ارزیابی روش‌های تجربی برآورد تبخیروتعرق پتانسیل در اقلیم خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی دشت قزوین)

بهاره بهمن آبادی[1*]، عباس کاویانی[2]، پیمان دانشکارآراسته[3] و رستا نظری[4]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، ۲- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، ۳- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، ۴- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آبیاری زهکشی گروه مهندسی آب دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

چکیده

امروزه کمبود آب در جهان یکی از اساسی‌ترین مشکلاتی است که زندگی بشر را تحت الشعاع قرار داده است بنابراین باید راهکارهای لازم جهت مدیریت مصرف آب را مدنظر قرار داد. برآورد دقیق تبخیروتعرق و یا آب مورد نیاز گیاهان، نقش مهمی در بهبود مدیریت مصرف آب و در نهایت افزایش راندمان آب مصرفی دارد. با توجه به اینکه برآورد نیاز آبی به طور مستقیم بسیار دشوار و زمان‌بر است، لذا روش های تجربی گوناگونی برای تعیین نیازآبی توصیه شده است که نتایج هر یک برای اقلیم های مختلف متفاوت می‌باشد. در این پژوهش، ۶۰ روش برآورد تبخیر و تعرق در گروه های دمایی، تششعی، رطوبتی و ترکیبی در ایستگاه منتخب استان قزوین، واقع دراسماعیل آباد با طول دوره آماری ۴ ساله مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. از بین این روش‌ها روش هارگریوز-سامانی (۱۹۸۵) دارای کمترین میزان جذر میانگین مربعات خطا (۰/۸۴۷) و بالاترین همبستگی با داده‌های لایسیمتری (۰/۹۶۲) ایستگاه اسماعیل‌آباد قزوین بود.

واژه‌های کلیدی: نیاز آبی، داده‌های لایسیمتری، روش هارگریوز سامانی

مقدمه

بحران آب یکی از بزرگترین چالش‌های جوامع امروزی است و سبب می‌شود که در استفاده و بهره‌برداری از آب دقت و مدیریت مناسب لحاظ شود. از آنجاییکه کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته و بارندگی آن حدود یک سوم متوسط جهانی و تبخیر آن حدود سه برابر متوسط جهانی می‌باشد، بحران آب به شدت ایران را تهدید می‌کند. بنابراین، فرایند تبخیر و تعرق در برنامه‌ریزی آبیاری، آبخیزداری، محاسبات بیلان آب و تخمین میزان رواناب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طی فرایند تبخیر حجم بالایی از آب خاک سطحی به صورت تبخیر و آب خاک زیر سطحی از طریق پوشش گیاهی به صورت تعرق انتقال داده می‌شود. پایش مستمر مقدار مصرف آب برای پروژه‌های آبیاری از نقطه نظر مدیریت حقابه، افزایش بهره‌وری و تنظیم بیلان هیدرولوژیکی حوضه مهم است. اما معمولا این پارامتر به دلیل مشکلات موجود در اندازه‌گیری مستقیم به طور غیرمستقیم و براساس داده‌های هواشناسی به‌دست می‌آید.

تبخیر و تعرق می‌تواند به طور مستقیم توسط لایسیمتر با روش بیلان آب اندازه‌گیری شده و یا با داده‌های هواشناسی تخمین زده شود. روش‌های بسیاری توسط محققین و متخصصین در سراسر جهان برای تعیین تبخیر-تعرق بااستفاده از متغیرهای مختلف هواشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سال‌های اخیر، روش‌های مختلفی برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع ارائه شده است که هر یک در شرایط اقلیمی متفاوت، پاسخ‌های متفاوتی می‌دهند. انجمن نیاز آبیاری مهندسین عمران آمریکا، آب مورد نیاز آبیاری را با ۲۰ روش به‌طور ماهانه در مناطق مختلف برآورد و با نتایج لایسیمتری مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که روش پنمن-مانتیث بهترین برآورد را دارد (Jensen et al., 1990). در بررسی هایی که برای اقلیم‌های مختلف ایران بر اساس اقلیم نمای کوپن محاسبه شده، از بین روش‌های هارگریوزسامانی، مک‌کینگ، تورک و پاپاداکیس در مقایسه با روش استاندارد پنمن‌مانتیث فائو، روش هارگریوز در اقلیم‌های خشک بیابانی، نیمه خشک ومدیترانه‌ای؛ روش تورک در اقلیم‌های فراخشک و روش مک‌کینگ در اقلیم خیلی مرطوب مناسب است. در مقیاس ماهانه نیز روش هارگریوز در اقلیم-

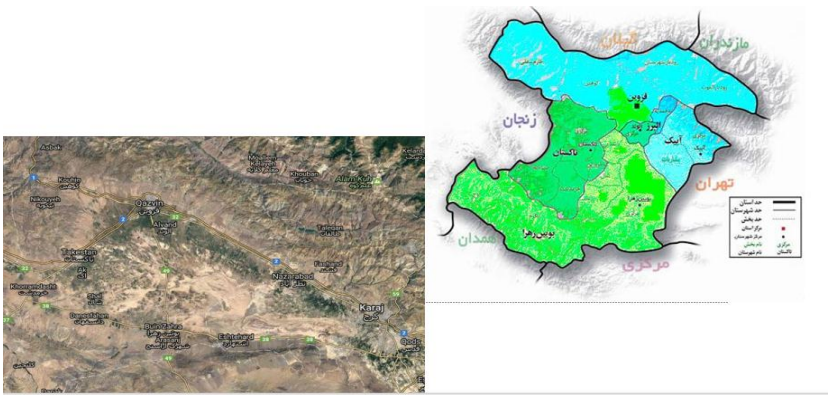
[1] نویسنده مسئول

های خشک بیابانی و نیمه خشک و روش مک‌کینگ دراقلیم‌های مدیترانه‌ای مرطوب، خیلی مرطوب و روش تورک در اقلیم فراخشک مناسب تشخیص داده شده است. در طی تحقیقی که در دشت قزوین با اقلیم خشک و نیمه خشک انجام شد روش هارگریوز (۱۹۸۵) با بیشترین همبستگی و کمترین میزان خطا را نسبت به داده های لایسیمتری داشته است (نظری و کاویانی،.۱۳۹۵). طبق تحقیقات انجام شده برروی هراقلیم می توان اذعان داشت که هر معادله برآورد تبخیر و تعرق در هر منطقه باتوجه به اقلیم و شرایط آب و هوایی همان منطقه استخراج شده است. هدف از این تحقیق مقایسه ۶۰ روش برآورد تبخیر-تعرق در ۴ گروه دمایی، تشعشعی، رطوبتی و ترکیبی، به منظور برآورد تبخیر تعرق مرجع دشت قزوین و ارزیابی دقت روش‌های مورد استفاده براساس داده های لایسیمتری، می باشد که که در آخر به شناسایی مناسب‌ترین روش با کمترین میزان خطا و بالاترین میزان همبستگی با داده‌های لایسمتری می‌پردازیم.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان قزوین در حوزه مرکزی ایران با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومتر مربع، بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. در این تحقیق، از آمار هواشناسی ایستگاه قزوین که در عرض جغرافیایی ' ۱۵ °۳۶ شمالی و طول شرقی ' ۰۳ °۵۰ که در ارتفاع ۱۲۷۹ متری از سطح دریا قرار دارد، استفاده گردید. داده‌های مربوط به اندازه‌گیری تبخیر و تعرق پتانسیل توسط لایسیمتر از مرکز تحقیقات خاک و آب اسماعیل آباد که در سال ۱۳۷۹ به مدت ۴ سال به‌طور هفتگی اندازه‌گیری شده است تهیه گردید.



شکل۱- موقعیت جغرافیایی استان قزوین و محدوده مورد مطالعه

نوع اقلیم

برای تعیین نوع اقلیم از اقلیم‌نمای آمبرژه استفاده شد که براساس اقلیم نمای آمبرژه، اقلیم منطقه خشک و نیمه خشک است.

شاخص های آماری

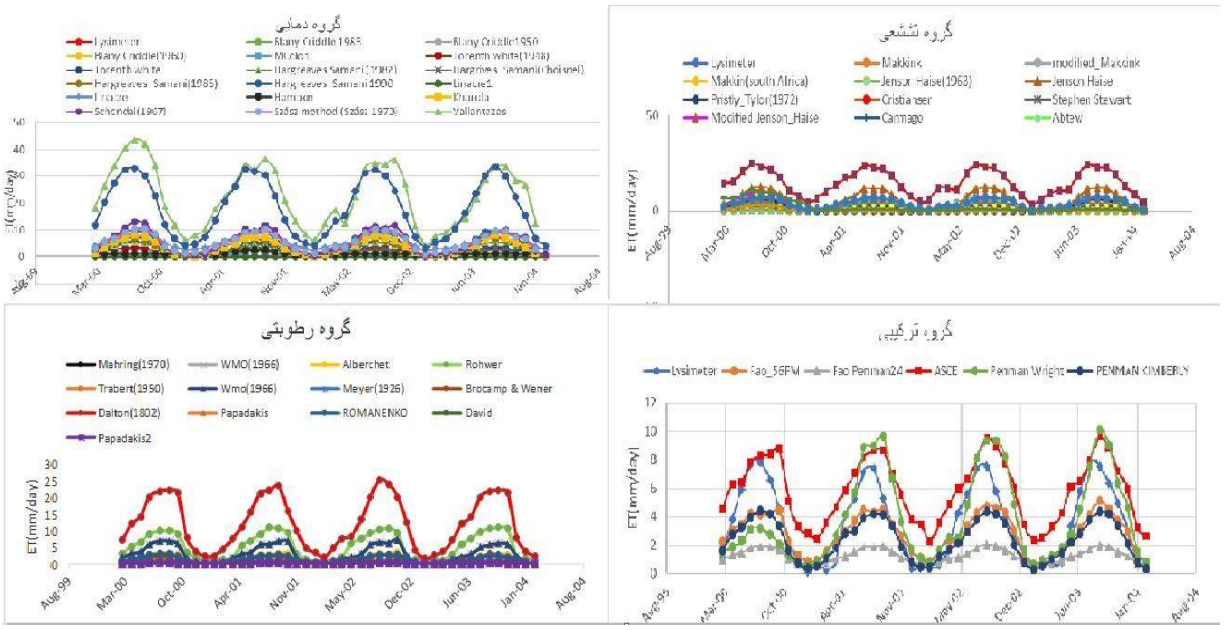
پس از تعیین تبخیر و تعرق با روش‌های تجربی، به منظور ارزیابی دقت تخمین هریک از روش‌ها، به مقایسه مقادیر به دست آمده از فرمول‌های تجربی با داده‌های لایسیمتری با هفت آماره خطاسنجی خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) ، میانگین خطای اریبی (Mean bias estimation)، ضریب همبستگی (Correlation coefficient) ، خطای استاندارد میانگین (Standard error of the mean) استفاده شد.

نتایج و بحث

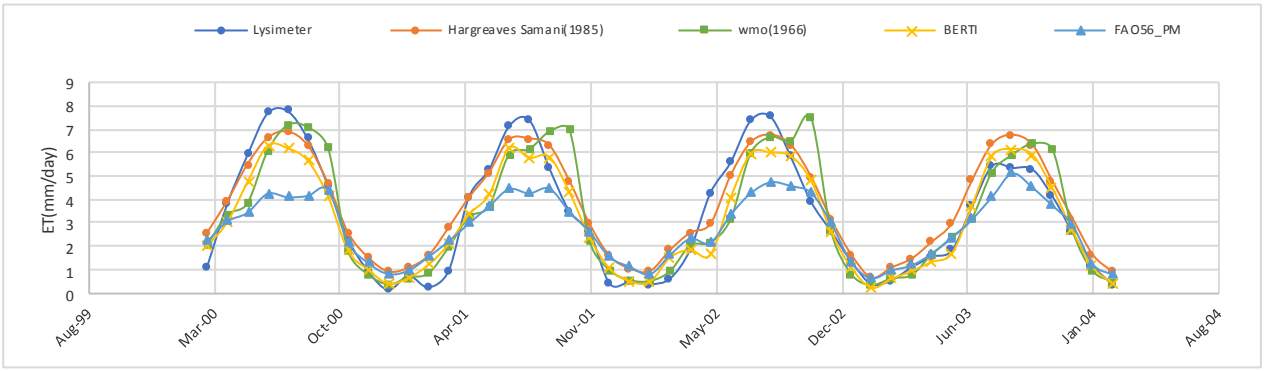
در شکل (۲) و (۳) به بررسی تغییرات ماهانه داده‌های تجربی و داده‌های لایسیمتری در طی دوره ۴ ساله (۱۳۸۲-۱۳۷۹)

روش‌های برتر در هرچهارگروه می پردازیم:

طبق بررسی‌های انجام شده روی داده‌های لایسیمتری و معادلات تجربی گروه دمایی، روش هارگریوز-سامانی (۱۹۸۵) دارای کمترین میزان جذر خطای میانگین مربعات با مقدار (۰/۸۴۷) در مقابل روش والیانتازاس (۲۰۱۳) که دارای بیشترین مقدار RMSE با مقدار (۲۰/۹۲۳) در بین سایر روش‌های گروه دمایی می‌باشد و پس از آن روش روازانی و همکاران (۲۰۱۲) دارای بیشترین مقدار RMSE می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه هرچه مقادیر میانگین خطای مربعات کوچکتر باشد مناسب‌تر است روش هارگریوز (۱۹۸۵) بهترین نتیجه را در براساس این شاخص داراست. همچنین روش هارگریوز (۱۹۸۵) دارای بالاترین همبستگی به مقدار (۰/۹۶۲) و کمترین میزان خطای استاندارد (۲/۰۴۸)می‌باشد و مقدار MBE این روش نیز منفی است که نشان از برآورد کمتر این روش نسبت به داده‌های لایسیمتری می‌باشد. همچنین روش هامون کمترین میزان همبستگی را دربین روش‌های آماری به خود اختصاص می‌دهد. مقدار MBE همه روش‌ها به‌جز روش‌های لیناکر، شندال (۱۹۶۷)، والینتازاس (۲۰۱۳) و روازانی و همکاران (۲۰۱۲) منفی می‌باشد که نشان دهنده برآورد کم تبخیر و تعرق روش دمایی نسبت به داده‌های لایسیمتری می‌باشد. به‌طور کلی در گروه روش‌های دمایی روش تجربی هارگریوز ۱۹۸۵ نتیجه بهتری نسبت به سایر روش‌های این گروه می دهد (شکل۲-گروه دمایی) در بین روش‌های گروه تشعشعی روش برتی (۲۰۱۴) با (۱/۰۲۴) و روش مک گویین بوردن با (۱۱/۹۴۶) به ترتیب کمترین و بیشترین خطای میانگین را به خود اختصاص می-دهند. مقادیرMBE در کلیه روش ها به‌جز جنسن‌هیز (۱۹۶۳)، جنسن‌هیز اصلاحی، پریستلی‌تیلور، مک‌گویین بوردن و بایر رابرتسون (۱۹۶۵) منفی می‌باشد. همچنین روش ایرماک (۲۰۰۳) دارای کمترین میزان خطای استاندارد بوده و بیشترین همبستگی مربوط به روش کارماگو (۰/۹۸۵) و کمترین آن مربوط به روش ریتچی (۱۹۹۰) با مقدار (۰/۳۲۳) می‌باشد. به‌جز داده‌های روش‌های تراجکوویک (۲۰۰۷)، جنسن‌هیز اصلاحی، ایرماک (۲۰۰۳) و بایر رابرتسون (۱۹۹۰)کلیه داده‌ها به نرمالسازی نیاز دارند. بنابراین روش برتی با کمترین میزان RMSE و خطای مطلق و همبستگی نسبتا بالا میزان تبخیرتعرق پتانسیل را نسبت به سایر روش‌ها بهتر برآورد می‌کند و پس از آن روش جنسن‌هیز اصلاحی با RMSE (۱/۰۹۵)و ضریب همبستگی (۰/۹۲۱) در رده بعدی قرار می‌گیرد (شکل ۲-گروه تشعشعی). در گروه رطوبتی روش‌های WMO(1966) و آلبرچت با کمترین میزان خطای استاندارد و خطای مطلق و مقدار MBE منفی به‌عنوان روش‌های برتر دراین گروه شناخته می‌شوند اما به‌دلیل خطای استاندارد کمتر، روش آلبرچت در رده بالاتری نسبت به روش WMO(1966) قرار می‌گیرد(شکل ۲-گروه رطوبتی). در گروه ترکیبی روش FAO 59_PM دربین سایر روش‌های این گروه با کمترین میزان خطای مطلق (۱/۲۹۲)و کمترین مقدار جذر خطای میانگین (۱/۲۹۲) و مقدار منفی میانگین بایاس و دارا بودن همبستگی نسبتا بالا به عنوان بهترین روش معرفی می شود (شکل ۲-گروه ترکیبی). به طورکلی در بررسی‌هایی که برروی چهارگروه دمایی، تشعشعی، رطوبتی و ترکیبی صورت گرفت روش هارگریوز با کمترین مقدار جذرخطای میانگین مربعات (۰/۸۴۷) و کمترین میزان خطای مطلق (۱/۸۷۸)، بیشترین همبستگی (۰/۹۶۲)، مقدار منفی میانگین بایاس (۱/۸۱۶-) و کمترین مقدار خطای استاندارد به عنوان روش برتر بین سایر روش ها در گروه‌های مختلف معرفی می‌شود که می توان درصورت نبود داده‌های لایسیمتری از این روش برای برآورد میزان تبخیر تعرق واقعی استفاده کرد (شکل-۳). کوچک زاده و نیک‌بخت (۱۳۸۳) به بررسی تبخیر-تعرق روزانه گیاه مرجع با روش‌های هارگریوز سامانی، ماکینگ، تورک و پاپاداکیس برای اقلیم‌های مختلف ایران براساس اقلیم‌نمای کوپن در مقایسه با روش استاندارد پنمن‌مانتیث‌فائو پرداختند، نتایج آن‌ها نشان داد روش هارگریوزسامانی دراقلیم‌های خشک بیابانی و نیمه خشک و مدیترانه‌ای بهترین برآورد را داراست.



شکل۲- مقایسه روند تغییرات تبخیروتعرق پتانسیل روش‌های مختلف گروه های تجربی با لایسیمتر



شکل ۳-مقایسه روش‌های برتر گروه‌های مختلف شکل

در سال‌های اخیر با توجه به کاهش بارندگی و بحران آب برآورد دقیق نیاز آبی عاملی موثر در مدیریت منابع آب است.طبق نتایج بدست آمده روش هارگریوز (۱۹۸۵) با کمترین مقدار جذرخطای میانگین مربعات (۰/۸۴۷) و کمترین میزان خطای مطلق(۱/۸۷۸)، بیشترین همبستگی (۰/۹۶۲)، مقدار منفی میانگین بایاس(۱/۸۱۶-)و کمترین مقدار خطای استاندارد را نسبت به داده‌های لایسیمتری ایستگاه اسماعیل آباد داشته‌است و به عنوان روش برتر بین سایر روش ها در گروه‌های مختلف معرفی می گردد. طبق اقلیم نمای دومارتن منطقه دشت قزوین نیز دارای اقلیمی خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

فهرست منابع:

Allen R.G and Pruitt.W.O. 1991. FAO-24 Reference evapotranspiration factors. Irrigation and Drainage. Engineering. 117,5:758-773.

Djaman, Alpha B. Balde,et al. (2015), Evaluation of sixteen reference evapotranspiration methods under sahelian conditions in the Senegal River Valley, Journal of Hydrology: Regional Studies 139–159.

Doorenbos J, Pruitt W.O. 1977 Guidelines for predicting crop water requirements. FAO. Rome, Irrigation and Drainage. Engineering. Paper No. 24, p 144

Hargreaves G.H. and Samani, Z. 1985. refrence crop evapotranspiration from tempraturer.Appl. Eng. In Agr., 1(2), 96-99.

Irmark S., et al.2003.Solar and Net Radiation_based Equations toEstimate Reference Evapotranspiration in Humid Climates, J. Irrig.Drain .Eng. 129,5: 336-347.

Jacobs J.M., Mergelsberg S.L, Lopera A.F and Myers D.A. 2002. Evaporation from a wet prairie wetland under drought conditions. Paynes Prairie Preserve, Florida,USA, Wetlands, 22,2: 374–385.

Kharrufa N. S. 1985, 'Simplified Equation for Evapotranspiration in Arid Regions', Beiträge zur Hydrologie, Sonderheft 5.1, 39–47.

Kouchakzadeh M and Nikbakht J. 2004. Comparison of Different Methods to Estimate Reference evapotranspiration in Iran Different Climate with ,PM FAO Standard Method, Agricultural Sciences 10,3: 43-57.

Linacre E. T..1977, 'A Simple Formula for Estimating Evaporation Rates in Various Climates, using Temperature Data Alone', Agricult. Meteorol. 18, 409–424.

Maeda E. E., Wiberg D. A., Pellikka P. K. E. 2010. Estimating refrence evapotranspiration using sensing empirical models in a region with limited data availability in Kenya. Applied Geography, 31(2011), 251-258.

Makkink G. F. 1957, 'Testing the Penman Formula by Means of Lysimeters', J. Instit. Water Engineers 11, 277–288.

McGuinness, J. L. and Bordne, E. F.: 1972, 'A Comparion of Lysimeter-derived Potential Evapotranspiration with Computed Values', Tech. Bull. 1452, 71 pp., Agric. Res. Serv., U.S. Dept. of Agric., Washington, D. C., 1972.

Nazari, R . Kaviani, A. 1395. Evaluation of Potential Evapotranspiration and Pan Evaporative Methods by Lysimeter Data in a Semiarid Climate (Case Study: Qazvin Plain), Journal of ECOHYDROLOGY: Volume 3, Issue 1, Winter 2016, Page 19-30

Pandey P, Dabral P,.et al .2016. Evaluation of reference evapotranspiration methods for the northeastern region of India , International SoilandWaterConservationResearch,52–63

Pashakhah P, Pirmpradian N, Khazdooz N, Neshagar H, Moshfegh M. Callibration and evaluation of three experimental methods for estimsting evapotanspiration in some cities of Iran. Scientific journal of promotion Nivar.1393; Volume 38,Issue 87-86,Pages 39-50.

Rao L. Y, Sun G, Ford R, Vose J.M. Modeling Potential Evapotranspiration of two forested watersheds in the southern Appalachians.advances in forest hydrology.2011; American Society of Agricultural and Biological Engineers. Vol. 54(6): 2067-2078.ISSN 2151-0032

Trajkovic S, Kolakovic S. Evaluation of reference evapotranspiration equations under humid conditions. Water Resource Management. 2009;23:3057-3067

Turc L. Estimation of irrigation water requirements, potential evapotranspirtion A simple climate formula evolved up to date. Ann. Agron. 1961;12:13-49.

Evaluation of evapotranspiration methods in arid and semi arid climate (case study:Qazvin plain)

B. Bahmanabadi[1],A. Kaviani[2],P. Daneshkararaste[3] and R Nazari[4]

1. MSc student of water engineering dept of International Imam Khomeini University
2. Assistant professor of water engineering dept of International Imam Khomeini University
3. Associated professor of water engineering dept of International Imam Khomeini University
4. MSc graduated student water engineering dept of International Imam Khomeini University

Abstract

Nowadays water shortage is one of the basic problems that affect human life so we have to consider obligatory solutions to manage water use. Exact estimation of evapotranspiration or water requirements has important role in improving water use management and water efficiency. As regards to direct calculation of water requirements is costly and takes along time so suggests different experimental methods to estimate water requirement that each of them have different results in each climate. In this study we analysis 60 evapotranspiration methods in 4 groups (termal, humidity, radiatinal and combination) in selected Qazvin province station (Ismael Abad) for 4 years. Among these methods, Hargreaves_Samani (1985) had the lowest mean square error (0.874) and highest correlation with lysimeter data (0.962) in Ismael Abad station.

Keyword: water requirements, lysimeter data, Hargreaves_Samani