بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحدتهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی عمران

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

گرایش مهندسی عمران (آب)

عنوان :

توسعه شاخص ترکیبی خشکسالی بابهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی

استادراهنما:

جناب آقای دکترشهاب عراقی نژاد

استاد مشاور:

سرکارخانم دکتر بنفشه زهرائی

پژوهشگر:

هاجر نیک قلب

زمستان ۱۳۸۹

سپاسگذاری

اکنون که مراحل انجام این پایان‌نامه به اتمام رسیده است، ضمن سپاسگذاری به درگاه خداوند متعال، بر خود واجب می‌دانم از زحمات استاد گرامی، آقای دکتر شهاب عراقی نژاد که در تمامی مراحل انجام این پایان نامه از راهنمایی ایشان بهره مند شدم، نهایت تقدیر و تشکر را به عمل آورم. ایشان نه تنها در امر راهنمایی این‌جانب برای انجام این پایان‌نامه از هیچ تلاشی دریغ نکردند، بلکه از نظر اخلاقی و حرفه‌ای مرا با مسائلی آشنا نمودند که همواره سعی خواهم کرد در زندگی شخصی و کاری خود آنها را به کار گیرم و همواره الگویی برای من در همه عرصه‌های زندگی خواهند بود. همچنین از زحمات بی دریغ و توجهات خانم دکتر بنفشه زهرایی که بسیار دلسوزانه با راهنمایی‌ها و مشاوره‌های ارزنده خودشان در طول انجام تحقیق گره‌گشای بسیاری از مشکلات این‌جانب بودند بی نهایت سپاسگذارم . همچنین وظیفه خود می‌دانم که از لطف جناب آقای دکتر صادقیان که زحمت داوری پایان نامه را برعهده داشتند و در طول دوران تحصیل همواره تجربیات گرانقدرشان را در اختیار اینجانب قرار دادند، کمال تشکر را به عمل بیاورم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲- تعریف مساله: ٤

۱-۲-۱- خشکسالی هواشناسی ٦

۱-۲-۲- خشکسالی زراعی ٦

۱-۲-۳- خشکسالی هیدرولوژیکی ۷

۱-۲-٤- خشکسالی اجتماعی- اقتصادی ۹

۱-۳- اهداف تحقیق ۱۰

۱-٤- نوآوری های تحقیق: ۱۱

۱-۵- الگوریتم تحقیق ۱۳

۱-٦- سازمان دهی فصول پایان نامه ٦۹

فصل دوم: سوابق مطالعاتی

۲-۱- مقدمه ۷۱

۲-۲- خشکسالی اقلیمی ۷۲

۲-۳- خشکسالی هیدرولوژیکی ۷۲

۲-٤- خشکسالی اقتصادی – اجتماعی ۷٤

۲-۵- خشکسالی زراعی ۷٤

۲-٦- خشکسالی منطقه‌ای ۷۵

۲-۷- مدیریت خشکسالی ۷۹

۲-۸- تحقیقات مرتبط با به کار گیری روش AHP فازی (FAHP) در مباحث مدیریت منابع‌آب ۸۱

۲-۹- جمع بندی ۸۲

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مقدمه ۸۵
۳-۲- تعاریف خشکسالی ۸۷
۳-۲-۱- تعریف مفهومی خشکسالی ۸۷
۳-۲-۲- تعریف عملیاتی خشکسالی ۸۷
۳-۲-۳- مؤلفه‌های خشکسالی ۸۷
۳-۲-٤- خشکسالی هواشناسی ۸۸
۳-۲-٥- خشکسالی زراعی ۸۸
۳-۲-٦- خشکسالی هیدرولوژیکی ۸۹
۳-۲-۷- خشکسالی هیدرولوژیکی و کاربری اراضی ۸۹
۳-۲-۷- بخش‌های متأثر از خشکسالی به ترتیب شدت اثر ۹۰
۳-۲-۸- خشکسالی اجتماعی- اقتصادی ۹۰
۳-۳-پایش خشکسالی ۹۱
۳-۳-۱- شاخص‌های خشکسالی ۹۲
۳-٤- تصمیم‌گیری چند معیاره ۹۸
۳-٤-۱- دسته بندی MCDM ۹۸
۳-٤-۲- روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه ۹۹
۳-٤-۳- اطمینان و عدم اطمینان ۹۹
۳-٤-٤-۲- گزینه‌ها ۱۰۱
۳-٤-٥- ارزیابی معیارها ۱۰۱
۳-٤-٦- قاعدهٔ تصمیم‌گیری ۱۰۲

۳-٤-۷- استاندارد کردن مقادیر جدول تصمیم‌گیری (نرمال کردن) ۱۰۲
۳-٤-۸- اولویت‌دهی به معیارها ۱۰۳
۳-٤-۸-۱- امتیازدهی مستقیم ۱۰۳
۳-٤-۸-۲- وزن‌دهی اتفاقی ۱۰٤
۳-٤-۸-۳- وزن‌دهی از طریق مقادیر قابل انتظار ۱۰٤
۳-٤-۸-٤- وزن‌دهی مقادیر حدی ۱۰۵
۳-٤-۸-۵- روش مقایسه‌ای جفتی یا دو به دو ۱۰۵
۳-٤-۹- عدم قطعیت ۱۰۵
۳-٤-۹-۱- مدل‌سازی عدم قطعیت ۱۰٦
۳-٤-۱۰- تصمیم‌گیری فازی ۱۰۷
۳-٤-۱۰-۱- مجموعه‌های فازی ۱۰۸
۳-٤-۱۰-۲- تابع عضویت ۱۰۸
۳-٤-۱۰- تصمیم‌گیری ۱۱۰
۳-٤-۱۰-۱- روش تجمیع وزن‌ها ۱۱۱
۳-۵- سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) ۱۱۱
۳-۵-۱- تحلیل گر مکانی ۱۱۲
۳-٦- تصمیم گیری چند معیاره مکانی(SMCDM) ۱۱۳
۳-٦-۱- استخراج نقشه های معیار قابل مقایسه و در تناسب با هم ۱۱۳
۳-٦-۱-۱- تبدیل مقیاس خطی ۱۱٤
۳-۷- روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی(FAHP) ۱۱٤
۳-۸- برآورد شاخص ترکیبی خشکسالی ۱۱۹
۳-۸-۳- پردازش داده ها ۱۱۹

۳-۸-۳-۱- محاسبه SPI ۱۱۹
۳-۸-۳-۱-۱- رسم منحنی های همباران و تعیین بارش متوسط سالانه هرزیرحوضه ۱۱۹
۳-۸-۳-۱-۲-تعیین یک ایستگاه به عنوان معرف برای هر زیرحوضه ۱۱۹
۳-۸-۳-۱-۳- محاسبه شاخص بارش استاندارد برای هر زیرحوضه ۱۲۰
۳-۸-۳-۲- محاسبه SWSI ۱۲۰
۳-۸-۳-۲-۱- انجام آزمون روند من- کندال برای آمار ماهانه ایستگاههای هیدرومتری ۱۲۰
۳-۸-۳-۲-۲- محاسبه متوسط مقادیر آبدهی ایستگاههای هیدرومتری هر زیرحوضه ۱۲۲
۳-۸-۳-۳-محاسبه حجم آب مخزن و کمبود آب کشاورزی ۱۲۲
۳-۸-۳-۳-۱- شبیه سازی در نرم افزار WEAP ۱۲۲
۳-۸-۳-۳-۲- مدل WEAP ۱۲۲
۳-۸-۳-٤- مکانی نمودن پارامترهای حجم آب مخازن و کمبود آب کشاورزی در محدوده هر زیرحوضه ۱۲۳
۳-۸-٤- محاسبه شاخص ترکیبی خشکسالی ۱۲٤
۳-۸-٤-۱- مقایسه معیارهای استاتیک و تعیین وزن آنها ۱۲٤
۳-۸-٤-۲- مقایسه معیارهای دینامیک و تعیین وزن آنها ۱۲٤
۳-۸-٤-۲-۱- وزن معیارهای دینامیک سطح اول ۱۲٤
۳-۸-٤-۲-۲- وزن معیارهای دینامیک سطح دوم ۱۲۵
۳-۸-٤-۲-۳- محاسبه HDI ۱۲۵
۳-۸-۵- تعیین سالها و فصل های خشک ۱۲۵
۳-۸-۵-۱- زنجیره مارکف ۱۲۵
۳-۸-٦-پایش خشکسالی با استفاده از HDI ۱۲٦
۳-۹- جمع بندی ۱۲٦

فصل چهارم: مطالعه موردی و ارائه نتایج

٤-١- مقدمه ١٢٩

٤-٢-معرفی حوضه آبریز مورد بررسی ١٣٠

٤-٢-١-آب و هوا و اقلیم ١٣٢

٤-٢-٢-سدهای مخزنی موجود در حوضه ١٣٢

٤-٣- آمار و اطلاعات مورد نیاز ١٣٢

٤-٣-١- اطلاعات هواشناسی ١٣٣

٤-٣-٢- اطلاعات هیدرومتری ١٣٣

٤-٣-٣-افت آب زیرزمینی ١٣٦

٤-٣-٤- نیاز ماهانه کشاورزی در پای سدها ١٣٦

٤-٣-٥- سایر اطلاعات مورد نیاز ١٣٦

٤-٤- محاسبه شاخص ترکیبی خشکسالی (HDI) ١٣٩

٤-٤-١- تعیین معیارها و شاخصهای مسئله تصمیمگیری فازی ١٣٩

٤-٤-٢- تعیین واحدهای مطالعاتی ١٤١

٤-٤-٣- محاسبه معیارهای استاتیکی ١٤١

٤-٤-٤- محاسبه معیارهای دسته دوم (معیارهای دینامیک) ١٥٣

٤-٤-٤-١- محاسبه شاخص بارش استاندارد ١٥٣

٤-٤-٤-٢- محاسبه شاخص تامین آبهای سطحی (SWSI) ١٥٦

٤-٤-٤-٣- محاسبه شاخصهای کمبود آب کشاورزی و حجم آب مخازن ١٥٦

٤-٤-٥- محاسبه وزن معیارهای دینامیک (دسته دوم) ١٥٨

٤-٤-٦- محاسبه وزن خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی ١٦٠

٤-٤-٧- محاسبه شاخص ترکیبی خشکسالی (HDI) ١٦١

٤-٤-٨- تعیین سالها و ماههای خشک به عنوان مبنا ١٦١
٤-٥- تقسیمبندی شاخص HDI ١٦١
٤-٦- پایش خشکسالی در حوضه آبریز گرگانرود – قرهسو ١٦٢
٤-٧- نتیجه‌گیری ١٦٧

فصل پنجم: جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات

٥-١- جمع بندی تحقیق ١٧٨

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۳ – ۱) طبقه‌بندی دوره‌های خشکسالی و تر سالی بر اساس SPI ۹۵

جدول (۳ – ۲) وضعیت خشکسالی متناظر با مقادیر شاخص SWSI ۹۸

جدول ۳–۳– نمونه ای از اعداد فازی تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی ۱۱۶

جدول شماره (٤–۱): مشخصات ایستگاههای هواشناسی حوضه گرگانرود – قره سو ۱۳۳

جدول شماره (٤–۲): موقعیت ایستگاههای هیدرومتری مورد استفاده در حوضه قره سو – گرگانرود ۱۳٤

جدول شماره (٤–۳): افت آب زیرزمینی در مناطق مختلف حوضه آبریز گرگانرود ۱۳۷

جدول شماره (٤–٤): ارزش اقتصادی آب در شهرهای حوضه آبریز قره سو – گرگانرود ۱۳۷

جدول (٤–٦) :مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره۱ ..... ۱٤۳

جدول(٤–۷) :مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره۲ ..... ۱٤٤

جدول ٤–۸– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره۳ ..... ۱٤٥

جدول ٤–۹– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره٤ ..... ۱٤٦

جدول ٤–۱۰– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره٥ ..... ۱٤۷

جدول ٤–۱۱– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره٦ ..... ۱٤۸

جدول ٤–۱۲– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره۷ ..... ۱٤۹

جدول ٤–۱۳– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره۸ ..... ۱٥۰

جدول ٤–۱٤– مقایسه زوجی فازی بین معیارهای استاتیکی در زیرحوضه شماره۹ ..... ۱٥۱

جدول ٤–۱٥–وزن نهایی زیرحوضه ها از دیدگاه معیارهای استاتیکی به شکل فازی ۱٥۲

جدول ٤–۱٦–بارش متوسط سالانه در زیرحوضه های مختلف ۱٥٥

جدول شماره (٤–۱۷): ایستگاههای معرف بارندگی در حوضه آبریز قره سو – گرگانرود ۱٥٥

جدول ٤–۱۸– وزن نهایی معیارهای دینامیکی از دیدگاه خشکسالی کشاورزی ۱٥۹

جدول ٤–۱۹– وزن نهایی معیارهای دینامیکی از دیدگاه خشکسالی هیدرولوژیکی ۱٥۹

جدول ٤–۲۰– وزن نهایی خشکسالی های مختلف در زیرحوضه های مورد مطالعه ۱٦۰

جدول٤-٢١-مقادیر HDI در بازه های زمانی ماهانه و فصلی در حوضه آبریز گرگانرود- قره سو ١٦٣
جدول ٤-٢٢- احتمال وقوع حالت های مختلف با استفاده از زنجیره مارکف برای ماهها و فصل های سال..... ١٦٤
جدول ٤-٢٣- سالهای منتخب دارای ترسالی و خشکسالی ١٦٥
جدول شماره ٤-٢٤- شاخص استاندارد شده بارندگی(SPI)..... ١٦٦

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- الگوریتم تحقیق ۱۵

شکل (۳ - ۱). چگونگی تعیین شاخص SPI (کارآموز و عراقی نژاد، ۱۳۸٤) ۹۵

شکل ۳-۲- شکل شماتیک جدول ارزیابی ۱۰۰

شکل۳-۳- تابع عضویت درجهٔ حرارت مناسب در استخر (۲۰۰۵، VAN BEEK و LOUCKS) ۱۰۹

شکل۳-٤- تابع عضویت برای درجهٔ مناسب آب استخر(۲۰۰۵، VAN BEEK و LOUCKS)... ۱۰۹

شکل ۳-۵ تابع عضویت فازی برای متغیرهای زبانی ۱۱٦

شکل (٤-۱): نمودار سلسله مراتبی محاسبه شاخص ترکیبی خشکسالی ۱٤۰

شکل (٤-۲): توپولوژی حوضه آبریز قره سو – گرگانرود در نرم افزار WEAP ۱۵۷

فهرست نقشه‌ها

عنوان **صفحه**

نقشه شماره ٤-١- موقعیت حوضه آبریز قره سو- گرگانرو در ایران ۱۳۱

نقشه شماره (٤-٢): موقعیت سدها، ایستگاههای هواشناسی و ایستگاههای هیدرومتری..... ۱۳۵

نقشه شماره (٤-٣): رتبهبندی مناطق از نظر اهمیت اکولوژیکی و کیفیت آب..... ۱۳۸

نقشه ٤-٥- خطوط همباران در محدوده طرح ۱٥٤

نقشه شماره ٤-٦- پایش خشکسالی در سال ۱۳۷۹ در تمام ماهها و فصل های سال ۱٦۸

نقشه شماره ٤-٧- وضعیت پایش خشکسالی در سال ۱۳٥٦ برای تمام ماهها و فصل های سال.... ۱۷۱

نقشه شماره ٤-٨- وضعیت پایش خشکسالی در سال ۱۳۷۱(سال تر) برای تمام ماههاو فصل های سال..... ۱۷٤

چکیده

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

همه ما یادمان هست اول دبستان که بودیم، اولین کلمه ای را که شروع به نوشتن کردیم "آب" بود و سپس جمله "بابا آب داد" را آموختیم و از همان موقع یاد گرفتیم که در مصرف بی رویه این ماده تجدید شونده در طبیعت کوتاهی نکنیم. اما کاش همان کسانی که آن روز جمله "بابا آب داد" را به ما آموختند، به ما می‌آموختند که "آب محدود است".

آب یکی از مقدس ترین عناصر طبیعی نزد ایرانیان باستان به شمار می رفته است. بر طبق باورهای اساطیری ایرانیان باستان، آب در گاهنبار دوم، از گاهنبارهای ششگانه آفرینش، آفریده شده است. بر طبق این باورها، آفرینش آب پس از آفرینش آسمان و پیش از آفرینش سایر موجودات صورت پذیرفته است:

« و نخستین چیزی که قبل از جانوران آفرید، آب بود و آسمان. خدا بر آب بود و چون خواست که خلق را بیافریند، از آن بخاری بیرون آورد و بخار بالای آب برآمد و آن را آسمان نامید.آن گاه آب را بخشکانید و آن را زمین کرد. آن گاه زمین را بشکافت و هفت زمین کرد...»

همچنین با نگاهی در تاریخ گذشتگانمان در می یابیم که نیاکان ما نیز از خطرات خشکسالی آگاه بوده و با هم ردیف قرار دادن آن با دشمن بیگانه خطرات آن را از نزدیک لمس کرده بودند؛ همچنانکه این جمله مشهور از آرزونامهٔ داریوش هخامنشی در تخت جمشید، مؤید این مطلب است:

"ای اهورا مزدا، به این کشور نیاید، نه سپاه دشمن، نه خشکسالی و نه دروغ"

کشور ایران به خاطر واقع شدن در زمره‌ی کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان و تغییرات اقلیمی گسترده‌ای که در اکثر نقاط آن دیده می‌شود، همواره خسارات ناشی از خشکسالی زیادی را متحمل می‌شود با این وجود، تاکنون خشکسالی به اندازه سایر بحران های طبیعی از قبیل سیل، زلزله، طوفان و رانش زمین مورد توجه قرار نگرفته است. چراکه اکثر بلایای طبیعی طی دوره ای کوتاه خسارات سنگین مالی و جانی به جامعه وارد می کنند اما خسارات سنگین ناشی از بحران خشکسالی به صورت تدریجی و در مدت طولانی بروز می کند.

کم آبی و خشکسالی یک معضل جهانی است اما بسیاری از کشورها با راهکارهای مناسب آن را مهار کرده اند یا از شدت آن کاسته اند اما در کشور ما در حال تبدیل شدن به یک بحران شدید است. کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به یک میزان از خشکسالی آسیب نمی‌بینند و این نه به خاطر تفاوت در اقلیم آنها، بلکه به‌علت تفاوت در مدیریت آنهاست. بسیاری از کشورهای توسعه یافته از جمله ایالات متحده و استرالیا برنامه‌ریزی‌های بلندمدتی برای مبارزه با خشکسالی دارند اما درکشورهای در حال توسعه همچون کشور ما هنوز استراتژی های بلندمدت و مناسب برای مهار این پدیده به کار گرفته نشده است.

با تداوم بی‌توجهی به چنین بحرانی، کشور طی دهه‌های آینده ممکن است با نسل جدیدی از کسانی مواجه شود که در واقع به علت مشکلات زیست محیطی از بعضی شهر های کشوردر جهت تلاش برای جست‌وجوی آب و غذا، به ناچار شهرها و روستاهای خود را ترک کرده و بدین ترتیب موازنه زیست محیطی در شهرهای میزبان و در نهایت کشور را به مخاطره می‌اندازند. این در حالی است که بروز خشکسالی‌ها، معضلات اجتماعی، تورم و رکود اقتصادی وضعیت کشورما را آن قدر آسیب‌پذیر می‌نماید که در آینده نزدیک، بسیاری از کشاورزان توانایی تولید مواد غذایی کافی را نخواهند داشت.

به دلیل افزایش خسارتهای ناشی از خشکسالی، لزوم پایش در بررسی‌های مربوط به خشکسالی و برنامه‌ریزی برای مقابله با آن در سطح بین‌المللی، منطقه‌ای و محلی روز به روز بیشتر محسوس است.

پایش خشکسالی عبارتست از بررسی مشخصات خشکسالی‌های بوقوع پیوسته در یک منطقه (زمان شروع، خاتمه، شدت و دوره بازگشت) با استفاده از اطلاعات تاریخی ثبت شده در آن منطقه، بطوریکه نتایج بدست آمده در فرآیند پیش‌بینی خشکسالی قابل استفاده باشد. اطلاعات بدست آمده از پایش خشکسالی علاوه بر استفاده در پیش‌بینی‌ها، یک دیدگاه کلی از وضعیت اقلیمی و هیدرولوژیکی یک منطقه ارائه می‌دهد. به‌کمک این اطلاعات، می‌توان روندهای زمانی و توزیع مکانی پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی

را در منطقه مورد بررسی، شناسایی نمود. بدین ترتیب، نقاط آسیب‌پذیر منطقه و شرایطی که باعث ایجاد خسارت در منطقه می‌گردد، تعیین می‌شوند.

۱-۲- تعریف مساله:

خشکسالی یک آنومالی موقتی است ونباید با خشکی[1] که خاص نواحی با بارش کم بوده و خاصیت دائمی یک اقلیم است اشتباه شود. خشکسالی یک خسارت عادی ودر عین حال به لحاظ وقوع آن در طولانی مدت، یک پدیده‌ی ناخواسته است. خشکسالی نبایستی صرفاً یک پدیده فیزیکی یا یک واقعه طبیعی تلقی شود. خشکسالی ناشی از تقابل یک واقعه طبیعی (مثل بارش کمتر از میزان مورد انتظار که ویژگی عادی یک اقلیم است) با تقاضای مصرف آب است. معمولاً انسانها اثر خشکسالی را تشدید می‌کنند. نخستین گام در یک تحلیل علمی ، تعریف دقیق مؤلفه‌های مسأله مورد تحقیق می‌باشدکه این مستلزم این است که مسأله را از مسائل مربوط به آن جدا کرده و به طور صریح و روشنی آن را فرموله کنیم.مسأله خشکسالی نیز از این قاعده مستثنی نیست.روشن است که قبل از ارائه هر پیشنهادی در مورد تجزیه وتحلیل این پدیده ،لازم است که بدانیم مفهوم خشکسالی چیست؟

Yevjevich(1967) بیان داشته‌است که شکست در امر طرح تعریفی جامع و دقیق برای خشکسالی‌ها یکی از موانع اصلی تحقیقات مؤثر این نوع پدیده‌ها می‌باشد.

به طور کلی مشکل تعریف خشکسالی ناشی از نظریه‌ها و مفاهیم گاهاً متضادی هستند که در تحقیقات مختلف حاکم است. به عنوان مثال، یک هیدرولوژیست، خشکسالی را کاهش دبی جریان به کمتر از حد نرمال آن یا کاهش ذخیره مخزن تلقی می‌کند؛یا یک هواشناس، خشکسالی را بارش کمتر از حد نرمال باران یا برف در نظر می‌گیرد؛ همچنین از دیدگاه یک مهندس کشاورزی، خشکسالی به دوره‌ای اطلاق می‌شود که رطوبت خاک برای تأمین آب مورد نیاز گیاه ناکافی باشد و از دیدگاه یک اقتصاددان این پدیده دوره‌ای است که تأمین آب برای مصارف تولیدی و آشامیدنی مشکل باشد. به علاوه مفهوم خشکسالی با تغییرات اقلیمی نیز تغییر می‌کند. به عنوان مثال در لیبی خشکسالی به دوره‌ای اطلاق می شود که متوسط بارش

[1] *aridity*

سالانه کمتر از ۱۸۰ میلی‌متر باشد؛ ولی در بالی۲ ، شش روز بدون بارش را خشکسالی گویند. دو نوع تعریف اصلی برای خشکسالی قابل ذکر است: خشکسالی مفهومی و خشکسالی عملیاتی .

تعاریف مفهومی تحت عبارت کلی فرموله شده و به درک مفهوم خشکسالی کمک می‌کنند؛ اگر بخواهیم تعریفی مفهومی از خشکسالی داشته باشیم می‌توان چنین عنوان کرد که خشکسالی یک دوره کمبود بارش طولانی مدت است که باعث خسارت گسترده به محصول و کاهش میزان تولید نهایی آن می‌شود.

تعاریف مفهومی ممکن است در تدوین سیاست‌های خشکسالی حائز اهمیت باشند؛ به عنوان مثال سیاست مقابله با خشکسالی استرالیا، این است که باید درکی از تغییر اقلیم طبیعی را به تعریف آن مرتبط کرد. این کشور در مواقع خشکسالی علاوه بر شرایطی که در مدیریت بحران در نظر می‌گیرد، کمک مالی به کشاورزان را نیز تحت عنوان وضعیت اضطراری در برنامه‌ی خود دارد. تشخیص این وضعیت بر اساس ارزیابی‌های علمی انجام می‌گیرد.

تعریف عملیاتی کمک به تشخیص زمان شروع و خاتمه و درجه شدت خشکسالی می کند. برای تعیین شروع خشکسالی، تعاریف عملیاتی، درجه انحراف از متوسط بارش یا متوسط سایر متغیرهای اقلیمی را روی یک بازه زمانی، معین می‌کنند. معمولاً این کار با مقایسه شرایط جاری و شرایط متوسط تاریخی (که غالباً دوره‌ی آماری ۳۰ ساله است) انجام می‌گیرد. آستانه۳ ، که شروع یک خشکسالی محسوب می‌شود (به عنوان مثال ۷۵٪ از بارش متوسط در بازه زمانی مشخص) معمولاً به جای تکیه بر اصول و روابط دقیق آن با آثار و تبعات خشکسالی به طور تقریبی تخمین زده می‌شود.

یک تعریف عملیاتی برای کشاورزی ممکن است مقادیر روزانه بارش را با مقادیر تبخیر و تعرق مقایسه کند تا شدت تخلیه رطوبتی خاک را تعیین کرده و این روابط را در قالب فرمول‌های مربوط به آثار خشکسالی بر روی رفتار گیاهی (از جمله رشد و میزان محصول) در مراحل مختلف رشد بیان کند. تعریفی مثل تعریف فوق می‌تواند در ارزیابی عملیاتی شدت خشکسالی و تبعات آن با مدنظر قرار دادن متغیرهای هواشناسی، رطوبت خاک و شرایط محصول در طول فصل رشد که به طور پیوسته، تبعات بالقوه چنین شرایطی را در میزان تولید نهایی محصول بازنگری می‌کند مورد استفاده قرار گیرد.

تعریف عملیاتی همچنین در بررسی فراوانی، شدت و تداوم خشکسالی در یک دوره‌ی زمانی دلخواه کاربرد دارد. در هر حال این تعاریف، مستلزم داشتن داده‌های جوی و در صورت امکان داده‌های مربوط به

[2] *Bali*: منطقه‌ای در اندونزی

[3] Trigger

تبعات خشکسالی (بر میزان نهایی محصول) در مقیاس‌های ساعتی، روزانه یا ماهانه یا سایر گام‌های زمانی است که با توجه به ماهیت هر تعریفی، داده‌های مورد نیاز نیز متفاوت خواهند بود. تدوین یک اقلیم خشکسالی برای یک ناحیه خاص درک جامعی از خصوصیات آن و احتمال وقوع مجدد آن با شدت‌های مختلف را ارائه می‌دهد. اطلاعاتی از این نوع در توسعه راهبردهای کاهش تبعات و طرح‌های مقابله‌ای بسیار مفید خواهند بود.

از نقطه‌نظر سیستمی، خشکسالی در یک منطقه ناشی از ترکیب انواع خشکسالی‌ها می‌باشد که عبارتند از: خشکسالی هواشناسی، خشکسالی زراعی و خشکسالی هیدرولوژیکی.

۱-۲-۱- خشکسالی هواشناسی

خشکسالی هواشناسی معمولاً بر اساس درجه خشکی (در قیاس با مقدار نرمال) و تداوم دوره خشک تعریف می‌شود. از آنجائیکه شرایط جوی تعیین کننده کمبود بارش می‌باشند تعاریف خشکسالی هواشناسی باید برای منطقه مورد مطالعه به طور خاص در نظر گرفته شود. به عنوان مثال برخی از تعاریف بر اساس تعداد روزهایی صورت می‌گیرد که بارش کمتر از یک مقدار آستانه خاص باشد و تنها برای مناطقی که رژیم بارش آن‌ها از ویژگی تداوم در طول سال برخوردار می‌باشند مثل جنگلهای بارانی استوائی، اقلیم مرطوب زیر استوائی یا اقلیم مرطوب عرض‌های میانی، مناسب هستند. مناطقی مثل بندر انزلی در ایران، مانوس در برزیل، نیو اورلئان، لوئیزیانا در امریکا، لندن در انگلستان نمونه‌هایی از این مناطق هستند. سایر رژیم‌های اقلیمی با یک الگوی فصلی بارش مشخص می‌شوند؛ مثل ایالات متحده مرکزی، شمال شرقی برزیل، افریقای غربی، شمال استرالیا. دوره‌های طولانی بدون بارش در مناطق مرکزی و جنوب‌شرقی ایران، اوماها ، نبراسکا در امریکا، فورتالیزا ، سیبرا در برزیل و داروین در سرزمین شمالی استرالیا معمول است و تعریف بر پایه تعداد روزهای با بارش کمتر از یک مقدار آستانه مشخصی در این شرایط غیرواقعی است سایر تعریف‌ها ممکن است انحراف بارش واقعی از مقادیر متوسط ماهانه، فصلی یا سالانه را به هم ارتباط دهند.

۱-۲-۲- خشکسالی زراعی

خشکسالی زراعی، خصوصیات اقلیمی (یا هیدرولوژیکی) را به ضایعات کشاورزی مرتبط کرده و بر مواردی مثل کمبودهای بارش، اختلاف بین تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل، کمبود آبی خاک، کاهش