تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۰، ص ۲۴-۱۵

ارزیابی شاخص هیدرومدول آبیاری بمنظور کاهش تاثیر تنش خشکی و مصرف بهینه آب در گیاهان عمده الگوی کشت اراضی دشت هنام

سینا ملاح[۱*]، سعید غالبی[۱]، محمدرضا امداد[۱]، مهدی پناهی[۲]

۱- بخش تحقیقات آبیاری و فیزیک خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

* مسئول مکاتبه: S.mallah@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۰۱ **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.280267.1092**

چکیده

بهره‌برداری پایدار از منابع آب، شناخت شرایط موجود، نحوه تخصیص و بهره‌برداری از آب امری اجتناب‌ناپذیر است. به‌همین منظور، الگوی کشت و منابع آبی حدود ۹۱۳ هکتار از اراضی آبی دشت هنام الشتر استان لرستان در سال ۱۳۹۶ با استفاده از پیمایش زمینی و تصاویر ماهواره‌ای شناسایی شدند. همچنین، واحدهای هم‌آب تفکیک و هیدرومدول آبیاری الگوی کشت هر واحد بر اساس راندمان آبیاری سطحی منطقه تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده از الگوی کشت نشان داد که گیاهان غالب منطقه را گندم و جو (۴۴۴ هکتار)، یونجه و شبدر (۱۵۳ هکتار) و چغندرقند (۴۰ هکتار) تشکیل می‌دهند. میانگین اطلاعات ۱۵ ساله نشان داد که گیاهان یونجه و جو با حدود ۱۱۰۰۰ و ۳۹۰۰ متر مکعب آب در هکتار به‌ترتیب بیشترین و کمترین نیاز آبیاری را در بین گیاهان الگوی کشت دارا بودند. تعداد ۱۹ واحد هم‌آب تفکیک شد که متوسط سالانه هیدرومدول آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاهان در این اراضی ۱/۲۶ لیتر بر ثانیه در هکتار تعیین شد. همچنین، بر اساس برآورد حجم آب تحویلی و متوسط راندمان کاربرد آبیاری منطقه (۳۰ درصد)، متوسط شاخص هیدرومدول واحدهای ۱۹ گانه به‌مقدار ۰/۸۶ لیتر بر ثانیه در هکتار تعیین شد. نتایج نشان دادند تعداد ۱۲ واحد از واحدهای ۱۹ گانه هم‌آب، حجم آب تخصیص یافته آن بیشتر از هیدرومدول تعیین شده و در ۷ واحد آن کمتر از هیدرومدول آبیاری است. با توجه به هیدرومدول آبیاری تعیین شده و حجم آب مصرفی گیاهان الگوی کشت، امکان افزایش عملکرد و کاهش تأثیر تنش خشکی ناشی از کم‌آبیاری زیرحوضه فراهم شده و کارایی مصرف آب ارتقاء می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: آمایش سرزمین، تنش کم‌آبی، عدالت آب، مدیریت آبخیز، مصرف آب کشاورزی

مقدمه

قرار گرفتن کشور ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک از یک طرف و افزایش جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای آب در بخش‌های مختلف از سوی دیگر منجر به بروز مشکلاتی روز افزون برای آب شده است. برنامه‌ریزان منابع آب در بسیاری از نقاط جهان به این درک مشترک رسیده‌اند که تکیه صرف بر روش‌های سنتی مدیریت عرضه آب به‌تنهایی قادر به پر کردن شکاف بین عرضه و تقاضا نیست و باید بر برنامه‌ریزی یکپارچه منابع آب که در آن تعامل میان هر سه مؤلفه توسعه پایدار (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) دیده شده باشد، تکیه کرد (Rajabi *et al.*, 2019). حوضه آبخیز کرخه سومین حوضه آبخیز حاصلخیز کشور است (Zaredar *et al.*, 2020) و با در نظر گرفتن ساخت ۴۰ سد و تأثیر تغییر اقلیم در چند دهه اخیر بر روی آن، در شرایطی که مدیریت مناسبی در حوضه‌ها و زیر حوضه‌های بالادست صورت نگیرد، شرایط سختی را کل حوضه تحمیل خواهد نمود. زیر حوضه هنام نیز در بالادست حوضه کرخه واقع شده و به‌عنوان یکی از پایلوت‌های آزمایشی گروه مشورتی مناطق خشک (CGIAR[1]) از سال ۲۰۰۳ مورد توجه قرار گرفته است (Ghafouri *et al.*, 2008).

وجود شیوه‌های آبیاری سنتی، قطعات کوچک اراضی تحت آبیاری و شور بودن آب و خاک از جمله مشکلات در زمینه مصرف آب در سطح مزرعه می‌باشند. نظری‌فر و همکاران

1. Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)

(۲۰۱۲) در مطالعه‌ای هیدرومدول آبیاری و سطح بهینه الگوی کشت در اراضی تحت پوشش طرح شبکه آبیاری و زهکشی توسعه اراضی شهید چمران اهواز را برای سناریوهای متفاوت کم‌آبیاری تعیین نمودند (Nazarifar *et al*., 2012). نتایج آن‌ها نشان داد که گزینه مدیریت کم‌آبیاری موجب افزایش ۱۱ درصدی سطح زیر کشت و کاهش هیدرومدول آبیاری به میزان ۱۸ درصد نسبت به آبیاری کامل گردید. همچنین، هیدرومدول آبیاری برای زراعت گندم طی ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت در آبیاری کامل به‌ترتیب ۰/۳۷، ۰/۷۷ و ۱/۰۳، در ۱۰ درصد کم‌آبیاری به‌ترتیب ۰/۳۳، ۰/۷ و ۰/۹۳، در ۲۰ درصد کم-آبیاری به‌ترتیب ۰/۲۷، ۰/۵۶ و ۰/۷۴ و برای ۳۰ درصد کم‌آبیاری به‌ترتیب ۰/۱۹، ۰/۳۹ و ۰/۵۲ لیتر بر ثانیه بر هکتار تعیین شد.

تحقیقی نیز بر روی مدیریت آبیاری (کم آبیاری) روی دو گیاه گندم و سویا و تأثیر آن بر هیدرومدول آبیاری در منطقه‌ی خرم آباد لرستان نشان داد که هیدرومدول پارامتری است که مقدار آن به نیاز آبی گیاه بستگی داشته و چون نیاز آبی گیاه در طول دوره رشد تغییر می‌کند، هیدرومدول آبیاری نیز متغیر می‌باشد (Haghi Abi *et al*., 2007). همچنین، آن‌ها گزارش کردند که با در نظر گرفتن ترکیب کشت ۷۰ و ۳۰ درصد و اعمال کم‌آبیاری به میزان ۲۵ درصد کاهش آب مصرفی، برای گندم و سویا، عملکرد به‌ترتیب به میزان ۲۵ و ۴۱ درصد کاهش می‌یابد. به‌علاوه، کاهش آب مصرفی، افزایش سطح زیر کشت را در حدود ۴۴ درصد به همراه داشته است.

در پژوهشی میزان حجم آب آبیاری در کانال‌ها را با نیاز آبیاری ناخالص در سیستم‌های آبیاری سنتی در تانزانیا بررسی و گزارش کرد که برای آبیاری ۵۰۰ هکتار از اراضی، هیدرومدول ۲/۷ لیتر بر ثانیه در هکتار برای کشت برنج لحاظ گردیده که این شاخص از میزان توصیه شده آن (۱/۶۸ لیتر بر ثانیه در هکتار) بیشتر است (Kayambo *et al*., 2016). در مطالعه‌ای با استفاده از نرم افزار CROPWAT مقادیر هیدرومدول آبیاری را برای گیاهان الگوی کشت شامل نخود (۲۷ درصد)، چغندرقند (۱۸ درصد) و گندم (۵۱ درصد) و به ترتیب ۰/۲۰، ۰/۱۷، ۰/۴۰ لیتر بر ثانیه در هکتار تعیین گردیده است (Valipour *et al*., 2012).

حداکثر مقدار هیدرومدول ماهانه آبیاری برای محصولات زراعی الگوی کشت اسد آباد همدان (گندم، جو، ذرت، چغندرقند، کلزا، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و یونجه) در تیر ماه حدود ۰/۷۹ لیتر بر ثانیه در هکتار و محدوده تغییرات راندمان آبیاری در دشت مذکور بین ۳۵ تا ۴۵ درصد و میانگین آن حدود ۴۰ درصد تعیین شده است (Arabfard and Ghadami Mukhamedjanov *et al*, 2016 ،Firouzabadi, 2012). پایلوت‌هایی را به منظور برنامه‌ریزی آبیاری بر اساس تبخیر و تعرق و در راستای ارتقاء بهره‌وری آب در زراعت پنبه با استفاده از نواحی هیدرومدول آبیاری (HMZ[1]) در دره فرگانا ازبکستان طراحی کردند. مدیریت آبیاری مبتنی بر تبخیر و تعرق، موجب افزایش بهره‌وری آب از ۲۵ تا ۳۶ درصد در پایلوت‌های مورد نظر نسبت به روش سنتی گردید.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در انتقال آب ضروری است سه فاکتور کفایت، تخصیص به‌موقع و عادلانه در نظر گرفته شود (Rao, 1993). در واقع، زمانی شبکه انتقال و توزیع آب در یک منطقه به‌درستی عمل می‌کند که مناطق تحت پوشش افزایش تولید داشته و سود اقتصادی و اجتماعی آن ارتقاء یابد (Dindarlou *et al*., 2011). از این رو، شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی بهره‌وری و عدالت در یک شبکه آبیاری استفاده شده است. در این ارتباط می‌توان به شاخص کارایی انتقال آب (WDP[2]) که در سطح مزرعه محاسبه و در سطح شبکه توسعه می‌یابد، اشاره نمود (Lenton, 1984). عوامل مختلفی بر تخصیص عدالت‌محور آب در شبکه‌های آبیاری تأثیر داشته که عوامل مدیریتی و ساختار فیزیکی از جمله مهمترین این عوامل می‌باشند (Unal *et al*., 2003 ;Sampath 1988). به‌عبارت دیگر، شاخص عدالت به روش تخصیص آب ارتباط داشته و از این‌رو، ضروری است با قواعد تخصیص آب سازگاری داشته باشد تا مدیریت عرضه و تقاضای آب با هم هماهنگ شوند (Dindarlou *et al*., 2011).

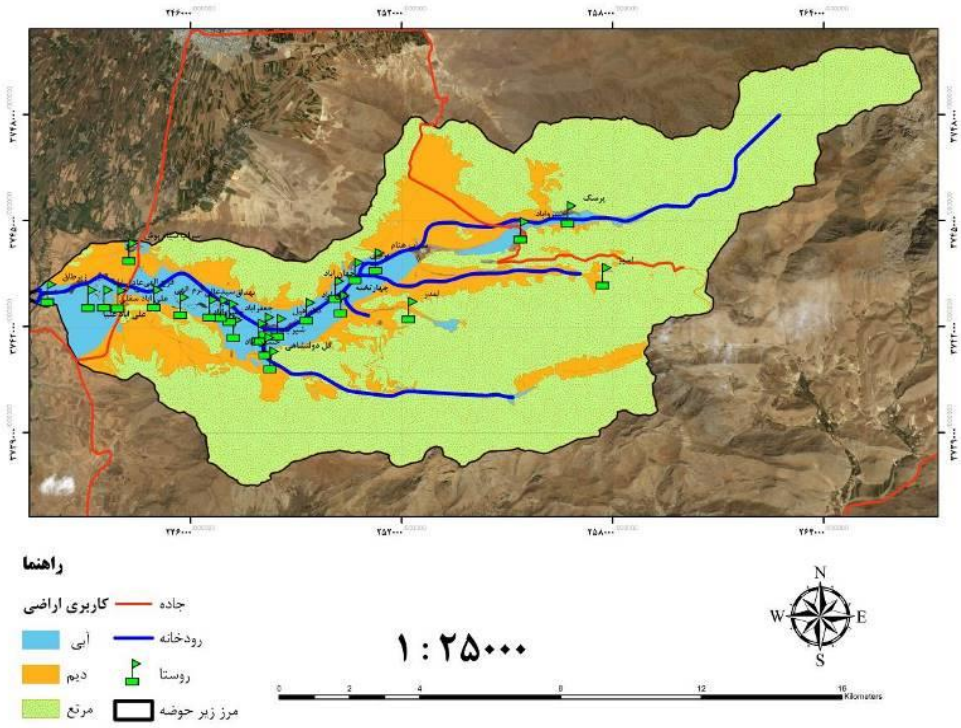
از آنجایی که بیشتر تحقیقات انجام گرفته عمدتاً بر تخصیص حجمی آب و بدون در نظر گرفتن هیدرومدول آبیاری و نیز لحاظ نگردیدن واحدهای هم‌آب (منظور واحدهایی است که از یک کانال مشترک تغذیه می‌شوند) بر روی این موضوع متمرکز شده است. در این پژوهش هدف این است که با لحاظ نمودن شاخص هیدرومدول آبیاری و واحدهای هم‌آب در زیر حوضه

1. Hydro Module Zone
2. Water Delivery Performance

هنام نسبت به ارتقاء مدیریت آبیـــاری و تخصیص بهیـنه آب در سطح زیر حوضه اقدام شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب فعالیت‌های میدانی به‌همراه اندازه‌گیری تغییرات دبی کانال‌های آبیاری و نیز کاربری اراضی و الگوی کشت در زیر حوزه هنام- الشتر لرستان بین طول جغرافیائی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی به مساحت ۹۱۳/۸ هکتار در سال ۱۳۹۶ اجرا شد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی زیر حوضه هنام
Figure 1 – Geographic location of the study area

در گام اول، عملیات میدانی جمع‌آوری اطلاعات تخصیص و مصرف منابع آب شامل شناسایی مسیر رودخانه و کانال‌های آبرسانی میزان و تغییرات فصلی حقابه‌ها، بررسی روش‌های نوبت‌دهی و گردش آب، موقعیت، وضعیت و ظرفیت انهار و نقاط آبگیری انجام شد. همچنین، کاربری اراضی شامل تفکیک اراضی دیم، آبی و مرتع شناسایی شد. سپس نقشه کاربری به همراه الگوی کشت گیاهان عمده قطعات زراعی و باغی در اراضی آبی با تلفیق تصاویر اخذ شده از گوگل ارث[1] و روش پیمایش میدانی تهیه شد. در سومین گام، واحدهای هم آب[2] بر اساس دسترسی مشترک اراضی به منابع آب مختلف شناسایی و تفکیک شده و مقادیر شاخص مقدار آب تخصیص یافته در واحد سطح (لیتر بر ثانیه در هکتار) بر اساس داده‌های شرایط موجود بهره‌برداری از آب، کشت فعلی، مساحت اراضی تحت پوشش و برنامه آبیاری در هر واحد تعیین شد. از طرف دیگر، مقادیر شاخص هیدرومدول آبیاری[3] نیز بر اساس نیاز آبیاری به‌هنگام شده گیاهان (سامانه نیاز آب مؤسسه تحقیقات خاک و آب) و با در نظر گرفتن کشت موجود تعیین گردید. با توجه به ارزیابی شرایط میدانی در

1. Google Earth

۲. منظور واحدهایی است که از یک کانال آبگیری می‌کنند.

۳. هیدرومدول آبیاری شاخصی است که برای ارزیابی آب داده شده به گیاهان مورد استفاده واقع می‌شود و برای مقایسه حجم آب آبیاری داده شده نسبت به مقادیر مورد نیاز (با ملاحظات نیاز آبی) بکار می‌رود.

خصوص نحوه تخصیص آب، کانال‌های آبیاری و شیوه مصرف آب، مقدار متوسط راندمان[1] کاربرد آبیاری در این زیر حوضه حدود ۳۰ درصد (Abbasi *et al.*, 2016) تعیین شد.

داده‌های هواشناسی ایستگاه الشتر با دوره آماری ۱۴ ساله (۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳) به‌منظور تعیین تبخیر تعرق سطح مرجع (ET_0) بر اساس رابطه پنمن-مانتیث[2] با نرم افزار ET_0 Calculator استفاده گردید. براساس شناسنامه اقلیمی بلند مدت ایستگاه الشتر اقلیم منطقه نیمه مرطوب با تابستان معتدل و زمستان سرد (Rezaei banafsheh and Kakoolvand, 2015) است و میانگین‌های حداکثر و حداقل دما و میانگین بارندگی سالیانه به ترتیب ۲۲/۳ درجه سانتی‌گراد، ۳/۵ درجه سانتی‌گراد و ۴۴۴/۱ میلی‌متر می‌باشند. دوره خشکی نیز ۱۸۵ روز از اواسط اردیبهشت تا اوایل آبان به طول می‌انجامد. همچنین، با درنظر گرفتن طول دوره رشد و ضرایب گیاهی گیاهان تحت کشت (جدول ۱) در چهار دوره ابتدایی، توسعه، میانی و ابتدایی، مقادیر تبخیر و تعرق گیاهان مورد نظر (ET_c) تعیین شد. مقدار نیاز آبی گیاهان از حاصل-ضرب ضرایب گیاهی در تبخیر تعرق سطح مرجع برای گیاهان منتخب محاسبه شد. با کسر باران مؤثر از نیاز آبی گیاه، مقادیر نیاز آبیاری خالص در دوره‌های ده روزه، ماهانه و کل دوره رشد محاسبه شد. با تعیین شاخص مقدار آب تخصیص یافته در واحد سطح (لیتر بر ثانیه در هکتار) و مقایسه آن با هیدرومدول آبیاری محاسبه شده (لیتر بر ثانیه در هکتار)، شرایط تخصیص و مصرف آب در واحدهای هم‌آب مورد بررسی و ارزیابی واقع شد و واحدهای دارای کمبود و بیش‌بود تخصیص آب در سطح زیر حوضه مشخص گردید.

نتایج و بحث

شناسایی منابع تأمین آب

وضعیت کمّی و کیفی منابع آب مورد استفاده در بخش کشاورزی شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی (چشمه و چاه‌های فعال) محدوده مورد مطالعه از چشمه پرسک (شکل ۲، الف) تا خروجی آب زیر حوضه هنام (شکل ۲، ج) مورد بررسی قرار گرفت (Emdad, 2019). بر اساس مشاهدات، بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های میدانی در سال ۱۳۹۶، به تعداد یک چشمه دائمی و پر آب در سراب هنام وجود دارد که بخش عمده آب این زیر حوضه مربوط به این چشمه می‌باشد. تعداد ۴ کانال اصلی شامل کانال‌های ۱ تا ۴ (شکل ۳) از سراب هنام منشعب شده که با توجه به تغییرات سرعت و سطح مقطع جریان آب در کانال‌ها، دبی کانال‌های اصلی منشعب شده در هشت نوبت طی بازه زمانی مرداد تا آذر ماه ۹۶ اندازه‌گیری و متوسط مجموع کل دبی آب خروجی از کانال‌های سراب هنام حدود ۳۱۰ لیتر بر ثانیه برآورد شد. بر این اساس، متوسط سالیانه کل حجم آب خروجی از کانال‌های اصلی زیر حوضه هنام حدود ۹/۸ میلیون متر مکعب اندازه‌گیری شد. همچنین، ۱۱ چشمه فصلی در منطقه وجود داشت که دبی غالب آن‌ها در محدوده بین ۲ تا ۲۰ لیتر بر ثانیه بوده و تأثیر چندانی بر حجم آب مصرفی نداشت. در محدوده مورد مطالعه تعداد ۵ چاه فعال بود که محدوده تغییرات دبی آن‌ها طی دوره بررسی بین ۸ تا ۲۰ لیتر بر ثانیه بودکه با توجه به اینکه آب مصرفی برداشت شده از چاه‌ها غالباً به مصرف آبیاری باغات می‌رسد، مقادیر برداشت شده از چاه‌ها در این بخش لحاظ نگردید. اطلاعات اخذ شده در بازه زمانی مذکور، سالانه به‌طور متوسط حدود ۰/۵ میلیون مترمکعب آب از منابع آب زیرزمینی برای مقاصد کشاورزی در این منطقه استفاده می‌شود. از طرفی، تغییرات دبی خروجی زیر حوضه در محدوده مورد مطالعه در طول چهار ماه (شهریور تا آذر ماه ۱۳۹۶) و در شش نوبت از ۱۴۰ تا ۱۶۵ لیتر بر ثانیه و با میانگین حدود ۱۵۰ لیتر بر ثانیه نوسان داشت.

واحدهای هم آب

با توجه به تعداد قطعات آبیاری شده از یک کانال (واحد هم‌آب)، به تعداد ۱۹ واحد هم‌آب (شکل ۳) در منطقه شناسایی و مشخصات هر کدام از واحدها به ترتیب مساحت (از کم به زیاد) در جدول ۲ ارائه شده است.

---

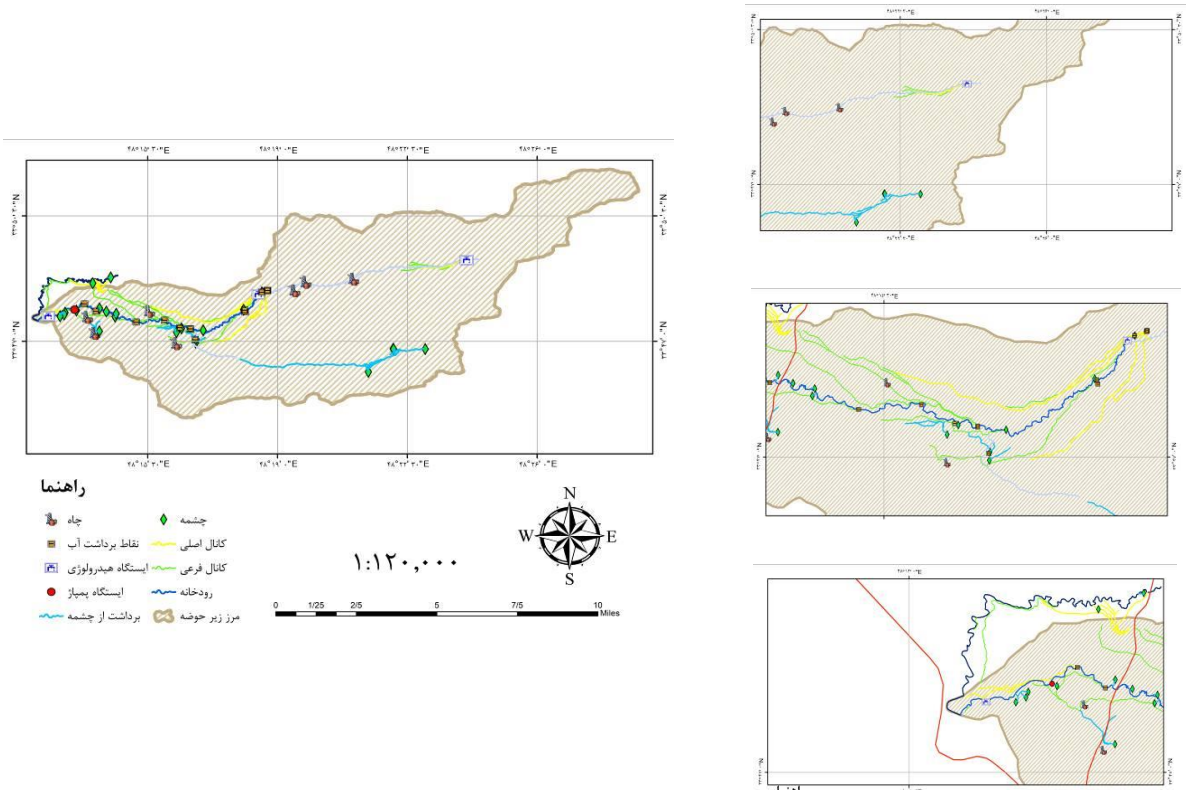
۱. نسبت حجم آب ذخیره شده در منطقه توسعه ریشه به حجم آب تحویلی می‌باشد.

2. Penman–Monteith equation

جدول ۱ – اطلاعات گیاهی گیاهان الگوی کشت در سطح زیر حوضه هنام

Table 1 – Crop information of under cultivation cropping pattern of Honam subcatchment.

گیاه Crop	تاریخ کاشت Planting date	تاریخ برداشت Harvesting date	طول دوره رشد Growth duration				ضریب گیاهی K_c			
			ابتدایی Ini	توسعه Dev	میانی Mid	انتهایی End	ابتدایی Ini	توسعه Dev	میانی Mid	انتهایی End
گندم و جو Wheat and barely	دهه دوم مهر Early Oct	دهه اول تیر End June	140	40	40	30	0.45	1.06	1.1	0.4
چغندرقند Sugarbeet	دهه دوم فروردین Early April	دهه دوم مهر Early Oct	20	30	90	50	0.71	1	1.02	0.76
یونجه و شبدر Alfalfa and clover	دهه سوم اسفند Mid-March	دهه دوم مهر Early Oct	20	70	60	50	1	1.07	1.01	0.94



شکل ۲ – موقعیت منابع تأمین آب کشاورزی در زیر حوزه هنام

Figure 2 – Agricultural water resources location in Honam sub-catchment

میانگین وزنی حجم آب تخصیص یافته و هیدرومدول آبیاری در واحدهای هم‌آب ۱۹ گانه به‌ترتیب ۱/۲۶ و ۰/۸۶ لیتر بر ثانیه در هکتار می‌باشد.

نتایج نقشه کاربری اراضی به همراه الگوی کشت گیاهان عمده قطعات زراعی و باغی در اراضی آبی که از تلفیق نقشه قطعات کشاورزی و روش پیمایش میدانی در بیش از ۳۵۰۰ مزرعه نشان داد که گندم و جو با ۴۴۴ هکتار (معادل ۴۶/۶ درصد) بیشترین سهم از الگوی کشت را در منطقه به خود اختصاص داده است (شکل ۴). پس از آن یونجه و شبدر با ۱۵۳ هکتار (۱۶/۷ درصد) و چغندرقند با ۴۰ هکتار (۴/۳ درصد) از گیاهان زراعی عمده الگوی کشت منطقه مورد مطالعه می‌باشند. همچنین، از طرفی، باغات مخلوط و آیش به‌ترتیب با ۳۵ (۳/۸ درصد) و ۲۷ (۲/۹ درصد) هکتار سهم کوچکی در محدوده را دارا می‌باشند.

با توجه به اطلاعات جدول ۲، ملاحظه می‌گردد که اراضی تحت پوشش این نوزده واحد، مساحتی در حدود ۹۱۳ هکتار را شامل شده است. بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین واحد به‌ترتیب مربوط به واحد ۱۹ با ۱۳۶/۹ هکتار (۱۵ درصد مساحت کل اراضی آبی) و واحد ۱ با ۷/۹ هکتار می‌باشند. از لحاظ دبی تحویلی، واحد ۵ و

۳ به‌ترتیب بیشترین (۱۵۱/۳) و کمترین (۳/۵) لیتر بر ثانیه دبی را داشتند. نتایج بررسی داده‌های مربوط به میزان دبی منابع آب و اراضی تحت پوشش هر واحد نشان داد که کمترین هیدرومدول آبیاری مربوط به واحد ۱۲ با حجم تخصیص ۰/۳۲ لیتر بر ثانیه در هکتار و واحد ۲ با سهمی معادل یک درصد مساحت اراضی آبی هنام، بیشترین مقدار حجم تخصیص یافته به میزان ۱۴/۹۳ لیتر بر ثانیه در هکتار بوده است (جدول ۲).

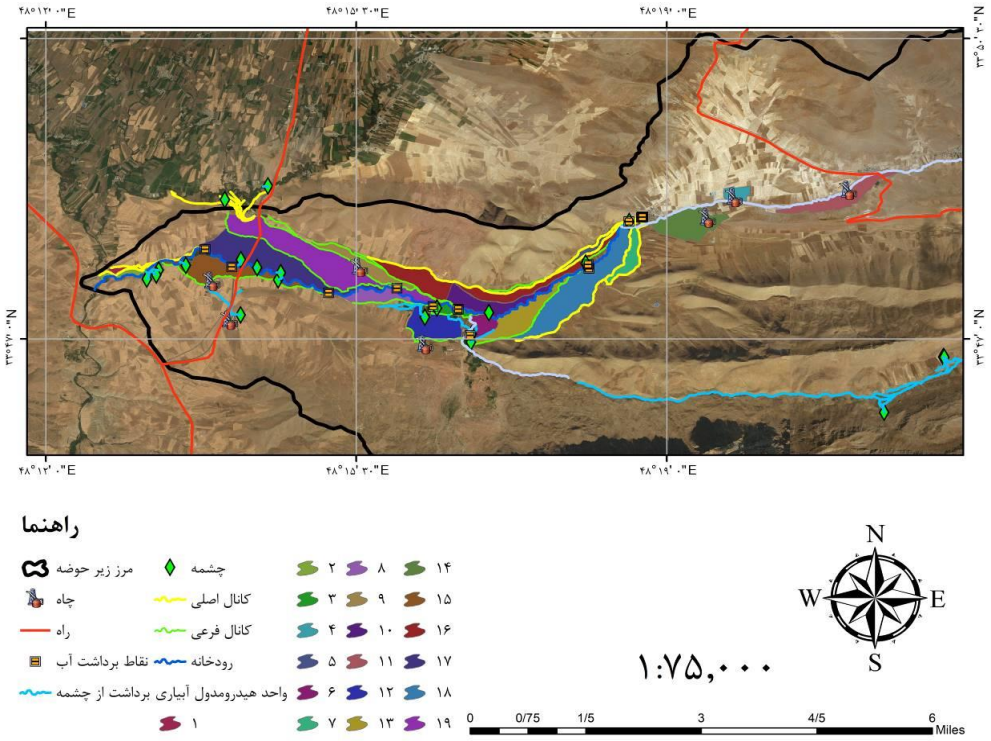
جدول ۲ – مشخصات واحدهای هم آب اراضی آبی زیر حوضه هنام

Table 2 – Characteristics of irrigation homogenous units in irrigated lands of Honam sub-catchment.

واحد هم-آب IHUs	مساحت Area (ha)	دبی نقطه آبگیری Water intake flow ($L.s^{-1}$)	حجم تخصیص‌یافته Water allocated volume ($L.s^{-1}.ha^{-1}$)	هیدرومدول آبیاری* Hydromodule* ($L.s^{-1}.ha^{-1}$)
1	7.9	21.5	2.72	1.73
2	9.3	138.7	14.94	0.74
3	10.3	3.5	0.34	0.58
4	11.5	11	0.95	0.91
5	11.9	151.3	12.7	1.17
6	17.5	20	1.15	0.84
7	23.6	40.5	1.72	0.86
8	27.7	39.2	1.41	0.8
9	35	64.5	1.84	0.76
10	42.9	32	0.75	0.7
11	44.4	20	0.45	0.98
12	46.2	15	0.32	0.76
13	52.7	141	2.68	1.03
14	55.7	20	0.36	0.98
15	56.5	115	2.03	0.46
16	87.3	63	0.72	0.84
17	116.1	145	1.25	0.67
18	120.4	55.2	0.46	0.88
19	136.9	53.7	0.39	0.8

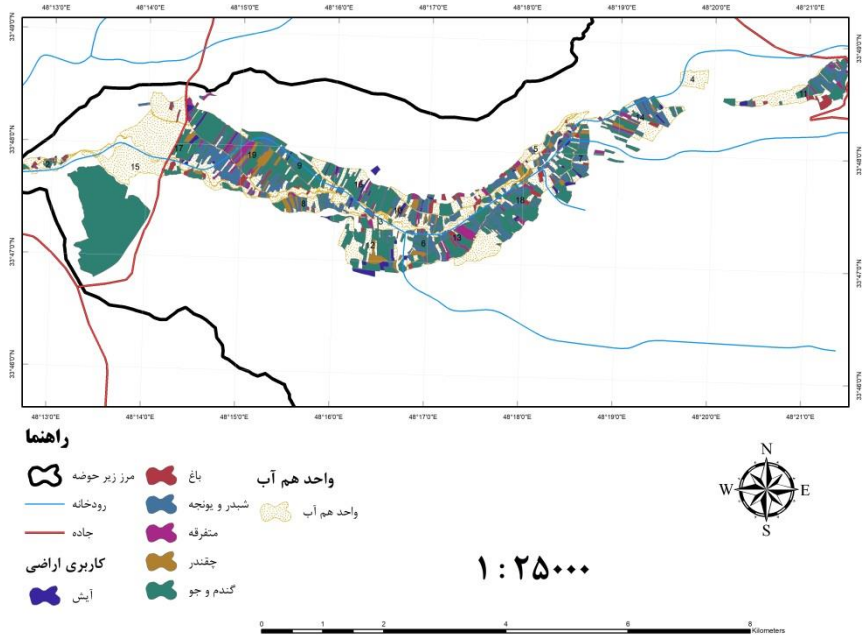
* هیدرومدول آبیاری با احتساب راندمان کاربرد ۳۰ درصد در آبیاری سطحی

* The hydromodule calculated with the assumption of 30 percent application efficiency of surface irrigation



شکل ۳ – موقعیت واحدهای هم آب و نقاط آبگیری در شبکه سنتی زیر حوضه هنام

Figure 3 – Irrigation Homogenous Units (IHUs), water allotments and traditional irrigation network of study area



شکل ۴ – نقشه کاربری اراضی آبی در واحدهای نوزده‌گانه زیر حوضه هنام

Figure 4 – Landuse map of irrigated lands within nineteen IHUs of Honam subcatchmentt

نتایج نیاز آبی گیاهان (متوسط یک دوره چهارده ساله از ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳) الگوی کشت منطقه که به‌منظور محاسبه‌ی شاخص هیدرومدول آبیاری استفاده گردید، نشان داد که نیاز آبیاری یونجه، گندم و جو و چغندرقند به‌ترتیب ۱۱۹۱، ۳۹۰ و ۸۴۴ میلی‌متر در کل دوره رشد می‌باشد. بیشترین مقدار هیدرومدول آبیاری ۱/۷۳ لیتر بر ثانیه در هکتار مربوط به واحد ۱ و کمترین آن با مقدار ۰/۴۶ مربوط به واحد ۱۵ می‌باشد. دلیل بالا بودن شاخص نسبی هیدرومدول در برخی واحدهای هم‌آب ناشی از نزدیکی منبع تأمین آب و کاشت گیاهان زراعی و باغی با نیاز آبی بالا (غالباً باغات و اراضی تحت کشت یونجه) می‌باشد. دوری از منبع تأمین آب و کاشت گیاهان با نیاز آبی کم (کشت غالب گندم) موجبات کاهش نسبی شاخص هیدرومدول گردیده است. با طراحی برنامه آبیاری (دور و عمق) مناسب و نیز تنظیم تخصیص آب بر اساس اصلاح نظام حقابه‌بری (با توجه به دوری و نزدیک قطعات به منبع آب)، امکان کاهش مصرف آب در قطعات با شاخص هیدرومدول بالا و نیز مدیریت مصرفه بهینه آب در اراضی با شاخص هیدرومدول آبیاری کم (تخصیص آب در زمان مناسب و مقدار متناسب با نیاز آبی) فراهم می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی‌ها و ارزیابی‌های میدانی در زیر حوضه هنام نشان داد که محدوده شاخص هیدرومدول آبیاری بین ۰/۴۶ تا ۱/۷۳ لیتر بر ثانیه در هکتار تغییر می‌کند که این بیانگر عدم تخصیص متعادل آب و نیز نبود یک برنامه مناسب آبیاری (از نظر دور و عمق) در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

همچنین، با توجه به نتایج حاصله مشخص گردید که به تعداد ۱۲ واحد از واحدهای ۱۹ گانه (معادل ۴۵ درصد کل سطح کشت)، مقدار حجم آب تخصیص یافته آن بیشتر از هیدرومدول تعیین شده و در هفت واحد آن کمتر از هیدرومدول آبیاری (معادل ۵۵ درصد کل سطح) آب تخصیص یافته است. با توجه به اینکه کشت زراعی غالب واحدهای تفکیک شده‌ی ۱۹ گانه در منطقه مورد مطالعه گیاهان گندم، جو، یونجه، شبدر و چغندرقند می‌باشند و همچنین باغات با نیاز آبی بالا سطح کمی از مناطق مورد مطالعه را در بر می‌گیرند، بنابراین ضروری است با اصلاح نظام حقآبه‌بری و تنظیم مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری شرایطی را فرآهم نمود تا متناسب با نوع گیاه و دوری و نزدیکی از منبع آب، تخصیص آب در قطعات مورد نظر با کفایت لازم و در راستای تعدیل شاخص هیدرومدول انجام پذیرد. با توجه به هیدرومدول آبیاری تعیین شده و حجم آب مصرفی گیاهان الگوی کشت بر مبنای نیاز آبی، امکان افزایش عملکرد و کاهش تأثیر تنش خشکی ناشی از کم آبیاری بر گیاهان الگوی کشت زیرحوضه فراهم شده و کارایی مصرف آب ارتقاء می‌یابد.

References

Abbasi, F., Sohrab, F. and Abbasi, N. 2016. Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Irrigation and Drainage. Structures Engineering Research, 17(67): 113-120. (In Persian).

Arabfard, M. and Ghadami Firouzabadi, A. 2012. Monthly changes of Irrigation Hydro module for agricultural crops of Hamedan. *International Journal of Agriculture and Crop*, 4(8): 502-507.

Dindarlou, A., Kamgar Haghighi, A., Sepaskhah, A.R., Zandparsa, Sh., Honar, T., Dalir, A. and Behnamifar, A. 2011. Evaluation of equity in distribution water by hydromodule index: in Ordibehesht channel in Dorudzan dam. *Iranian Journal of lrrigation and drainage*, 2(5): 158-168. (In Persian).

Emdad, M.R. 2019. Determination of availability and quality of irrigation water in Honam subcatchment. Final report of Soil and Water Research Institute. No. 14-10-10-9201-92003-K9201. (In Persian).

Ghafouri, M., Siadat, H. and Oweis, T (Eds). 2008. Integrated watershed management in the upper catchments of Karkheh River Basin of Iran. CPWF Karkheh River Basin. Research Report no. 12, ICARDA, Aleppo, Syria. 89 pp.

Haghi Abi, A.H., Maleki, A. and Matinfar H.R. 2007. Investigation on effect of irrigation management (deficit irrigation) on irrigation hydromodule in Khoramabad area. Proceeding of 2nd National Congress of Ecological Agriculture, 17-18 Oct. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. (In Persian).

Kayombo, W.C. 2016. Matching canal flow rate with potential flows for irrigation in ruanda majenje improved traditional irrigation scheme in Mkoji subcatchment. *International Journal of Innovative Research in Technology & Science*, 4(2): 24-32.

Lenton, R.L. 1984. A note on monitoring productivity and equity in irrigation systems. In: Pant, N. (ed.) Productivity and Equity in Irrigation Systems. Ashish Publishing House, New Delhi.

Mukhamedjanov, S., Mukhamedjanov, A., Yuldashev, T. and Dukhovny V. 2016. Optimizing use of water for cotton production using evapotranspiration based irrigation scheduling technique in the Fergana Valley Uzbekistan. *Annals of Arid Zone*, 55(3-4): 165–172.

Nazarifar, M.H., Behbahani, S.M.R. and Momeni, R. 2012. Evaluation of different irrigation deficiency scenarios, determination of Hydromodule and optimized cropping pattern in deficit irrigation condition. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering*, 35(2): 91-106. (In Persian).

Rajabi, D., Mousavi, S.F. and Roozbahani, A. 2019. Optimal water allocation among the irrigation districts in Zayandehrud Basin with economic approach and performance assessment of water distribution within the district (Case study: North-Rudasht irrigation district). *Iran-Water Resources Research*, 14(5): 269-282. (In Persian).

Ramezani Etedali, H., Liaghat, A.M., Parsinejad, M., Tavakoli, A. and Ababaei, B. 2014. Potentialization of rainfed lands and optimized water allocation between irrigated and rainfed landuses (Case study: Qazvin plain). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 45 (2): 167-177. (In Persian).

Rao, P.S. 1993. Review of selected literature on indicators of irrigation performance. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute (IIMI). 75 pp.

Rezaei Banafsheh, M. and Kakoolvand, Y. 2015. Zoning Lorestan Province by using of cluster analysis. *Physical Geography Quarterly*, 7(26): 41-50. (In Persian).

Sampath, R.K. 1988. Some comments on measures of inequity in irrigation distribution. ODI/IIMI Irrigation Network Paper 88/2f, Overseas Development Institute, London, England.

Unal, H.B., Asik, S., Avci, M., Yasar, S. and Akkuzu, E. 2003. Performance of water delivery system attertiary canal level: a case study of the Menemen Left Bank Irrigation System, Gediz Basin, Turkey. *Agricultural Water Management*, 65: 155–171.

Valipour, M. 2012. Hydro-module determination for Vanaei Village in Eslam Abad Gharb, Iran. Asian Research Publishing Network (ARPN). *Journal of Agricultural and Biological Science*, 7(12): 968-976.

Zaredar, N., Jozi, S.A., Khorssani, N. and Shariat, S.M. 2020. Climate-induced changing environment in semidry lands: a statistical-based simulation approach in Qarasou Sub-basin of Karkheh River Basin. Environment, Development and Sustainability. https://doi.org/10.1007/s10668-020-01063-8.

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 3, Issue 1, Spring and Summer 2021, P. 15-24

Evaluation of irrigation hydro-module of major plants of cropping pattern to reduce water stress and optimize agricultural water consumption in Honam sub-catchment

Sina Mallah[1*], Saeed Ghalebi[1], Mohammad Reza Emdad[1], Mehdi Panahi[2]

[1]Soil Physics and Irrigation Department, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Alborz, Iran
[2]Department of Soil and Water, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Educational Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran

[*]Corresponding Author: S.mallah@areeo.ac.ir

Received: 9 April 2021 Accepted: 22 May 2021 **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.280267.1092**

Abstract

For sustainable water resources utilization, knowledge of the existing conditions as well as a proper method to allocate and exploit water is inevitable. To this end, water resources and cropping pattern of Honam sub-catchment in Karkheh River Basin, Iran, were geographically identified and then digitized over 913.8 ha of irrigated lands, during 2017-2018 growing season using field survey and satellite imagery. Also, irrigation homogenous units were separated and hydro-module of cropping pattern was determined per unit according to surface irrigation application efficiency of the study area. The results of the cropping pattern showed that the areas under the major crops including wheat and barley, alfalfa and clover, and sugar beet were 444, 153, and 40 ha, respectively. Alfalfa and barely had the highest and lowest irrigation requirement among the major crops with 11910 and 3000 $m^3.ha^{-1}$, respectively. Nineteen irrigation homogenous units were delineated, and their mean annual hydro-module was determined as 1.26 $L.s^{-1}.ha^{-1}$. Meanwhile, mean hydro-module of nineteen homogenous units was obtained as 0.86 $L.s^{-1}.ha^{-1}$ according to estimated volume of water and average of application efficiency (30%) in the study area. The results also indicated that the allocated water for 12 out of 19 homogenous units was more than the determined hydro-module, and for the remaining 7 units it was less. It can be concluded that it is feasible to reduce drought stress and improve yield and water productivity based on determined hydro module and water consumption volume of subcatchment cropping pattern.

Key words: Agricultural water consumption, Irrigation stress, Landuse planning, Water justice, Watershed management