Iranian Journal of
Rainwater Catchment Systems

مجله علمی سامانه های سطوح آبگیر باران

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۲۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۲-۵۹۷۰

بررسی دقت مدل‌های رگرسیون چند متغیره و ARIMA در پیش‌بینی تقاضای آب (مطالعه موردی: شهر مشهد)

سیدهاشم حسینی*[۱]، هومان هنری[۲]

۱ و ۲. گروه کشاورزی و منابع طبیعی، واحد تربت‌جام، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت‌جام، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶

صفحات: ۴۸- ۴۱

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

آگاهی از میزان تقاضای آب برای سیاست‌گذاری آن در مدیریت شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیش‌بینی تقاضای آب در آینده این امکان را برای مدیران فراهم می‌کند تا با توجه به محدودیت‌ها و بحران‌های پیش رو، تدابیر لازم را در خصوص تأمین پایدار آب اتخاذ نمایند. هدف از این تحقیق مقایسه مدل رگرسیونی چندمتغیره و ARIMA برای پیش‌بینی میزان تقاضای آب در شهر مشهد است. در این تحقیق ابتدا متغیرهای اصلی مؤثر در تقاضای آب ازجمله متغیر بارندگی، دما و جمعیت تعیین و سپس نسبت به جمع‌آوری آمار و اطلاعات از سازمان‌های مربوطه اقدام و پس از بررسی صحت و همگنی داده‌ها، با کمک دو مدل رگرسیون چندمتغیره و ARIMA میزان تقاضای آب برآورد شد. نتایج تحقیق نشان داد که برای آموزش داده‌ها مقادیر ضریب تعیین و ضریب نش به‌ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۷ برای مدل رگرسیون چندمتغیره و ۰/۷۷ و ۰/۷۳ برای مدل ARIMA بوده و همین ضرایب برای آموزش داده‌ها به‌ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۸۷ برای مدل رگرسیون چندمتغیره و ۰/۷۹ و ۰/۷۳ برای مدل ARIMA است. لذا مدل رگرسیون چندمتغیره با توجه به بالابودن ضریب تبیین و همچنین قرار گرفتن در طبقه خیلی خوب ضریب نش از نظر عملکرد بهتری در پیش‌بینی برخوردار بوده و می‌تواند نسبت به مدل ARIMA به‌عنوان روش قابل‌قبول برای پیش‌بینی تقاضای آب مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب، رگرسیون چندمتغیره، مدیریت شهری، ARIMA.

مقدمه

پیش‌بینی دقیق تقاضای آب شهری به مدیران و بهره‌برداران شبکه‌های آب شهری این امکان را می‌دهد تا در دوره‌های زمانی مختلف به مدیریت صحیح مصرف بپردازند (آرام و کهنه شهری، ۱۳۹۱.، تابش و همکاران، ۱۳۹۳). به‌طورکلی پیش‌بینی مصرف آب به‌گونه‌ای که سیاست‌گذاری مدیریت مصرف و آب‌رسانی مطابق با واقعیت موجود اتخاذ شود، تنها از مسیر مدل‌سازی دقیق و جامع مصرف آب امکان‌پذیر است (Banihabib & Mousavi, 2019; Bruno et al., 2018). با توجه به متغیرهای مؤثر در میزان مصرف آب ازجمله جمعیت، اشتغال، فناوری، پارامترهای اقلیمی(بارندگی و دما)، قیمت، وضعیت فیزیکی سیستم توزیع آب، میزان مصرف در دوره‌های قبل و غیره (بیلندی و همکاران، ۱۳۹۳؛ کاظمی، ۱۳۹۶) از مدل‌های مختلفی برای مدل‌سازی پیش‌بینی مصرف آب استفاده می‌گردد که ازجمله مدل‌های مورداستفاده می‌توان به مدل‌های رگرسیونی، سری زمانی، شبکه عصبی و فازی اشاره کرد (حشمتی و حافظ پرست، ۱۳۹۷؛ شرفی و همکاران، ۱۳۹۹؛ قرمزچشمه و همکاران، ۱۳۹۹). شایان ذکر است استفاده از هر دسته مدل بستگی کامل به شناخت پارامترهای مؤثر در میزان مصرف آب، میزان دسترسی به اطلاعات و آمار، دقت مدل موردنظر و از همه مهم‌تر امکان استفاده از مدل توسط متولیان و

[1] * Email: SH.Hosseini1355@iau.ac.ir نویسنده مسئول: سیدهاشم حسینی

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

مدیران بخش برنامه‌ریزی است. چه گاهی مدلی جدید و دارای دقت بالا برای مدیران معرفی می‌گردد که متأسفانه به دلایل مختلف ازجمله کمبود داده یا پیچیدگی و دارا بودن پارامترهای زیاد امکان اجرای مدل توسط مدیران اجرایی میسر نمی‌باشد. لذا استفاده از مدلی که بتواند در عین سادگی ساختار و با استفاده از حداقل متغیرها، میزان تقاضای آب را برآورد نموده و همچنین توسط کارشناسان متولی برنامه‌ریزی و مدیریت آب شهری قابلیت استفاده داشته باشد، امر ضروری به نظر می‌رسد (Muhammad et al., 2019; Khoshakhlage et al., 2002; Soukayna & Adamowski, 2017). در این تحقیق نیز دو مدل رگرسیون چندمتغیره و ARIMA برای پیش‌بینی تقاضای آب در شهر مشهد انتخاب شد. مدل رگرسیون چندمتغیره داری ساختار ساده بوده و به‌سادگی قابل مدل‌سازی بوده و این امکان را به کاربر می‌دهد تا بتواند حداقل متغیرها و مناسب‌ترین متغیرها را انتخاب نماید. همچنین مدل ARIMA نیز اولاً از مدل‌های سری زمانی بوده که در آن از روابط رگرسیونی استفاده می‌گردد، ثانیاً داده‌های مورداستفاده نیز به‌صورت سری زمانی در دسترس می‌باشند و ثالثاً داری ساختار ساده بوده و هر دو مدل به‌راحتی توسط کارشناسان متولی برنامه‌ریزی و مدیریت آب قابل‌استفاده می‌باشند. لذا در این تحقیق پس از انتخاب این دو مدل تلاش گردید با کمک شاخص‌های معتبر از قبیل ضریب تعیین(R^2) و ضریب نش(Nash) بهترین مدل انتخاب گردد تا با کمک آن بتوان ضمن برآورد مطلوب میزان تقاضای آب به برنامه‌ریزی بهتر تأمین آب پایدار در سال‌های آتی اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

شهر مشهد در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۴۱ دقیقه و در عرض جغرافیایی ۳۶درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی قرارگرفته است و ارتفاع شهر از سطح دریا حدود ۱۰۵۰ متر، میزان متوسط بارندگی سالیانه۲۴۷میلی‌متر (حداکثر ۳۴۰ و حداقل ۱۴۳میلی‌متر) می‌باشد. آب شرب موردنیاز مشهد از ۴۵۰ حلقه چاه، ۲ رشته قنات، یک دهنه چشمه و سدهای طرق، کارده و دوستی تأمین می‌شود. سرانه مصرف آب در مشهد ۱۲۰ لیتر در شبانه‌روز است که نسبت به دیگر کلان‌شهرها کمتر است ولی با توجه به شرایط اقلیمی باید این میزان نیز کاهش یابد. رشد فزاینده جمعیت شهر و تمرکز فعالیت‌ها، تقاضا برای آب را حدود هفت درصد افزایش داده است. البته ازنظر الگوی مصرف ماهانه، تفاوت معناداری وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین مصرف به دلیل افزایش گرمای هوا، نیاز آبی گیاهان فضای سبز و مصارف خانگی، مربوط به ماه‌های تیر و مرداد می‌باشد. کمترین میزان مصرف نیز مربوط به فروردین‌ماه است (آبفای مشهد، ۱۴۰۱).

روش مطالعه

در این تحقیق بر اساس مطالعات انجام‌گرفته درگذشته و همچنین نظرات کارشناسی، متغیرهای اصلی مؤثر در میزان مصرف آب شامل بارندگی ماهیانه، دمای ماهیانه، جمعیت ماهانه به‌عنوان متغیر مستقل و میزان مصرف ماهانه آب به‌عنوان متغیر وابسته تعیین و سپس مبادرت به تهیه آمار و اطلاعات از سازمان‌های مربوطه (آب منطقه‌ای، هواشناسی و شهرداری) گردید. دوره آماری در این مطالعه از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۷ بوده که پس از تهیه داده‌های بارندگی ماهیانه، دمای ماهیانه و میزان مصرف ماهیانه آب به بررسی صحت، همگنی داده‌ها مبادرت و پس از استانداردسازی داده‌ها حدود ۸۰ درصد داده‌ها برای آموزش (۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴) و ۲۰ درصد داده‌ها (۱۳۹۵تا ۱۳۹۷) برای آزمون وارد مدل شد. پس از مدل‌سازی نیز از شاخص‌های ضریب تعیین و ضریب نش برای صحت سنجی و مقایسه مدل‌ها استفاده گردید و مدلی که از ضریب تعیین و ضریب نش بالایی برخوردار باشد به‌عنوان مدل دارای عملکرد بهتر معرفی خواهد شد.

رگرسیون چند متغیره

در تحلیل رگرسیون هدف پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته با توجه به تغییرات متغیرهای مستقل است. با استفاده از رگرسیون چند متغیره، محقق می‌تواند رابطه خطی موجود بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل با یک متغیر وابسته را به شیوه‌ای مطالعه نماید که در آن، روابط موجود فی‌مابین متغیرهای مستقل نیز مورد ملاحظه قرار گیرد. تحلیل رگرسیون چندمتغیره برای مطالعه تأثیرات چند متغیر مستقل در متغیر وابسته کاملاً مناسب است. در این مدل‌های آماری رابطه‌ی بین متغیرهای مستقل و وابسته به‌صورت زیر است:

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

$$Y = \beta_{01} + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \quad i = 1.2 \ldots . n \qquad (۱)$$

که در این معادله پارامترهای $\beta_1 . \beta_2 . \beta_p$ ضرایب رگرسیون جزئی و پارامتر β_{01} مقدار عرض از مبدأ است که مقدار ثابت رگرسیون نیز نامیده می‌شود و همچنین پارامتر ε_i خطای مدل را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است برای مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیره از ترم افزار SPSS استفاده‌شده است.

مدل میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه (ARIMA)

در آمار و اقتصادسنجی و به‌ویژه در تحلیل سری‌های زمانی، یک میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه (ARIMA) یک مدل گسترده‌تر از میانگین متحرک خود همبسته (ARMA) است. این مدل‌ها در سری‌های زمانی برای فهم بهتر مدل یا پیش‌بینی آینده به کار می‌روند. این مدل‌ها درجایی که داده‌ها ایستا باشند به کار می‌روند. این مدل در اکثر موارد به‌صورت ARIMA(p,d,q) نشان داده می‌شود که در آن p، d و q اعداد حقیقی غیر منفی هستند که درجه خودهمبستگی، یکپارچگی و میانگین متحرک را معلوم می‌کنند. لازم به ذکر است در این تحقیق برای مدل‌سازی از نرم‌افزار SPSS استفاده‌شده است.

معیارهای ارزیابی و سنجش مدل

برای ارزیابی و سنجش مدل از معیار ضریب تعیین (R^2) و ضریب نش (NASH) استفاده‌شده است که به ترتیب در معادله (۲) و (۳) نشان داده‌شده است.

$$R^2 = \left[\frac{\sum(X_0 - \bar{X}_0)(X_i - \bar{X}_i)}{\sqrt{\sum(X_0 - \bar{X}_0)^2 \sum(X_i - \bar{X}_i)^2}}\right]^2 \qquad (۲)$$

$$NASH = 1 - \frac{\sum(X_i - X_0)^2}{\sum(X_0 - \bar{X}_0)^2} \qquad (۳)$$

که در آن X_O، X_i، $\bar{X}_0$ و $\bar{X}_i$ به ترتیب داده‌های مشاهداتی، داده‌های برآوردی، میانگین داده‌های مشاهداتی و میانگین داده‌های برآوردی می‌باشد. ضریب تعیین بین صفر تا یک متغیر بوده و هر چه مقدار آن بیشتر باشد و به یک نزدیک‌تر باشد بهتر است. همچنین ضریب نش بین منهای بینهایت تا یک متغیر است که عملکرد مدل بر اساس جدول (۱) تعیین می‌گردد (WMO- NO.1072).

جدول(۱): تعیین عملکرد مدل بر اساس ضریب نش

عملکرد	مقدار ضریب نش
خیلی خوب	>۰/۷۵
خوب	۰/۷۵ تا ۰/۶۵
مطلوب	۰/۶۵ تا ۰/۵۰
نامطلوب	<۰/۵

نتایج و بحث

نتایج مدل رگرسیون چندمتغیره و ARIMA برای داده‌های آموزش (سال‌های۱۳۸۴تا ۱۳۹۴)

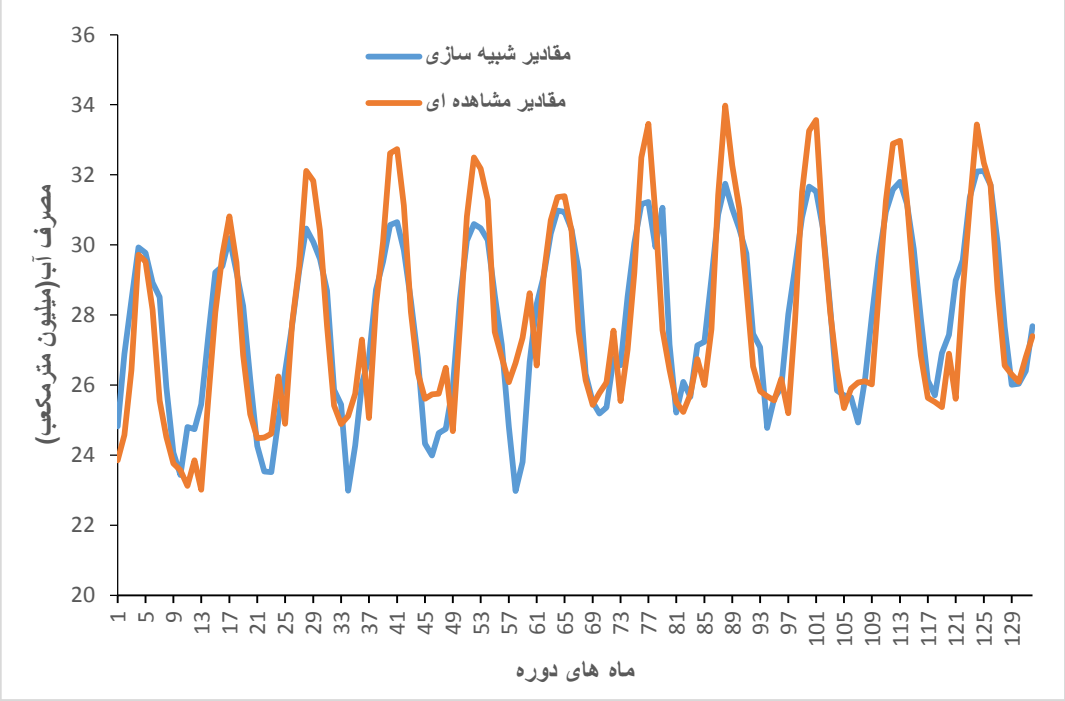
در این تحقیق متغیر مصرف ماهیانه آب به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای بارندگی ماهیانه، دمای ماهیانه و جمعیت ماهیانه به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند و با توجه به دارا بودن ابعاد مختلف، داده‌ها قبل از استفاده به‌عنوان داده ورودی به مدل استانداردسازی شدند. نتایج حاصل از مدل رگرسیونی چند متغیره به شرح جدول (۲) می‌باشد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

جدول(۲): ضرایب مدل رگرسیون چند متغیره

پارامترهای مدل	مقدار ضریب	مقدارt	مقدار P-value
ضریب ثابت	-۰/۰۰۷	-۰/۱۷۲	۰/۸۶۴
متغیر جمعیت	۰/۲۷۷	۶/۵۰۵	۰/۰۰۰
متغیر بارندگی	-۰/۱۰۸	-۱/۹۷۶	۰/۰۰۱
متغیر دما	۰/۷۸۰	۰/۷۷۹	۰/۰۰۰

پس از تعیین ضرایب پارامترهای مدل رگرسیونی نسبت به برآورد مقادیر اقدام گردید. شکل(۱) نمودار مقایسه‌ای بین داده‌های مشاهداتی و مقادیر برآوردی حاصل از مدل رگرسیونی را نشان می‌دهد.

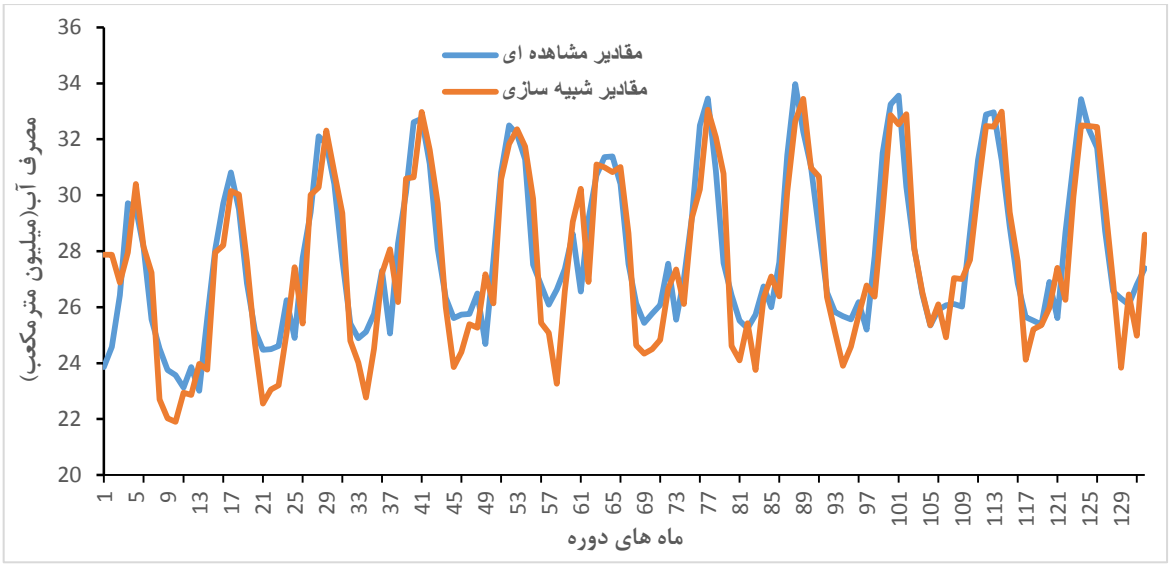


شکل(۱): نمودار مقادیر پیش‌بینی‌شده و مشاهده‌شده در مدل رگرسیونی چند متغیره برای داده‌های آموزش (سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴)

همچنین در مدل‌سازی به روش ARIMA نیز از متغیرهای مستقل بارندگی، جمعیت و دما برای برآورد میزان مصرف آب استفاده شد و با توجه به دارا بودن واحدهای مختلف، داده‌ها قبل از استفاده به‌عنوان داده ورودی به مدل، استانداردسازی شدند. شکل (۲) نمودار مقادیر مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده حاصل از مدل ARIMA را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]

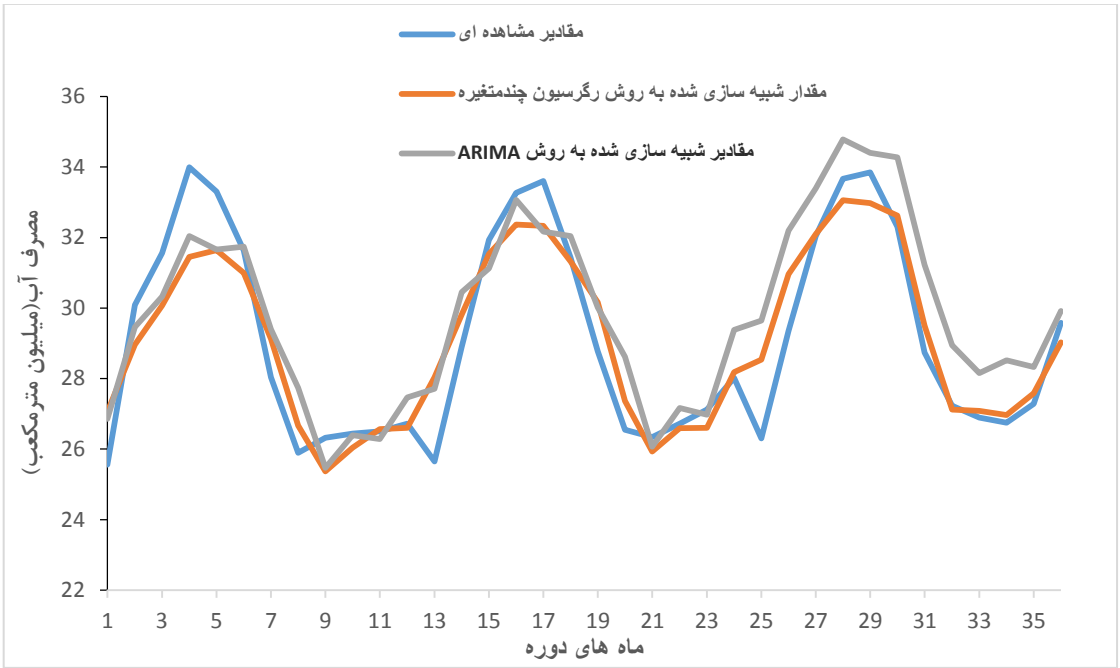
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]



شکل(۲): نمودار مقادیر مشاهده‌ای و شبیه‌سازی‌شده در مدل ARIMA برای داده‌های آموزش (سال‌های ۱۳۸۴تا۱۳۹۴)

نتایج مدل رگرسیونی و ARIMA برای داده‌های آزمون

پس از تعیین ضرایب پارامترهای مدل رگرسیونی و مدل ARIMA مبادرت به پیش‌بینی مقدار مصرف آب در سال‌های آزمون برای داده‌های متغیرهای مستقل شد. این داده‌ها شامل ۲۰ درصد از کل داده‌ها (سال‌های ۱۳۹۵تا۱۳۹۷) بوده و به‌عنوان داده‌های آزمون مدل تعریف می‌شوند. نتایج حاصل از به‌کارگیری مدل رگرسیون چندمتغیره و ARIMA برای پیش‌بینی مصرف آب در شکل (۳) نشان داده‌شده است.



شکل(۳): نمودار مقادیر مشاهده‌ای و پیش‌بینی‌شده توسط مدل رگرسیون چندمتغیره و روش ARIMA برای داده‌های آزمون (سال‌های ۱۳۹۵تا۱۳۹۷)

ارزیابی و سنجش مدل‌ها

امروزه برنامه‌ریزی برای تأمین آب موردنیاز شهرها نیازمند پیش‌بینی شرایط آینده و میزان تقاضای آب است. برای پیش‌بینی باید بر اساس شرایط گذشته و اطلاعات آمار ثبت‌شده اقدام به مدل‌سازی نمود و بر اساس روند داده‌های گذشته

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

بهترین مدل پیش‌بینی را انتخاب نمود. با توجه به اینکه متغیرهای دخیل در تقاضای آب به‌صورت سری زمانی ثبت می‌شوند لذا می‌توان از مدل‌های سری زمانی و رگرسیونی برای پیش‌بینی استفاده نمود. در این تحقیق برای اعتبارسنجی دو مدل رگرسیون چندمتغیره و ARIMA از شاخص ضریب تعیین (R^2) و ضریب نش استفاده شد. جدول (۳) مقادیر مربوط به ضرایب مذکور را نشان می‌دهد.

جدول(۳): مقادیر R^2 و Nash برای رگرسیون چند متغیره و ARIMA در داده‌های آموزش و آزمون

مدل	داده‌های آموزش		داده‌های آزمون	
	R^2	Nash	R^2	Nash
مدل رگرسیون چند متغیره	۰/۸۱	۰/۷۷	۰/۸۶	۰/۸۷
مدل ARIMA	۰/۷۷	۰/۷۲۷	۰/۷۹	۰/۷۳۰

نتایج حاصل در جدول (۳) نشان می‌دهد که ضریب تعیین در مدل رگرسیون چندمتغیره برای داده‌های آموزش و آزمون مدل به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۸۶ بوده و همین ضریب در مدل ARIMA به ترتیب برای داده‌های آموزش و آزمون مدل مقادیر ۰/۷۷ و ۰/۷۹ می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر مقدار ضریب تعیین در هر دو مدل رگرسیون و ARIMA در مرحله آزمون نسبت به آموزش افزایش داشته و همچنین در حالت کلی مقدار ضریب تعیین در مدل رگرسیون چندمتغیره نسبت به ARIMA مقدار بیشتری به‌دست‌آمده است.

همچنین نتایج حاصل در جدول (۳) نشان می‌دهد که ضریب نش در مدل رگرسیون چندمتغیره برای داده‌های آموزش و آزمون مدل به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۸۷ بوده و همین ضریب در مدل ARIMA برای داده‌های آموزش و آزمون به ترتیب دارای مقادیر ۰/۷۲ و ۰/۷۳ می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای تعیین مدل مناسب در پیش‌بینی تقاضای آب در شهر مشهد از دو مدل رگرسیون چند متغیره و مدل ARIMA استفاده شد. پس از تعیین متغیرهای مستقل شامل بارندگی، دما و جمعیت و همچنین متغیر وابسته مصرف آب نسبت به جمع‌آوری داده‌های ماهانه در دوره زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۷و استانداردسازی آن‌ها اقدام شد. در مرحله بعدی ۸۰درصد داده‌ها (سال‌های ۱۳۸۴تا ۱۳۹۴) برای آموزش مدل‌ها و ۲۰ درصد داده‌ها (سال‌های ۱۳۹۵تا ۱۳۹۷) برای آزمون مدل‌ها استفاده گردید. برای صحت سنجی هر دو مدل در مرحله آموزش و آزمون از شاخص‌های ضریب تعیین ضریب نش استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که مدل رگرسیون چند متغیره در مرحله آموزش و آزمون دارای ضریب تعیین بیشتری نسبت به مدل ARIMA است. این ضریب در مدل رگرسیون و مدل ARIMA در مرحله آموزش به ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۷۷ و در مرحله آزمون به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۷۹ است. همچنین ازنظر ضریب نش نیز مدل رگرسیون چند متغیره در هر دو مرحله آموزش و آزمون دارای ضریب نش بیشتری از مدل ARIMA بوده و ازنظر عملکرد در طبقه خیلی خوب قرار می‌گیرد (مقدار ضریب نش بیشتر از ۰/۷۵). درحالی‌که مدل ARIMA ازنظر ضریب نش در هر دو مرحله آموزش و آزمون (مقدار ضریب کمتر از ۰/۷۵) در طبقه دارای عملکرد خوب قرار می‌گیرد. لذا چون مقدار ضریب تعیین ضریبی است که نشان‌دهنده مقدار همبستگی بین داده‌های مشاهده‌ای و برآوردی است و بیانگر این موضوع است که به چه میزان متغیرهای مستقل توانایی پیش‌بینی متغیر مستقل را دارا می‌باشند می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مدل رگرسیون چندمتغیره نسبت به مدل ARIMA به خاطر بالابودن مقدار ضریب در هر دو مرحله آموزش و آزمون می‌تواند مدل بهتری باشد. این موضوع توسط ضریب نش نیز تأیید می‌گردد. زیرا مدل رگرسیون چندمتغیره با دارا بودن مقدار ضریب نش در مرحله آموزش و آزمون به ترتیب برابر با ۰/۷۷ و ۰/۸۷ در طبقه خیلی خوب ازنظر عملکرد قرار می‌گیرد و این در حالی است که مدل ARIMA دارای ضریب نش در مرحله آموزش و آزمون به ترتیب مقادیر ۰/۷۲ و ۰/۷۳ بوده و این مقادیر عملکرد مدل ARIMA را در طبقه خوب قرار می‌دهد. لذا با توجه به بالا بودن ضرایب تعیین و نش و همچنین سادگی مدل‌سازی می‌توان مدل رگرسیون چندمتغیره را برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تقاضای آب توصیه نمود.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

منابع

۱. آرام، ع. و ل. کهنه شهری (۱۳۹۱) ارائه یک مدل ترکیبی برای پیش‌بینی تقاضای روزانه آب شهری. فصلنامه اقتصاد مقداری، ۹(۱):۱۶-۱.

۲. بیلندی، م.، ع. خاشعی سیوکی و ص. صادقی طبس (۱۳۹۳) پیش‌بینی رواناب روزانه با مدل حداقل مربعات ماشین بردار پشتیبان. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۱(۶):۳۰۴-۲۹۳.

۳. تابش، م.، ص. بهبودیان و س. بیگی (۱۳۹۳). پیش‌بینی بلندمدت تقاضای آب شرب(مطالعه موردی: نیشابور). نشریه تحقیقات منابع آب ایران، ۱۰(۳):۲۵-۱۴.

۴. حشمتی، س. و م. م. حافظ پرست (۱۳۹۷) پیش‌بینی دبی با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی با مدل SARIMA در شرایط خشکسالی مطالعه موردی: ایستگاه دبی سنجی پیرسلمان در رودخانه جامیشان. سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۶ (۱)۸۲-۷۳.

۵. شرفی، م.، س. صمدیان فرد و س. هاشمی (۱۳۹۹) پیش‌بینی بارش ماهانه با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ژنتیک و ماشین بردار پشتیبان. سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۸ (۴) :۷۱-۶۳ .

۶. قرمزچشمه، ب.، م. نساجی زواره و ر. کاظمی (۱۳۹۹) تحلیل جریان کم ۶۰ روزه از سرشاخه تا پایاب حوزه کرخه. سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۸(۴):۱۲-۱.

۷. کاظمی، م. ج. (۱۳۹۶) مروری بر برخی از روش‌های پیش‌بینی مصرف آب شهری. اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب. دانشگاه شهید بهشتی.

8. Banihabib M. and *Mousavi M. P. (2019). Extended linear and non-linear auto-regressive models for forecasting the urban water consumption of a fast-growing city in an arid region*, Sustainable Cities and Society, *48, 101585*. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101585.

9. Bruno M. B., Gustavo L. M., Daniel M. and Edevar L. *(2018). Water demand time series generation for distribution network modeling and water demand forecasting*, Urban Water Journal, *15(2): 150-158, DOI: 10.1080/1573062X.2018.1424211.*

10. Khoshakhlage R., Emadzadeh M., Samadi S. and Hadizadeh H. *(2002). Estimating demand function of water consumption in city of Tehran*, Journal of sustainable growth and development (the economic research), *1(4): 109-130.*

11. Muhammad A.U., Li X. and Feng J. *(2019). Artificial Intelligence Approaches for Urban Water Demand Forecasting: A Review. In: Zhai X., Chen B., Zhu K. (eds) Machine Learning and Intelligent Communications. MLICOM 2019.* Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 294. Springer, Cham. *https://doi.org/10.1007/978-3-030-32388-2_51*.

12. Soukayna M. and Adamowski J. *(2017). Using extreme learning machines for short-term urban water demand forecasting*, Urban Water Journal, *14(6): 630-638, DOI: 10.1080/1573062X.2016.1236133*.

13. Word Meteorological Organization *(2011). Manual on Flood Forecasting and Warning*. (WMO-NO.1072).

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

Investigating the accuracy of multivariate regression and ARIMA models in predicting water demand (Case Study: Mashhad city)

Seyedhashem Hosseini*[1], Houman Honary[2]

[1,2] Department of Natural Resources and Agriculture, Torbatjam Branch, Islamic Azad University, Torbatjam, Iran.

Received: 2022/06

Accepted: 2022/09

Abstract

Awareness of water demand is of particular importance for its policy in urban management. Predicting water demand in the future will allow managers to take the necessary measures regarding sustainable water supply, given the constraints and crises ahead. The purpose of this study is to compare multivariate regression and ARIMA models to predict water demand in Mashhad. In this study, first, the main variables affecting water demand including rainfall, temperature, and population were determined and then the required data were collected from relevant organizations. After checking the accuracy and homogeneity of the data, water demand was estimated by two models of multivariate regression and ARIMA. The results showed that for data training, the determination coefficient and Nash coefficient were 0.81 and 0.77 respectively for the multivariate regression model and 0.77 and 0.73 for the ARIMA model, and the same coefficients for training data are respectively 0.86 and 0.87 for the multivariate regression model and 0.79 and 0.73 for the ARIMA model. Therefore, the multivariate regression model has a better performance in terms of prediction due to the high determination coefficient and being in the very good category of the Nash coefficient, and it can be used as an acceptable method for predicting water demand compared to the ARIMA model.

Keywords: water demand, Multivariate regression, ARIMA, urban management.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-07-09]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.1.5.4]

[1] Email: SH.hosseini1355@iau.ac.ir