



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



بررسی رابطه دمای هوا با میزان مصرف آب در فصل بهار سال ۱۳۹۶ (مطالعه موردی در شهرستان شهرضا-اصفهان)

هادی اصلانی

کارشناس بهره برداری آبفا شهرضا

hd.aslani@yahoo.com

فروزان بهرامی

رئیس اداره خدمات مشترکین و درآمد آبفا شهرضا

frozbah@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله به رابطه بین دمای هوای میانگین و میزان مصرف شبکه توزیع آب در شهر شهرضا پرداخته شده است. در ابتدا نمودارهای اولیه دمای هوا و میزان مصرف برای هرماه ترسیم شده و نقاطی که میزان مصرف با دمای هوا دارای رابطه معنا داری نیستند بررسی شده و در مرحله بعد این نقاط که مربوط به روزهای تعطیل می باشد حذف شده و نمودارهای جدید ترسیم شده است که بازهم مشاهده می شود برخی از نقاط که مربوط به روز بعد از روز تعطیلی می باشند رفتار غیرخطی با دمای هوا دارند. نهایتا روزهای مذکور هم حذف شده و نمودار سه ماهه ترسیم می شود و رابطه خطی مناسبی بین دمای هوا و میزان مصرف مشاهده می شود. در نمودارهای ترسیم شده از خط برازش استفاده شده است بطوریکه نقاطی که به خط برازش نزدیک هستند گرایش خوبی به رابطه خطی بین دمای هوا و میزان مصرف دارند. برای اثبات این موضوع تابع خط برازش از نمودار استخراج شده است که بیشترین میزان انحراف با عدد اصلی با استفاده از این تابع کمتر از ۱۰ درصد می باشد که نشان دهنده رابطه خطی قابل قبول بین دمای هوا و میزان مصرف آب در شبکه توزیع می باشد.

کلمات کلیدی: دمای هوا، میزان مصرف، شبکه توزیع

مقدمه

با توجه به افت شدید منابع آبی کشور در سال های اخیر بدون شک حساسیت شبکه توزیع آب بر هیچ کس پوشیده نیست مطالعه، طراحی و اجرای مناسب آن از اهمیت بالایی برخوردار بوده و باعث مدیریت مناسب روی منابع آبی و همچنین ارایه خدمات مطلوب تر می شود.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



در حالت معمول دمای هوا به عنوان مهمترین عامل افزایش یا کاهش میزان مصرف آب می باشد بطوریکه با افزایش دمای هوا میزان مصرف آب افزایش و با کاهش آن میزان مصرف هم کاهش پیدا می کند که با توجه به کاهش منابع آبی و محدودیت تامین آن جز معضلات شرکت های آب و فاضلاب و حتی در سطوح مدیریتی کلان می باشد.

برای طراحی و همچنین مدیریت شبکه های توزیع مطالعاتی زیادی روی زمینه های مختلفی از قبیل جمعیت، شرایط اقلیمی، فرهنگ مردم، پیش بینی توسعه، تراز هیدرولیکی و... انجام می پذیرد از اینرو مطالعه روی شرایط آب و هوایی منطقه جز موارد قابل توجه و تاثیر گذار می باشد.

رابطه دمای هوا با میزان مصرف مشترکین که در این مقاله به پرداخته شده است همیشه جز موارد مهم در مطالعات بوده است. در ادامه به برخی از کارهای انجام شده اشاره شده است.

در سال ۱۹۹۰ یک مدل سری زمانی ماهانه برای مصرف آب شهری توسعه داده شد که ارتباط مصرف و اقلیم را نشان می داد این مدل یک ساختار غیر خطی داشت. فرضیه اصلی در این مدل تقسیم مصرف آب به دو قسمت عمده شامل مصرف پایه و مصرف فصلی بود. مصرف پایه که شامل مصارف داخلی ساختمانها می باشد، تحت تأثیر اقلیم منطقه نیست در حالی که مصرف فصلی (شامل سه جزء: مصرف بالقوه که به دما بستگی دارد، کاهش مصرف که به بارندگی مرتبط است و مصارف تصادفی) مربوط به مصارف خارج ساختمانها است و وابسته به شرایط اقلیمی می باشد. نتایج این مدل با اطلاعات واقعی مصرف در یکی از شهرهای تگزاس تطابق خوبی نشان داد[۱].

استنلی و همکاران در سال ۲۰۰۰ یک مدل شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی مصرف روزانه شهر آلبرتا کانادا بر اساس ماکزیمم و مینیمم درجه حرارت، بارش و مصرف روز قبل و میزان بارش تجمعی تا ۳۰ روز قبل را ارائه نمودند[۲]. یک مدل سری زمانی برای پیش بینی مصرف روزانه در شهر ملبورن استرالیا در سال ۲۰۰۲ توسط والتون و همکاران توسعه داده شد. در این مدل فرض شده بود که مصرف روزانه تابعی از شرایط فصلی و اقلیمی باشد[۳]. در سال ۲۰۰۲ جو و همکارانش یک مدل شبکه عصبی سه لایه پیشرو برای پیش بینی مصرف آب در شهر سئول ارائه کردند که پارامترهای اصلی آن ماکزیمم دما و مصرف روز قبل، تعطیلات، سرعت باد در فصل بهار و رطوبت در فصل زمستان بود[۴]. در همین سال در چین یک مدل شبکه عصبی برای پیش بینی مصرف آب در شهر ونان براساس پارامترهای اقتصادی نرمالیزه شده توسعه داده شد[۵].

از جمله فعالیت های انجام شده در ایران می توان به مدل ارائه شده در سال ۱۳۷۹ برای پیش بینی مصرف سالیانه آب شهر یزد بر اساس پارامترهای اقتصادی، بارش و تبخیر اشاره نمود[۶]. در سال ۱۳۸۳ تابش و همکاران یک مدل شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی مصرف روزانه آب شهری در تهران ارائه نمودند و در این راستا با استفاده از درجه حرارت هوا و مصرف آب روز قبل میزان مصرف روز بعد بدست می آید[۶].

همچنین در سال ۱۳۸۸ خانم ملاباشی و همکارانش مطالعه ای را روی شهر کوهپایه اصفهان انجام دادند که در آن تاثیر دمای هوا بر مصرف آب بررسی گردیده است[۷].

هدف از این تحقیق اثبات رابطه خطی بودن بین دمای هوا و میزان مصرف آب در شبکه توزیع شهر شهرضا می باشد اگرچه در بسیاری از نقاط این موضوع صادق نیست اما بنظر می رسد میزان مصرف آب با دمای هوا رابطه مستقیم خطی دارد همچنین نقاطی که همگرایی خوبی در رابطه خطی ندارند بررسی می و دلایل آن مطرح خواهد شد.

مواد و روشها

شهرضا از شهرستان های استان اصفهان می باشد که در ۸۰ کیلومتری شهر اصفهان قرار گرفته است که آب و هوای تقریبا خشکی دارد. آب آشامیدنی آن تماما از چاه های موجود در شهرستان و همچنین خط انتقال طرح آبرسانی از سمیرم تامین می شود.

متوسط دمای هوا در بهار ۹۶ با توجه به اعلام سایت سازمان هواشناسی کشور [۸]، تقریبا ۱۲ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۲۵ متر می باشد. تعداد اشعاب این شهر تا سال ۹۶ حدود ۵۰۰۰۰ فقره می باشد که با آحاد ۳ نفر شبکه توزیع ۱۵۰۰۰ نفر را تحت پوشش خود دارد. محل تامین آب شبکه توزیع از دو مخزن ۱۰۰۰۰ متر مکعبی می باشد که هر کدام از این مخازن در خروجی دارای دستگاه فلومتر می باشند که در پایان سال ۹۵ عملیات کالیبره آنها انجام شده است. عملیات قرائت بصورت روزانه انجام می پذیرد که با جمع کردن میزان آب ورودی به شبکه توزیع هر مخزن کل آب ورودی به شبکه قابل محاسبه می باشد (خروجی مخزن اول + خروجی مخزن دوم). اطلاعات مربوط به میزان حجم ورودی آب به شبکه توزیع به دلیل محرمانه بودن بصورت مستقیم ذکر نشده است.

اطلاعات دمای هوا از وب سایت سازمان هواشناسی استخراج شده است بدین گونه که این سایت دمای هوا در ساعات ۰۳:۰۰، ۰۶:۰۰، ۰۹:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۱۵:۰۰ را ارایه می نماید که در این تحقیق ۵ دمای در ساعات مذکور برای هر روز ثبت شده است سپس با میانگین گیری از این ۵ دما میانگین دمای هر روز بدست آمده است. دمای میانگین روزهای ماه های فروردین، اردیبهشت و خرداد در جدول ۱ آمده است که واحد آن درجه سلسیوس (سانتیگراد) می باشد.
*روزهای تعطیل با رنگ قرمز مشخص شده اند.

جدول ۱- متوسط دمای روزانه در سه ماهه اول (بر حسب سانتیگراد)

ردیف	فروردین	اردیبهشت	خرداد
۱	۱۵	۱۶٫۸	۲۳٫۴
۲	۱۵٫۶	۱۷٫۸	۲۴٫۶
۳	۱۲٫۲	۱۹٫۸	۲۵٫۲
۴	۱۱٫۶	۲۰٫۴	۲۴٫۶
۵	۹٫۶	۱۸٫۲	۲۵٫۶
۶	۱۰٫۲	۱۸٫۶	۲۶٫۲
۷	۱۱٫۶	۱۷٫۲	۲۸٫۲
۸	۱۳	۱۷	۲۷٫۸
۹	۱۴٫۲	۱۸٫۲	۲۵٫۶
۱۰	۱۴٫۴	۱۶	۲۶٫۸
۱۱	۱۵٫۸	۱۶٫۲	۲۷٫۲
۱۲	۱۴٫۶	۱۷٫۶	۲۴٫۸
۱۳	۱۶٫۶	۲۰	۲۴٫۴
۱۴	۱۳٫۴	۲۰٫۶	۲۳٫۶
۱۵	۱۱٫۲	۱۸٫۲	۲۴٫۴
۱۶	۹	۱۸٫۶	۲۵٫۴
۱۷	۱۱٫۴	۱۶	۲۶٫۲
۱۸	۱۵٫۶	۱۵	۲۷٫۶
۱۹	۱۷	۲۰٫۲	۲۸٫۸
۲۰	۱۷٫۶	۲۱٫۶	۲۹٫۲
۲۱	۱۸٫۲	۲۲٫۶	۲۹٫۲
۲۲	۱۹	۲۰٫۸	۲۹
۲۳	۲۱٫۸	۲۲٫۴	۲۹٫۶
۲۴	۲۰٫۶	۲۲٫۴	۲۹٫۸
۲۵	۲۲٫۲	۲۲٫۴	۲۹٫۸
۲۶	۲۲٫۸	۲۲٫۸	۲۹٫۸
۲۷	۱۹٫۲	۲۵٫۲	۲۹٫۸
۲۸	۱۷	۲۳٫۶	۲۸٫۴
۲۹	۱۹٫۲	۲۴٫۴	۲۸٫۴
۳۰	۲۰	۲۵٫۶	۲۹٫۸
۳۱	۱۶٫۲	۲۵٫۶	۳۱٫۴

ترسیم نمودار اولیه دما و مصرف آب

در گام نخست میزان مصرف بر حسب دما بصورت صعودی چینی می شود و نمودارهای ۱ و ۲ و ۳ دما بر حسب مصرف به ترتیب برای ماه های فروردین، اردیبهشت و خرداد ماه ترسیم شده است.

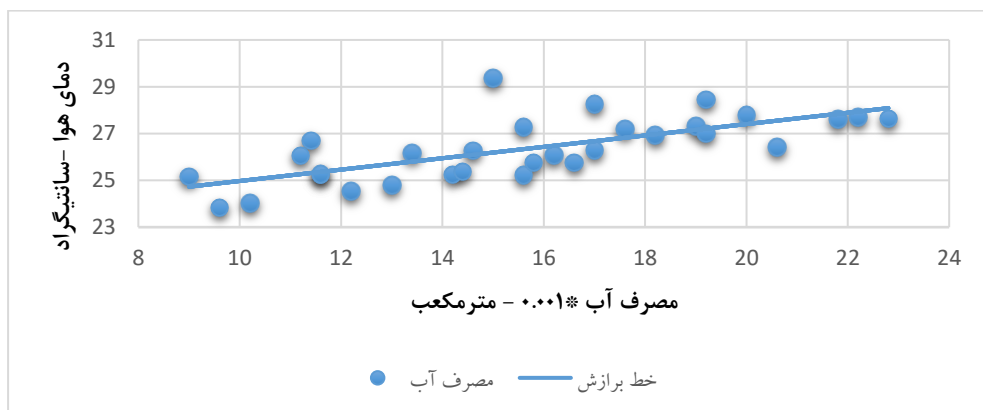


اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدر رفت آب

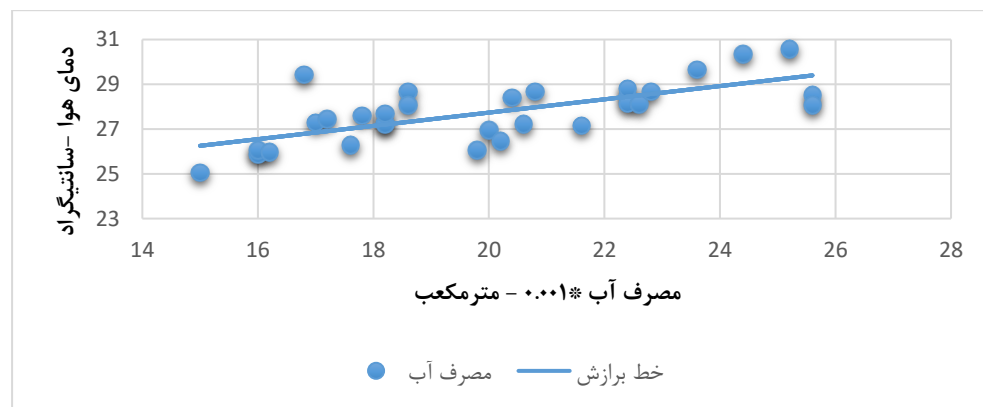
1st National Conference on Water Loss & Consumption Management



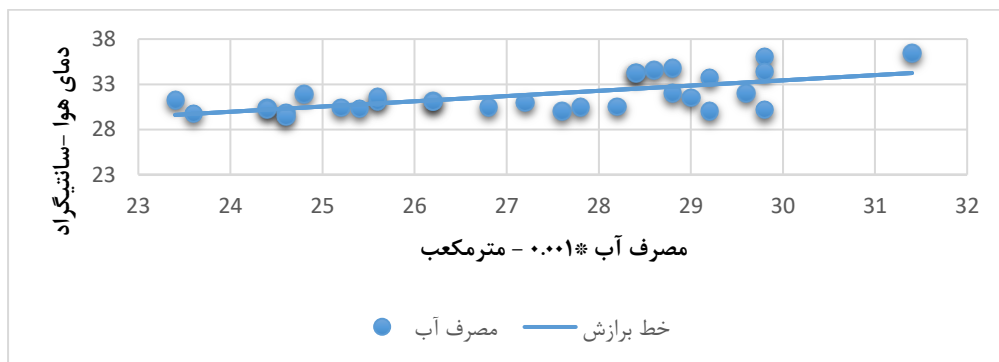
۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



نمودار ۱- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در فروردین

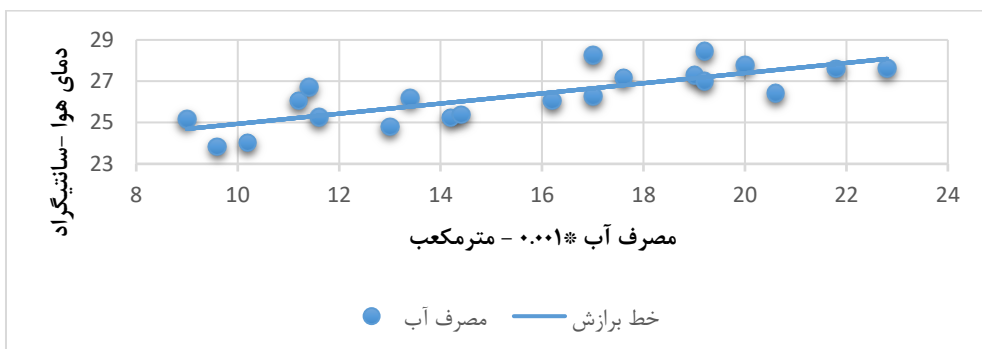


نمودار ۲- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در اردیبهشت

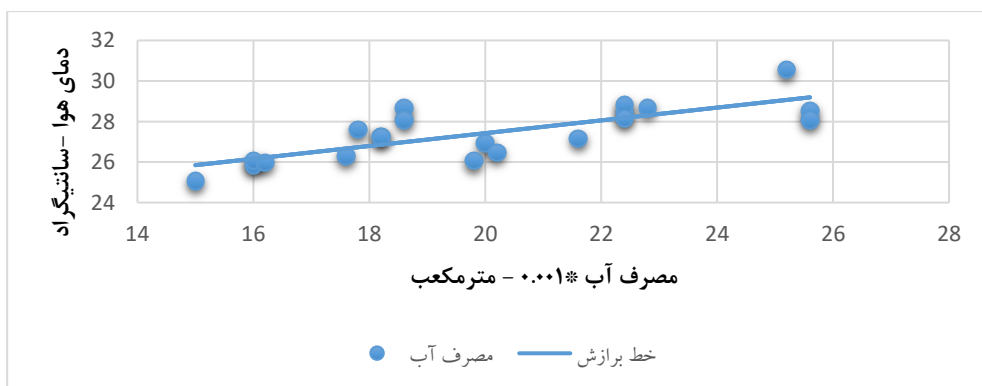


نمودار ۳- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در خرداد

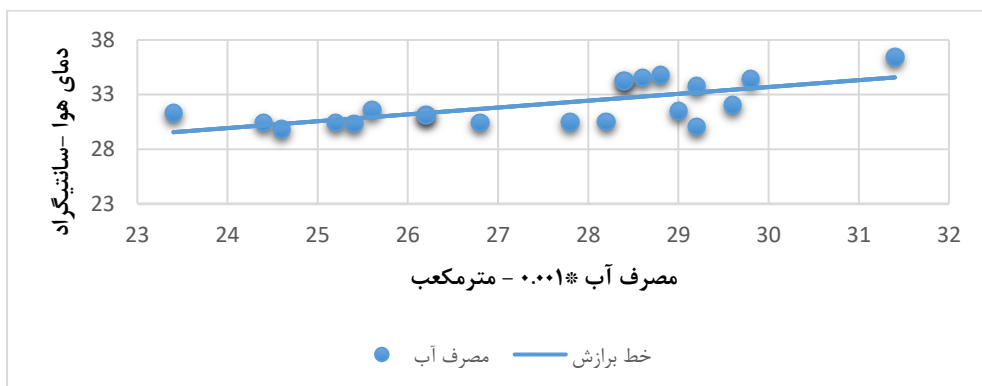
می دانیم که مسلماً با افزایش دمای هوا میزان مصرف هم افزایش می یابد و انتظار می رود میزان مصرف بصورت خطی با افزایش دما افزایش یابد ولی در نمودارهای رسم شده به این نتیجه می رسم که این رابطه در بسیاری از نقاط برقرار نیست به این معنی که نقاطی که از خط برازش فاصله زیادی دارند از رابطه خطی دما با مصرف تبعیت نمی کنند و باید نقاطی که مصرف با دما هم خوانی ندارند را کشف و بررسی کنیم. پس از بررسی نقاط مشخص شد که نقاطی که همخوانی با افزایش دما ندارند و انحراف قابل توجهی دارند مربوط به روزهای پنجشنبه، جمعه، تعطیلات رسمی و در برخی از موارد روزهای شنبه می باشد. افزایش مصرف آب در روزهای پایان هفته با توجه به تعطیلی و لزوم بهداشت فردی افراد خانواده و همچنین نظافت منزل، شستشوی لباس و... طبیعی به نظر می رسد. در مرحله بعد روزهای پنجشنبه، جمعه و تعطیلات رسمی از نمودار حذف شد که نمودارهای ۴، ۵ و ۶ به ترتیب برای ماه های فروردین، اردیبهشت و خرداد حاصل شد.



نمودار ۴- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در فروردین بدون روزهای تعطیل



نمودار ۵- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در اردیبهشت بدون روزهای تعطیل

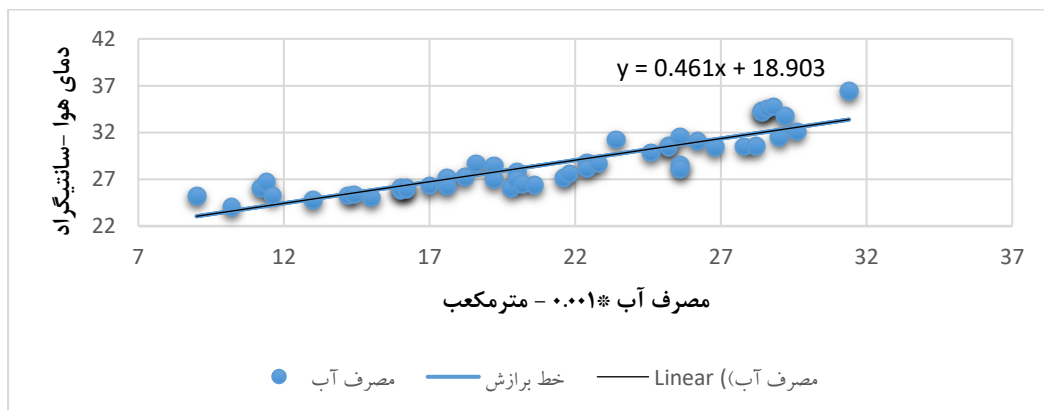


نمودار ۶- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در خرداد بدون روزهای تعطیل

با حذف روزهای تعطیل رابطه مطلوب تری بین افزایش دما و میزان مصرف حاصل شد با این وجود برخی از نقاط فاصله زیادی با خط برازش دارند که برخی از آنها مربوط به روز بعد از روز تعطیل می باشد با تحقیق های انجام شده از واحد مشترکین و بهره برداری به این نتیجه رسیدیم که این افزایش به دلایل زیر باشد:

- شروع نظافت مدارس و اداره ها از روز بعد تعطیل و افزایش مصرف آب آنها
- نظافت و شستشوی منازل و همچنین استحمام بعد از ساعت ۲۴ روز تعطیل که روی مصرف روز بعد تاثیر گذار است.
- افت فشار در شبکه به دلیل مصرف بالا در روزهای تعطیل و تخلیه یکباره خط انتقال در روز بعد که منجر به افزایش مصرف می شود.

در مرحله پایانی روزهای بعد تعطیل از آمار حذف و نمودار سه ماهه ترسیم شد که بصورت زیر می باشد.



نمودار ۷- مصرف بر حسب میانگین دمای هوا در سه ماه اول سال ۹۶ بدون روزهای تعطیل و روز بعد تعطیل



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



در نمودار بالا همگرایی خوبی بین خط برازش و میزان مصرف آب وجود دارد و بدین معنی است که میزان مصرف آب با افزایش دما رابطه مستقیمی دارد و با افزایش دما میزان مصرف بالا می رود و بالعکس.

رابطه $Y=0,461X+18,9$ برای خط برازش نمودار بالا تعیین شده است که Y معرف میزان مصرف $0,001$ برحسب مترمکعب و X معرف دمای هوا بر حسب سانتیگراد می باشد. با استفاده از رابطه مذکور میزان مصرف برای نقاط نمودار ۷ بدست آمده است سپس مقایسه ای با مقادیر اصلی انجام پذیرفته و حداکثر میزان انحراف در بین نقاط $9,6$ بدست آمده است که نشان از دقت حدود ۱۰ درصدی این رابطه دارد که به نظر قابل قبول می رسد.

نتیجه گیری

همانطور که مشاهده شد دمای هوا بر میزان مصرف مشترکین تاثیر مستقیم دارد بطوریکه با افزایش دمای هوا میزان مصرف افزایش و با کاهش آن میزان مصرف کاهش می یابد. به نظر می رسد رابطه بین میزان مصرف و دمای هوا بصورتی خطی باشد ولی در بعضی از نقاط استثناهایی نیز مشاهده شد که با بررسی و تحقیق این نتیجه بدست آمد که در بعضی از روزها میزان مصرف با دمای هوا همخوانی ندارد و بیش از حد می باشد، پس از بررسی مشخص شد که این نقاط مربوط به روزهای تعطیل می باشد و الگوی مصرف در روزهای تعطیل متفاوت با روزهای دیگر می باشد و این به دلیل الگوی مصرف مشترکین در روزهای تعطیل می باشد بطوریکه در روزهای پنجشنبه، جمعه و تعطیل میزان مصرف به دلیل بهداشت و نظافت فردی، شستشو و موارد دیگر افزایش می یابد. پس از ترسیم نمودارها به این نتیجه رسیدیم که به جز روزهای تعطیل یک روز بعد از روز تعطیل زیر دارای مصرف بیش از حد می باشد که با بررسی های به عمل آمده مشخص شد که شروع نظافت مدارس و اداره ها از روز بعد تعطیل، نظافت و شستشوی منازل و همچنین استحمام بعد از ساعت ۲۴ روز تعطیل که روی مصرف روز بعد تاثیر گذار است و همچنین افت فشار در شبکه به دلیل مصرف بالا در روزهای تعطیل و تخلیه یکباره خط انتقال و شبکه توزیع در روز بعد منجر به افزایش مصرف می شود. بعد از حذف نقاط روز بعد از تعطیل رابطه خطی مناسبی بین دمای هوا و میزان مصرف حاصل شد. با بدست آوردن تابع خط برازش و مقایسه آن با اعداد واقعی به دقت حدود ۱۰ درصدی تابع رسیدیم که نشان از دقت قابل قبول بین دمای هوا و میزان مصرف آب دارد.

مراجع

۱. Miaou, S., *A Class of Time Series Urban Water Demand Models With Nonlinear Climatic Effects*. Journal of Water Resources Research, 1990. **26**: p. 2.
۲. Stark, H.L., Stanley, J.S., Buchanan, I.D., *Water Demand Forecasting Using Artificial Neural Networks*. University of Alberta, 2000.
۳. Zhou, S.L., McMahon, T.A., Walton, A., Lewis, J., *Forecasting Operational Demand for an Urban Water Supply Zone*. Journal of Hydrology, March 2002. **259**(1-4).
۴. *Demand Prediction Model* Yu, M.J., Joo, C.N., Koo, J.Y., *Application of Short-Term Water to Seoul*. Journal of Water Science & Technology, 2002. **46**: p. 6-7.
۵. Liu, J., Savenije, H.G., Xu, J., *Forecast of Water Demand in Weinan City in China Using WDF-Ann Model*. Physics and Chemistry of the Earth, 2002. **28**.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



دانشگاه شهید بهشتی

انجمن آب و فاضلاب ایران

۶. مسعود تابش، سیامک گوشه، محمدجواد یزدان پناه، "ارائه یک رابطه برای پیش بینی مصرف روزانه آب شهری با استفاده از شبکه های عصبی". اولین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۳.
۷. آسیه سادات ملاباشی، تقی علیان، سکینه روشنی، "بررسی تاثیر تغییرات دمای هوا بر میزان مصرف آب شهری (مطالعه موردی شهر کوهپایه اصفهان)". سومین همایش ملی آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، ۱۳۸۸.
۸. وب سایت سازمان هواشناسی کشور: www.irimo.ir