



تاثیر پارامترهای اقلیمی و الگوی کشت روی تبخیرتغرق و هیدرومدول آبیاری در دشت ساوه

آرش امیرزاده¹، مجید رئوف²، رئوف مصطفی زاده³

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 - 2- دانشیار، گروه مهندسی آب و پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
 - 3- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری و پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- * نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: amirzadee1377@gmail.com

چکیده

مشکل اساسی در کشاورزی ایران کمبود منابع آبی و سو مدیریت منابع آبی قابل استفاده است. پروژه‌های مربوط به مهندسی آب، نیازمند برآورد دقیق نیاز آبی گیاهان در مناطق مختلف است. در این تحقیق سعی بر آن است که تغییرات مقدار آب مصرفی گیاهان الگوی کشت، دشت ساوه، به صورت تابعی از پارامترهای اقلیمی استخراج گردد. پارامترهای هواشناسی برای ایستگاه مورد نظر، از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. در گام بعدی، با استفاده از نرم افزار Cropwat8 (معادله FAO56)، تبخیرتغرق گیاه مرجع چمن، تشعشعات خورشیدی و بارش موثر در ایستگاه ساوه استخراج شد. با استفاده از الگوی کشت مناطق مورد نظر هیدرومدول برای هر ماه محاسبه شد. در مرحله پایانی، با استفاده از ضریب تبدیل ویبول، هیدرومدول با دوره بازگشت‌های مختلف برای منطقه مورد نظر استخراج گردید. نتایج نشان دهنده این است که میانگین تبخیرتغرق پتانسیل گیاه مرجع چمن 4/92 میلی‌متر بر روز می‌باشد. همچنین میانگین هیدرومدول آبیاری برای دشت ساوه 0/92 لیتر بر ثانیه بر هکتار به دست آمد. با استفاده از تابع تغییرات خطی، با تغییر دوره بازگشت از 2 سال به 200 سال و کاهش احتمال وقوع، مقدار هیدرومدول آبیاری، 0/34 لیتر بر ثانیه بر هکتار، معادل 36/85 درصد متوسط، افزایش پیدا کرد. همچنین با استفاده از تابع تغییرات نمایی، مقدار هیدرومدول آبیاری، 0/5 لیتر بر ثانیه بر هکتار، معادل 55/24 درصد متوسط، افزایش پیدا کرد.

کلمات کلیدی: Cropwat8، FAO56، گیاه مرجع، دوره بازگشت

مقدمه

مشکل اساسی در کشاورزی ایران کمبود منابع آبی و سو مدیریت منابع آبی قابل استفاده است. از طرفی افزایش روز افزون جمعیت، تولید بیش‌تر مواد غذایی بیش‌تر از گذشته مورد اهمیت قرار می‌گیرد. بنابراین جست و جو راه‌کاری برای مقابله با محدودیت آبی و افزایش تولید مواد غذایی در مناطق دارای محدودیت آبی مورد بحث است (حیدری و همکاران، 2013). در این مسیر استفاده از راهکارهایی که باعث افزایش سطح زیر کشت و استفاده بهینه از آب قابل دسترس و یک استراتژی

سودمند اقتصادی در وضعیت کمبود آب آبیاری با هدف استفاده حداکثری از واحد حجم آب مصرفی مطرح (Bouman and Tuong, 2001). در این راستا می‌توان به تحقیقاتی مانند گوران‌تیوار و اسموت، داغلن و همکاران، نظری‌فر و همکاران (1391) و توکلی (2003) اشاره نمود. گام نخست در تعیین حجم آب مصرفی و استفاده بهینه از آن، مشخص کردن ارتباط الگوی کشت هر منطقه با نیاز آب مصرفی آن منطقه است. آب مصرفی هر منطقه و الگوی کشت آن، بر حسب حجم آب مورد نیاز در واحد زمان برای هر یک هکتار سنجیده شده و به آن هیدرومدول گفته می‌شود که هزینه بسیاری از پروژه‌های آب وابسته به آن می‌باشد. برای تعیین ظرفیت کانال یا لوله انتقال آب نیاز به برآورد هیدرومدول مزرعه می‌باشد. از طرفی اگر مقدار هیدرومدول در یک منطقه بیشتر از مقدار واقعی برآورد گردد کشاورز در مصرف آب صرفه جویی نخواهد کرد و اگر مقدار هیدرومدول کمتر از مقدار واقعی برآورد گردد گیاهان دچار تنش خواهند شد و باعث خسارت می‌شود. پس در برآورد هیدرومدول هر منطقه باید دقت کرد (رئوف، 1400).

اسدزاده و رئوف (1397) در تحقیقی به بررسی آب مورد نیاز الگوی کشت شبکه‌های آبیاری قوریچای و بالادست کانال یامچی، واقع در دشت اردبیل پرداختند. در این پژوهش ابتدا برای شرایط موجود برای شبکه‌ها آب مورد نیاز را استخراج و سپس برای چهار سناریو مختلف (سناریوهای پیشنهادی با توجه به پتانسیل منطقه) این کار را تکرار نمودند. از شاخص‌های عرضه نسبی آبیاری سالانه (ARIS)، عرضه نسبی آب سالانه (ARWS) و عرضه بارش نسبی (RRS)، بهره‌وری آب (WP)، بهره‌وری آب آبیاری (IWP)، بهره‌وری اقتصادی از جمله سود ناخالص به ازای واحد حجم آب (BPD) و سود خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD) در جهت ارزیابی کارایی مصرف آب و مدیریت آبیاری استفاده شد. نتایج نشان داد که برای بازدهی بهتر مصرف آب و بهره اقتصادی برای کشاورز بهتر است گیاه کلزا جایگزین سیب زمینی در شبکه آبیاری بالادست کانال یامچی، شود. در شبکه آبیاری قوریچای الگوی کشت موجود جهت داشتن بهره‌وری آبی و اقتصادی بیشتر شبکه، توصیه گردید. در هر دو شبکه جایگزینی گیاه چغندر قند به جای سیب زمینی نیز از لحاظ بهره‌وری اقتصادی قابل توجه بود. نظری‌فر و همکاران (1391)، طی پژوهشی به مدیریت مصرف آب، تعیین الگوی کشت و تعیین هیدرومدول منطقه در شرایط کم آبیاری پرداختند، در این پژوهش محصولات باقلا، آفتابگردان، لوبیا، سیب زمینی و گندم تحت شرایط تنش آبی جهت تعیین عملکرد محصول مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان دهنده این بود که حداکثر شاخص بازده خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD) در شرایطی به وجود می‌آید که در محصولات لوبیا و باقلا 10 درصد، آفتابگردان و سیب زمینی 20 درصد و گندم 30 درصد کم آبیاری صورت گیرد. در آخر هیدرومدول الگوی کشت در حالتی که کم آبیاری صورت گرفته نسبت به هیدرومدول در حالت آبیاری کامل 18 درصد کاهش نشان داد. حمادی و همکاران (1393)، با استفاده از اطلاعات



بیش از 40 ایستگاه، هواشناسی، تبخیرسنجی و سینوپتیک به برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع چمن، بارندگی موثر، نیاز آبی گیاهان گندم، نیشکر، ذرت، هندوانه و گوجه در استان خوزستان اقدام نموده و با اعمال راندمان‌های مختلف نیز نیاز آبی ناخالص را محاسبه نمودند. یافته‌ها با استفاده از تکنیک‌های زمین آماری در محیط GIS در سطح استان خوزستان گسترش یافت. در نهایت نشان داده شد که بهبود مصرف در راندمان‌های پایین باعث کاهش نیاز آبی بیشتر نسبت به راندمان‌های بالاتر می‌شود و لذا مدیریت مصرف در گام‌های اولیه بازدهی بیشتری دارد.

هدف از این تحقیق بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی در ایستگاه ساوه (واقع در منطقه شمال غرب کشور)، استخراج تبخیرتعرق گیاه مرجع چمن و تعیین نحوه تغییرات آنها، استخراج هیدرومدول آبیاری و تعیین تغییرات آنها و در نهایت تعیین هیدرومدول ماکزیمم با دوره‌های بازگشت مختلف برای ایستگاه مورد بررسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ایستگاه مورد بررسی

در این تحقیق تعداد یک ایستگاه سینوپتیک در منطقه شمال غرب کشور انتخاب گردید. ایستگاه منتخب ایستگاه ساوه می‌باشد. جدول شماره 1 نیز مشخصات جغرافیایی و نوع اقلیم ایستگاه منتخب مورد بررسی را نشان می‌دهد. طول دوره زمانی مورد بررسی، حتی الامکان از بدو تاسیس هر ایستگاه (در صورت نداشتن داده‌های ناقص یا گم شده) و انتهای دوره زمانی منتهی به سال 2021 گردد. جدول 2 ابتدا و انتهای دوره زمانی، میانگین دما (T)، میانگین رطوبت نسبی (RH)، میانگین سرعت باد در ارتفاع 2 متری (U2m)، میانگین ساعات آفتابی (n) و میانگین بارش (P) ماهانه را در کل دوره مورد بررسی هر ایستگاه نشان می‌دهد.

روش کار

جهت استخراج هیدرومدول‌های منطقه مورد نظر، در دوره‌های بازگشت مختلف، مراحل زیر انجام شدند: مقادیر تشعشعات خورشیدی و تبخیرتعرق پتانسیل گیاه مرجع چمن برای ماه‌ها و سال‌های مختلف، با وارد کردن پارامترهای هواشناسی شامل دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی، در نرم‌افزار Cropwat، استخراج شد. با داشتن مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع، بارش ماهانه، الگوی کشت و خصوصیات گیاهان الگوی کشت، مقادیر هیدرومدول هر ماه در سال‌های مختلف برای منطقه مورد نظر استخراج شد.

جدول 1- مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)	نوع اقلیم
ساوه	50	35	1108	نیمه خشک (Mrizaei et al., 2014)

جدول 2- میانگین ماهانه پارامترهای اقلیمی مورد بررسی در ایستگاه‌های مورد بررسی

پارامتر	مقدار کمیت پارامتر
ابتدای دروه	1993
انتهای دوره	2021
T (°C)	18/12
RH (%)	35/31
U2 m(m/s)	2/39
n (hr/d)	8/48
P (mm)	15/86

برای محاسبه هیدرومدول با دوره بازگشت (2 تا 200 سال) به صورت زیر عمل شد:

1. هیدرومدول‌های به دست آمده از طریق نرم افزار کراپ وات از کمترین تا بیشترین هیدرومدول مرتب شد
2. از کمترین هیدرومدول تا بیشترین به ترتیب شماره گذاری شد
3. محاسبه درصد احتمال (p)، دوره بازگشت (RP) و تبدیل ویبول (W) برای هریک از دوره‌های بازگشت مورد نظر به ترتیب با استفاده از روابط زیر

$$P = 1 - (m/(m_1 + 1)) \quad (1)$$

$$RP = 100/P \quad (2)$$

$$W = \log(-\log(P/100)) \quad (3)$$

با به دست آمدن W برای هر هیدرومدول، نمودار این دو پارامتر نسبت به هم ترسیم و معادله خطی و نمایی برازش داده شد.

با داشتن معادله خط، هیدرومدول برای دوره بازگشت های 2، 5، 10، 25، 50، 100 و 200 ساله استخراج شد.

نتایج و بحث

بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی و تبخیر تعرق گیاه مرجع

ابتدا نمودار تغییرات تشعشعات خورشیدی و تبخیر و تعرق، جهت تجزیه و تحلیل برای کل دوره مورد نظر ترسیم گردید.

جدول 3- الگوی کشت غالب (نوع گیاه و درصد مساحت تحت کشت) مورد استفاده برای ساوه

نوع گیاه	درصد مساحت از کل الگوی کشت
گندم	30
جو	20
یونجه	7
سیب زمینی	2
ذرت	7
خریزه	3
باغ (انار)	31
جمع (%)	100
منبع	جهاد کشاورزی استان مرکزی

شکل 1 تغییرات پارامترهای مذکور را نشان می‌دهد پارامترهای مورد بررسی در ایستگاه مورد بررسی، تقریباً به صورت یکنواخت و هیچ‌گونه روندی را دارا نمی‌باشد.

شکل 1 مقادیر تشعشعات خورشیدی و تبخیر تعرق گیاه مرجع چمن را نشان می‌دهد. این مقادیر از نرم‌افزار کراپوات استخراج شده‌اند. مقادیر تابش خورشیدی در ایستگاه مورد بررسی از $7/9 \frac{MJ}{m^2.d}$ تا $28/9 \frac{MJ}{m^2.d}$ متغیر می‌باشد. میانگین تشعشعات خورشیدی برای ایستگاه ساوه 18/11 مگاژول بر مترمربع در هر روز می‌باشد. همچنین میانگین تبخیر تعرق گیاه مرجع چمن برای ایستگاه ساوه 4/92 میلی‌متر بر روز می‌باشد.

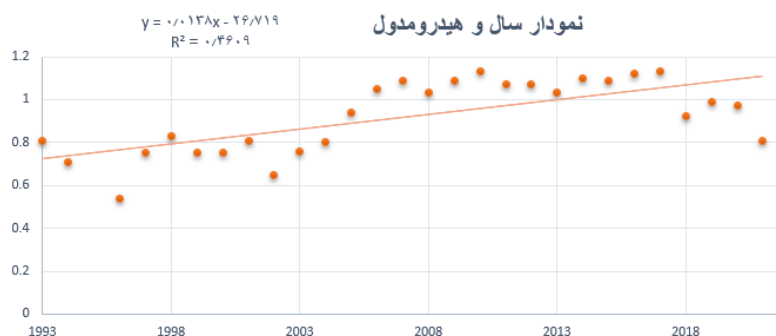


شکل 1- تغییرات پارامترهای تشعشعات خورشیدی و تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع چمن در ایستگاه ساوه

بررسی تغییرات هیدرومدول

شکل 2 حداکثر مقادیر هیدرومدول استخراج شده، برای هر سال مورد مطالعه را نشان می‌دهد. جدول 4 مقادیر حداقل، حداکثر و متوسط را برای حداکثر هیدرومدول سالانه در ایستگاه مورد بررسی نشان می‌دهد. مقادیر ارائه شده در جدول 4

نیز نشان می‌دهد که مقادیر میانگین حداکثر هیدرومدول سالانه برای ایستگاه ساوه بیشترین (1/13 lit/s/ha) و کمترین (0/54 lit/s/ha) می‌باشد.

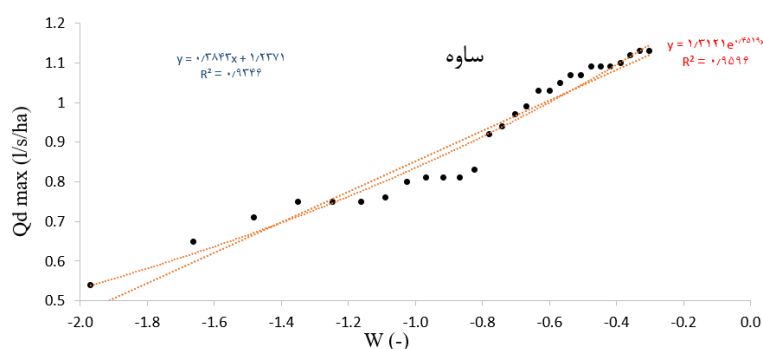


شکل 2- تغییرات مقادیر حداکثر هیدرومدول سالانه در ایستگاه‌های مورد بررسی

جدول 4- مقادیر حداقل، حداکثر و متوسط برای حداکثر هیدرومدول سالانه در ایستگاه‌های مورد بررسی

پارامتر	مقدار عددی کمیت (lit/s/ha)
حداقل حداکثر هیدرومدول سالانه	0/54
حداکثر حداکثر هیدرومدول سالانه	0/92
متوسط حداکثر هیدرومدول سالانه	1/13

شکل 3 تغییرات هیدرومدول آبیاری را به ازای تغییرات تبدیل ویبول (W)، برای ایستگاه ساوه نشان می‌دهد برای استخراج این نمودار، ابتدا مقادیر حداکثر هیدرومدول استخراج شده برای سال‌های مختلف، بصورت صعودی مرتب شده است، احتمال وقوع رخدادها و دوره بازگشت آنها محاسبه و سپس تبدیل ویبول هر یک محاسبه شده است. برای ایجاد ارتباط بین پارامترهای تبدیل ویبول (W) و هیدرومدول آبیاری (Q_d) از برازش خطی و نمایی استفاده شده است.



شکل 3- تغییرات هیدرومدول آبیاری به ازای تغییرات تبدیل ویبول (W) برای ایستگاه‌های مورد بررسی

محور افقی در شکل 6 (ضریب تبدیل ویبول) بیانگر سال‌های آماری یا دوره بازگشت است. به ازای دوره‌های بازگشت مختلف مقادیر هیدرومدل به دو روش خطی و نمایی با به دست آمدن معادله‌های خطی و نمایی تغییرات هیدرومدول، محاسبه



گردید. جدول شماره 5 مقادیر هیدرومدول را به ازای دوره‌های بازگشت 2، 5، 10، 25، 50، 100 و 200 سال نشان می‌دهد.

جدول 5- مقادیر هیدرومدول را به ازای دوره‌های بازگشت مختلف (لیتر بر ثانیه بر هکتار)

نوع تابع	ایستگاه	دوره بازگشت (سال)						میانگین
		2	5	10	25	50	100	200
خطی	ساوه	1/03	1/17	1/23	1/29	1/32	1/35	1/37
نمایی	ساوه	1/03	1/22	1/31	1/4	1/45	1/5	1/54

آنچه در جدول 5 مشاهده می‌شود نشان می‌دهد فقط در دوره بازگشت 2 سال، تابع خطی مقدار هیدرومدول آبیاری را برابر با تابع نمایی تخمین می‌زند. در دوره‌های بازگشت 5 تا 200 سال تابع نمایی مقدار هیدرومدول را بیشتر از تابع خطی تخمین زده است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به بررسی تغییرات هیدرومدول آبیاری در ایستگاه ساوه پرداخته شد. میانگین هیدرومدول آبیاری برای این ایستگاه 1/25 لیتر بر ثانیه بر هکتار برای سال‌های آماری موجود استخراج شد. چنانچه سازه‌های ذخیره، توزیع و انتقال آب، برای دوره بازگشت حداقل 100 سال طراحی و مورد بهره‌برداری قرار گیرند برای دشت ساوه، مقدار هیدرومدول طرح بایستی 1/35 لیتر بر ثانیه بر هکتار باید در نظر گرفته شود. وجود برخی گیاهان پر مصرف مانند یونجه، خربزه و باغات، در الگوی (که در فصول گرم سال نیاز بسیار بالایی دارند)، از یک طرف و کاهش مقدار بارش کل و به تبع آن بارش موثر در کلیه این دشت، باعث شده است که هیدرومدول آبیاری بالا باشد. با احتساب تابع تغییرات خطی، با تغییر دوره بازگشت از 2 سال به 200 سال و کاهش احتمال وقوع، مقدار هیدرومدول آبیاری، 0/34 لیتر بر ثانیه بر هکتار، معادل 36/85 درصد متوسط، افزایش پیدا کرد. با احتساب تابع تغییرات نمایی، با تغییر دوره بازگشت از 2 سال به 200 سال و کاهش احتمال وقوع، مقدار هیدرومدول آبیاری، 0/5 لیتر بر ثانیه بر هکتار، معادل 55/24 درصد متوسط، افزایش پیدا کرد. با در نظر گرفتن تابع تغییرات خطی تا دوره بازگشت 200 سال مشاهده می‌شود که هیدرومدول آبیاری دچار نوسانات زیادی می‌گردد (حدود 40 درصد میانگین) پیشنهاد می‌گردد که ساخت ابنیه‌های ذخیره، انتقال و توزیع آب در دشت ساوه مورد بررسی با احتمال وقوع کم (دوره بازگشت بالا) طراحی و اجرا گردد.



منابع مورد استفاده

- اسدزاده، ح. و رئوف، م. 1397. مقایسه کارایی مصرف آب در سیستم های آبیاری بارانی و هیدروفلوم (مطالعه موردی: دشت اردبیل). مدیریت آب و آبیاری. 8 (1): 55-68.
- حمادی، ک.، ذاکری حسینی، ف.، حسین زاده ساداتی، م. و اله دین، س. 1393. برآورد نیاز آبی محصولات کشاورزی در استان خوزستان. دو فصلنامه تخصصی علوم و مهندسی آب. 9: 7-16.
- رئوف، م. 1400. بررسی تغییرات هیدرومدول آبیاری در شرایط آب و هوایی و الگوهای کشت متفاوت. دانش آب و خاک. پذیرش شده. مقالات آماده چاپ
- نظری فر، م.، بهبهانی، م.ر. و مومنی، ر. 1391. ارزیابی سناریوهای متفاوت کم آبیاری و تعیین هیدرومدول و سطح بهینه الگوی کشت در شرایط کم آبیاری. علوم و مهندسی آبیاری. 35 (2): 91-105.
- Bouman, B. A. M., van Keulen, H., van Laar, H. H. and Rabbinge, R. 1996. The school of de Wit' crop growth simulation models: a pedigree and historical overview. *Agric. Syst.* 52:171-198.
- Dagdelen, N. Yilmaz, E., Sezgin, F. and Gurbuz, T. 2005. Water yield relation and water use efficiency of cotton and second crop corn in western Turkey. *Agric. Water Manage.* 82(1-2):63-85.
- FAO, 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. How to feed the World in 2050. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How to Feed the World in 2050. Pdf.](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.Pdf) (accessed March 25, 2017).
- Gorantiwar, S. D. and Smout, I. K. 2003. Allocation of scarce water resources using deficit irrigation in rotational systems. *ASCE, J. Irrig. And Drain. Eng.* 129(3): 155-163.
- Raoof, M. and Azizi, J. 2019. Reference Evapotranspiration Estimation Using Locally Adjusted Coefficient of Angstrom's Radiation Model in an Arid-Cold Region. *JAST.* 21(2): 487-499
- Tavakoli, A. 2003. The impact of deficit irrigation and nitrogen on yield and yield components of wheat. *Scientific Journal of Agriculture.* 26(2): 75-87.
- Heydari, M. M., Noushabadi, R. N., Vahedi, M., Abbasi, A., and Heydari, M. 2013. Comparison of Evapotranspiration models for estimating reference Evapotranspiration in arid environment. *Middle-East J. Science, Research.* 15: 1331-1337.