نظر به اهمیت اقتصادی و زیست محیطی خشکسالی، نگرانی‌های علمی در مورد اثرات تغییراقلیم بر روی تناوب خشکسالی در آینده، طول مدت و شدت در مناطق مختلف جهان، ابراز شده است. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و واقع شدن آن در منطقه جنب حاره و دارا بودن نوسان قابل توجه بارش و نیز نظر به سیستم‌های سینوپتیکی مختلفی که کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهند لذا پیش بینی و پایش این بلیه طبیعی بسیارحائز اهمیت و درخور توجه است. به علاوه با ارائه‌ی نتایج درست و تحلیل‌های صحیح از خروجی مدل‌ها می‌توان اثرات نامطلوب خشکسالی را با برنامه ریزی صحیح در بخش‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، کاهش‌داد.

پیش بینی و پایش خشکسالی همچنین یکی از فاکتورهای مهم و کلیدی در مدیریت ریسک به ویژه در مناطق مستعد و در معرض خطرخشکسالی است (حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-۳- هدف از انجام تحقیق

خشکسالی پدیده‌ای در محدوده‌ی زمانی معین است که تمدن در طول تاریخ به آن گرفتار شده‌است (هایم، ۲۰۰۲). کشاورزی ذاتاً امری پر مخاطره است و اغلب اولین بخش تحت تأثیر شروع خشکسالی است زیرا به بارش و ذخیره رطوبت خاک در طول مراحل مختلف رشد (ناراسیمهان و سرینیواسان، ۲۰۰۵) بستگی دارد. خشکسالی یک اختلال موقتی از شرایط عادی اقلیمی است، بنابراین می‌تواند به میزان قابل توجهی از یک منطقه به دیگر متفاوت باشد. خشکسالی یکی از هزینه برترین بلایای جهانی است و تعداد بسیار زیادی از مردم هر ساله تحت تأثیر آن قرارمی‌گیرند (ویلهایت، ۲۰۰۰).

به عنوان مثال، در ایالات متحده خشکسالی تلفات گسترده‌ی اقتصادی را نسبت به دیگرحوادث طبیعی در بخش کشاورزی بوجود آورده است. منبع عمده صدمات بیمه‌ی محصول به دلیل تلفات محصول بین سال های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹، بالغ بر ۳،۱۵ میلیارد دلار تخمین زده شد (فرایسس و همکاران، ۲۰۱۰).

همان‌طور که ذکر شد در ایران متأسفانه به دلیل نواقص موجود در سیستم‌های جمع‌آوری داده، عدم کاربرد صحیح این اطلاعات توسط تصمیم‌گیرندگان و مسئولین امر در مناطق مستعد خشکسالی و برنامه-ریزی‌های مدیریتی نامناسب، سبب شده مدیریت خشکسالی درتمام بخش‌های ذی ربط به خوبی اجرا نشود، در نتیجه میزان آسیب‌پذیری و ظهور خسارات ناشی از این بلیه طبیعی شدیداً افزایش یافته است.

یکی از گام‌های لازم و ضروری در مطالعات خشکسالی در هر منطقه، تعیین شاخص‌هایی است که براساس آن‌ها بتوان مقدار و شدت تداوم خشکسالی را در آن منطقه مورد ارزیابی قرارداد. شاخص‌های خشکسالی برای توصیف متغیرهای اندازه، مدت، شدت و میزان گستره مکانی خشکسالی بکارمی‌روند. شاخص‌های نمونه بر روی متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی مانند بارش، جریانات آبی، رطوبت خاک، ذخیره‌سازی مخزن و سطح آب‌های زیرزمینی تمرکزدارند (استینمن و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از این شاخص-ها، شاخص شدت خشکسالی پالمر(PDSI) است. این شاخص یکی از بهترین شاخص‌های شناخته شده برای پیش‌بینی و پایش خشکسالی است. هر چند انتقاداتی به دلیل پارامترهای دخیل مورد محاسبه در این

شاخص توسط برخی از محققین، ذکرشده‌است، اما این شاخص همواره در سطح وسیعی توسط متخصصین در سراسر دنیا در حال استفاده‌می‌باشد. به دلیل فرضیات متعدد در این شاخص محاسبات مربوط به آن زمان‌بر است. در این نوشتار سعی بر آن است تا با برنامه‌ای مدون این شاخص به عنوان الگویی معتبر و کاربردی، مورد استفاده قرارگیرد.

در سطح کشور چندین پروژه به منظور پایش خشکسالی و پیش‌بینی آن توسط مدل‌های گردش عمومی جو انجام گرفته‌است. گاه از مدل‌های ساده وگاه از مدل‌های جفت شده استفاده‌شده‌است. هر یک از این پروژه‌ها سرانجام با استفاده از مدل‌های موجود به تشریح شاخص‌های SPI، دهک و یا سایر شاخص‌ها به استثنای شاخص PDSI پرداخته‌اند. در این پروژه سعی می‌شود تا با استفاده از مدل‌های گردش عمومی و ریز مقیاس نمایی آماری، پیش‌بینی خشکسالی توسط شاخص شدت خشکسالی پالمر طی سی‌سال آینده مورد بررسی قرارگیرد. به علاوه در بخش نرم افزاری و اجرای مدل‌های مورد استفاده به دلیل اهمیت مدل-های گردش عمومی جو و دقت و قابلیت اطمینان این مدل‌ها سعی خواهد شد تا ورودی و خروجی این مدل-ها حتی‌المقدور به خوبی ارزیابی و اجرا شوند.

۱-۴- فرضیات انجام تحقیق

خشکسالی به عنوان دوره‌ای فصلی، یک ساله یا بیشتر، از کمبود بارندگی نسبت به متوسط آماری چند ساله برای یک منطقه تعریف شده است. این امر یکی از ویژگی‌های طبیعی و مکرر اقلیم است و در هر جای دنیا ممکن است در تمامی مناطق اقلیمی رخ دهد. البته ویژگی‌ها و یا خصوصیات آن، از منطقه‌ای به منطقه-ی دیگر متفاوت است (پاریشاد، ۲۰۰۸). برای ارزیابی و بررسی روند تغییرات خشکسالی از شاخص‌هایی استفاده‌می‌کنیم که این تغییرات کیفی به صورت کمی بیان‌شوند. از جمله این شاخص‌ها، PDSI می‌باشد. این شاخص در سال ۱۹۶۵ توسط پالمر ابداع شد و مفهوم اساسی آن براساس دما و بارش و همچنین رطوبت خاک استوارمی‌باشد. این شاخص در مقیاس زمانی ماهیانه به کار می‌رود و فاکتورهای اساسی مورد نیاز جهت

محاسبه این شاخص شامل دما، بارش، رطوبت خاک و تبخیر و تعرق طی محاسبه فرمول‌های فراوان و نسبتاً پیچیده می‌باشد. با توجه به اهمیت محاسبه و تعیین این شاخص فرضیات زیر مدنظر هستند:

الف- با استفاده ازمدل‌های گردش عمومی، امکان شبیه سازی متغیرهای شاخص PDSI وجوددارد.

ب- به کمک شاخص PDSI و مدل‌های ریزمقیاس امکان پایش خشکسالی در میسراست.

فصل دوم : مرورمنابع و مبانی نظری تحقیق

۲-۱- پیش‌گفتار

خشکسالی یک پدیده اقلیمی جدی است که تقریباً در تمام مناطق آب و هوایی در جهان رخ می‌دهد، و یکی از هزینه‌برترین بلایای جهانی است و تعداد بسیار زیادی از مردم هر ساله تحت تأثیر آن قرارمی‌گیرند (بورک و همکاران، ۲۰۰۶). خشکسالی پدیده‌ای بلندمدت است که باعث خسارت‌های قابل توجهی در زندگی بشر و زیان‌های اقتصادی می‌شود. این پدیده نقش مهمی در بسیاری از امور انسانی بازی می‌کند. خشکسالی نسبت به سایر خطرات طبیعی در عمل متفاوت است. خشکسالی، خطری با شروع کند است که اغلب به عنوان پدیده‌ای خزنده به آن اشاره شده‌است. به دلیل ماهیت خزنده آن، اثراتش به آرامی در طی یک دوره قابل توجه از زمان تجمع می‌یابد و تعیین شروع و پایانش دشوار است (فرایسس و همکاران، ۲۰۱۰). از این‌رو دانشمندان علوم مختلف با ایجاد و تدوین روش‌های بنیادی سعی در شناخت این پدیده‌ی پیچیده دارند. یکی از روش‌هایی که امروزه برای تحلیل، پایش و پیش‌بینی خشکسالی بکار می‌رود، استفاده از مدل‌های جهانی گردش عمومی یا همان GCM است. با بکار بردن خروجی این مدل‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها تحت