

واژه‌های کلیدی: خشکی، تری، خوزستان، زنجیره‌ی مارکوف

مقدمه

در طول تاریخ در جهان، زندگی انسان‌ها همواره در معرض انواع مخاطرات طبیعی قرار داشته و دارد که بخشی از این حوادث ناشی از فرایندهای آب‌وهوایی یا بعبارتی اقلیمی می‌باشد. دولتی مهر [۱۰] تردیدی نیست که اقلیم در اشکال گوناگون از جمله خشکسالی نقش تعیین‌کننده‌ای در وضعیت اقتصادی و به تبع آن شرایط اجتماعی جوامع دارد. حجازی‌زاده [۲۰]. نقش مهمی که اقلیم در زندگی انسان بعده دارد بر همگان روشن است بخصوص اثر مستقیم آن بر بخش کشاورزی را نمی‌توان نادیده گرفت. بنی واهب [۸] برخی پدیده‌های طبیعی و اقلیمی در مشاهدات پیاپی و تحت شرایط مشخص، و طبعاً در طول زمان نتایج یکسانی را بروز نمی‌دهند. عساکره [۴] چون مخاطرات طبیعی، تا حد زیادی تحت تاثیر تغییرات آب‌وهوا قرار دارد بنابراین مدل‌های آب‌وهوایی باید هم بصورت روزانه و هم سالانه ویژگی‌های آب و هوایی را نشان دهند. جان [۱۳] بسیاری از پدیده‌های طبیعی، شامل عناصری هستند که آنها را نمی‌توان به سادگی کنترل یا پیش‌بینی نمود. اما این پیش‌بینی در صورتی امکان‌پذیر است که اطلاعاتی در مورد گذشته آنها موجود باشد یوسفی [۲۶]. در بین بلایای اتمسفر و فاجعه‌های محیطی، مسئله خشکسالی که گاه به آهستگی و گاه به سرعت اثرات خود را آشکار می‌سازد قابل توجه می‌باشد دریاباری [۹]. خشکسالی نتیجه‌ی کاهش میزان بارندگی در یک دوره‌ی زمانی وسیع است که بسته به نوع اقلیم آن منطقه، ممکن است در مقیاس زمانی هفته، ماه، سال و یا چندین سال حادث گردد خانی تمیله [۱۴]. دوره‌های طولانی خشکسالی و ترسالی در گذشته به صورت دقیق محاسبه نشده بود که امروزه می‌توان با زنجیره‌ی مارکوف این کار را انجام داد شریکانتن [۲۱]. نوسانات شدید بارش سبب شده که اقلیم شناسان به دنبال روش‌هایی برای بررسی رفتار بارش و پیش‌بینی احتمال وقوع آن باشند. در این راستا تاکنون روش‌های مختلفی ابداع شده است. در میان روش‌های آماری، روش و یا مدل زنجیره مارکف در علوم جوی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است سلیقه [۲۲]. مدل زنجیره مارکوف از تکنیک‌های ریاضی برای تحلیل پدیده‌های تصادفی است که تداومی از مشاهدات را در طول زمان نشان می‌دهد علیجانی [۱]. برای به دست آوردن این احتمال ثابت حالت اول مربوط به ثبت دوره‌های ۲۴ ساعته است که استانه‌ی بارش کمتر از

احتمال اقلیمی دوره‌های خشک و تر برای رشد گیاهی
در استان خوزستان با زنجیره‌ی مارکوف

ایران صالحوند^۱، امیر گندم کار^۲ و ابراهیم فتاحی^۳
تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۸

چکیده

افزایش یا کاهش بارندگی نسبت به شرایط نرمال که اولی موجب افزایش خطر بروز سیل و دومی باعث خشکسالی می‌شود، پیامدهای اقتصادی - اجتماعی متفاوتی را به دنبال دارد. آگاهی از توزیع احتمال بارندگی‌ها زمینه مناسبی برای برنامه‌ریزی منابع آب فراهم می‌آورد. هدف از این تحقیق تحلیل فضایی بارش در فصل مرطوب و خشک سال در استان خوزستان می‌باشد. بنابراین مدل زنجیره مارکف روی استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت مدل زنجیره مارکف حالت خاصی از مدل‌هایی است که در آنها حالت خطی یک سیستم به حالت‌های قبلی آن بستگی دارد. بدین منظور ۲۲ ایستگاه سینوپتیک در خوزستان و استان‌های همجوار با با طول دوره آماری ۳۰ تا ۵۰ سال جهت پهنه‌بندی انتخاب شد. عدد آستانه ۱۰ میلیمتر بارش ماهانه برای تعیین مرز ماه مرطوب و ماه خشک مورد استفاده قرار گرفت. مطابقت داده‌ها با مدل مورد ارزیابی قرار گرفت، جهت تحلیل‌های آماری، آنالیز اطلاعات و ترسیم نقشه‌ها از نرم‌افزارهای Spss و Surfer استفاده است. احتمال اقلیمی خشک و تر، فراوانی روزهای تروخشک با بارش ۱۰ میلیمتر، طول میانگین دوره‌ی خشک و تروسیکل هوایی بارش‌ها در ماه ژانویه و کل سال بررسی شد. نتایج نشان داد که: نتایج برازش داده‌های بارش بر زنجیره مارکف حاکی از آن است که احتمالات حاصله برای مجموع حالات خشکی، تری در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه، درصد فراوانی روزهای تر بیشتر از درصد فراوانی روزهای خشک است. بیشتر قسمت‌های استان خوزستان شرایط لازم را برای رویش پوشش گیاهی دارند و باید در برنامه‌ریزی‌ها به این امر توجه لازم نمود.

۱- دانشجوی دکترای اقلیم شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد و نویسنده مسئول: Hsabzevare@gmail.com

۲- عضوگروه جغرافیا، دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تجف‌آباد، اصفهان

۳- عضو هیات علمی پژوهشکده‌ی هواشناسی، ایران

۰٫۱ میلی‌متر است. سه حالت دیگر از زنجیره‌های مارکوف در ۲۴ ساعت : ۰٫۱ تا کمتر از ۱۰ میلی‌متر، ۱۰ تا کمتر از ۵۰ میلی‌متر و ، در نهایت ، بیش از ۵۰ میلی‌متر است. مقدار آستانه برای اولین بار از ۰٫۱ میلی‌متر که معمولاً برای طبقه‌بندی یک روز به عنوان خشک یا مرطوب بود و سه آستانه‌ی دیگر، برای توصیف خشکی و تری کم، متوسط و خیلی زیاد است لاند [۲۹]. در خارج از کشور زنجیره‌ی مارکوف در پیش‌بینی عناصر اقلیمی تنوع زیادی دیده می‌شود. کلوز [۱۵] به پیش‌بینی روزهای ابری و بارانی با زنجیره‌ی مارکوف در برلین پرداخت. در احتمالات او یا هوا آفتابی است یا ابری و حالت سومی وجود ندارد. مارتیاس [۱۸] چهار ناحیه‌ی ایالات متحده که بیشتر تورنادوها شکل می‌گیرند را با زنجیره‌ی مارکوف پیش‌بینی کرد. لی و وال‌شال [۱۶] به بررسی بادهای شدید با زنجیره‌ی مارکوف پرداخت. او به این نتیجه رسید که می‌توان تندبادها را در یک چارچوب منظم بیضی شکل قرار داد و از این طریق به پیش‌بینی آن پرداخت. مارک [۱۷] با استفاده از زنجیره‌ی مارکوف به پیش‌بینی آتشفشان پرداخت. داده‌های ایشان از فوران آتشفشانی در منطقه‌ای از نودا بین سال‌های ۱۶۰۰-۲۰۰۶ بود. میکایل [۱۹] به پیش‌بینی بارش برف با برآورد انتقال ماتریس با استفاده از داده‌های واقعی پایگاه داده روزانه و داده‌های تاریخی از شبکه اقلیم تاریخی جهانی (GHCN) به پیش‌بینی یک روز برفی در هشت ایستگاه سیاتل WA، دنور CO، میلواکی WI، شیکاگو IL، نیویورک و بوستون پرداخت. ماتریس‌های انتقال مناسب (π) ارائه شده، و همچنین به عنوان یک نمونه از کد در زبان برنامه‌نویسی آماری R، ایشان را به ساخت نمونه‌های مشابه در دیگر مناطق جغرافیایی قادر ساخت. سنتولن و ماک‌مهن [۲۳] به بررسی هفتگی بارش در منطقه‌ی تامپل نادودر سریلانکا پرداختند و آستانه‌ی بارش را برای ۱۰ و ۲۰ میلیمتر هر کدام جداگانه محاسبه نمودند. منطقه وئکودا، بهترین مکان برای رشد برنج ۳ تا ۳/۵ ماه است. در منطقه نویسال تن پاتی رشد برنج ۲/۵ تا ۴ ماه با موفقیت انجام می‌گردد. در منطقه اوراتاندا گونه‌های ۴ و ۴/۵ ماه برنج به طور مطلوب رشد می‌کند. در ایران نیز مقاله‌های زیادی در این خصوص وجود دارد. حجازی‌زاده و شیرخانی [۲۰] با استفاده از مدل زنجیره مارکف به بررسی آمار بارندگی تهران در مقیاس روزانه پرداختند، فراوانی دوره‌های خشک و تر چند روزه را ابتدا با استفاده از مدل مارکف و سپس با استفاده از مدل برنولی برآورد نمودند و آستانه‌ی تری و خشکی را برای بارندگی ۱/۲ . میلیمتر در نظر گرفتند. یوسفی [۲۶] به کمک زنجیره مارکف احتمالات پیشامدهای متوالی روزهای خشک (غیر بارانی) و تر (بارانی) با آستانه ۰٫۱ میلیمتر در روز برای ماه‌های نوامبر تا آوریل سال‌های ۱۹۶۵-۱۹۹۵ را در ایستگاه‌های بوشهر، شیراز، اصفهان، کرج و بندر انزلی تحلیل نمود و نتیجه گرفت که داده‌های بارندگی روزانه ایستگاه‌های مورد مطالعه برازش خوبی بر زنجیره‌ی مارکف مرتبه اول دارد. یزدان‌پناه [۲۵] با زنجیره‌ی مارکوف به تحلیل روند حداکثر دمایی در کرمان پرداخت و نشان داد که بیشترین موج گرمایی رخ

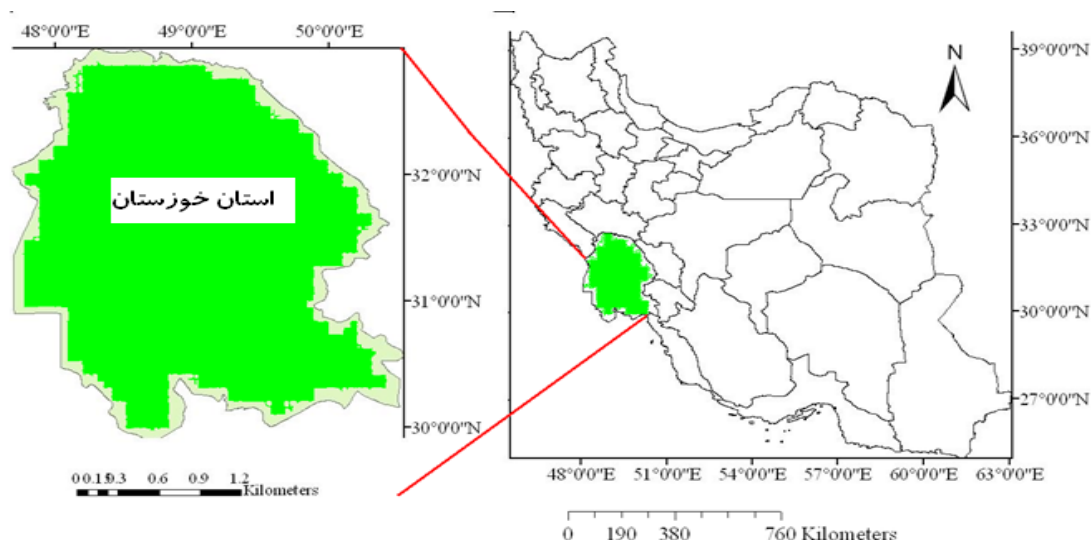
داده در ماه آوریل و می بوده است که این تغییرات روندی افزایشی در طول دوره آماری داشته‌اند، بخصوص در سال ۲۰۰۰ میلادی به حداکثر اوج خود رسیده و پس از آن دوباره طبق روند قبلی در حال افزایش است. در نهایت، نسبت به برآورد احتمال وقوع دوره‌های موج گرمایی ۱ تا ۹ روزه در ایستگاه‌های مطالعاتی اقدام شد جلالی [۱۲]. در پژوهشی به بررسی بارش شهر ارومیه با زنجیره‌ی مارکوف پرداخت. احتمال وقوع بارش در هر روز ۲۰۵۷. و احتمال روز خشک ۷۹۴۳. به دست آمد. بیشترین احتمال وقوع روزهای بارش در بهار به ویژه ماه آوریل است که احتمال دوره‌ی بازگشت دو و سه روزه باران به ترتیب برابر با ۴٫۴ و ۱۳ روز می‌باشد. علیجانی [۲] در تحقیقی با زنجیره‌ی مارکوف به بررسی بارش بوشهر، جاسک و شیراز پرداخت. او دریافت که ماندگاری ضعیف در وضعیت خشک و تر برای ایستگاه شیراز و ماندگاری متوسط برای ایستگاه جاسک و بوشهر است. مدت زمان ماندگاری هر کدام از وضعیت‌های خشک و تر در محدوده‌ی ۱-۴ قرار دارد. موحد دانش و همکاران [۲۱]، در مطالعه بر روی دوره‌های خشک و مرطوب شمال‌غرب کشور عدد ۱۰ را به عنوان آستانه انتخاب کرده‌اند که علت آن نیز این بوده که مقدار بارش ۱۰ میلیمتر بارش مرز ماهانه حداقل رویش گیاهی است بنی‌مهد [۵] با زنجیره‌ی مارکوف به بررسی خشکسالی پرداخت. نتایج نشان داد که کمترین تعداد وقایع خشکسالی مربوط به انتقال‌های مستقیم هر گروه خشکسالی با معلوم بودن گروه قبلی و یا بعدی بودند. احتمال رخداد خشکسالی با معلوم بودن گروه‌های خشکسالی دو دوره قبل ارزیابی شد. هدف از این بررسی شناخت دوره‌های مرطوب و خشک در استان خوزستان از دیدگاه ناحیه‌بندی با تاکید بر عنصر بارش است تا از نظر اجرای پروژه‌های مختلف برخورد یکسانی با آن بعمل آید.

مواد و روشها

منطقه‌ی مورد مطالعه:

برای بررسی احتمالات بارش، استان خوزستان (شکل شماره‌ی ۱) انتخاب شد که این استان با مساحتی بالغ بر ۶۴۳۶۰ کیلومتر مربع (۲۲۹۹۰ کیلومتر مربع دشت و ۴۱۳۷۰ کیلومتر مربع ارتفاعات)، مشتمل بر ۳ حوضه آبریز درجه ۲ شامل رودخانه‌های کرخه، کارون و دز، جراحی و هندیجان با آورد آبی سالانه حدود ۲۶ میلیارد مترمکعب، بیش از دو میلیون هکتار اراضی مستعد کشاورزی کشور را با پتانسیل کم‌نظیری در زمینه بهره‌برداری از منابع آب و خاک بهره‌مند ساخته (مجموعاً ۲۸ محدوده‌های مطالعاتی حوضه آبریز درجه ۳ و ۵۰ دشت را شامل می‌شوند)، بنحوی که بین ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی در جنوب غرب ایران قرار دارد (تولائی‌نژاد، ۱۳۸۸).

با اینکه خوزستان یک استان پرآبی است ولی افزایش یا کاهش بارندگی نسبت به شرایط نرمال که اولی موجب افزایش خطر بروز



شکل شماره ۱- موقعیت ریاضی منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول شماره ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
مسجدسلیمان	۳۱,۹۳	۴۹,۴۶	یاسوج	۳۰,۸۳	۵۱,۶۸
دوگنبدان	۳۰,۴۳	۵۰,۷۶	مازو	۳۲,۴۷	۴۸,۵۱
اهواز	۳۱,۳۳	۴۸,۶۶	لردگان	۳۱,۵۲	۵۰,۸۱
شوشتر	۳۲,۵	۴۸,۸۳	کشتکار	۳۲,۸۳	۴۸,۷۱
ایذه	۳۱,۸۵	۴۹,۸۷	الشتر	۳۳,۸۲	۴۸,۲۵
ازنا	۳۳,۴۵	۴۹,۴۲	باغملک	۳۱,۵۲	۴۹,۸۸
ابادان	۳۰,۳۶	۴۸,۲۵	کوه‌رنگ	۳۲,۴۳	۵۰,۱۲
بروجن	۳۱,۹۵	۵۱,۳	داران	۳۲,۴۷	۵۰,۳۷
دورود	۳۳,۵۲	۴۹	ملاثانی	۳۱,۹۳	۴۹,۲۸
الیگودرز	۳۳,۴	۴۹,۷	بستان	۳۱,۷۲	۴۸

استفاده شد (جدول شماره ۱).

سپس برای بررسی بارش عدد مبنای ۱۰ که آستانه بارش زراعی است انتخاب و سپس با مدل مارکوف در محیط Exel, Spss محاسبات انجام گرفت. در محیط Surfer نیز برخی از محاسبات انجام شد، در ادامه نقشه‌های مربوط رسم و تحلیل گردید. در این پژوهش از زنجیره‌ی مارکوف استفاده شد که دارای روابط زیر است: در تعیین حالت سیستم با استفاده از مدل مارکف باید دو عامل را مشخص نمود. این دو عامل عبارتند از حالت سیستم در زمان مشخص و احتمالات تغییر حالت خاص به حالت‌های ممکن

سیل و دومی باعث خشکسالی می‌شود، پیامدهای اقتصادی-اجتماعی متفاوتی را به دنبال دارد. آگاهی از توزیع احتمال بارندگی‌ها زمینه مناسبی برای برنامه‌ریزی منابع آب فراهم می‌آورد. در این تحقیق در مرحله اول داده‌های بارش ماهانه ایستگاه‌ها از سازمان هواشناسی اخذ گردید (سپس از روش درون‌یابی و ترسیم خطوط همباران توسط نرم‌افزار Surfer و روش تفاضل‌ها و نسبت‌ها، جهت تکمیل و تطویل داده‌ها و برای آزمون همگن بودن داده‌ها از روش ران تست استفاده شد و از بین ایستگاه‌های کلیماتولوژی و سینوپتیک برای پهنه‌بندی و بررسی بارش از ۲۲ ایستگاه در خوزستان و اطراف آن

دیگر، که اصطلاحاً احتمالات گذار نامیده می‌شوند.

رابطه ۱ (یوسفی، ۱۳۸۹) $\forall i, j, 0 \leq p_{ij} \leq 1$

جمع احتمالات گذار از یک حالت به تمام حالت‌های ممکن دوره زمانی بعدی باید برابر یک باشد، یعنی

رابطه ۲ (یوسفی، ۱۳۸۹)

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

بر آورد ماتریس احتمال - انتقال زنجیره مارکف: نخستین گام در این کار مشخص کردن مقدار احتمال از یک حالت به کلیه حالت‌های ممکن است. در این ماتریس روز خشک با (۰) و روز مرطوب با (۱) نشان داده شده است. ماتریس احتمال را برای مرتبه اول دو حالت می‌توان به این صورت نوشت: (P_{ij}) زنجیره مارکف یعنی احتمال روز مرطوب بعد از مرطوب. جمله p_{00} بیانگر احتمال روز خشک بعد از یک روز خشک است. به منظور استفاده از ماتریس فوق در محاسبات بعدی نمادهای q و p به شرح زیر

رابطه ۳ (شیرخانی، ۱۳۸۲) $p = \begin{vmatrix} 1-p & p \\ q & 1-q \end{vmatrix}$

$$p = \begin{vmatrix} 1-p & p \\ q & 1-q \end{vmatrix} \quad p = p_{01} \quad q = p_{10}$$

با مشخص شدن عناصر ماتریس، احتمال انتقال برخی خصوصیات مهم سری مشاهدات همچون احتمالات اقلیمی خشکی و تری، طول دوره‌های تر و خشک، سیکل اقلیمی، فراوانی دوره‌های خشک و تر مورد انتظار در هر ماه و احتمالات ساده خشکی و تری بدست آمد که نتایج آنها در جداول شماره (۵ تا ۹) آورده شده است. نحوه محاسبه این خصوصیات به شرح زیر است:

۱- احتمالات ساده وقوع روزهای خشک و تر در هر ماه که از تقسیم روزهای تر یا خشک هر ماه بر تعداد روزهای همان ماه حاصل می‌شود.

۲- احتمالات اقلیمی که نشان می‌دهد چند درصد از دوره مورد مطالعه خشک و چند درصد تر است و از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شوند: احتمال ساکن وقوع روز تر π_1

$$\pi_0 = \frac{q}{p+q} = 1 - \pi_1 \quad \text{رابطه ۴ (شیرخانی، ۱۳۸۲)}$$

احتمال ساکن وقوع روز خشک π_1

$$\pi_1 = \frac{p}{p+q} \quad \text{رابطه ۵ (شیرخانی، ۱۳۸۲)}$$

- طول دوره‌های تر و خشک، که از این روابط جهت محاسبه آنها استفاده شد: طول دوره خشک در هر ماه یا طول دوره خشک مورد انتظار $E_0 =$

$$E_0 = \frac{1}{p} \quad \text{رابطه ۶ (شیرخانی، ۱۳۸۲)}$$

$$E_1 = \frac{1}{q}$$

رابطه ۷ (شیرخانی، ۱۳۸۲)

۴- بعد از مشخص شدن طول دوره‌های تر و خشک به راحتی

می‌توان با جمع آنها مقدار سیکل هوایی را نیز برای هر یک از این دوره‌ها تعیین کرد. سیکل هوایی نشان‌دهنده یک موسم تر و یک موسم خشک متوالی است. سیکل هوایی در هر ماه $E_c =$

$$E_c = E_0 + E_1 \quad \text{رابطه ۸ (شیرخانی، ۱۳۸۲)}$$

۵- یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های قابل محاسبه با این روش، تعیین متوسط ماه‌های تر و خشک در هر فصل و یا سال است. به عبارت دیگر این که در هر سال یا فصل به طور متوسط چند ماه تر یا خشک داریم که با استفاده از روابط ۹ و ۱۰ مشخص شد: فراوانی وقوع، متوسط تعداد ماه‌های خشک هر سال یا فصل $r_0 =$

$$r_0 = n \times \pi_0 \quad \text{رابطه ۹ (شیرخانی، ۱۳۸۲)}$$

$$r_1 = n \times \pi_1 = n - r_0$$

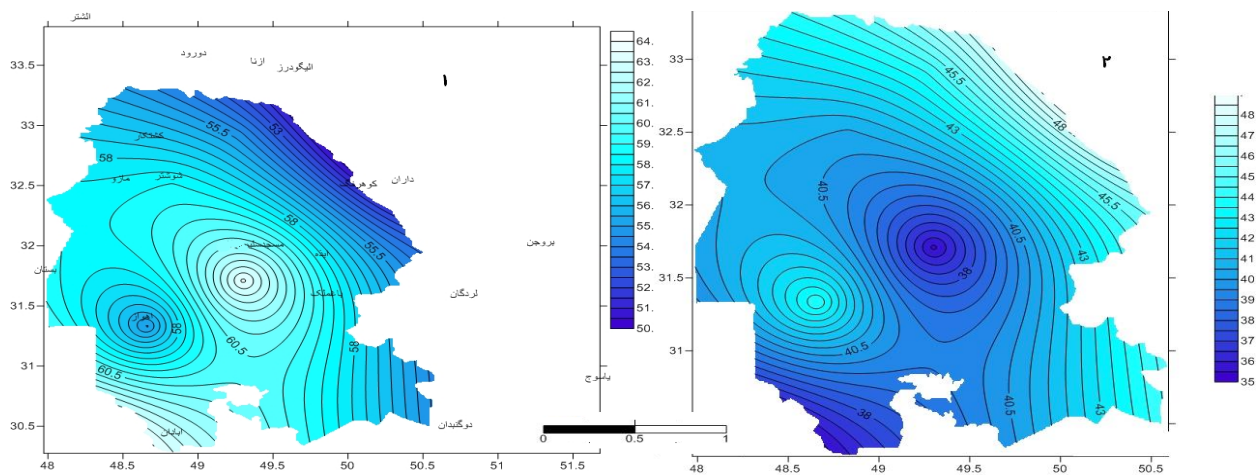
فراوانی وقوع، متوسط تعداد ماه‌های خشک هر سال یا فصل $r_1 =$ رابطه ۱۰ (شیرخانی، ۱۳۸۲).

نتایج

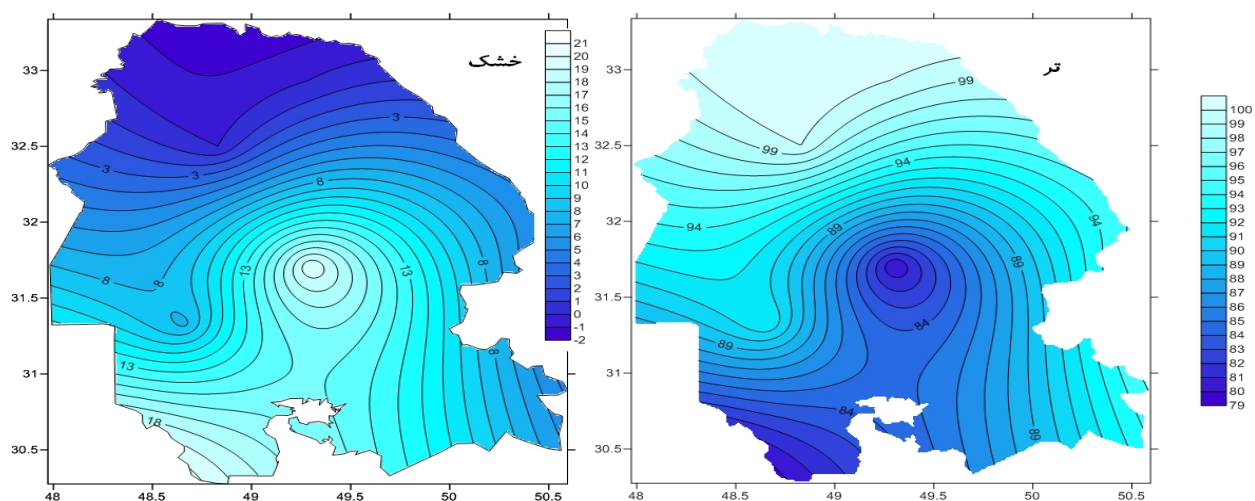
در این مطالعه برای دوره‌های خشک و مرطوب استان خوزستان عدد ۱۰ میلی‌متر بارش ماهانه به عنوان عدد مبنا انتخاب شده است زیرا مقدار بارش ۱۰ میلی‌متر بارش مرز ماهانه حداقل رویش گیاهی است. کاهش رویداد و یا رخداد پدیده‌هایی مانند خشکسالی و سیلاب نیازمند پیش‌بینی بارش در مقیاس‌های زمانی مختلف و در مکان معین است. بنابراین بررسی ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها و همچنین مطالعه دوره‌های خشک و مرطوب از ضروریات منطقه بوده که براساس زنجیره مارکف چگونگی رفتار دوره‌های تر و خشک توصیف شد. از آنجا که فراوانی‌های برآورد شده با استفاده از فرمول‌های این مدل با فراوانی مشاهده شده یکی است بنابراین می‌توان گفت که مدل زنجیره مارکف برای برآورد دوره‌های تر و خشک کوتاه مدت و بلندمدت در حوضه‌ی کارون مناسب است. یافته‌های این تحقیق به شرح زیر قابل بررسی است:

۱- احتمالات اقلیمی خشک و تر:

احتمال اقلیمی که نشان می‌دهد چند درصد از دوره مورد مطالعه خشک و چند درصد تر است. شکل شماره ۲ احتمالات اقلیمی خشک (قسمت ۱) نشان می‌دهد که در دوره‌ی مورد مطالعه، کمترین درصد میانگین سالانه احتمال اقلیمی خشک در شمال شرق، جنوب شرق و جنوب غرب است، ایستگاه‌های نماینده (کشتکاروایده با ۶۰ درصد)، در حالی که در این دوره در بقیه‌ی نقاط این درصد بالای ۵۰ است، ایستگاه‌های نماینده (آبادان با ۶۷ درصد و بستان با ۶۴ درصد است). در همین شکل شماره ۲ احتمالات اقلیمی تر (قسمت ۲) نشان می‌دهد که در دوره‌ی مورد مطالعه، اتفاقی بر عکس رخ داده است. یعنی کمترین درصد میانگین سالانه احتمال اقلیمی تر در آبادان با ۳۲ درصد و بستان با ۳۵ درصد اتفاق افتاده است، بیشترین احتمال برای وقوع یک دوره‌ی تر در کشتکاروایده با ۴۰ درصد می‌باشد. بنابراین آبادان خشک‌ترین ایستگاه وایده مرطوب‌ترین است. در شکل شماره ۳ این احتمالات برای ماه ژانویه به نمایش

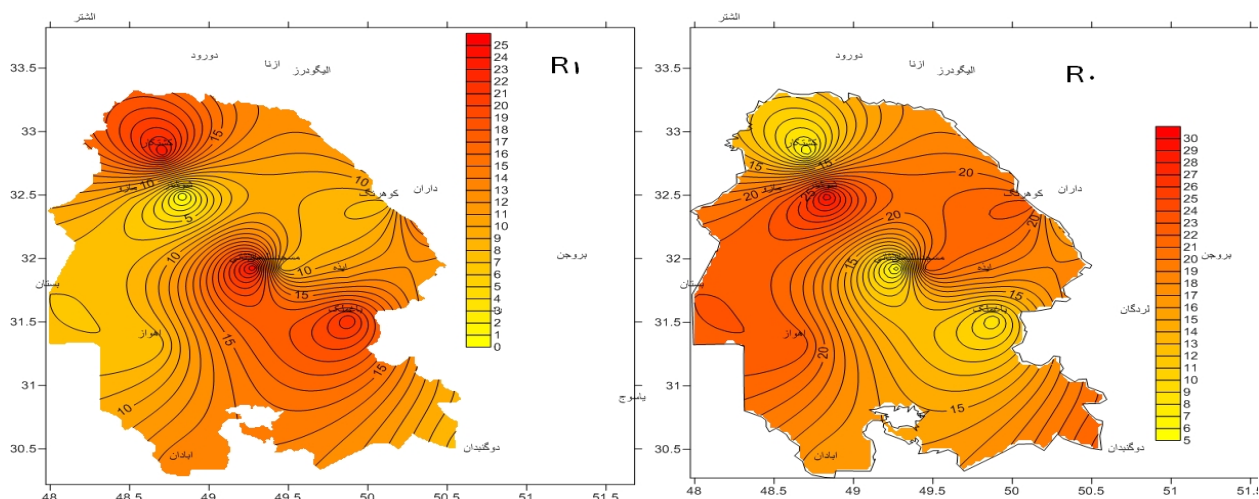


شکل شماره ۲- احتمالات اقلیمی خشک (۱) و تر (۲) در استان خوزستان در کل سال

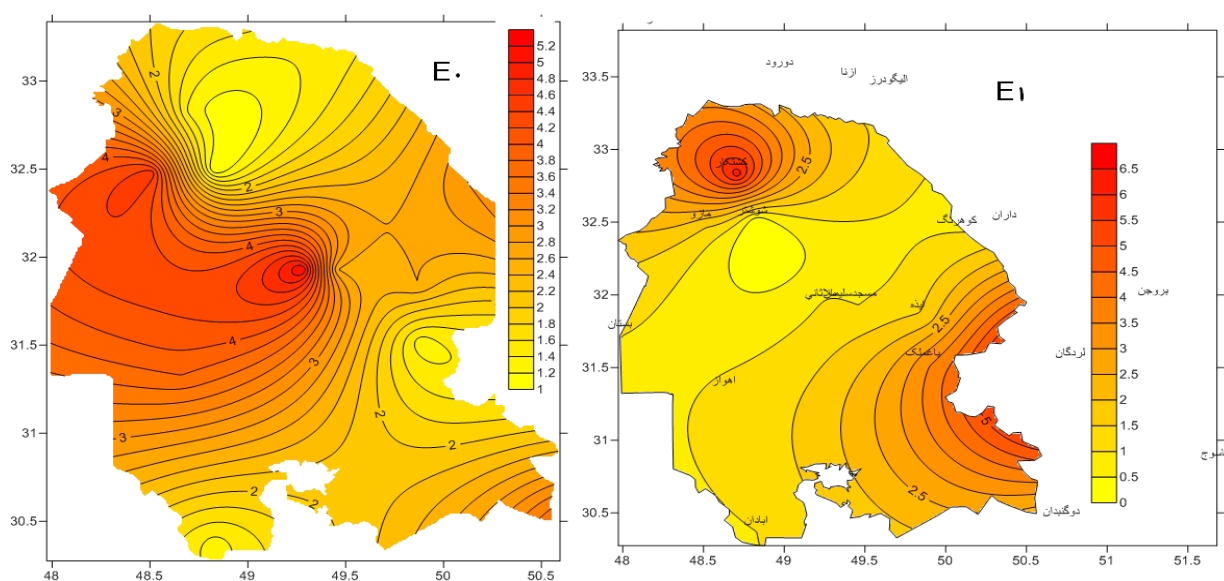


شکل شماره ۳- احتمالات اقلیمی خشک (π_0) و تر (π_1) در استان خوزستان در ماه ژانویه

گذاشته شده است که در این ماه احتمال خشک بودن ژانویه در تمام استان کم است و بالاترین درصد که در جنوب رخ می‌دهد از ۲۴ درصد تجاوز نمی‌کند، که این مقدار در آبادان ۲۴ درصد است. احتمال تر بودن ماه ژانویه خیلی زیاد و بین ۷۰ تا ۱۰۰ درصد است و همانطور که قبلاً بیان شد تر بودن یعنی بارش بالای ۱۰ میلیمتر در یک ماه. و در این ماه به احتمال بالایی بارش ۱۰ میلیمتر در استان خواهیم داشت، مثلاً آبادان با ۷۶ درصد کمترین احتمال را برای بارش بالای ۱۰ میلیمتر را دارا می‌باشد.



شکل شماره ۴- فراوانی دوره های خشک (R_0) و تر (R) در استان خوزستان در کل سال



شکل شماره ۵- طول میانگین دوره های خشک و تر در استان خوزستان در کل سال

می دهد که بیشترین مقدار در جنوب غربی استان و کمترین در شمال غربی حاکم است.

۴- سیکل هوایی

شکل شماره ۶ سیکل هوایی را نشان می دهد. سیکل هوایی از مجموع طول دوره های تر و خشک بدست آمد که یک موسم تر و یک موسم، خشک متوالی را نشان می دهد. کمترین مقدار به جنوب استان مربوط می شود یعنی بیشتر در یک دوره چرخش دارد و آن دوره خشک است، بیشترین مقدار در نزدیک ایذه و باغملک است و این قسمت هر دو مورد را طی می کند.

نتیجه گیری

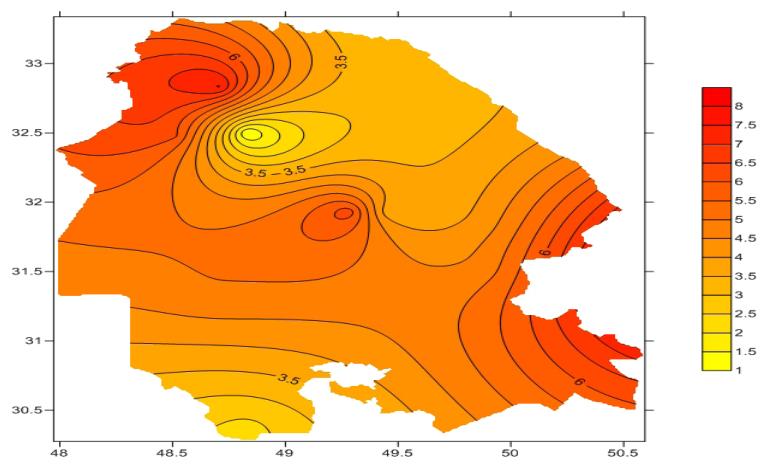
در این مقاله با ویژگی های زنجیره مارکوف به بررسی خشکی و

۲- فراوانی وقوع روزهای خشک و تر

شکل شماره ۴ فراوانی دوره های تر و خشک را در استان خوزستان نشان می دهد. در قسمت های شمالی و جنوب شرقی دوره های تر بیشتر از دوره های خشک است، ایستگاه های نماینده: باغملک با ۲۴ روز تر و مسجد سلیمان با ۱۸ روز تر در ردیف بالا قرار دارند. در قسمت های مرکزی و جنوب غربی دوره های خشک بیشتر از دوره های تر است، ایستگاه های نماینده: شوشتر با ۱۷ روز تر و آبادان با ۱۶ روز تر در پایین تقسیم بندی قرار می گیرند.

۳- طول میانگین دوره های خشک و تر

شکل شماره ۵ طول میانگین دوره ی تر را نشان می دهد که بیشترین مقدار در شمال و شمال شرق و کمترین مقدار در جنوب است. نقشه ی شماره ۸ طول میانگین دوره های خشک را نشان



شکل شماره ۶- سیکل هوایی دوره‌های خشک و تر در استان خوزستان در کل سال

continuity of the annual rainfall in southern Iran, using the hidden Markov chain, Geography and Development, No. 25.1390 Ss1-20

4. Asakreh, H 0.1387, Markov chain model to investigate the frequency and persistence of long rainy days, Iran Water Resources Research, 4 (2): 46-56.

5. Banimahd, syed. Syed Adyb.khlyly, Davr. 1393, Markov chain groups drought transfer analysis using linear and logarithmic method: a mechanism for early warning, Iran Watershed Association, Vol. VIII, No. 24: 57-37

6. Barrie R. B., Elaine و E. Wheaton. 2010. Sauchyn and Lei Wen Drought Research in Canada: A Review, Original manuscript received 303-319.

7. Brymnezhad, Pykani, 1383, The effect of improving the elevation of groundwater for irrigation in agriculture. Journal of Agricultural Economics and Development, 12(47): 69-95 1.

8. Bnyvahb, AS. F. 1390. Analysis and prediction of climate fluctuation of Khorasan. Quarterly geographical territory of 8 (29): 93-105.

9. Daryabari, S.j. In 1384, drought forecasting model based on empirical transition probability matrix in different parts of Iran, College of Geographical Sciences, 5 (6): 84-104.

10. Dolatimahr, AS. 1390, Ardabil in drought monitoring crop irrigation Jary89-90.yazdhmyn Seminar reduce evaporation. 13.

11. Haghigatjoo, c. 1380 to determine the

تری برای تعیین مرز حداقل رویش گیاهی پرداخته شد. دولتی مهر و موحدی دانش عدد آستانه ۱۰ میلی‌متر بارش ماهانه را برای تعیین ماه مرطوب و ماه خشک در نظر گرفتند و دلیل آنها این بوده که این مقدار مرز ماهانه حداقل رویش گیاهی است. بنابراین آستانه ۱۰ میلی‌متر برای تعیین خشکی و تری انتخاب شد. نتایج برازش داده‌های بارش بر زنجیره مارکف حاکی از آن است که احتمالات حاصله برای مجموع حالات خشکی، تری در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه، درصد فراوانی روزهای تر بیشتر از درصد فراوانی روزهای خشک است. بیشترین مقدار فراوانی روزهای تر در دوره زمانی مورد نظر در باغملک با ۲۴ روز و کمترین آن در آبادان ۱۶ روز است نتایج فراوانی وقوع روزهای خشک و تر باروش زنجیره مارکوف نشان داد که در بلندمدت، در قسمت‌های شمالی و جنوب شرقی دوره‌های تر بیشتر از دوره‌های خشک است و در قسمت‌های مرکزی و جنوب غربی دوره‌های خشک بیشتر از دوره‌های تر است. با بررسی طول دوره‌های تر برای ایستگاه‌های مختلف مشخص شد که حداقل و حداکثر طول این دوره‌ها در شمال و شمال شرق بیشتر از جنوب بوده است. با این توصیفات مشخص می‌شود بیشتر قسمت‌های استان خوزستان شرایط لازم را برای رویش پوشش گیاهی دارند و باید در برنامه‌ریزی‌ها به این امر توجه لازم نمود.

منابع

1. Alijani, b. 1389, to examine the persistence of frost days in Iran using Markov chain model, Physical Geography Research, 73: 32-20

2. Alijani, b., Jafapour, Z.a., qaderi, h. 1384. Analysis and prediction of precipitation 34 Larestan using Markov chain model, the geographical territory of a chapter 32: 7-11.

3. Alijani, B., Pyman Mahmoudi, M. Abdulgabar, hogan .M,B,Niasar, check the

Nos. 1 and 2 (Table 8) University of Tabriz.

22. R, Srikanthan., T.A, McMahon. 2001. Stochastic generation of annual, monthly and daily climate data A review, Hydrology and Earth System Sciences, 5(4): 653-670

23. Saliqeh,M. 0.1390, wet season rainfall spatial analysis using Markov Chain Model Case Study of Ardabil Province, College of Geographic Sciences and applied research. 20 (23): 44-25.

24. Senthilvelan.A, Ganesh.A, Banukumar.K. 2012. Markov Chain Model for probability of weekly rainfall in Orathanadu Taluk, Thanjavur District, Tamil Nadu. 3 (1):191-203.

25. Tvlayynzhad,Mahmoud,AshrafMakvandi, GH and B. Pour Zangane Lvafyannzhad, 1388, view the status and use of water resources in the province of Khuzestan, the Second National Conference on Water, Southern California, University of California, http://www.civilica.com/Paper-WATER02-WATER02_092.html.

26. Yazdanpanah: Hojjattollah, Alizadeh, Timor, the estimated probability of a heat wave continued acting in the province with the help of Markov chain, Geographical Research Quarterly, Vol. 26, No. III, 1390 No. 102, Ss51-72

27. Yousefi, n. 1386. Estimation of drought and rain probabilities of Markov chains using the normal distribution (case study Qazvin), Geographical Research, 60: 128-121.

28. Yousefi, n. 1389. Estimation of Markov chains homogeneous or heterogeneous data using the full test sequence (case study: Mehrabad Station), was a natural agricultural resources. 13: 98-89.

29. WILHITE, D. 2000. Drought as a natural hazard: concepts and definitions, Part I. In D. Wilhite (Ed.), Drought, A Global Assessment ,New York, NY: Routledge Press. 3-18.

30. X, LAN. 1998, A.burgueno odailydry dry-wet behavior in (NE CATALONIA SPAIN)for the viewpoint of Markov Chain , of interdiurnal and international Journal of climatology *Int. J. Climatol.* 18: 793-815.

long-term drought and wet years, according to the annual rainfall of. Proceedings of the First National Conference discuss strategies to tackle water crisis, Zabol University, 69-63

12. Jalali, M., S. Soltani Halima workers, the possibility of rainy days in the city of Urmia using Markov chain model, the Quarterly Journal of Geography, Vol. XI, No. 35.1390, Ss235-257.

13. Jan Kysely, M., Dubrovsky, B. 2005. simulation of extreme temperature events by a stochastic weather generator ,effects of interdiurnal and international Journal of climatology, *Int. J. Climatol.* 25,PP 251-269

14. Khani Tmlyh, Sakineh, Nasreen Vrnasry and Zabihullah Khani Tmlyh, 1393, to investigate the possibility of using the frequency of dry days in Khoramdeh Markov chain model, the Second National Conference on Water crisis (climate change, water and environment), Shahrekord, Shahrekord University, http://www.civilica.com/Paper-NCWC02-NCWC02_011.html.

15. Klaus, F., Klaus,M. 1983. On Single Station Forecasting:Sunshine and Rainfall Markov Chaines,beitr.Phys.Atmosph, 56:1,108-134.

16. Lee, F., Walshaw, D. 2006. Markov chain models for extreme wind speeds *j.Environmetrics.* 17 (8): 795-809.

17. Mark, S. 2007. Identifying volcanic regimes using Hidden Markov Model Geophysical Journal International .171(2): 921-942

18. Mathias, D., Marzban C. 2003. a markov chin model of tornadic activity, <http://www.nhn.ou.edu/~marzban> . Tel: 206.282.9791

19. Michael, A. 2010. Estimating Transition Matrices to Predict Tomorrow's Snowfall Using Real Data *Journal of Statistics Education*, 18(3):1-14.

20. M. Hijazi, Zahra and Ali Shir Khani (1384) Statistical analysis and forecasting drought dried chord short course in the province, Geographical Research, 52 (37): 35-47.

21. Movahed anesh, Aliasghar. 1377, Investigation of wet and dry periods in the North West of Iran , Journal of Agricultural Knowledge ,

*Abstract*

Conditional probability , dry and wet periods weather forecasts recovery course using Markov chain model (Case study: Khuzestan province, Iran)

I. Salehvand¹, A. Gandomkar² and E. Fattahi³

Received: 2015/01/12 Accepted: 2015/05/29

The aim of this study is the spatial analysis of rainfall in wet and dry months of the year in south-west Iran especially khouzeestan. To this end, the model of Markov chain is used. In Markov chain, it is assumed that the climate has only two states: dry or wet. For instance, rainfall has only two states: it rains (1) or it will not rain (0). There is not a third state. The statistical years are not the same in this research and change from 10 to 50 years. Twenty stations are selected in Khuzestan and the surrounding provinces (synoptic and climatology). The three months of the summer are not included in calculations because the precipitation was zero or near zero. As the result of that, the reoccurrence of dry periods is generally longer than that of the wet ones. In the other words, dry periods last a long time in south-west Iran. Regarding area, long dry periods cover a wide area in the southwest while the area covered by short-term periods is less. When the length of time of periods increases to possibly 8 days, the changes are reversed and the longer time the probability of 8-day aridness takes, the more area it covers and the shorter time it takes, the less area it covers.

Keywords: *drought, Terry, Khuzestan, Markov chain*

1. Corresponding author: Hsabzevare@gmail.com and PhD student of Climatology at Islamic Azad University of Najaf Abad

2. Academic member of the Department of Geography, Najaf Abad University, Isfahan

3. Academic member of the Iran Meteorology Iran