بررسی امکان افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی شهر رفسنجان به کمک نزولات جوی طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰: رهیافت پیش بینی نزولات جوی

سمیه امیرتیموری، کتایون شمشادی، سپیده امیرتیموری و صادق خلیلیان[۱]

چکیده

آب یکی از مهمترین و کمیاب‌ترین نهاده‌های کشاورزی شهر رفسنجان و عمده‌ترین منبع تأمین کننده آن، آبهای زیرزمینی است. بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی سبب پایین رفتن سطح آبهای زیرزمینی در این شهر شده است. از آنجائیکه منبع اصلی تغذیه آبهای زیرزمینی، نزولات جوی می‌باشد، لذا در این مطالعه به پیش بینی نزولات جوی در این شهر به منظور بررسی امکان افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی شهر رفسنجان به کمک نزولات جوی طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰ پرداخته شد. بدین منظور از روش باکس-جنکینز که از نظر تکنیکی به روش ARIMA مشهور است، استفاده شد. داده‌های مربوط به میزان بارندگی از اداره کل هواشناسی استان کرمان برای سالهای ۱۳۸۹-۱۳۷۰ تهیه گردید. نتایج نشان داد که میزان بارندگی طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰ در شهر رفسنجان دارای نوسان و بطور متوسط رشد سالانه آن صفر خواهد بود. از آنجائیکه نتایج نشان داد طی ۱۶ سال آینده میزان بارندگی در شهر رفسنجان افزایشی نخواهد داشت، لذا اگر روند کنونی بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی ادامه یابد؛ امکان افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی این شهر به کمک نزولات جوی امکان پذیر نخواهد بود. تلاش برای مهار کردن بیشتر نزولات جوی و بارور کردن ابرها می‌تواند در زمینه افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی این شهر راهگشا باشد.

طبقه بندی JEL: Q25, C5.

واژه‌های کلیدی: آب، پیش بینی، شهر رفسنجان، روش ARIMA

مقدمه

ایران عمده‌ترین تولید کننده و صادر کننده پسته در جهان می‌باشد. ۷۰ درصد پسته ایران در استان کرمان و تقریباً ۶۰ آن در شهرستان رفسنجان تولید می‌شود. آب به دلایلی همچون خشکسالی و افزایش دما در یک دهه اخیر، همجوار بودن با کویر لوت و دشت کویر و پراکندگی و نامنظم بودن بارندگی، یکی از مهمترین و کمیاب‌ترین نهاده‌های کشاورزی استان کرمان و شهرستان رفسنجان محسوب می‌شود.

منابع آب زیرزمینی در این شهرستان به دلیل کمبود و یا به‌عبارتی نبود منابع آب سطحی و همچنین شرایط آب و هوایی و فقر نزولات جوی به‌عنوان مهمترین و عمده‌ترین منبع تأمین کننده آب به‌شمار می‌رود. شهرستان رفسنجان به عنوان بزرگترین قطب تولید

۱- به ترتیب، سمیه امیرتیموری (دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس)، کتایون شمشادی (دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس)، سپیده امیرتیموری (دانشجوی کارشناسی اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهیدباهنر کرمان)، صادق خلیلیان (دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس)
Email: amirtaimoori@yahoo.com

پسته ایران در سالهای اخیر با بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی روبرو بوده است. زیرا زمان شروع سرمایه‌گذاریهای وسیع در ایجاد باغهای پسته شهرستان رفسنجان در دهه ۳۰، آب نسبت به زمین محدودیت خاصی نداشت. این در حالی است که امروزه کمبود آب به بحرانی شدن آن در منطقه تبدیل شده و دلیل این امر احداث باغهای پسته فراوان در منطقه می‌باشد که موجب کمبود آب برای آبیاری شده است. شایان ذکر است کمبود نزولات جوی (حدود یک دهه خشکسالی) و افزایش دما در یک دهه اخیر مزید بر علت شده است. بطوریکه میانگین تغییرات سالانه سطح ایستایی در این دشت از سال ۱۳۶۲ تا کنون ۷۲- سانتی متر بوده است. هم اکنون دشت رفسنجان به‌عنوان یک دشت ممنوعه اعلام شده که افزایش بهره‌برداری از آن ممنوع می‌باشد.

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی سبب افت شدید سطح ایستایی، افزایش سریع شوری آب، نشست زمین، خشک شدن چشمه‌ها و قناتها و عوارض تبعی آنها در توسعه کشاورزی شده است. کشاورزان در این منطقه با مشکل کاهش سوددهی مواجه گشته-اند، خصوصاً عملکرد پسته به دلیل شور شدن و کمبود آب در این منطقه (که بزرگترین قطب کشاورزی از نظر تولید پسته محسوب می‌شود) کاهش یافته است.

یکی از منابع افزایش تغذیه منابع آبهای زیرزمینی، افزایش نزولات جوی می‌باشد، علی الخصوص که شهرستان رفسنجان طی یک دهه اخیر با خشکسالی مواجه بوده است. از طریق پیش بینی نزولات جوی می‌توان امکان افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی را مورد بررسی قرار داد.

در مطالعات فراوانی در داخل و خارج از کشور به پیش بینی متغیرهای مختلف پرداخته شده است که در قسمت ذیل به پاره‌ای از آنها اشاره می‌شود:

گیلانپور و کهزادی (۱۳۷۶) در مطالعه‌ای قیمت برنج تایلندی را با استفاده از روش ARIMA پیش بینی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که قیمت برنج در بازار بین‌المللی ایستا نیست و وقوع هر تکانه در بازار آثار بلندمدتی به دنبال خواهد داشت.

رحمانی و سدهی (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای تغییرات سطح آبهای زیرزمینی دشت همدان-بهار را با استفاده از روش ARIMA پیش بینی کردند. نتایج حاصله نشان داد که در صورت ثابت ماندن روند کنونی، طی بیست سال آینده سطح آبهای زیرزمینی این دشت حدود ۱۷/۵ متر کاهش خواهد یافت.

مشیری و مروت (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای به پیش بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران پرداختند. بدین منظور از روشهای مختلف پیش بینی مانند ARIMA، GARCH و شبکه عصبی استفاده شده است. مقایسه دقت پیش بینی مدلهای مذکور از طریق معیارهای RMSE، MAE و U-Thiel نشان داد که مدل شبکه عصبی از عملکرد بالاتری برخوردار است.

ابریشمی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای به‌منظور پیش بینی بی‌ثباتی قیمت نفت خام از خانواده مدلهای اتورگرسیو واریانس ناهمسان شرطی (ARCH) استفاده کردند. با توجه به نتایج به‌دست آمده مدلهای GARCH و T-GARCH عملکرد بهتری نسبت به سایر مدلها داشتند.

Portugal در سال ۱۹۹۵ در مطالعه‌ای به‌منظور پیش بینی تولید ناخالص بخش صنعت برزیل از دو روش شبکه عصبی و ARIMA استفاده کرد. داده‌های مورد نیاز این مطالعه به‌صورت ماهانه برای دوره ژانویه ۱۹۸۱ تا دسامبر ۱۹۹۲ جمع‌آوری گردیده و تولید ناخالص داخلی برای هفت ماه آینده آن پیش بینی شده است. مدلهای فوق با استفاده از دو معیار RMSE و MAE با یکدیگر مقایسه گردیده‌اند. نتایج نشان داده که روش ARIMA برتری بیشتری در مقایسه با مدل شبکه عصبی دارد.

Mcaleer و Lim (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای به پیش بینی میزان تقاضا برای مسافرت به استرالیا از هنگ کنگ، مالزی و سنگاپور پرداختند. بدین منظور از متدولوژی Box-Jenkins استفاده شده است. معیارهای MAPE و RMSE به منظور دقت پیش بینی

استفاده شدند. نتایج نشان داد که مدل ARIMA به‌دست آمده برای سنگاپور دقیق‌تر از مدل ARIMA فصلی برای هنگ کنگ و مالزی می‌باشد.

Payne و Bowden (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای به‌منظور تخمین قیمت برق از سه مدل ARIMA، ARIMA-GARCH و ARIMA-GARCH-Mاستفاده کردند. در این مطالعه ابتدا با روش ARIMA به پیش بینی قیمت برق پرداخته شده است. از آنجائیکه نتایج نشان دهنده وجود واریانس ناهمسانی شرطی بوده، مدل EGARCH تخمین زده شده است. نتایج EGARCH نیز نشان دهنده وجود یک اثر اهرمی معکوس بوده، در نتیجه مدل ARIMA-EGARCH-M تخمین زده شده است. چهار معیار ارزیابی (RMSE، MAE، MAPE و U-Thiel) نیز نشان داد که مدل ARIMA-EGARCH-M نتایج بهتری را ارائه می‌کند.

Reikard (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به‌منظور پیش بینی تشعشعات خورشید از روش ARIMA استفاده و نتایج به‌دست آمده را با توابع تبدیل، شبکه‌های عصبی و مدلهای ترکیبی مقایسه کرد. بر اساس آماره‌های مختلف، بهترین نتایج با روش ARIMA به‌دست آمده بود.

همانطور که قبلاً گفته شد، شهرستان رفسنجان بزرگترین قطب تولید پسته در کشور است ولی با خطر کاهش سطح آبهای زیرزمینی مواجه می‌باشد. لذا در این تحقیق به پیش بینی نزولات جوی در این شهرستان پرداختیم تا بر اساس آن امکان افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی شهر رفسنجان به کمک نزولات جوی را مورد بررسی قرار دهیم.

روش تحقیق

امروزه از مدلهای مختلفی برای پیش بینی استفاده می‌شود. در یک تقسیم بندی می‌توان این مدلها را به مدلهای خطی و غیرخطی طبقه‌بندی نمود. در این مطالعه به منظور پیش بینی نزولات جوی در شهرستان رفسنجان از مدل خطی خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته[1] (ARIMA) استفاده شده است که در قسمت ذیل به توضیح آن می‌پردازیم.

- مدل خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته

یکی از روشهای معروف پیش بینی و مدلسازی متغیرهای سری زمانی، روشی است که توسط باکس و جنکینز در سال ۱۹۷۰ ارائه گردید. در روش باکس-جنکینز[2] که از نظر تکنیکی به روش ARIMA مشهور است، هدف استخراج مدلی است که متغیر سری زمانی توسط آن تولید شده و بتوان از آن برای پیش بینی مقادیر آینده سری استفاده کرد. این روش پیش بینی بر تجزیه و تحلیل احتمالی سری های زمانی تحت این فلسفه که «اجازه دهید اطلاعات خود را بازگو نماید» تأکید دارد. در روش ARIMA سری زمانی با استفاده از مقادیر با وقفه خودش و جملات خطای استوکاستیک توضیح داده می‌شود.

نکته شایان ذکر آن است که برای استفاده از روش ARIMA باید یک سری زمانی مانا[3] یا سری زمانی که پس از یک مرتبه (یا بیشتر از یک مرتبه) تفاضل گیری مانا شود، داشته باشیم. دلیل آن را می‌توان به صورت ذیل بیان نمود:

هدف مدل ARIMA شناسایی و تعیین یک مدل آماری است که می‌توان آنرا مدل تولید کننده داده‌های نمونه واقعی از فرآیند تصادفی تعبیر کرد. اگر بخواهیم از این مدل برای پیش بینی استفاده نمائیم بایستی ویژگیهای این مدل در طی زمان ثابت باشد.

[1] - Auto Regression Integrated Moving Average
[2] - Box-Jenkins
[3] - Stationary

بنابراین دلیل نیاز به داده‌های مانا آن است که هر مدلی که از این داده‌ها بدست می‌آید را می‌توان باثبات دانست و آنرا مبنای معتبری برای پیش بینی بشمار آورد (گجراتی، ۱۹۹۵).

روش ARIMA شامل چهار مرحله به ترتیب ذیل می‌گردد:

مرحله اول: تشخیص (شناسایی)[1]

اگر یک سری زمانی پس از d مرتبه تفاضل‌گیری مرتبه اول مانا شود و سپس آنرا توسط فرآیند ARMA(p,q) مدلسازی کنیم، در اینصورت سری زمانی اصلی، سری زمانی خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته ARMA(p,d,q) می‌باشد که در آن p تعداد جملات خودرگرسیون و d تعداد دفعات تفاضل‌گیری برای مانا شدن سری زمانی و q تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشد. در این مرحله یک یا چند مدل از گروه مدلهای ARIMA انتخاب می‌گردند. برای این منظور از نمودار همبستگی و همبستگی جزئی استفاده می‌شود. البته می‌توان با توجه به نتایجی که در دو مرحله بعد بدست می‌آید در این مرحله تجدید نظر کرد.

مرحله دوم: تخمین[2]

بعد از مرحله تشخیص به تخمین پارامترهای مدل می‌پردازیم. این کار بطور معمول با استفاده از برخی نرم افزارهای کامپیوتری انجام می‌شود.

مرحله سوم: کنترل تشخیصی[3]

پس از انتخاب یک مدل خاص ARIMA و تخمین پارامترهای آن به دنبال این هستیم که آیا مدل انتخابی داده‌ها را به خوبی برازش می‌کند؟ به عبارت دیگر آیا مدل انتخابی مناسبترین مدل برای توصیف داده‌ها می‌باشد؟ زیرا ممکن است یک مدل ARIMA دیگر، برازش بهتری از داده‌ها را ارائه نماید. یک آزمون ساده برای بررسی این نکته آن است که می‌بایست باقیمانده‌های حاصل از این مدل اختلال سفید باشند (ابریشمی و مهرآرا، ۱۳۸۱).

مرحله چهارم: پیش بینی[4]

یکی از دلایل محبوبیت و گستردگی مدلسازی ARIMA، توانایی و موفقیت آن در پیش بینی است. در بسیاری از این موارد، پیش بینی‌های حاصل از این روش برای پیش بینی‌های کوتاه مدت است و بیش از روش مدلسازی سنتی اقتصادسنجی قابل اعتماد و اتکا می‌باشند.

آماره‌های مختلفی برای ارزیابی مدل‌های پیش بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه از آماره‌های ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)[5]، میانگین قدرمطلق خطا (MAD)[6]، میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE)[7]، آماره U تایل (U-Thiel)[8] برای ارزیابی مدل‌های پیش بینی استفاده شده است که فرم ریاضی آنها در جدول شماره ۱ آورده شده است.

---

[1] - Identification
[2] - Estimation
[3] - Diagnostic Checking
[4] - Forcast
[5] - Root Mean Squared Error
[6] - Mean Absolute Deviation
[7] - Mean Absolute Percent Error
[8] - Theil Inequality Coefficient

جدول (۱). معیارهای ارزیابی مدل‌های پیش بینی شده

معیار	فرم ریاضی*
ریشه میانگین مربع خطا	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(\hat{y_t} - y_t)^2}{n}}$
میانگین قدر مطلق خطا	$MAD = \frac{\sum\lvert \hat{y_t} - y_t \rvert}{n}$
میانگین قدر مطلق درصد خطا	$MAPE = \frac{\sum\lvert \frac{\hat{y_t} - y_t}{y_t} \rvert}{n}$
آماره Uتایل	$U = \frac{\sqrt{\frac{\sum(\hat{y_t} - y_t)^2}{n}}}{\sqrt{\frac{\sum(y_{t-1} - y_t)^2}{n}}}$

*در روابط فوق $\hat{y}_t$، y_t و n به ترتیب نشان دهنده مقدار برآورد شده، مقدار واقعی و تعداد داده‌ها می‌باشند.

هر چه آماره‌های خطای پیش بینی کمتر باشند، نمایانگر پیش بینی دقیق‌تر هستند. مقدار صفر برای هر یک از آماره‌ها نشان دهنده برازش کامل است.

آمار مورد نیاز برای انجام این تحقیق، میزان بارندگی در شهرستان رفسنجان طی سالهای مختلف می‌باشد که از اداره کل هواشناسی استان کرمان برای سالهای ۱۳۸۹-۱۳۷۰ تهیه گردید.

نتایج و بحث

به‌منظور پیش بینی نزولات جوی (P) در شهرستان رفسنجان، ابتدا مانایی متغیر P با استفاده از آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته، پرون و نمودارهای خودهمبستگی (AC) و خودهمبستگی جزئی (PAC) بررسی شد. نتایج نشان داد که متغیر P، مانا و انباشته از مرتبه صفر (I(0)) می‌باشد. بنابراین متغیر P به منظور مدلسازی استفاده گردید. با توجه به نمودارهای AC و PAC چندین مدل انتخاب و آزمونهای تشخیصی انجام و در نهایت مدل ARIMA(1,0,1) جهت پیش بینی انتخاب شد. نتایج پیش بینی میزان نزولات جوی در شهرستان رفسنجان طی سالهای ۱۴۰۰- ۱۳۹۰ در جدول شماره ۲ آورده شده است.

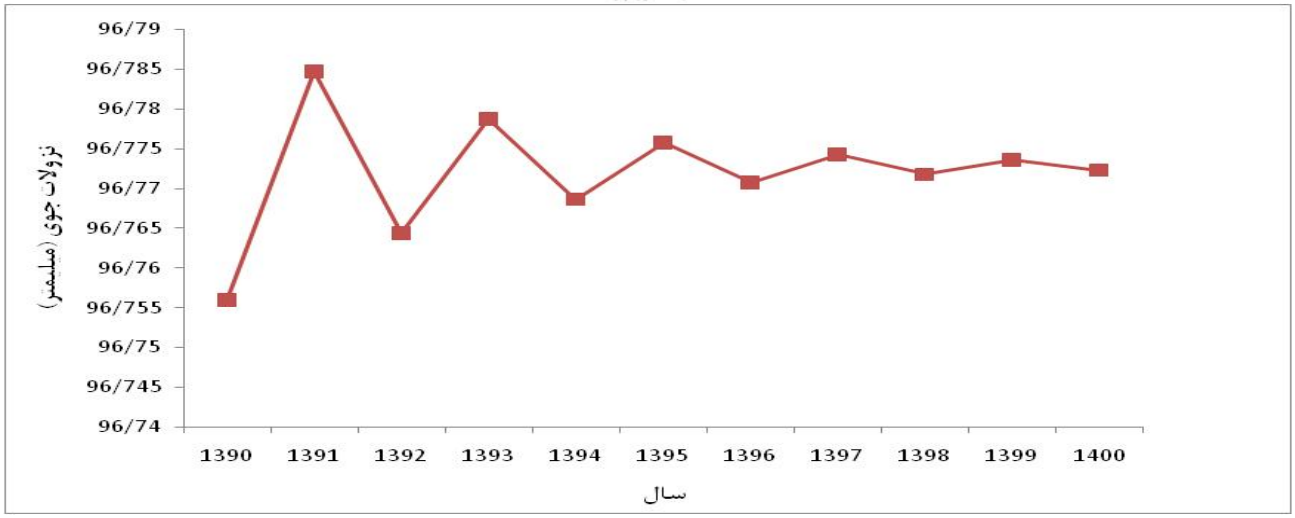
جدول (۲). مقادیر پیش بینی شده نزولات جوی در شهرستان رفسنجان طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰

سال	میزان نزولات جوی (میلی‌متر)	نرخ رشد
۱۳۹۰	۹۶/۷۵۶	-
۱۳۹۱	۹۶/۷۸۵	-۰/۰۴۲۱۱
۱۳۹۲	۹۶/۷۶۴	۰/۰۲۹۷۲۷
۱۳۹۳	۹۶/۷۷۹	-۰/۰۲۰۹۷
۱۳۹۴	۹۶/۷۶۹	۰/۰۱۴۸۰۳
۱۳۹۵	۹۶/۷۷۶	-۰/۰۱۰۴۴
۱۳۹۶	۹۶/۷۷۱	۰/۰۰۷۳۷۲
۱۳۹۷	۹۶/۷۷۴	-۰/۰۰۵۲
۱۳۹۸	۹۶/۷۷۲	۰/۰۰۳۶۷۱
۱۳۹۹	۹۶/۷۷۴	-۰/۰۰۲۵۹
۱۴۰۰	۹۶/۷۷۲	۰/۰۰۱۸۲۸
۱۳۹۰	۹۶/۷۵۶	-۰/۰۰۱۲۹
۱۳۹۱	۹۶/۷۸۵	-۰/۰۴۲۱۱
۱۳۹۲	۹۶/۷۶۴	۰/۰۲۹۷۲۷
۱۳۹۳	۹۶/۷۷۹	-۰/۰۲۰۹۷
۱۳۹۴	۹۶/۷۶۹	۰/۰۱۴۸۰۳
۱۳۹۵	۹۶/۷۷۶	-۰/۰۱۰۴۴
۱۳۹۶	۹۶/۷۷۱	۰/۰۰۷۳۷۲
۱۳۹۷	۹۶/۷۷۴	-۰/۰۰۵۲
۱۳۹۸	۹۶/۷۷۲	۰/۰۰۳۶۷۱
۱۳۹۹	۹۶/۷۷۴	-۰/۰۰۲۵۹
۱۴۰۰	۹۶/۷۷۲	۰/۰۰۱۸۲۸

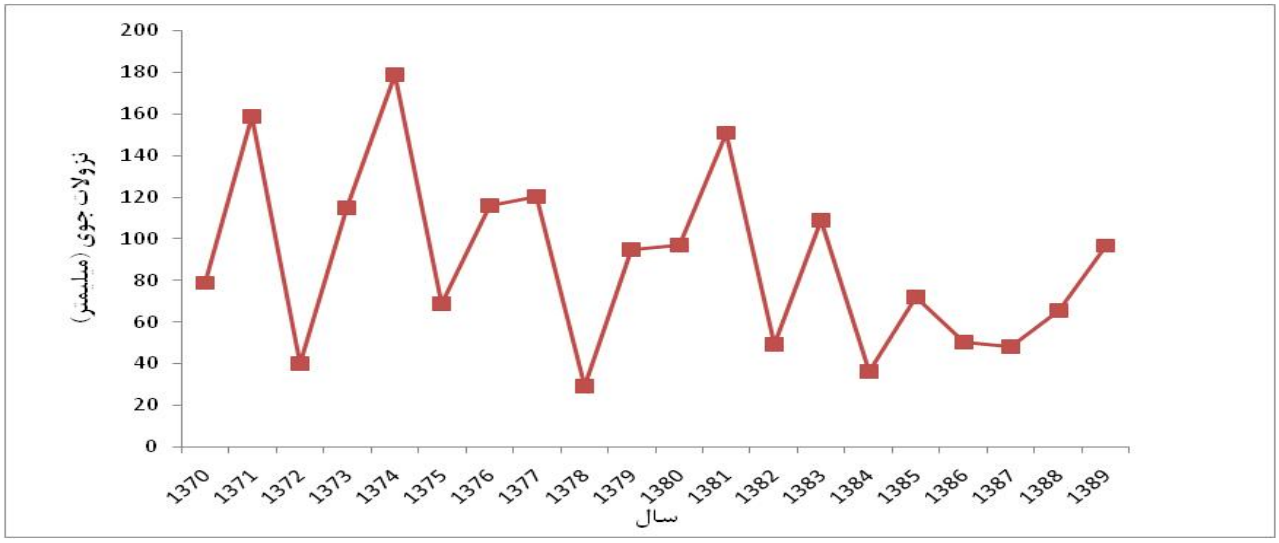
مأخذ: یافته‌های تحقیق

همانطورکه در جدول شماره ۲ مشاهده می‌گردد، نزولات جوی در شهرستان رفسنجان طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰ از ۹۶/۷۵۶ میلی متر در سال ۱۳۹۰ به 96/772 میلی متر در سال ۱۴۰۰ افزایش می‌یابد و رشد متوسط آن طی این سالها تقریباً صفر خواهد بود.

همچنین نتایج نشان می‌دهد که به‌طور کلی میزان بارندگی در این شهرستان طی سالهای۱۴۰۰-۱۳۹۰ دارای نوسانان خواهد بود (نگاره ۱). شایان ذکر است که میزان بارندگی در این شهرستان طی سالهای گذشته نیز (۱۳۸۹-۱۳۷۰) دارای نوسانان بوده است (نگاره ۲).



نگاره ی (۱): روند تغییرات نزولات جوی در شهرستان رفسنجان طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰



نگاره ی (۲): روند تغییرات نزولات جوی در شهرستان رفسنجان طی سالهای ۱۳۸۹-۱۳۷۰

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه به پیش بینی میزان نزولات جوی در شهرستان رفسنجان طی سالهای ۱۴۰۰-۱۳۹۰ با استفاده از روش باکس-جنکینز پرداخته شد. با توجه به نتایج ارائه شده، مدل ARIMA(1,0,1) به عنوان بهترین مدل برای پیش بینی نزولات جوی در نظر گرفته شد.

میزان نزولات جوی پیش بینی شده توسط این مدل نشان داد که طی ۱۱ سال آینده رشد میزان نزولات جوی در این شهرستان تقریباً صفر خواهد بود؛ در نتیجه امکان افزایش تغذیه آبهای زیرزمینی شهر رفسنجان به کمک افزایش نزولات جوی میسر نخواهد بود. لذا توصیه می‌گردد که با اتخاذ سیاستها دیگری همچون هدایت کردن جریانات آبی (مانند روان آبها) به سمت منابع آب زیر زمینی، کنترل بهره‌برداریها از این منابع و مهار کردن بیشتر نزولات جوی از افت شدید منابع آب زیرزمینی در این شهرستان جلوگیری شود.

همچنین فرهنگ سازی و آگاه سازی مردم از خسارات وارده به آنها و محیط زیست ناشی از بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد.

منابع

- ابریشمی، ح و مهرآرا، م (۱۳۸۱). اقتصادسنجی کاربردی (رویکردهای نوین)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- ابریشمی، ح؛ مهرآرا، م و آریانا، ی (۱۳۸۶). ارزیابی عملکرد مدل‌های پیش‌بینی بی‌ثباتی قیمت نفت. *تحقیقات اقتصادی*، ۷۸: ۲۱-۱.
- رحمانی، ع و سدهی، م (۱۳۸۳). پیش بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت همدان- بهار با مدل سری‌های زمانی، *آب و فاضلاب*، ۵۱: ۴۹-۴۲.
- گجراتی، د (۱۹۹۵). مبانی اقتصاد سنجی، ترجمه: ح. ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- گیلانپور، الف و کهزادی، ن (۱۳۷۶). پیش بینی قیمت برنج در بازار بین‌المللی با استفاده از الگوی خودرگرسیون میانگین متحرک، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۸: ۲۰۰-۱۸۹.
- مشیری، س و مروت، ح (۱۳۸۵). پیش بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدلهای خطی و غیر خطی، *پژوهشنامه بازرگانی*، ۴۱: ۲۷۶-۲۴۵.
- Bowden, N. and Payne, J. E. (2008). Short term forecasting of electricity prices for MISO hubs: Evidence from ARIMA-EGARCH models, *Journal of Energy Economics*, 30: 3186-3197.
- Lim, Ch. And McAleer, M. (2002). Time series forecasts of international travel demand for Australia, *Journal of Tourism Management*. 23: 389-396.
- Portugal, N. S. (1995). Neural networks versus time series methods: a forecasting exercise. 14th international symposium on forecasting. Sweden: Stockholm University.
- Reikard, G. (2009). Predicting solar radiation at high resolutions: a comparison of time series forecasts, *Journal of Solar Energy*, 83: 342-349.

The Study of the Possibility of Increasing the Nutrition of GroundWater in Rafsanjan by the Help of Atmospheric Raining During 2011-2021

Somayeh Amirtaimoori, Katayoon Shemshadi, Sepideh Amirtaimoori , Sadegh Khalilian[1]

Abstract

Water is one of the most important and scarce agricultural inputs in Rafsanjan and its main groundwater supply source. Excessive exploitation of underground water sources lead to decrease in the underground level of this city. Since the main source of underground water supply is rainfall, therefore, in this study we will try to forecast rainfall rate in this city in order to investigate the possibility of increasing the supply of Rafsanjan underground water by the help of rainfall during 2011-2021. For this purpose, Box-Jenkins which is technically known by ARIMA method was used. Meteorological data have been prepared from weather bureau of Kerman province for the years 1991-2010. The results showed that rainfall rate during 2011-2021 in Rafsanjan city include oscillations and its average annual growth will be zero. Since the results showed that during the next 16 years the amount of rainfall in Rafsanjan will increase, therefore, if current exploitation trend from underground continue, possibility of increase in underground water supply of this city will not be helpful to the rainfall. Efforts to restrain more rainfall and cloud seeding can be useful to increase in feeding underground water of this city.

JEL classification: Q25, C5.

Keywords*: *ARIMA method; Forecast; Rafsanjan city; Water

[1] - Somayeh Amirtaimoori (Ph. D. student, Department of Agricultural Economics, Tarbiatmodares University, Tehran, Iran), Katayoon Shemshadi (Ph. D. student, Department of Agricultural Economics, Tarbiatmodares University, Tehran, Iran), Sepideh Amirtaimoori (B. S. student, Department of Agricultural Economics, Shahid Bahonar University, Tehran, Iran), Sadegh Khalilian (Assistant Professors, Department of Agricultural Economics, Tarbiatmodares University, Tehran, Iran)
Email: amirtaimoori@yahoo.com