

مطالعه شاخص بهره‌وری آب، در مزارع سیب زمینی دشت همدان - بهار

محمد رضا قاسمی نژاد رائینی^۱ و صفر معروفی^{۲*}

(1) دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ابوعلی سینا، گروه آبیاری زهکشی، همدان، ایران.

(2) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ابوعلی سینا، همدان، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Smarofi@yahoo.com

تاریخ دریافت: 90/03/15

تاریخ پذیرش: 90/05/26

چکیده

محدودیت منابع آب، عدم برنامه‌ریزی آبیاری و استفاده نامطلوب از آب، عامل اصلی محدود کننده توسعه کشاورزی در ایران است. در این پژوهش، زمان و میزان آب آبیاری، به منظور افزایش بهره‌وری آب، در مزارع سیب‌زمینی دشت همدان - بهار، تعیین گردید. بدین منظور، سه مزرعه سیب‌زمینی در بخش‌های مختلف دشت، در سال زراعی 90-1389 انتخاب و با استفاده از تانسیمتر و بلوک‌گچی، مصرف آب اندازه‌گیری شده و نهایتاً شاخص بهره‌وری آب (WUE) با استفاده از حجم آب مصرفی (W) و عملکرد محصول (Y) محاسبه شد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، حداقل و حداکثر میزان آب مصرفی، در مزارع تیمار، به ترتیب 4481 و 7500 مترمکعب و نیز در مزارع شاهد نیز، به ترتیب 5092 و 8279 مترمکعب در هکتار بوده است. نتایج نشان داد که با آموزش برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب، عملکرد محصول سیب‌زمینی به مقدار قابل ملاحظه‌ای (13 درصد) افزایش، می‌یابد. این افزایش، با کاهش 13/1 درصد میزان آب مصرفی در تمامی مزارع مورد مطالعه همراه بوده است و در نتیجه کارایی مصرف آب نیز 29 درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد که می‌توان از تانسیمتر به عنوان یک ابزار مناسب جهت بهبود مدیریت آبیاری با آموزش آن به زارعین استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آموزش کشاورزان، کارایی مصرف آب، مدیریت آبیاری، تانسیمتر، بلوک‌گچی.

مقدمه

آب، یکی از چالش‌های قرن حاضر است و در آینده، یکی از مشکلات عمده بشر به حساب خواهد آمد. از یک طرف، منابع آب محدودتر می‌شوند و از سوی دیگر، مصرف و تقاضا برای آن همواره رو به افزایش است. در حال حاضر، 26 کشور جهان با کمبود شدید آب روبرو هستند که بیشتر این کشورها در آفریقا و خاورمیانه قرار دارند. نتایج بررسی‌ها توسط کارشناسان نشان می‌دهد که این کشورها، در سال 2025 میلادی برای تامین نیازهای کشاورزی، صنعتی و شهری با مشکل کمبود آب مواجه خواهند شد (Seckler et al, 1998). رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر، سبب شده تا بخش کشاورزی تقاضای بیشتری را برای مصرف آب داشته باشد. در این راستا ضرورت توجه به امنیت غذایی و محدودیت منابع آبی در کشور باعث گردیده که مهمترین چالش این بخش در شرایط کنونی، تولید غذای بیشتر، از آب کمتر باشد. این هدف تنها در صورتی تحقق می‌یابد که راهکارهای مناسبی برای استفاده موثرتر از منابع آبی در بخش کشاورزی به کار گرفته شوند.

افزایش بهره‌وری و یا کارایی مصرف آب، اصولاً از دو طریق امکان پذیر است: 1- ثابت نگاه داشتن میزان تولید محصول در سطح کنونی و کاهش آب مصرفی 2- افزایش عملکرد به ازاء واحد آب مصرفی. بدین معنی که با حفظ منابع آبی موجود، میزان محصول تولیدی را افزایش دهیم (Zwart et al, 2004). نکته قابل توجه این است که دستیابی به اهداف فوق‌الذکر بدون به کارگیری برخی از روش‌ها، (از جمله تغییر الگوی مصرف آب) و بهبود مدیریت منابع آبی موجود، امکان پذیر نمی‌باشد.

سیب‌زمینی از نظر تولید ماده خشک و قرارگرفتن در جیره غذایی، دارای اهمیت زیادی است. به‌طوری‌که این محصول از نظر میزان تولید در دنیا پس از گندم، برنج و ذرت، در مقام چهارم قرار دارد. در شرایط فعلی، ایران سومین تولید کننده سیب زمینی در آسیا می‌باشد. در داخل کشور نیز استان همدان با دارا بودن 20 هزار هکتار سطح زیر کشت، مقام نخست را در سطح کشور داراست (Madad et al, 2005). به دلیل ناکافی بودن میزان بارش سالانه (حدود 319 میلی‌متر) و نامناسب بودن توزیع مکانی و زمانی آن، این استان جزء مناطق نیمه خشک کشور محسوب می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد برای جبران نیاز آبی گیاهان، نیاز به آبیاری مکرر در این استان می‌باشد که نزدیک به 95 درصد از آب کشاورزی آن از طریق آب‌های زیرزمینی تامین می‌گردد (Akhavan et al, 2007). و از آنجایی که مصرف مفید آب کشاورزی از یک سوم مقدار آن فراتر نمی‌رود، لازم است راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری آب در این استان ارائه شود.

اکبری و همکاران (1388) تاثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر بهره‌وری آب کشاورزی با استفاده از مدل SWAP را در شبکه آبخیز اصفهان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با اصلاح برنامه‌ریزی آبیاری، عملکرد محصول جو و گندم، به مقدار 15 درصد افزایش می‌یابد. از طرف دیگر با بهبود مدیریت زراعی و کاهش 20 درصدی عمق آب آبیاری، عملکرد محصول تغییر معنی‌داری نداشت.

Mandare et al در سال 2008 در تحقیقی با استفاده از مدل SWAP، گزینه‌های مدیریتی آب در شرایط مختلف کمی و کیفی، بر عملکرد محصول گندم و شوری خاک را در مزارع شمال غربی هند بررسی کردند. نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد آبیاری مکرر، به میزان دقیق در مزارع، عملکرد محصول را تا 10 درصد حتی زمانی که شوری آب زیرزمینی بیشتر از 11 دسی‌زیمنس بر متر باشد، افزایش می‌دهد. Hassan و همکاران در سال 2002 گزارش نمودند که کارایی مصرف آب سیب‌زمینی از 0/69 تا 2/33 تن در هکتار در سانتی‌متر تغییر نموده که بیشترین کارایی مصرف آب، از تیمارهای دارای تنش پیوسته در تمام مراحل رشد سیب‌زمینی بوده است. در

پژوهشی Kiziloglu در سال 2006 تاثیر کم‌آب‌باری بر روی تبخیر و تعرق و عملکرد سیب‌زمینی تحت شرایط اقلیمی سرد و نیمه‌خشک را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که کارایی مصرف آب از $63/4$ تا $44/1$ کیلوگرم در هکتار در میلی‌متر تغییر نموده است. از سوی دیگر Nagaz در سال 2007 گزارش نموده‌اند که کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در پاییز، زمستان و بهار حدود 8-9، 6-8 و 11-14 کیلوگرم در متر مکعب بوده که کمترین کارایی مصرف، از آبیاری کامل با کاربرد روزانه حاصل شده است.

با توجه به محدودیت آب استان و نقش مؤثر دشت همدان - بهار در تأمین آب شهرستان‌های همدان و بهار و بخش‌های مربوطه، و همچنین سطح زیر کشت در حدود 20000 هکتار سیب‌زمینی در دشت همدان - بهار و مصرف آب زیاد این محصول، با توجه به نتایج یافته‌ها، ضروری می‌نماید که روش‌های صحیح برنامه‌ریزی آبیاری به کشاورزان آموزش داده شود. در چنین حالتی به ازای هر واحد آب مصرفی، بیشترین عملکرد استحصال خواهد شد. لذا هدف از این پژوهش، بررسی اثر آموزش برنامه‌ریزی آبیاری بر بهره‌وری آب، در مزارع سیب‌زمینی رقم مارفونا جهت نیل به مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی، تحت مدیریت صحیح زارعین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی دشت همدان - بهار و مزارع مورد مطالعه

منطقه همدان از چهار دشت بهار، کبودرآهنگ، رزن و قهاوند تشکیل شده است. مساحت کل این چهار دشت، 4000 کیلومتر مربع بوده و وسعت کل حوضه آبریز آنها، 9000 کیلومتر مربع می‌باشد (بی‌نام، 1379). دشت همدان - بهار در طول دره وسیعی از دو طرف به کوه‌های بلند و ارتفاعات الوند محصور است، با مساحت تقریبی 520 کیلومتر مربع در حد فاصل ارتفاع 1700 تا 1800 متری از سطح دریا واقع شده و دارای کمترین وسعت، در بین دشت‌های منطقه همدان می‌باشد (غفوری‌نیا، 1385). در این دشت، بخش‌های مرکزی از شهرستان همدان و بخش‌های لالچین، صالح‌آباد و مرکزی شهرستان بهار قرار دارد. این دشت بر اساس دیاگرام اقلیمی آمبروزه، در اقلیم نیمه‌خشک سرد قرار گرفته و دارای آب و هوای سرد کوهستانی می‌باشد. و متوسط بارندگی سالانه آن حدود 319 میلی‌متر بوده است (بی‌نام، 1380).

در این تحقیق، مزارع واقع در دشت همدان - بهار به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و عملیات مزرعه‌ای مربوط به این پژوهش، از نیمه دوم اسفند 1389 تا نیمه اول مهر 1390 در سه مزرعه سیب‌زمینی رقم مارفونا صورت گرفت. مزارع انتخابی، دو قطعه زمین مجزا، یک قطعه به عنوان شاهد (با مدیریت آبیاری زارع) و دیگری به عنوان تیمار (با اجرای برنامه‌ریزی صحیح آبیاری) انتخاب شدند.

آب مصرفی قطعات انتخابی، با نصب کنتور حجمی اندازه‌گیری گردید. به‌گونه‌ای که بعد از هر آبیاری، میزان آب مصرفی در قطعات ثبت شد. منبع آب کلیه مزارع مورد بررسی، سفره‌های آب زیرزمینی منطقه بود. و در کلیه مزارع از سیستم آبیاری بارانی کلاسیک، ثابت استفاده گردید. همچنین مصرف کود و سم در قطعات شاهد و تیمار با مدیریت زارعین اعمال شد.

جهت اهداف تحقیق، اثر آموزش و بهره‌وری آب، در قطعات تیمارهای مورد نظر بررسی گردید. بدین منظور خاک مزارع، مورد تجزیه قرار گرفت و از دو تانسیمتر 30 و 60 سانتی‌متر و دو بلوک گچی (که به‌طور همسان در 30 و 70 درصد عمق ریشه نصب شدند) برای تعیین

مدت و دور آبیاری استفاده شد. در این خصوص برای آموزش کشاورزان، طی چند مرحله، کلاس تشکیل شد و تعداد اعضای شرکت کننده در کلاس‌های آموزشی، بالغ بر 200 نفر بودند.

جدول 1: مساحت مزارع مورد مطالعه (بر حسب هکتار)

شاهد	تیمار	مزرعه
0/83	1/2	A
1/47	0/62	E
1/5	5/71	M

ویژگی‌های خاک

جهت تعیین بافت و سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از هر مزرعه، نمونه‌هایی دست‌خورده، از عمقی کمتر از 60 سانتی‌متر تهیه شد. برای تعیین بافت خاک، از روش هیدرومتری استفاده گردید و پس از محاسبه درصد شن، رس و سیلت، با استفاده از مثلث بافتی خاک، اقدام گردید. ضمناً در هر مزرعه، از قطعات (شاهد و تیمار) با شرایط خاک یکسان استفاده گردید. برای برآورد حدود رطوبتی ظرفیت مزرعه (FC) و پژمردگی دائمی (PWP)، از مقادیر پیشنهاد شده توسط نرم‌افزار Soil Water Characteristics استفاده شد (هاشمی‌نیا، 1385. و علیزاده، 1384).

روش مطالعه

پس از رسیدن محصول مزارع، عمل کرد قطعات تیمار و شاهد، برداشت شده و توزین گردید. مساحت قطعات نیز با GPS اندازه‌گیری شد. جهت برآورد شاخص بهره‌وری آب (شاخص کارایی مصرف آب) از رابطه (1) استفاده شد:

$$WUE = \frac{Y}{W} \quad (1)$$

که در آن Y : عمل کرد سیب‌زمینی (کیلوگرم در هکتار) و W : آب مصرفی بر حسب متر مکعب در هکتار می‌باشد.

درصد افزایش عمل کرد ناشی از اعمال برنامه‌ریزی آبیاری، در قطعه تیمار نسبت به قطعه شاهد (Y_t) از رابطه (2) محاسبه شد:

$$Y_t = 100((Y_t/Y_c) - 1) \quad (2)$$

که در آن Y_c و Y_t به ترتیب عمل کرد سیب‌زمینی (کیلوگرم در هکتار) از قطعه شاهد و قطعه تیمار هستند.

درصد صرفه‌جویی در مصرف آب در قطعه تیمار نسبت به قطعه شاهد (W_s) نیز از رابطه (3) محاسبه شد:

$$W_s = 100((W_t/W_c) - 1) \quad (3)$$

که در آن W_c و W_t به ترتیب آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) در قطعه شاهد و قطعه تیمار هستند.

نتایج و بحث

برخی از مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع مورد مطالعه

جهت محاسبه نیاز آبی گیاه سیب‌زمینی و همچنین مدیریت آب در مزرعه، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق مورد مطالعه تعیین گردید که نتایج آنها در جدول 2 ارائه شده است. نتایج بدست آمده، بیانگر آن است که خاک مزارع مورد نظر، از لحاظ شوری میزان تغییرات هدایت الکتریکی (EC) خاک، بین 0/185 و 0/253 قرار داشته، که در محدوده مجاز برای آبیاری بارانی می‌باشند. از نظر جنس خاک، مزارع مورد نظر، دارای بافتی نسبتاً سنگین بوده و میزان تغییرات pH خاک آنها بین 7/33-7/86 قرار داشته که بیانگر شرایط نسبتاً خنثی عصاره اشباعی خاک می‌باشد.

کارکرد مزارع مورد مطالعه در شرایط برنامه‌ریزی آبیاری و مدیریت زارعین

با توجه به مبانی و روش‌شناختی مطرح شده در قسمت مواد و روش‌ها، وضعیت موجود بهره‌وری آب، در شرایط مدیریت زارع (شاهد) و بعد از آموزش برنامه‌ریزی آبیاری (تیمار)، مورد بررسی قرار گرفت. در جدول 3، پارامترهای مربوط به میزان آب مصرفی و عملکرد مزارع مورد بررسی، ارائه شده است. بر اساس این جدول، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، میزان آب مصرفی در تمامی مزارع، در تیمارها، نسبت به شاهد کاهش یافت. مقدار عملکرد نیز در تمامی مزارع، در تیمارها، نسبت به شاهد افزایش داشته است.

جدول 2: برخی از ویژگی‌های خاک مزارع مورد مطالعه

حدود رطوبتی		وزن مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	بافت	ذرات خاک			pH	EC (ds/m)	مزرعه
(درصد)				(درصد)	رس	سیلت			
PWP	FC								
16/3	30/8	1/34	CL	31	40	29	7/86	0/253	A
16	28/5	1/36	CL	42	30	28	7/33	0/200	E
10/5	19/5	1/52	SL	73	13	14	7/83	0/185	M

جدول 4 مقادیر شاخص کارایی مصرف آب آبیاری در مزارع مورد بررسی در قطعات تیمار و شاهد را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج، در تمامی مزارع مورد بررسی، شاخص کارایی مصرف آب آبیاری، در قطعات تیمار نسبت به شاهد افزایش یافت. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، میزان شاخص کارایی مصرف آب آبیاری به‌طور متوسط، در قطعات تیمار و شاهد به‌ترتیب برابر 9/87 و 7/63 کیلوگرم در متر مکعب می‌باشد. این مقادیر نشان‌دهنده افزایش حدود 30 درصد شاخص کارایی مصرف آب آبیاری، در قطعات تیمار می‌باشد.

جدول 3: مقادیر آب مصرفی و عمل کرد محصول در مزارع مورد مطالعه

مزرعه	آب مصرفی (m^3/ha)		عمل کرد (kg/ha)	
	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
A	5092	4481	37500	45400
E	8279	7500	54149	63065
M	6546/7	5375/4	59190	59865

جدول 4: مقادیر شاخص کارایی مصرف آب آبیاری در مزارع مورد مطالعه (کیلوگرم بر متر مکعب)

مزرعه	تیمار	شاهد
A	10/1	7/4
E	8/4	6/5
M	11/1	9
میانگین	9/87	7/63

در جدول 5، مقادیر (درصد) افزایش عمل کرد و صرفه‌جویی مصرف آب آبیاری در قطعات تیمار نسبت به شاهد ارائه شده است. بر اساس این نتایج، در تمامی مزارع مورد بررسی، عمل کرد از 1/14 تا 21 درصد افزایش داشته و بطور متوسط این مقدار در تمامی مزارع، 12/88 درصد مشاهده شد. همچنین میزان مصرف آب آبیاری در تمامی مزارع مورد بررسی، کاهش یافت (بالغ بر 13 درصد).

جدول 5: مقادیر درصد افزایش عمل کرد و صرفه‌جویی مصرف آب تیمار نسبت به شاهد

مزرعه	(%) Y_I	(%) W_S
A	21	-12*
E	16/5	-9/41
M	1/14	-17/9
میانگین	12/88	-13/1

*: عدد منفی بیانگر درصد کاهش مصرف آب است

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بهبود مدیریت و بهره‌وری آب، از طریق برنامه‌ریزی صحیح آبیاری امکان‌پذیر می‌باشد. با استفاده از برنامه‌ریزی آبیاری، ضمن افزایش 13 درصد عمل کرد محصول، در کلیه مزارع، موجب کاهش 13/1 درصد میزان آب مصرفی گردید. در

نتیجه کارایی مصرف آب آبیاری نیز 29 درصد (2/24 کیلوگرم بر متر مکعب) افزایش یافت. این نتایج نشان داد که از تانسومتر می‌توان به‌عنوان یک ابزار ساده، جهت بهبود مدیریت آبیاری با آموزش آن به زارعین استفاده نمود. بطور کلی موارد مطروحه ذیل جهت بهره‌وری بهتر در مزارع مربوطه پیشنهاد می‌شود:

- با توجه به این‌که میزان آب کاربردی توسط کشاورزان، به علل مختلف از جمله توزیع گردشی آب بین کشاورزان و عدم اطلاع زارعین از میزان آب مورد نیاز گیاهان، بیش از نیاز آبیاری است. لذا توصیه می‌گردد جهت بهبود مدیریت آبیاری، زمان و میزان آب آبیاری مورد نیاز، توسط ابزارهای مناسب برای برنامه‌ریزی آبیاری و شیوه‌های مدیریت آبیاری به کشاورزان به شکل عملی آموزش داده شود.
- در انتهای فصل رشد، ملاحظه شد زارعین بدلیل کمبود آب، مجبور به اعمال کم‌آبیاری می‌باشند. لذا توصیه می‌گردد مدیریت آبیاری مزرعه و اعمال کم‌آبیاری، زیر نظر کارشناس مجرب آبیاری صورت گیرد و به کشاورزان نیز آموزش داده شود.
- برای انتخاب ابزار مناسب، جهت آموزش برنامه‌ریزی آبیاری به کشاورزان، توصیه می‌گردد از تانسومتر (بدلیل پذیرش آسان‌تر توسط کشاورزان) استفاده گردد.

سیاسگزاری

این پژوهش با حمایت سازمان جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، مراکز جهاد کشاورزی شهرستان‌های همدان و بهار، انجام شده است که بدین وسیله از زحمات تمامی کسانی که در این طرح ما را یاری کرده‌اند صمیمانه تشکر می‌گردد.

منابع

- اکبری، م.، دهقانی سانج، ح. و میرلطفی، س.م. (1388). تاثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر بهره‌وری آب در کشاورزی (مطالعه موردی در شبکه آبشار اصفهان). مجله آبیاری و زهکشی ایران. 31(3): 69-79.
- بی‌نام. (1380). گزارش مطالعات منابع آب زیرزمینی دشت بهار سال 1378-1379. اداره کل امور آب استان همدان. همدان.
- بی‌نام. (1379). آمارنامه استان همدان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان. همدان.
- علیزاده، ا. (1384). طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). مشهد. 583 صفحه.
- غفوری‌نیا، ع. (1385). بررسی بیلان هیدروکلیماتولوژی دشت همدان - بهار و ارزیابی سفره آب زیرزمینی آن با استفاده از مدل کامپیوتری PMWIN. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه ابوعلی سینا.
- هاشمی‌نیا، م. (1385). مدیریت آب در کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی. مشهد. 536 صفحه.
- Akhavan, S., Mousavi, F., Mostafazadehfard, M and Ghadami firouzabadi, A. (2007). Furrow and Type irrigation effects on potato yield and water use efficiency. Agriculture and Natural Resources Sciences and Technologies, 11(41), pp. 16-26.

- **Hassan, A.A., Sarkar, A.A and Ali, N.N. (2002).** Effect of deficit irrigation at different growth stage on the yield of potato. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5(2), pp. 128-134.
- **Kiziloglu, F.M., Sahin, U., Tune, T and Diler, S. (2006).** The effect of deficit irrigation on potato evapotranspiration and tuber yield under cool season and semiarid climatic conditions. *Journal of Agronomy*. 5(2), pp. 284-288.
- **Madad, M., Shamei A and Hajdezfoulian, B. (2005).** Atlas of Agriculture. (Iranian) Nationals Cartographic Center; and Plan and Management Organization. 91,pp.
- **Mandare, A.B., Ambast, S.K., Tyagi, N.K and Singh, J. (2008).** On-farm water management in saline groundwater area under scarce canal water supply condition in the Northwest India. *Agricultural Water Management*, 95,pp. 516-526.
- **Nagaz, K., Masmoudi, M.M. and Mechlia, N.B. (2007).** Soil salinity and yield of drip-irrigation potato under different irrigation regimes with saline water in arid condition of Southern Tunisia. *Journal of Agronomy*. 6 (2) , pp. 324-330.
- **Seckler, D., Upali, A., Molden, D. de Silva, R and Barker, R. (1998).** World Water Demand and Supply, 1990 to 2005: Scenarios and Issues. Research Report 19, International Water management Institute, Colombo, Sri Lanka, pp.40-41.
- **Zwart, S.J and Bastiaanssen, W.G.M. (2004).** Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management* 69(2) , pp. 115-133.