بررسی تغییرات مکانی و زمانی بهره‌وری مصرف آب در مقیاس منطقه‌ای مطالعه موردی: استان همدان

محمّد علی بیات[1*] و محمّد منشوری[3]

[*1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، نویسنده مسئول مکاتبات: ali_26826@yahoo.com

۲) استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۵

چکیده

بخش کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب در ایران می‌باشد. بهبود بهره‌وری آب در این بخش از مصارف می‌تواند ضمن بهبود عملکرد اقتصادی تا حدی از چالش‌های پیش‌روی ناشی از محدودیت منابع آب تجدید شونده بکاهد. در این راستا و به منظور شناسایی تغییرات زمانی و مکانی بهره‌وری مصرف آب گندم، تحقیقی در محدوده جغرافیایی استان همدان انجام شده است. هدف از این تحقیق شناسایی بهترین مکان و زمان برای کشت گندم برای دستیابی به حداکثر محصول در ازای واحد آب مصرفی می‌باشد. بر این اساس مقادیر تبخیر و تعرق گندم در ایستگاه‌های هواشناسی منتخب تعیین شد و سپس به کمک روش میانیابی معکوس، مقادیر تبخیر و تعرق محدوده استخراج گردید، آنگاه با استفاده از عملکردهای دریافت شده گندم در محدوده استان، نقشه گستره بهره‌وری آب تولید شد. نتایج نشان می‌دهد محدوده‌های غرب و جنوب غربی استان دارای بیشترین بهره‌وری آب در تولید گندم می‌باشند.

واژه های کلیدی: بهره وری مصرف آب؛ تبخیر و تعرق؛ گندم؛ همدان

مقدمه

محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از تداوم میزان افزایش تقاضا در بخشهای مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و زیست محیطی است، سبب گردیده تا حداکثر استفاده از منابع آب موجود و افزایش بهره وری مطرح گردد. پیش‌بینی می‌شود که جمعیت ایران در سال ۱۴۰۰ با اجرای تمام برنامه‌های کنترل جمعیتی به حدود ۱۰۰ میلیون نفر برسد. با توجه به افزایش جمعیت و میزان مصرف آب در شرایط کنونی، در سال ۱۴۰۰ به بیش از ۲۶۶ میلیارد متر مکعب آب نیاز است که منابع آبی موجود توان ایجاد چنین حجم آبی را ندارند. بنابراین، به منظور پاسخ به افزایش تقاضا و دستیابی به امنیت غذایی جامعه، باید مطالعات جامعی در زمینه برنامه‌ریزی کشاورزی برای کسب حداکثر استفاده اقتصادی در اقلیم مختلف و ارتقاء بهره‌وری مصرف آب از ۰/۷ به ۱/۸ تا ۲ انجام داد بنابراین برای تامین غذای جمعیت آینده باید چاره جویی کرد (صادق‌زاده و کشاورز، ۱۳۷۹).

مفهوم اصلی بهره‌وری آب درک این مطلب است که به چه صورت می‌توان با سیستم‌های

www.SID.ir

مختلف تولید کشاورزی موجود در یک حوزه یا منطقه (با توجه به کمبود آب) به شکلی مؤثرتر از آب استفاده کرد.(Kjine et al 2003)

در تعریفی دقیق‌تر می‌توان از آن به عنوان جرم فیزیکی یا ارزش اقتصادی اندازه‌گیری شده محصول در برابر جریانات ورودی ناخالص، جریان ورودی خالص، آب تخلیه شده، فرآیند تخلیه آب و یا آب در دسترس نام برد.

تحقیقات مختلفی در مورد بهره‌وری مصرف آب برای محصولات مختلف کشاورزی در مقیاس منطقه‌ای صورت پذیرفته است.طی تحقیقی، Oweis and Hachum (2004) بررسی‌هایی را در مورد بهبود بهره‌وری آب در مناطق دیم غرب آسیا و شمال آفریقا انجام دادند. همچنین در پنجاب پاکستان نیز آنالیز تشخیصی متغیرهای زمانی و مکانی در بهره‌وری آب سیستم کشت برنج-گندم، در مقیاس مزرعه‌ای توسط Ahmad *et al.*, (2004) صورت گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت در مصرف آب، تاریخ کشت، کاربرد کود، کیفیت خاک و شرایط اجتماعی- اقتصادی موجب تغییرپذیری مکانی می‌شود و مقدار و زمان بارندگی نیز مهم در تغییرات زمانی است. Ahmad *et al.*, (2004) در تحقیقی دیگر در بخش سیرسای[1] هند، ترکیب مدل اکوهیدرولوژیکی خاک- آب- اتمسفر - گیاه در مقیاس مزرعه با اطلاعات میدانی، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ افزایش اعتبار قابلیت شبیه-سازی بهره‌وری آب از مقیاس مزرعه به منطقه را نشان داد(Singh, 2003).

به منظور تعیین بهره‌وری مصرف آب نیاز به برآورد عملکرد محصولات می‌باشد که روش‌های متنوعی وجود دارد که به وسیله آن می‌توان مقدار عملکرد محصول را برای مناطق مختلف مشخص کرد. یکی از مناسب‌ترین روش‌ها، استفاده از آمار و اطلاعات وزارت جهادکشاورزی می‌باشد که در مقیاس منطقه ای و سال به سال منتشر می‌شود.

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تغییرات بهره‌وری مصرف آب در مقیاس‌های زمانی و مکانی به‌طور هم‌زمان می‌باشد. به‌منظور تحلیل تغییرات زمانی بهره‌وری مصرف آب از نمایه استاندارد شده بارش استفاده شده است و با توسعه و ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش میان یابی معکوس وزنی فاصله تغییرات مکانی و زمانی بهره‌وری مصرف آب در سطح منطقه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

استان همدان با مختصات جغرافیایی بین ۳٤ درجه تا ۳۵ درجه و ٤٦ دقیقه عرض شمالی و بین ٤۷ درجه و ٤۸ دقیقه تا ٤۹ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است. مساحت منطقه معادل با ۱۹٤۹۳ کیلومتر مربع معادل با ۱/۲ درصد از کل مساحت کشور می‌باشد. استان همدان دارای آب و هوای نیمه خشک و سرد بوده و میانگین بارش سالانه حدود ۳۳۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه آن ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. از نظر اقلیمی منطقه مورد مطالعه با توجه به تقسیم‌بندی سلیانف جزء مناطق نیمه خشک و سرد است (زارع ابیانه وهمکاران، ۱۳۸٤). در شکل شماره (۱) منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه‌ها نشان داده شده است.

برای پایش وضعیت‌های مربوط به خشکسالی، ترسالی و نرمال از نمایه استاندارد شده بارش[2] استفاده شد. در انجام این تحقیق از داده‌های بارش

[1] - Sirsa

۱- SPI: Standardized Precipitation Index

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳ ایستگاه متعلق به سازمان هواشناسی و شرکت آب منطقه‌ای استان همدان در یک دوره مشترک زمانی ۲۹ ساله (۲۰۰۲-۱۹۷۳) استفاده شد.

برای رعایت اصول میان‌یابی، علاوه بر ایستگاه‌های منطقه از هفت ایستگاه باران‌سنجی مجاور منطقه مورد مطالعه نیز استفاده گردید. ابتدا برای کنترل همگنی بارش سالانه از روش آزمون توالی[1] استفاده و بدین طریق از همگن بودن داده-ها اطمینان حاصل گردید. پس از تعیین دوره مشترک زمانی (۲۹ سال) برای بازسازی نواقص آماری (به طور محدود) به کمک نرم‌افزار SPSS از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها استفاده و آمار ایستگاه‌های ناقص بر اساس آمار ایستگاه دارای بالاترین ضریب همبستگی تکمیل گردید.

(یزدانی و همکاران،۱۳۸٤). نمایه استاندارد شده بارش برای مقیاس زمانی ۱۲ ماهه محاسبه و نتایج حاصل به منظور تعیین سال‌های مربوط به سه وضعیت خشکسالی، ترسالی و نرمال، مورد بررسی قرار گرفت. نقشه‌ی منطقه تهیه شد و به منظور عملیات تبدیل سیستم مختصات از نرم افزار ArcGIS9.2 استفاده شد. ایستگاه‌های هواشناسی منتخب در سطح داخل و مجاور مرزهای حوزه مشخص شد. با استفاده از مختصات ایستگاه‌های هواشناسی منتخب و وارد کردن آن‌ها در نرم افزار ArcGIS9.2 لایه نقطه ای مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی تولید شد. سپس با استفاده از دو نرم افزار NETWAT و OPTIWAT تبخیر و تعرق گندم برای هر یک از ایستگاه‌های هواشناسی به دست آمد.

از آنجایی که برای به دست آوردن بهره وری مصرف آب در تمام سطح استان نیاز به مقادیر تبخیر و تعرق در تمام نقاط استان است، نه فقط در ایستگاه‌های هواشناسی منتخب، بنابراین لازم است که میزان تبخیر و تعرق در نقاط فاقد آمار نیز به دست آید که به این روش درون یابی گفته می‌شود که در این مطالعه از روش میان یابی معکوس وزنی فاصله استفاده شد. پس با درون یابی، لایه نقطه‌ای تبخیر و تعرق محصولات تبدیل به لایه رستری شد و نقشه گسترش مکانی تبخیر و تعرق به دست آمد.

به‌منظور تعیین بهره‌وری مصرف آب گندم، علاوه بر تبخیروتعرق که مخرج کسر می‌باشد، نیاز به عملکرد محصول گندم که صورت کسر است، نیز می‌باشد، که مقادیر عملکرد محصولات با استفاده از آمارنامه‌ها به دست آمد و در جدول توصیفی مربوط به شهرستان‌های استان همدان وارد گردید و با استفاده از Convert Features to Raster تبدیل به رستر شد و نقشه گسترش مکانی عملکرد محصولات به دست آمد.

نقشه گسترش مکانی تبخیر و تعرق واقعی حاصل توسط عملگر Raster Calculator با نقشه گسترش مکانی عملکرد تجربی همپوشانی و نقشه نهایی گسترش مکانی بهره‌وری مصرف آب محصول گندم در سطح منطقه همدان حاصل گردید.

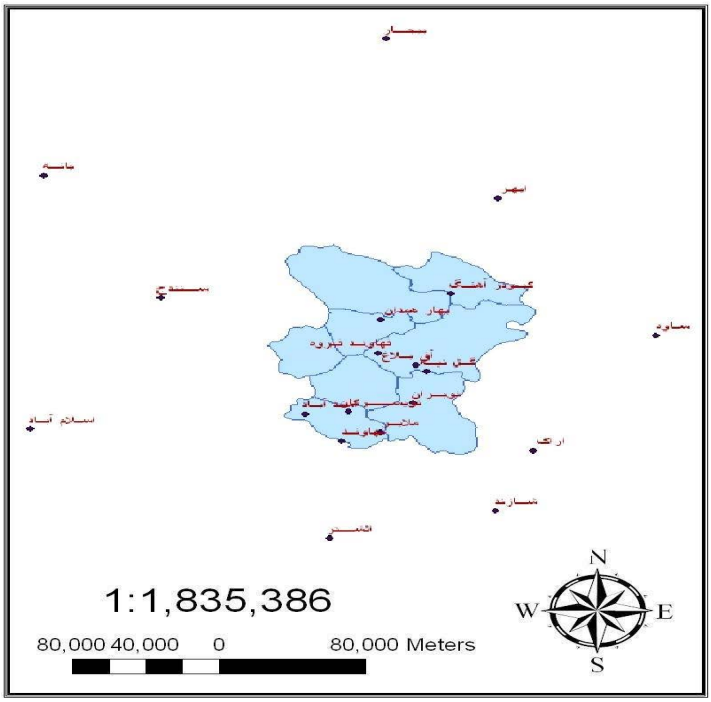
در آخر، نقشه گسترش مکانی بهره‌وری مصرف آب محصول گندم در دو حالت طبقه‌بندی Stretched و Classified ارایه شده است و برای فهم و درک بهتر و توامان، این دو طبقه‌بندی با هم آورده شده است. در طبقه‌بندی Stretched می‌توان حالت تدریجی صعود و یا نزول مقادیر را به راحتی مشاهده کرد ولی در Classified تنها در چند حالت محدود می‌توان بررسی کرد. به طور مثال تنها می‌توان منطقه را از لحاظ قابل قبول

۱- Run Test

Archive of SID

www.SID.ir

بودن یا نبودن بهره وری مورد بررسی قرار داد بدون داشتن مقدار بهره وری در آن منطقه.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاه ها

نتایج و بحث

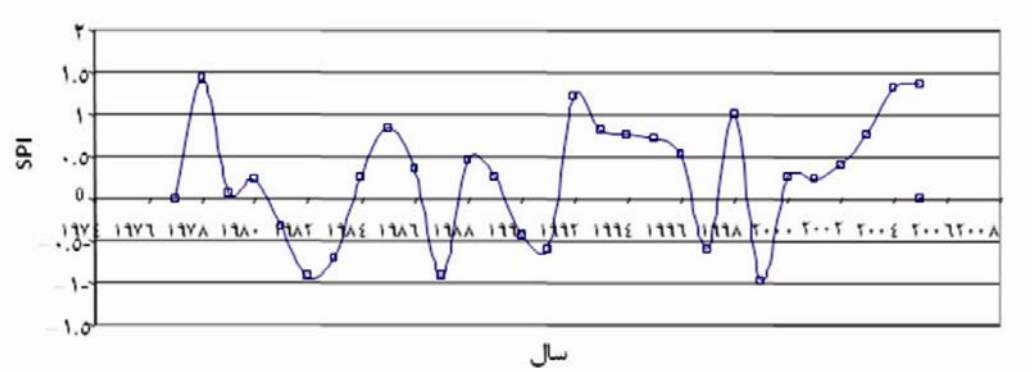
شکل (۲) روند تغییرات زمانی شاخص استاندارد شده بارش را در طول یک دوره آماری به طور نمونه برای ایستگاه نوژه ارائه می‌دهد. بررسی‌های حاصل از محاسبه شاخص SPI برای کل ایستگاه‌های موجود در سطح منطقه نشان می‌دهد که به‌طور کلی در سال‌های اخیر(۱۰ سال)، منطقه در سال ۱۹۹۹ با وضعیت خشکسالی (C1)، در سال ۱۹۹۲با وضعیت مرطوب (C2) و در سال ۱۹۸۹ با وضعیت نرمال (C3) مواجه بوده است.

شکل (۳) آماره‌های بهره‌وری مصرف آب و مقایسه بین آنها را در سطح منطقه برای سه وضعیت C1,C2,C3 نشان می‌دهد. همچنین شکل (٤) نقشه‌گسترش مکانی تبخیر و تعرق گندم را نشان می‌دهد و در شکل (۵) نقشه گسترش مکانی عملکرد گندم را ملاحظه می‌کنید که از همپوشانی این دو نقشه گسترش مکانی نقشه گسترش مکانی بهره وری مصرف آب گندم بدست خواهد آمد. (شکل ٦ و ۷)

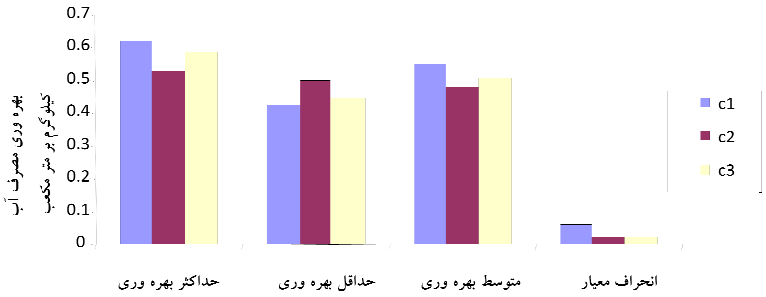
بر اساس نتایج شکل (۳) در وضعیت C1، حداکثر بهره‌وری مصرف آب در حوزه ۰/٦۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد که به‌طور نمونه بر اساس شکل (٦) که در ادامه آمده است مناطق جنوبی و جنوب غربی دارای بهره‌وری مصرف آب بالاتری نسبت به نواحی شمالی استان همدان می‌باشند. همچنین مطابق شکل (٦) بیشتر سطح

Archive of SID
www.SID.ir

حوزه دارای بهره‌وری طبقه ۲ (۱- ۰/۷) می‌باشد. در شرایط خشک مانند وضعیت C1؛ بر خلاف آنچه در ابتدا به‌نظر می‌رسید، متوسط و حداکثر بهره‌وری در سطح بالاتری نسبت به دو وضعیت دیگر که نسبت به وضعیت C1 مرطوب‌ترند، قرار می‌گیرد. اما از نظر حداقل بهره‌وری، در شرایط مرطوب‌تر حوزه دارای حداقل بهره‌وری بالاتری نسبت به شرایط خشک‌تر است.

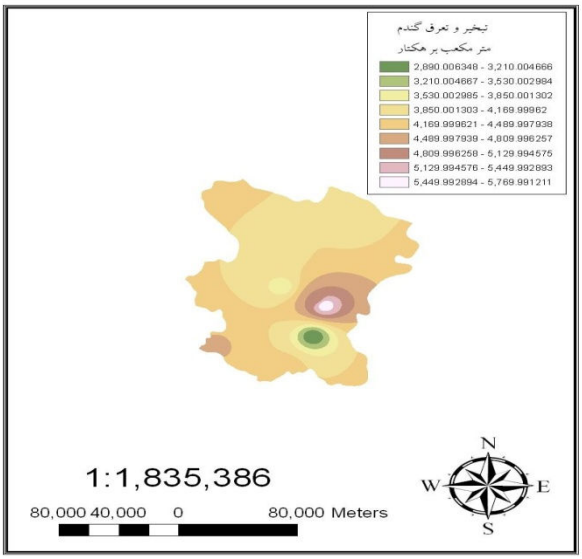


شکل ۲. سری زمانی شاخص استاندارد شده بارش

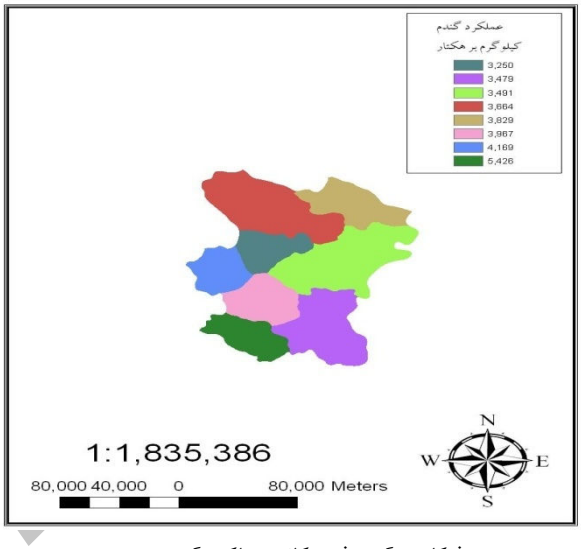


شکل ۳. مقایسه‌ای آماره‌های بهره‌وری مصرف آب در سطح منطقه

www.SID.ir

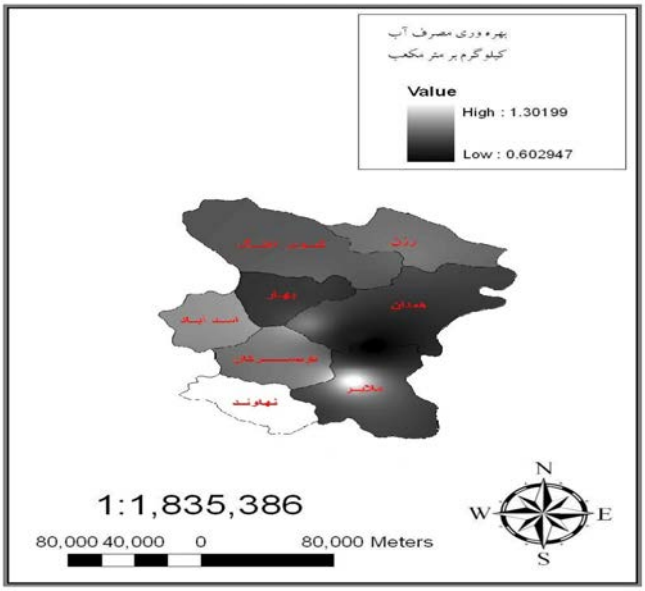


شکل ٤. گسترش مکانی تبخیر و تعرق گندم

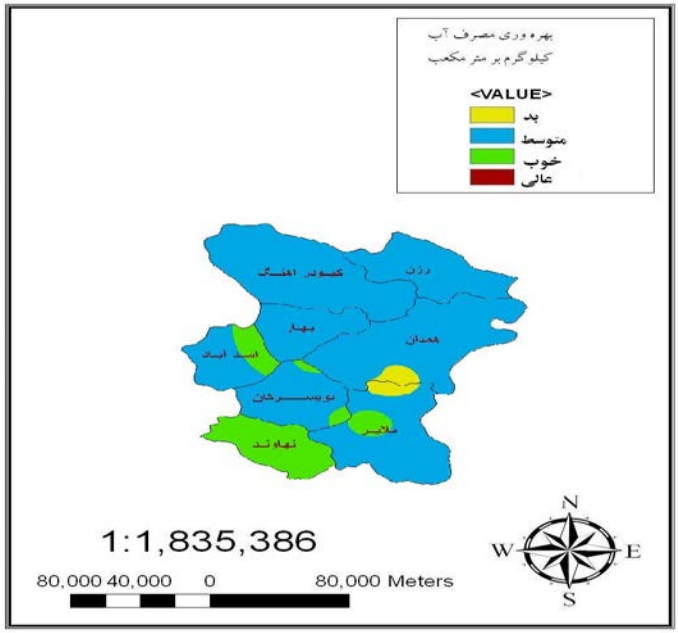


شکل ٥. گسترش مکانی عملکرد گندم

www.SID.ir



شکل ٦. گسترش مکانی بهره وری مصرف آب گندم با طبقه‌بندی Stretched



شکل ۷. گسترش مکانی بهره وری مصرف آب گندم با طبقه‌بندی Classified

با توجه به شکل (٦) می‌توان دریافت که قسمت مرکزی شهرستان ملایر و کل شهرستان نهاوند بیشترین بهره‌وری را در سطح استان دارا می‌باشند و همچنین قسمت شمالی ملایر و جنوبی همدان کمترین بهره وری را دارا بوده و هر چه از این دو قسمت فاصله گرفته شود، بهره وری افزایش می‌یابد. در طبقه‌بندی Classified در شکل (۷) نیز این منطقه با رنگ زرد نمایان می‌باشند. بیشتر سطح استان به رنگ آبی یعنی بهره وری متوسط می‌باشد و در سطح استان شرایط عالی را نمی‌بینیم که رتبه تولید ۷ گندم در کشور خود گویای این مطلب می‌باشد.

www.SID.ir

نتیجه گیری

از آنجا که ابعاد زمانی و مکانی در یک زمان تحت مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند، ترکیب این دو عامل منجر به تحلیل مؤثرتر و درکی جامع‌تر از منطقه به منظور برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری می‌شود و نتیجه مطالعه، اطلاعات بیشتری در زمینه تکنیک‌های ذخیره آب در کشاورزی در اختیار قرار خواهد داد. در این تحقیق مشخص شد که میزان بهره‌وری مصرف آب در وضعیت خشکسالی در مقایسه به دو وضعیت دیگر بالاتر بوده و از نظر مکانی نیز نواحی جنوبی منطقه نسبت به سایر مناطق استان از پتانسیل بالاتری جهت تولید گندم برخوردارند. شهرستان نهاوند با پتانسیل بالای تولید خود رتبه اول را در بین شهرستان‌های استان جهت کشت گندم به خود اختصاص داده است. چنین به نظر می‌رسد که بهره‌وری مصرف آب نسبت به تابش خورشیدی و تغییرات مکانی آن حساسیت نشان می‌دهد. تغییر الگوی کشت و استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار و توجه به تغییرات زمانی و مکانی بهره‌وری مصرف آب و انتخاب بهترین زمان و مکان جهت کشت گندم با توجه به نقشه گسترش مکانی می‌تواند راهکار مناسبی به منظور افزایش بهره‌وری مصرف آب گندم در استان همدان باشد.

فهرست منابع

۱) زارع ابیانه، ح، محبوبی، ع.ا و نیشابوری ع.ا، ۱۳۸٤. بررسی روند خشکسالی‌های منطقه همدان براساس شاخص‌های آماری. مجله پژوهش و سازندگی.

۲) صادق زاده، ک، کشاورز ع، ۱۳۷۹. توصیه هایی در بهینه سازی کارایی مصرف آب در اراضی زراعی کشور. دفتر تولید برنامه‌های ترویجی وانتشارات فنی. معاونت ترویج،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۳) یزدانی، م، چاوشی، ر س، خداقلی، م و ثقفیان ب. ۱۳۸٤. بررسی خشکسالی‌های هواشناسی در استان اصفهان. نشریه علمی پژوهشی آب و آبخیز. سال اول شماره ٤. ص. ۵۱-٤۱.

4) Ahmad, M. D., I. Masih and H. Turral. 2004. Diagnostic analysis of spatial and temporal variations in crop water productivity: A field scale analysis of the rice-wheat cropping system of Punjab, Pakistan. Journal of Applied Irrigation Science, 39:43–63.

5) Amor V. M. Ines, Ashim Das Gupta, Rainer Loof. 2001. Application of GIS and crop growth models in estimating water productivity. Agricultural Water Management 54:205-225.

6) Heinemann, A.B., Hoogenboom, G. and de Faria, R.T. 2001.Determination of spatial water requirements at county and regional levels using crop models and GIS, An example for the State of Parana, Brazil. Agricultural Water Management 52:177-196.

7) Kjine, J.W., Barker, R. and Molden, D. 2003. Water Productivity in Agriculture. CABI, Wallingford.

8) Molden, D.J. and Sakthivadivel, R.1999. Water accounting to assess uses and productivity of water.

9) Oweis, T. and Hachum, A. 2003. Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa. In: Kijne, W.J., Barker, R. and Molden, D. (eds.) Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. pp. 179-197. CABI, Wallingford.

10) Singh, R.M.P.S. 2003. Monitoring irrigation performance in Sirsa with high frequency satellite measurements during the dry season. Agricultural Water Management, 58:159-168

Archive of SID

www.SID.ir

Temporal and spatial study of water use efficiency of strategic crops in regional scale (Case study: Hamadan province)

Mohammad Ali Bayat[1*] and Mohammad Manshouri[2]

1)* M.Sc. Graduated Department of Water Sciences and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Corresponding author: email: ali_26826@yahoo.com
2) Address: Department of Water Sciences and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Agriculture sector is the largest water consumer in Iran in terms of water volume. Improvement of water use efficiency in this sector would enhance economic efficiency on one hand, and alleviate the challenges of limited renewable water resources on the other hand. Considering this fact, for identification of spatial and temporal variation of wheat crop water use efficiency, this research was carried out in Hamadan province area. The main objective of this study was to identify the best location and scheduling for planting wheat crop to obtain maximum water use efficiency. Wheat evapotranspiration was determined at selected meteorological stations and overall evapotranspiration in the area has been determined using IDW interpolation method. Then, the GIS map of wheat water use efficiency was produced using wheat yields data. The results indicated that west and south-west area of the province have the highest water use efficiency for wheat production.

Keywords: evapotranspiration; water use efficiency; wheat.

Archive of SID

www.SID.ir