بارش و راهکارهای بهبود مدیریت مصرف آب

مطالعه موردی: شهرستان کنگاور

مصطفی حسین بابایی
کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی
آموزش و پرورش منطقهٔ گوگان

چکیده

در دهــهٔ اخیر، به‌ویژه در ســال‌های پایانی قرن بیســتم، آب و نحــوهٔ مدیریت آن به یــک دغدغهٔ بزرگ در بین کشــورها تبدیل شــده است. بارش یکی از اصلی‌ترین عناصر اقلیمی و از مهم‌ترین شــاخص‌های آب و هوایی در هر ناحیهٔ جغرافیایی است. از این‌رو بــه دلیل اهمیت بارش و تأثیر آن بر شــرایط محیــط و نقش آن در منابع آبی، بررســی نحوهٔ رفتار و احتمال وقوع آن می‌تواند مؤلفه‌ای اثرگذار در برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر و اســتفادهٔ بهینه از آن باشد. در این مطالعه ایســتگاه کنگاور با طول دورهٔ آماری (۲۰۰۵-۱۹۸۷) با هدف تعیین احتمال ریزش بارش ســالانه انتخاب شــده است. با کمک نرم‌افزارهای آمــاری(SPSS , Minitab) بارش کنگاور در سطوح مختلف احتمال، ضریب همبستگی بین بارش سالانه، بارش ماه‌های سال، رطوبت نسبی، درجه حرارت و معادلهٔ رگرسیون خطی به منظور پیش‌بینی بارندگی ایستگاه مورد مطالعه، برآورد شده است.

براساس نتایج تحقیق، بارش حدود ٤٥٠- ۳۸۰ میلی‌متر دارای تابع چگالی احتمال بیشــتری نســبت به دیگر مقادیر بارش است. ضریب همبســتگی دوازده ماه با بارش سالانه نیز نشان می‌دهد که ماه‌هــای آبان، دی و مهر بــه ترتیب با ارقــام ۰/۷۱، ۰/٥٤ و ۰/٤۸، بیشــترین تأثیر را در تغییرات باران سالانهٔ ایســتگاه کنگاور دارند. براساس شــاخص SPI درکنگاور هشت مورد خشک‌سالی ملایم با توالی دو و چهار ســاله رخ داده است. استنباط از مجموعهٔ نتایج حاکی از آن است که علاوه بر ویژگی خاص شاخص‌های پراکندگی و همبستگی، روند میزان بارش در کنگاور به طور کلی رو به کاهش گذاشــته و از این رو با احتمال بالای رویارویی با معضلات کم‌آبی در آینده، دقت نظر در مدیریت بهینه در مصرف آب (به طور عمده در بخش کشاورزی و مراکز سکونتگاهی از جمله شهر و روستا) از جمله اقدامات اولیه و اساسی در این زمینه است.

کلیدواژه‌ها: کنگاور، بارش، احتمال، همبستگی، مدیریت آب

مقدمه

در شــرایطی که ریشه‌کن کردن فقر شدید و گرسنگی، کاهش میزان مرگ و میر مادران و کودکان و تضمین پایداری محیط زیست از جمله اهداف توسعهٔ هزارهٔ سوم است و کمتر از چند سال به زمان تحقق آن در سال ۲۰۱۵ باقی مانده، جهان در آستانهٔ بحران [کمبود] آب قرار دارد و این بحران بیش از هر جنگی جان انسان‌ها را می‌گیرد (اســتبی، ۱۳۸۵). کاهش شدید منابع آبی در جهان بر افزایش تنش آبی محسوسی در شصت درصد از کشورهای جهان دلالت دارد و قسمت‌های وسیعی از آفریقا، آسیا، آمریکای لاتین را شامل می‌شود. پیش‌بینی می‌شــود که حدود هفت میلیارد نفر از جمعیت جهان در شصت کشور تا سال ۲۰۵۰ دچار کم‌آبی خواهند شد (کاسگرو و

ریجسبرمن[1]، ۲۰۰۰).

کشور ایران با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال که تقریباً یک‌سوم متوسط بارندگی جهان است، از این بحران به دور نیست. کشور ما به دلیل کمبود ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن در زمرهٔ کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد و از طرفی دیگر به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعهٔ بخش‌های اقتصادی، روزبه‌روز با افزایش تقاضای آب مواجه است که به طور قطع تهدید جدی برای مراکز سکونتگاهی، کشاورزی و صنعت به شمار می‌رود. همچنین جدا از مسئلهٔ کم‌آبی، سیلاب‌ها و خشک‌سالی‌های پی‌درپی و طاقت‌فرسا، از جمله تهدیدهای جدی بخش کشاورزی ایران به حساب می‌آیند.

بارش یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی هر منطقه به حساب می‌آید و نقش اصلی را در تأمین منابع آبی ایفا می‌کند. ویژگی اصلی بارش‌های ایران تغییرپذیری آن‌هاست و این تغییرپذیری از عوامل تولیدکنندهٔ آن نشئت می‌گیرد. در زمینه بارش، شرایط خشک‌سالی و مسائل مربوط به آب تحقیقاتی انجام گرفته است. ریحانی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی به بررسی پیامدهای اقتصادی استفاده از روش آبیاری تحت فشار به منظور مبارزه با شرایط کم‌آبی در شهر زنجان اقدام کرده‌اند و نتایج نشان داده است که بین سطح اجرای سیستم تحت فشار با، سطح تحصیلات، سن، مساحت اراضی زراعی، سابقهٔ فعالیت کشاورزی، تغییر در تعداد آبیار و تغییر در آب مازاد در سطح ۹۹ درصد رابطهٔ مثبت و معناداری وجود دارد. صفایی (۱۳۸۸) در مقاله‌ای با عنوان «تجارت آب مجازی: صرفه‌جویی جهانی در مصرف آب»، راهکار جهانی برای صرفه‌جویی را تجارت آب مجازی می‌داند.

مطابق اظهارات هواکسترا و هانگ (۲۰۰۲) بعد از کنفرانس دوبلین در سال ۱۹۹۲ این موضوع مورد پذیرش عموم واقع شد که آب منبعی گران‌بهاست و باید با آن به عنوان یک کالای اقتصادی رفتار شود. صارم‌پور و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی با عنوان تحلیل آماری بارش و احتمالات ریزش آن در شهر همدان با استفاده از روش‌های آماری (معادلهٔ تجربی ویبول، ضرایب همبستگی و مدل رگرسیونی) به بررسی شرایط بارش در ایستگاه مربوط پرداخته‌اند و نتایج حاکی از آن است که ماه‌های آذر، اسفند و فروردین در کلیهٔ سطوح احتمال دارای بارندگی بیشتری نسبت به دیگر ماه‌های سال هستند و ماه اسفند بیشترین تأثیر را در تغییرات بارش سالانه و منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی شهر همدان ایفا می‌کند.

ذوالفقاری (۱۳۷۷) با تقسیم دورهٔ آماری بارش سی‌سالهٔ غرب ایران به سه دورهٔ مستقل ده‌ساله، به محاسبهٔ مقادیر مطلق، درصد بارش فصل بهار و انحراف نرمال آن‌ها اقدام کرده و سپس با استفاده از تحلیل خوشه‌ای، چهار ناحیهٔ بارش برای منطقه مشخص کرده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که دورهٔ اول و دوم با افزایش بارندگی و دورهٔ سوم با کاهش بارندگی مواجه بوده است. در ناحیهٔ یک بارش فصل زمستان و در ناحیهٔ دو بارش فصل بهار از اهمیت بیشتری برخوردار است. شهرستان کنگاور با میانگین بارش حدود چهارصد میلی‌متر در سال اگرچه از میانگین بارش در سطح ملی بالاتر است، اما بر اساس آمارها روند میزان بارش در این شهرستان رو به کاهش است. از این رو به نظر می‌رسد در آیندهٔ نزدیک، بحران آب به یکی از مسائل اساسی این ناحیه تبدیل شود. اهمیت مسئله زمانی بیشتر خواهد شد که در کنار وقوع چنین بحرانی، افزایش میزان مصرف و ناکارآمدی مدیریت آب در این شهرستان را هم در نظر بگیریم، زیرا ادامهٔ روند کنونی الگوی مصرف در آب به ویژه نسل آینده را به طور جدی با تهدیدات اساسی مواجه خواهد کرد.

مواد و روش‌ها

به طور کلی نوع تحقیق کاربردی و از نظر ماهیت و روش تحقیق، توصیفی- همبستگی (همخوانی) است. در این تحقیق سعی بر این بوده است که بارش شهر کنگاور براساس مقادیر مختلف احتمال و روند تغییرات آن براساس روش‌های آماری تبیین شود تا بتوان براساس آن برای منابع آبی شهرستان برنامه‌ریزی کرد. برای انجام این بررسی و تعیین احتمالات و تغییرات بلندمدت از ایستگاه بارش کنگاور با طول دورهٔ آماری نوزده‌ساله (۱۹۸۷-۲۰۰۵) بهره گرفته شده است. ایستگاه هواشناسی کنگاور در عرض جغرافیایی ۳۰´ ° ۳٤ شمالی و طول جغرافیایی ۵۹´ ° ٤۷ شرقی واقع شده است.

به منظور تعیین احتمالات بارش و روند تغییرات بارش با استفاده از معادلهٔ تجربی ویبول، میانگین متحرک، همبستگی و مدل رگرسیون با کمک نرم‌افزارهای (اس‌پی‌اس‌اس و مینی‌تاب) به تحلیل آماری بارش شهر کنگاور پرداخته شده است. در این تحلیل، آمار توصیفی ایستگاه مورد نظر (جدول ۱) استخر و سپس با ترسیم نمودارهای میانگین متحرک، منحنی احتمال بارش سالانه و رگرسیون خطی، به ترتیب روند تغییرات بارش در دورهٔ آماری مشخص شده است. همچنین درصد احتمال وقوع بارش‌ها و نیز میزان اثری که عناصر اقلیمی رطوبت نسبی و دما بر میزان بارندگی سالانه در سطح منطقه می‌توانند داشته باشند تعیین شده و در نهایت مدل پیش‌بینی محاسبه و راهکارهای مناسب برای بهبود وضعیت آب ارائه شده است.

ویژگی‌های عمومی بارش سالانهٔ ایستگاه کنگاور

ویژگی‌های آماری بارش سالانهٔ کنگاور در جدول ۱ ارائه شده‌اند. فراسنج‌های ارائه شده در این جدول، شامل مقادیر مرکزی و مقیاس‌های پراکندگی برای کل دورهٔ نوزده‌ساله‌اند. میانگین سالانهٔ بارش در کنگاور ٤۰۰/۱٦ میلی‌متر است. ضریب تغییرات کم، معرف پایداری، نظم و ثبات و افت‌وخیزهای اقلیمی است، در حالی که ضریب تغییرات بالا معرف ناپایداری و عدم اعتماد است. ضریب تغییرات بارش کنگاور (۲٦/۷ درصد) است و میانه و میانگین به یکدیگر نزدیک‌اند که گویای تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال است. ضریب چولگی مثبت (۰/٦۲) نشان می‌دهد که بارش کنگاور از لحاظ شکل توزیع، به مقادیر پایین تمایل دارد. کشیدگی برای بیان تخت یا مرتفع بودن منحنی توزیع به کار می‌رود. ضریب کشیدگی مثبت (۰/۵۳) گویای وجود نقاط پرت بیشتر از میانگین

در داده‌هاست. مشـــخصهٔ نرمال بودن توزیع داده‌ها براساس آزمون کولموگروف- اســمیرنوف مورد برررسی قرار گرفته است. مقدار احتمال برای آزمون با فرض نرمال بودن با سطح اطمینان ۰/۹۹ برابر P =۰/۹۷ است (مهدوی، ۱۳۸۳).

جدول ۱ : ویژگی‌های آماری بارش کنگاور

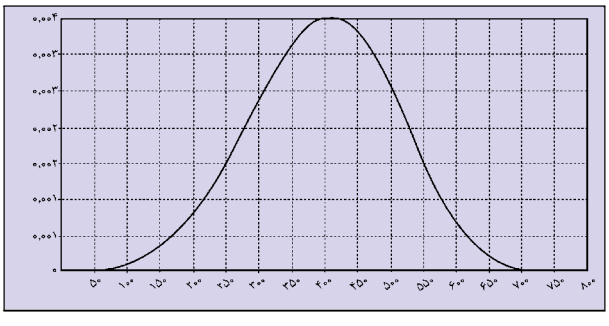
فراسنج	ارزش	فراسنج	ارزش
دورهٔ آماری	۱۹۸۷- ۲۰۰۵	حداکثر	٦٦٢/٢
طول دورهٔ آماری	۱۹ سال	دامنه	٤٤٠/٢
میانگین	٤٠٠/١٦	کشیدگی	۰/۵۳
واریانس	١١٤٣٧/٥٩	چولگی	۰/٦٢
انحراف معیار	١٠٦/٩٤	مد	٢٢٢
ضریب تغییرات ۰/۰	٢٦/٧	میانه	٤٠٠/٨
حداقل	٢٢٢	چارک اول و دوم	٤٩٥/٩ - ٣١٥/١

منبع: یافته‌های محقق

بحث و بررسی

الف. احتمال وقوع مقادیر بارش سالانه

توزیــع بارندگی هر منطقه بیشــترین نقش را در هر نوع فعالیتی ایفــا می‌کند. بدین منظور برای تعیین احتمال بارندگی در ســال‌های مختلف از تابع چگالی احتمال اســتفاده می‌شــود. بــا در اختیار داشــتن آمار درازمدت بارندگی می‌توان احتمال بارندگی را به کمک روش‌های آماری به دست آورد. برای انجام این عمل با استفاده از فرمول تجربی ویبول $p = \frac{M}{N+1}$ که در آن P احتمال وقوع، M شــمارهٔ ردیف و N تعداد سال است (علیزاده، ۱۳۸۵)، مقادیر مختلف حداکثر بارندگی در ســطوح مختلف احتمال به دست آمده و نتایج آن در شکل ۱ نشــان داده شده است. همچنان که در نمودار ۱ دیده می‌شود، بیشترین احتمال وقوع به دامنهٔ مقادیر (۳۵۰– ٤٧٥ میلی‌متر) و کمترین تابع چگالی احتمال به دامنهٔ مقادیر (۲۲۲– ٦٠٠ میلی‌متر) تعلق دارد.



شکل ۱: نمودار تابع چگالی احتمال بارش سالانهٔ ایستگاه کنگاور (۱۹۸۷–۲۰۰۵)

ب. همبستگی بارندگی ماهانه و عناصر اقلیمی (دما و رطوبت نسبی) با بارش سالانه

مقادیر بارش در ماه‌های مختلف به یک اندازه در افزایش میزان بارندگی سالانه تأثیر ندارند. بدین منظور ضریب همبستگی ماه‌های مختلف با بارش ســالانه از معادلهٔ ۱ به دست می‌آید تا معلوم شود کدامین ماه بیشترین تأثیر را در تغییرات باران سالیانه دارد. همچنین مدل رگرسیونی ۲ به منظور پیش‌بینی مقادیر بارندگی سالانه برآورد شده است (جباری، ۱۳۸۵).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{x})(yi-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{x})^2 (yi-\bar{y})^2}} \qquad (1)$$

$$y=a+bx \qquad (2)$$

نتایج همبستگی در جدول شمارهٔ ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲: ضریب همبستگی بارندگی ماهانه و سالانهٔ شهر کنگاور

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	جولای	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
سال	۰/۱۸	۰/٥٤	۰/۲۳	۰/۲۹	۰/۱٤	-۰/۳۳	-۰/۱۳	۰/۲۲	-۰/۲٦	۰/٤٨	۰/۷۱	۰/۲۵

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، ترتیب تأثیر مقدار بارندگــی در ماه‌هــای مختلف ســال در افزایش باران ســالیانه بدین صورت اســت که نوامبر(آبان) با ضریب همبستگی ۰/۷۱ بیشــترین تأثیر را در تغییرات باران سالیانه دارد. بعد از این ماه، فوریه (دی) و اکتبر (مهر) به ترتیب با ضریب همبســتگی ۰/٥٤ و۰/٤٨ تغییرات بارندگی سالانه را توجیه می‌کنند. بنابراین میزان بارندگی ســالانه به‌گونه‌ای معنادار به میزان بارندگی این سه ماه (به ویژه آبان) بســتگی دارد. بنابراین معادلهٔ پیش‌بینی بارندگی سالیانهٔ شهر کنگاور به صورت زیر خواهد بود:

$$Y=250.9+1.05oct + 0.93nov+1.31feb$$

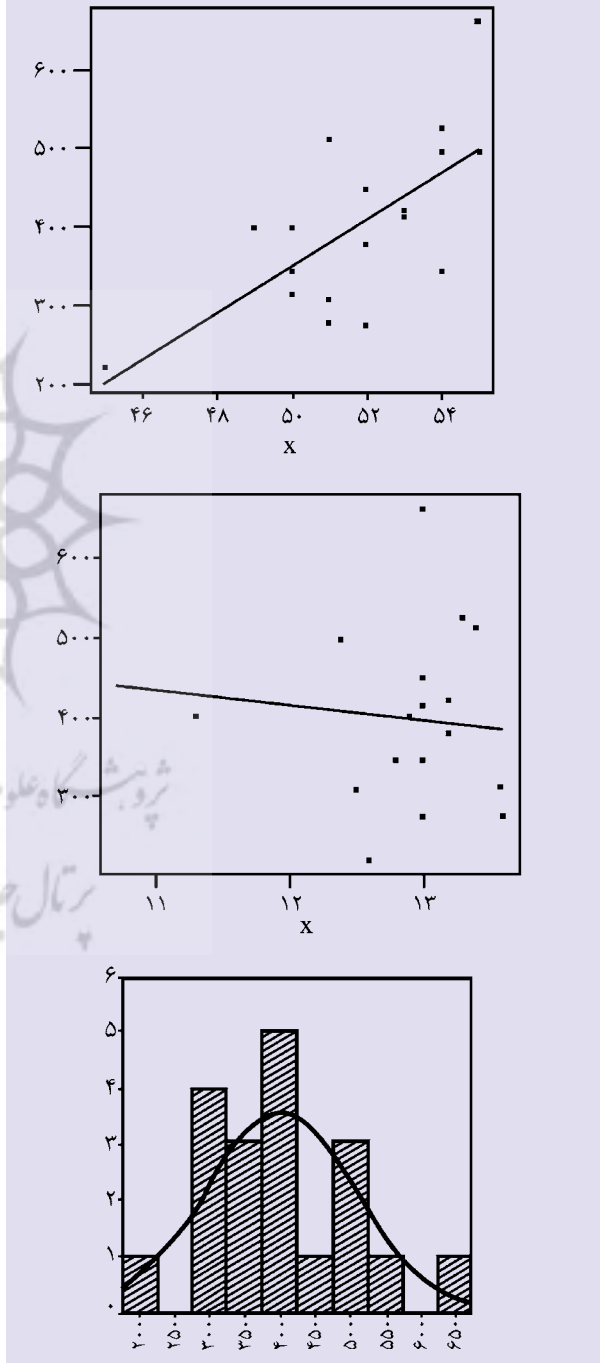
در رابطهٔ فوق y بارندگی سالانه، b ضریب متغیرها یا شیب خط و a عرض از مبدأ اســت کــه ۲۵۰/۹ خواهد بود. بنابراین با اســتفاده از معادلهٔ رگرسیون فوق و داشــتن بارندگی سه ماه مذکــور می‌توان میزان بارندگی ســالیانه را پیش‌بینی کرد. میزان ضریــب تعیین (R^2) برای ســه ماه فوق با بارش ســالانه ۰/۸۵ درصد است.

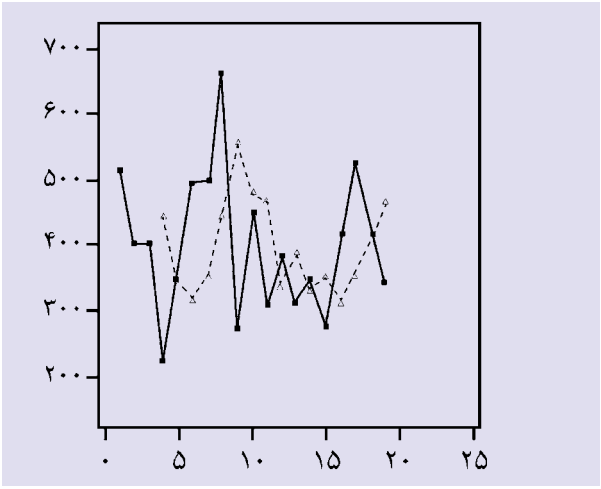
ضریب همبســتگی بیــن متغیرهای بــارش، درجه حرارت و رطوبــت نســبی در جدول ۳ نشــان داده شــده اســت. مدل رگرســیونی بین متغیرهای فوق با استفاده از روش پیرسون نیز محاسبه شده است.

جدول ۳: ضریب همبستگی بارندگی سالانه، دما و رطوبت نسبی سالانهٔ شهر کنگاور

پارامترهای اقلیمی	درجه‌حرارت سالانه	رطوبت نسبی سالانه	بارش سالانه
بارش (mm)	-۰/۱۳	۰/۶۷	۱
رطوبت نسبی (mm)	-۰/۱۲	۱	۰/۶۷
درجه‌حرارت (mm)	۱	-۰/۱۲	-۰/۱۳

شکل ۲: نمودار رگرسیون، هیستوگرام و میانگین متحرک سه‌سالهٔ بارش سالانهٔ ایستگاه‌کنگاور





معادلهٔ پیش‌بینی بارندگی سالانهٔ شـهر کنگاور با جای‌گذاری مقادیر دما و رطوبت نسبی به صورت زیر است. میزان ضریب تعیین (R^2) ۰/۶۸ درصد اسـت. در این مدل x_1 رطوبت نسبی، x^2 دما و Y بارش سالانه است.

$$Y= - 1032.6+29.57_{x1}+(-7.3)_{x2}$$

پ) شاخص توزیع استاندارد بارش (SPI)

خشک‌سـالی یکی از پدیده‌های اقلیمی اسـت که در کشور ایران به اشـکال متفاوت دیده می‌شـود. این پدیده محدودیت و کمبود منابع آب شـیرین، محدودیت رشد گیاهان زراعی و غیر زراعی، آلودگی محیط زیسـت، تغییر گونه‌هـا، فقر و قحطی را باعث خواهد شـد. خشک‌سالی شامل یک دورهٔ پیوسته و پایدار (از چند ماه تا چندین سـال) اسـت که در این دوره مقدار آب موجود و منابع آبـی به حد قابل توجهی کاهش می‌یابد و دچار کمبود می‌شود (بارن[۲]، ۱۹۸۵).

شـاخصی که به منظور تجزیه و تحلیل بارش کنگاور به کار گرفته شده، توزیع استاندارد بارش است. بدین منظور ابتدا داده‌های بـارش حقیقی تبدیل به داده‌های SPI شـده که برای این منظور از معادلهٔ زیر استفاده شده است:

$$SPI = \frac{P_{ik} - \overline{P_i}}{\sigma_i} \qquad (۳)$$

در معادلهٔ فوق (مک‌کی در سـال ۱۹۹۳ نمایهٔ SPI را ارائه کرده است):

SPI: نمایهٔ بارش استانداردشده

P_{ik}: مقادیر بارش i امین ایستگاه در k امین مشاهده به میلی‌متر

$\overline{P_i}$: میانگین بارش i امین ایستگاه به میلی‌متر

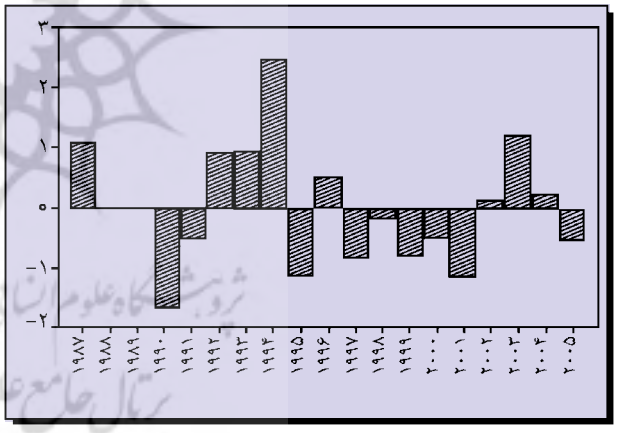
σ_i: انحراف معیار داده‌های بارش i امین ایستگاه

برای طبقه‌بندی شـدت بارش‌ها از مقیـاس طبقه‌بندی SPI به شرح جدول زیر استفاده شده است.

جدول ٤: مقیاس طبقه‌بندی شدت خشک‌سالی براساس نمایه SPI

طبقه	خشک‌سالی ملایم	خشک‌سالی متوسط	خشک‌سالی شدید	خشک‌سالی خیلی شدید
مقدار SPI	۰ تا ۰/۹۹-	۱- تا ۱/٤۹-	۱/۵- تا ۱/۹۹-	۲- و کمتر

شـاخص اسـتاندارد بارش برای ایسـتگاه مورد مطالعه در سطح سـالانه انجام گرفته است که می‌توان نتایج حاصل از این شـاخص را در شکل ۳ مشـاهده کرد. بر اساس نمودار SPI در ایسـتگاه کنگاور در طـی دورهٔ آماری نوزده سـاله، یازده مورد خشک‌سالی اتفاق افتاده است که شدیدترین آن‌ها با مقدار SPI برابر۱/٦٦- در سـال ۱۹۹۰و ۱/۱۵- و ۱/۱٤- در سـال ۱۹۹۵ و ۲۰۰۱ رخ داده است. خشک‌سالی‌های این ایستگاه بر اساس SPI سالانه از نوع ملایم، متوسط و شدیدند، ولی خشک‌سالی خیلی شـدید در آن دیده نمی‌شود. هشت مورد خشک‌سالی ملایم، دو مورد خشک‌سـالی متوسـط و یک مورد خشک‌سالی شدید رخ داده اسـت. به لحاظ تداوم، دو خشک‌سـالی ملایم چهارساله و دو مورد خشک‌سـالی متوسط بدون توالی اتفاق افتاده است. در بعضی سال‌ها ترسالی نیز رخ داده، ولی نادر است.



شکل ۳. نمودار نمایش SPI سالانهٔ ایستگاه کنگاور

ت) نتیجه و ارائهٔ راهکارهای مناسب در جهت بهبود الگوی مدیریت و مصرف آب

بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین احتمال وقوع به دامنهٔ مقادیـر ۳۵۰- ٤۷۵ میلی‌متر و کمتریـن تابع چگالی احتمال به دامنـهٔ مقادیـر ۲۲۲-٦۰۰ میلی‌متر تعلـق دارد. تأثیر مقدار بارندگـی در ماه‌های مختلف سـال در افزایش باران سـالیانه بدین صورت است که نوامبر (آبان) با ضریب همبستگی ۰/۷۱ بیشترین تأثیر را در تغییرات باران سالیانه دارد. این، خود گواه آن خواهد بود که شرایط ایجاد بارش (رطوبت و عامل صعود همرفتی از نوع آدیابادیکی) در این ماه بیشـتر از دیگر ماه‌های سرد سال است. ضریب همبسـتگی بین متغیر وابستهٔ بارش و متغیرهای مسـتقل درجه حرارت و رطوبت نسبی نشان داد که عامـل اصلی کاهـش بارش‌ها در منطقهٔ مـورد مطالعه، کمبود رطوبت نسـبی اسـت که از طرف دریـای مدیترانه و بادهای غربی در فصل سـرد سـال، منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین چنین می‌توان اسـتنباط کرد، در زمان‌هایی که بادهای غربی رطوبت قابل توجهی را با خود حمل کنند احتمال وقوع بارش فراوان در منطقه بسـیار زیاد است. میزان همبستگی بین بارش و رطوبت نسـبی (۰/٦۷) نیز نشـان از اهمیت رطوبت نسـبی‌اسـت

بر اساس نمودارهای هیستوگرام و میانگین متحرک سه‌ساله، در شـرایط فعلی بارش‌های منطقه به شرایط نرمال نزدیک است. ولـی با توجه به چولگی مثبت داشـتن بارش که نشـان می‌دهد بارش‌های شـهر کنگاور تمایل خود را به سوی مقادیر پایین‌تر از میانگین سوق داده‌اند، می‌تواند زنگ خطری برای سال‌های آینده باشد. همچنین بر طبق نمایهٔ SPI فراوانی وقوع خشک‌سالی‌ها در شهر کنگاور بیشتر از فراوانی شرایط نرمال و ترسالی بوده است. البته نوع بیشـتر خشک‌سـالی‌ها از نوع ملایم بوده، که نزدیک به شـرایط نرمال بوده‌اند. ولی ظهور همین خشک‌سـالی متوسط و ضعیف متوالی می‌تواند در بلندمدت به اندازهٔ خشک‌سـالی حاد مشکل‌ساز باشد.

نتایج فوق بـه همراه احتمال بالای وقوع خشک‌سـالی‌های بیشتر در آینده، دقت نظر در تمهیدات اساسی در الگوی مصرف آب را می‌طلبـد. به طور عمده در شهرسـتان کنگاور، دو بخش کشـاورزی و مراکز سـکونتگاهی (شـهرها و روستاها) مصرف کننـدگان اصلی منابـع آبی هسـتند؛ از این رو عمـده اقدامات اصلاحی، برنامه‌ریزی و مدیریت مصرف منابع آبی نیازمند ایضاح منطق مناسبات موجود در این دو بخش است. برخی از اقدامات اساسی در وضعیت مصرف آب در بخش کشاورزی منطقهٔ مورد مطالعه می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۱. آموزش فرهنگ صرفه‌جویـی در مصرف آب به مردم در رسـانه‌های گروهی یا ارتباطات جمعی (رادیو، تلویزیون، سینما، مطبوعات، بروشورهای مخصوص و غیره)؛

۲. شـناخت کامل منابع آبی (بـاران و رطوبت هوا، آب‌های سطحی و زیرزمینی) با تأمین اعتبار مالی و فراهم‌آوردن امکانات (نیروی انسانی، وسائل و تجهیزات و غیره) مورد نیاز برای اجرای برنامه‌ها (سد، قنات و چاه)؛

۳. اسـتفادهٔ هرچه بیشـتر از آب بـاران و رطوبت هوا برای توسعهٔ زراعت‌های دیمی و اصلاح و تقویت مراتع طبیعی؛

٤. ایجـاد و تقویت پوشـش گیاهی به ویـژه در حوضه‌های آبخیز به منظور جلوگیری از فرسایش خاک، گل‌آلود شدن آب‌ها، پرشـدن سریع مخازن سـدها، تقویت آب‌های زیرزمینی و مهار

آب‌های سطحی و جلوگیری از هدررفتن آن‌ها؛

۵. احداث شبکهٔ آبیاری و زهکشی به منظور بالا بردن راندمان آب آبیاری و اصلاح اراضی؛

٦. یکپارچه کردن اراضی زراعی به منظور جلوگیری از هدر رفتن آب؛

۷. تشکیل شورای فعال به نام «شورای عالی آب» برای سازمان‌دهی مسائل فوق (کردوانی، ۱۳۸۳).

این درحالی است که برنامه‌ریزی و مدیریت مصارف آبی، در مناطق سکونتگاهی به طور عمده و نقاط شهری به طور خاص، از گام‌های اساسی در توسعهٔ پایدار در بخش آب به حساب می‌آید. منابع آبی در شهر به طور عمده شامل سه مرحلهٔ شناسایی و استحصال منابع آبی، شبکهٔ توزیع آب و تصفیهٔ مجدد پسماندهای آبی است. در هر یک از این مراحل، هماهنگی و تطبیق مسئلهٔ آب با کم و کیف توسعهٔ شهری امری بسیار ضروری و شایان دقت نظر اساسی و کارشناسی است. از جمله اقدامات اجرایی و عملیاتی در جهت مدیریت، بهبود و اصلاح الگوهای مصرف، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. شناسایی کامل وضعیت منابع و مصرف آب در حال حاضر و پیش‌بینی دقیق آن برای آیندهٔ شهر کنگاور؛

۲. برنامه‌ریزی و تطبیق حجم جریان آب در شبکهٔ آبرسانی بر اساس میزان مصرف در مناطق شهری با کاربری‌های مختلف؛

۳. تطبیق مکان‌یابی و گسترش حوزهٔ شهری با شبکهٔ آب‌رسانی؛

٤. رعایت شیب زمین در مکان‌ها و مناطق شهری با سطوح طرح شبکهٔ آب‌رسانی در سطح شهر کنگاور؛

۵. هماهنگی بین سازمان‌های متولی اقدام، مدیریت و عمران شهری، نظیر شهرداری، سازمان آب، فرمانداری، سازمان برق و ... ؛

٦. رعایت استانداردها در جنس، دبی، مقاومت و مداومت در برابر پوسیدگی لوله‌ها و طرح شبکه‌های آب‌رسانی در سطح شهر؛

۷. آموزش مردم برای جلوگیری از آلوده شدن آب‌ها، به‌ویژه در مصارف صنعتی و زندگی شهری و روستایی؛

۸. شناسایی کیفیت منابع آبی، آلاینده‌ها، مواد شیمیایی سنگین، شوری و... و انجام آزمایش‌های دقیق در جهت بهبود وضعیت سلامت شهروندان؛

۹. تأمین دو نوع آب و ایجاد تأسیسات آب‌رسانی مجزا برای آن‌ها؛ آب تصفیه‌شده برای نوشیدن و پختن غذا و امثال آن و آب تصفیه‌نشده برای مصارف دیگر؛

۱۰. رعایت مکان‌یابی شبکه‌های آب‌رسانی، چاه‌ها و... با شبکهٔ فاضلاب و پسماندهای شهری؛

۱۱- هماهنگی و تطبیق زیرساخت شبکهٔ آب‌رسانی با مؤلفه‌های اثرگذار و مربوط به مسئلهٔ آب شهری؛

۱۲- به‌کارگیری افراد متخصص در سازمان‌ها و بخش‌های مربوط به آب شهری؛

۱۳- تصفیهٔ رواناب‌ها و فاضلاب‌های شهری و بازیافت آن‌ها در سیستم و متابولیسم شهری.

پی‌نوشت‌ها

1. Cosgrove and Rijsberman
2. Baren

منابع

۱- استبی، ک (۱۳۸۵،)؛ **بحران آب بیش از هر جنگی جان انسان‌ها را می‌گیرد؛** خبرگزاری ایرنا، قابل دسترسی در وب سایت http://www.irna.ir/fa/frontpage/menu.143.

۲- صارم پور، قاسم و اکبری، حمید (۱۳۸۸)؛ **تحلیل آماری بارش و احتمالات ریزش آن در شهر همدان؛** اولین همایش جغرافیایی دانشگاه پیام نور، ارومیه.

۳- جباری، ایرج، (۱۳۸۵)؛ **روش‌های آماری در علوم محیطی و جغرافیایی؛** انتشارات دانشگاه رازی، چاپ دوم.

٤- ذوالفقاری، حسن (۱۳۷۷)؛ **تحلیلی بر بارش‌های غرب ایران؛** مجلهٔ علمی فنی نیوار، شمارهٔ ٤۰.

۵- ریحانی، روشنک؛ موسوی، فاطمه و صدیقی، حسن (۱۳۸۸)؛ **ترویج تکنولوژی تحت فشار در شرایط کم‌آبی و بررسی پیامدهای اقتصادی آن؛** همایش منطقه‌ای بحران آب و خشکسالی، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی.

٦- صفایی، خلیل (۱۳۸۸)؛ ***تجارت آب مجازی: صرفه‌جویی در مصرف آب؛*** همایش منطقه‌ای بحران آب و خشکسالی، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی.

۷- علیزاده، امین(۱۳۸۵)؛ ***اصول هیدرولوژی کاربردی؛*** انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، چاپ بیستم.

۸- کردوانی، پرویز (۱۳۸۳)؛ ***منابع و مسائل آب در ایران؛*** جلد اول آب‌های سطحی و زیرزمینی و مسائل بهره‌برداری از آن‌ها؛ تهران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.

۹- مهدوی، مسعود و طاهرخوانی، مهدی (۱۳۸۳)؛ ***کاربرد آمار در جغرافیا؛*** انتشارات نشر قومس.

10-Baren, M.A., (1985),«Hydrological Aspects ofdrought» UNESCO/WMO.

11-Cosgrove,B.and Rijsberman,f.r (2000). «World water vision: Making water every body's Business. Londan», world water council, Earth scan publication ltd.

12- Hoekstra, A.Y. and Hung, P. Q., (2002). «Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade». Value of water Research Report Series No 11, UNESCO - IHE Institute for water Education, Delft, The Netherlands.

13- Mackey, I. B., (1993), «The relationship of drought frequency and duration to time scales», Reprint's, conference on applied climatology. 17-22, January, Anaheim, CA, pp.179-184.