# بررسی آبیاری تیپ و شیاری از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت سیب‌زمینی

سمیرا اخوان[۱]، سید فرهاد موسوی[۱]، بهروز مصطفی‌زاده فرد[۱] و علی قدمی فیروزآبادی[۲]

## چکیده

**به منظور بررسی روش‌های آبیاری تیپ و شیاری از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت سیب‌زمینی، آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان (ایستگاه اکباتان) در سال ۱۳۸۳ انجام شد. این تحقیق به صورت کرت‌های خرده شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور اصلی مقادیر مختلف آب آبیاری در سه سطح (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی روش آبیاری در چهار تیمار (شامل نوارهای تیپ وسط پشته روی سطح خاک، نوارهای تیپ وسط پشته در عمق ۵ سانتی‌متری، نوارهای تیپ کناره‌های پشته روی سطح خاک و آبیاری شیاری) در سه تکرار انجام گردید. نتایج نشان داد که با افزایش آب مصرفی، عملکرد محصول افزایش می‌یابد. بدون در نظر گرفتن روش آبیاری، در بین سطوح فاکتور اصلی، حداکثر عملکرد سیب‌زمینی (۳۲/۵۱ تن در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری ۱۲۵٪ و حداقل عملکرد (۱۹/۳۳ تن در هکتار) مربوطه به تیمار آبیاری ۷۵٪ بود. در میان تیمارهای مختلف فاکتور فرعی، کمترین عملکرد (۲۱/۳۵ تن در هکتار) مربوط به روش آبیاری شیاری و بیشترین عملکرد (۲۸/۹۱ تن در هکتار) مربوط به روش آبیاری تیپ، تیمار نوار تیپ در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح زمین و وسط پشته می‌باشد. بیشترین کارایی مصرف آب (۴/۶۸ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به روش آبیاری تیپ، تیمار نوار تیپ در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح زمین و وسط پشته و کمترین کارایی مصرف آب (۳/۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به آبیاری شیاری بود. اختلاف کارایی مصرف آب بین تیمارهای آب آبیاری ۷۵ و ۱۰۰ درصد معنی‌دار نبود و بیشترین کارایی مصرف آب (۴/۴۹ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار آبیاری ۱۲۵ درصد به‌دست آمد. هم‌چنین از نظر اقتصادی، سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نسبت به سایر سطوح مورد استفاده مقرون به صرفه‌تر می‌باشد.**

**واژه‌های کلیدی: آبیاری تیپ، آبیاری شیاری، کارایی مصرف آب، راندمان کاربرد**

## مقدمه

با افزایش جمعیت، نیاز به استفاده از آب بیشتر شده و از آنجایی که بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده آب به شمار می‌رود، هرگونه صرفه جویی در این بخش، کمک مؤثری به صرفه‌جویی در منابع آب تلقی می‌شود. بر اساس آمار موجود، مقدارآب قابل استحصال تجدید شونده در ایران حدود ۱۳۰ میلیارد متر مکعب می‌باشد. راندمان آبیاری در ایران قریب به ۳۲ درصد و کارایی مصرف آب (Water use efficiency, WUE) حدود ۰/۷ کیلوگرم بر متر مکعب است (۹). مقدار متوسط تولیدات محصولات کشاورزی سال ۱۳۸۲ حدود ۵۶

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

میلیون تن بوده و پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۰ به ۱۲۰ میلیون تن محصولات کشاورزی و ۱۵۰ میلیارد متر مکعب آب برای تولید همین مقدار محصول نیاز است. به عبارتی برای نیل به خودکفایی لازم است که WUE به حدود ۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب افزایش یابد (۹).

استان همدان با متوسط بارندگی سالیانه ۳۱۳ میلی‌متر و نامناسب بودن پراکنش آن از نظر زمانی و مکانی جزو مناطق نیمه خشک کشور محسوب می‌شود. حدود ۹۴/۳ درصد منابع آب زیرزمینی این استان در بخش کشاورزی مصرف می‌گردد (۳). بر اساس برآوردهای انجام شده، حجم آب مصرفی در آبیاری زمین‌های کشاورزی استان همدان (۲۶۰۱۷۷ هکتار) در حدود ۲۹۹۳/۷ میلیون مترمکعب است که به دلیل پایین بودن بازدهی آب مصرفی در مزارع تنها یک سوم آن مصرف مفید شده و بقیه به صورت تبخیر، نفوذ عمقی و جریان‌های سطحی از دسترس زارع خارج می‌شود (۵). میزان بهره‌وری آب در مزارع استان همدان ۰/۸ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد که از متوسط بهره‌وری آب در کشور (حدود ۰/۷ کیلوگرم بر مترمکعب) بیشتر است ولی از مقدار پیش‌بینی شده در برنامه سوم توسعه اقتصادی و اجتماعی در افق ۲۵ سال آینده (۱/۸ تا ۲ کیلوگرم بر مترمکعب) فاصله زیادی دارد (۵). در استان همدان ۹۰ درصد کشاورزان برای آبیاری مزارع از روش‌های آبیاری سطحی استفاده می‌کنند. لذا نه تنها باید شیوه سرمایه‌گذاری متحول شود بلکه در روش‌های آبیاری و مدیریت مصرف آب (حتی در روش‌های آبیاری مدرن و تحت فشار) نیز باید تغییراتی ایجاد شود تا بتوان بهره‌وری آب را افزایش داد. به طوری‌که با افزایش ۱۰ درصدی کارایی مصرف آب می‌توان حدود ۸/۵ میلیارد مترمکعب آب را در سطح کشور صرفه‌جویی نمود (۷).

سیب‌زمینی یکی از محصولات عمده استان همدان می‌باشد که کمبود آب در تولید کمّی و کیفی آن از اهمیت خاصی برخوردار است. سطح زیر کشت سیب‌زمینی در استان در سال ۱۳۸۲ برابر ۲۰ هزار هکتار با تولید کل ۵۷۷۵۵۲ تن بوده است. سهم استان همدان در تولید کل سیب‌زمینی ایران ۱۵/۴ درصد می‌باشد. متوسط عملکرد در استان همدان ۲۸/۶۸ و در سطح کشور ۲۱/۶ تن در هکتار است. تأمین نیاز آبی سیب‌زمینی با روش‌های نوین آبیاری قطره‌ای موضوعی است که به دلیل حساسیت این محصول نسبت به تنش آبی درخور اهمیت است (۱۵).

از جمله روش‌های آبیاری تحت فشار، آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوارهای تیپ (Tape) می‌باشد. مهم‌ترین مشخصه این نوارها آن است که نیاز به قطره‌چکان جداگانه نداشته و شیارهای فشارشکن (لابی‌رنت) در جداره لوله به نحو مناسب ایجاد شده است. آب از لوله اصلی وارد این شیارها شده و پس از استهلاک انرژی و افت فشار، به صورت قطره قطره از خروجی‌هایی که در فواصل مختلف ایجاد شده خارج می‌شود. نوارهای تیپ را می‌توان روی سطح خاک و یا زیر سطح خاک (تا ۱۰عمق سانتی‌متر) قرار داد و در نتیجه به علت اشباع نشدن خاک و عدم ایجاد سله در سطح آن، ریشه گیاه به راحتی تنفس نموده و همواره از اکسیژن کافی بهره‌مند می‌گردد. در صورت قرار دادن نوارها در زیر خاک، بر خلاف روش‌های دیگر آبیاری، وزش باد در کارایی آن تأثیر نداشته و در نتیجه آب کمتری تبخیر می‌شود.

از مقایسه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با سایر سیستم‌های آبیاری نتیجه شده که مقدار محصول برای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برابر یا حتی بیشتر از سایر سیستم‌هاست (۱۸). محصول سیب‌زمینی در کالیفرنیا، در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بیشتر از آبیاری بارانی بود (۱۹) و برابر یا کمی بیشتر از آبیاری ویل‌موو (Wheel move) در آیداهو بود. اما مقدار آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی فقط ۵۰ تا ۷۰ درصد میزان آب مورد نیاز در روش آبیاری بارانی گزارش شده است (۲۳). سافونتس و دی پائولا (۲۵) گزارش کردند که آبیاری با لوله‌های ۵۰ میلی‌متری دفن شده در زیر زمین و در بین ردیف‌های کاشت می‌تواند عملکرد را تا ۳۵ درصد نسبت به آبیاری بارانی افزایش دهد. گوپتا و سینگ (۲۱) در آزمایشی دو ساله از مقایسه آبیاری شیاری و قطره‌ای به این نتیجه رسیدند که محصول سیب‌زمینی تحت آبیاری قطره‌ای ۵۰ تا ۶۵ درصد



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

افزایش می‌یابد. سینگ و سود (۲۶) آزمایشی را روی اثر متقابل آب و کود نیتروژن تحت روش‌های مختلف آبیاری برای سیب‌زمینی انجام دادند. میزان آب آبیاری بر اساس ۱۰۰ و ۱۵۰ درصد تبخیر از تشت اعمال گردید. بیشترین عملکرد غده و کارایی مصرف آب تحت سیستم آبیاری قطره‌ای و تیمار ۱۵۰ درصد تبخیر تجمعی از تشت به دست آمد. آواری و هیواس (۱۷) سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و کرتی را برای آبیاری سیب‌زمینی در ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه استفاده کردند. نتیجه آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب، مربوط به سیستم آبیاری قطره‌ای است.

هدف از تحقیق حاضر مقایسه تأثیر آبیاری تیپ و شیاری با مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد سیب‌زمینی، کارایی مصرف آب و راندمان کاربرد آب می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش‌های صحرایی این مطالعه در بهار سال ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه اکباتان واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان با کاشت رقم اگریا انجام شد. پ- هاش و هدایت الکتریکی آب آبیاری ۷/۴۹ و ۰/۸۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. بافت خاک مزرعه لوم شنی رسی و جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب، پ- هاش عصاره اشباع خاک ۸/۶۳ و هدایت الکتریکی آن ۰/۴۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرده شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد.

تیمارها و سطوح مربوط به فاکتورهای اصلی و فرعی این آزمایش در سه تکرار به ترتیب زیر اختیار شدند:

سطوح مختلف فاکتور اصلی شامل کاربرد ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد میزان تبخیر تجمعی از تشت کلاس A بود که در ادامه به اختصار و به ترتیب با علائم $W_{75}$، $W_{100}$ و $W_{125}$ مشخص شده‌اند. تیمارهای چهارگانه مربوط به فاکتور فرعی شامل آبیاری شیاری (به دلیل کوتاه بودن طول شیار و قرار گرفتن چهار شیار در یک کرت، می‌توان آن را شیاری- کرتی نیز نامید) (F)، آبیاری تیپ و نوارهای تیپ واقع در وسط پشته روی سطح خاک ($T_{D0}$)، آبیاری تیپ و نوارهای تیپ واقع در وسط پشته در عمق ۵ سانتی‌متری خاک ($T_{D5}$) و آبیاری تیپ با نوارهای تیپ واقع در کناره‌های پشته روی سطح خاک ($T_{S0}$) بودند. به عنوان نمونه، $W_{100}$ F کرت آزمایشی است که به روش شیاری با ۱۰۰ درصد مقدار تبخیر تجمعی از تشت کلاس A آبیاری شده است.

هر کدام از کرت‌های آزمایشی دارای ۱۵ متر طول و ۳ متر عرض بود و ۴ خط کاشت در آن وجود داشت. به منظور حذف اثرات ناشی از نفوذ آب از تیمارهای مختلف روی یکدیگر، فواصل بین هر دو سطح فاکتور اصلی ۱/۵ متر انتخاب شد. فاصله خطوط کشت از یکدیگر ۷۵ سانتی‌متر بود زیرا شیارها در داخل کرت ایجاد شده بودند.

در این طرح از دو روش آبیاری شیاری و آبیاری قطره‌ای استفاده گردید. در روش شیاری طول شیارها ۱۵ متر و فاصله بین آنها ۷۵ سانتی‌متر بود. در طراحی شیارها، شیب کف متناسب با بافت خاک اختیار شده و شیارها از نوع انتها بسته انتخاب شد.

اندازه‌گیری دبی ورودی به هر کرت و کنترل مقدار آب آبیاری در هر تیمار توسط فلوم‌های W.S.C تیپ‌های ۳ و ۴ انجام شد. زمان آبیاری هر کرت از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۲):

$$T = \frac{۲۷/۷۸AD}{Q} \qquad [۱]$$

که در آن:

T = زمان آبیاری (زمان انتقال آب به کرت)، ساعت

A = مساحت کرت، هکتار

D = عمق ناخالص آب مورد نیاز، سانتی‌متر

Q = میزان دبی ورودی به کرت، لیتر بر ثانیه

دور آبیاری در روش شیاری مطابق عرف محل ۷ روز در نظر گرفته شد.

در روش آبیاری قطره‌ای، از نوارهای تی‌تیپ (T-Tape) به طول ۱۵ متر استفاده شد. نوارها دارای قطر ۱۶ میلی‌متر و فاصله



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

قطره‌چکان‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود. اندازه‌گیری و کنترل مقدار آب آبیاری در هر تیمار توسط شیرهای گازی و کنتورهای حجمی که روی لوله‌های پلی اتیلنی انتقال آب تعبیه شده بودند، انجام می‌شد. در تیماری که نوارها در دو طرف پشته قرار داشتند از شیرهای پلی اتیلن برای اعمال حجم یکسان آب نسبت به بقیه موقعیت‌ها استفاده شد. دور آبیاری در روش تیپ، دو روزه در نظر گرفته شد.

برای محاسبه نیاز آبی گیاه از داده‌های تبخیر از تشت کلاس A که در ایستگاه هواشناسی محل طرح مستقر بود، استفاده می‌شد. میزان تبخیر و تعرق پتانسیل از رابطه ۲ محاسبه شد:

$$ET = K_P \times E_{Pan} \qquad [۲]$$

که در آن:

$ET$ = تبخیر و تعرق در فاصله دو آبیاری، میلی‌متر

$K_P$ = ضریب تشت تبخیر

$E_{Pan}$ = میزان تبخیر از تشت بین هر دو آبیاری متوالی، میلی‌متر

سپس مقدار آب هر تیمار با ضرب ضرایب ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد (مربوط به سطوح آبی تیمارها)، در تبخیر و تعرق محاسبه شده از رابطه ۲ تعیین گردید.

راندمان کاربرد آب در آبیاری شیاری با تعیین نمونه‌های رطوبتی خاک قبل و ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از آبیاری در عمق توسعه ریشه، با استفاده از روابط ۳ و ۴ محاسبه گردید (۱۴ و ۲۲):

$$d = (\theta_f - \theta_i)(\frac{\rho_b}{\rho_w})R_Z \qquad [۳]$$

که در آن:

$d$ = متوسط عمق آب ذخیره شده در ناحیه توسعه ریشه، سانتی‌متر

$\theta_i$ = رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری (اعشاری)

$\theta_f$ = رطوبت وزنی خاک بعد از آبیاری (اعشاری)

$\rho_b$ = جرم مخصوص ظاهری خاک، گرم بر سانتی‌متر مکعب

$\rho_w$ = چگالی آب (معمولاً $\rho_w$ برابر یک فرض می‌شود)، گرم بر سانتی‌متر مکعب

$R_Z$ = عمق توسعه ریشه، سانتی‌متر

$$E_a = \frac{d}{d_g} \times ۱۰۰ \qquad [۴]$$

که در آن:

$E_a$ = بازده کاربرد آب، درصد

$d_g$ = متوسط عمق آب داده شده به مزرعه، سانتی‌متر

برای تعیین راندمان کاربرد آب در آبیاری تیپ از دو روش استفاده شد:

۱) راندمان مصرف آب، که به نسبت تعرق به مصرف (TR) و یک‌نواختی خروج آب (EU) بستگی دارد. در این حالت راندمان کاربرد را می‌توان به کمک رابطه [۵] محاسبه نمود (۶):

$$E_a = TR \times EU \qquad [۵]$$

که در آن: TR عبارت است از نسبت آب آبیاری که به‌صورت تعرق درآمده به کل آب مصرفی در مناطقی که حداقل آب را دریافت داشته‌اند.

۲) تخمین فاکتور کاهش بازده (Efficiency reduction factor, ERF)، که به لحاظ تغییر فشار ایجاد می‌شود، از فشار ورودی لوله جانبی در مسیر هر یک از مانیفلدها استفاده می‌شود (۸):

$$ERF = \frac{A + ۱/۵B}{۲/۵A} \qquad [۶]$$

که در آن:

$ERF$ = فاکتور کاهش بازده

$A$ = میانگین فشار ورودی لوله جانبی در مسیر هر یک از مانیفلدها

$B$ = حداقل میانگین فشار ورودی لوله جانبی در مسیر هر یک از مانیفلدها

از آنجایی که در این سیستم هیچ موردی برای تلف شدن آب از طریق تبخیر و یا بادبردگی وجود ندارد، در نتیجه:

$$E_a = ERF \times EU \qquad [۷]$$

زمین مورد آزمایش در پاییز سال قبل شخم عمیق زده شده بود. بنابراین عملیات تهیه زمین از تاریخ ۲۲ اردیبهشت ۱۳۸۳ با مساعد شدن شرایط جوی و آمادگی زمین از لحاظ کاشت آغاز گردید و کلیه عملیات زراعی مانند وجین، کود دهی و سم‌پاشی



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

مطابق عرف و نیاز مزرعه به طور یکسان در هر واحد آزمایشی انجام شد. در انتهای فصل، برداشت محصول به صورت دستی انجام شد. به منظور حذف آثار حاشیه‌ای، برداشت از ۶ متر وسط دو خط کاشت میانی هر کرت انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### میزان آب مصرفی

مقادیر آب آبیاری مورد استفاده برای هر دو روش آبیاری در شکل ۱ ارائه گردیده است. در روش آبیاری تیپ، در سطح $W_{125}$به میزان ۱۷/۴۴ درصد آب بیشتری نسبت به سطح $W_{100}$ مصرف شده است. این تفاوت در روش شیاری ۱۷/۲۲ درصد است. در سطح کاربرد ۱۰۰ درصد، در روش شیاری به میزان ۴/۷ درصد آب بیشتری نسبت به روش تیپ مصرف شده است. اکبری (۲) از مقایسه روش آبیاری بارانی با روش آبیاری سطحی (شیاری) نتیجه گرفت که در روش آبیاری بارانی بیش از ۳۵ درصد در مصرف آب صرفه جویی می‌شود.

### راندمان کاربرد

#### الف) راندمان کاربرد در آبیاری شیاری

برای محاسبه راندمان کاربرد از نمونه‌های رطوبتی خاک قبل و بعد از آبیاری در عمق توسعه ریشه استفاده شده است. عمق توسعه ریشه به‌وسیله نمونه‌برداری از خاک در ۵ نوبت آبیاری با حفر گودال اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری به تفکیک سطح آبیاری در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است.

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در سطح آب آبیاری ۷۵ درصد، حداقل راندمان کاربرد ۷۹/۸۲ و حداکثر ۹۹/۱۵ درصد است. با توجه به ارقام مندرج در این جدول ملاحظه می‌شود که رطوبت‌های بعد از آبیاری در بعضی از نوبت‌های آبیاری کمتر از ظرفیت مزرعه (۲۵/۷ درصد حجمی) است که نشان دهنده شرایط کم آبیاری می‌باشد. از دلایل بالا بودن راندمان کاربرد آب در این سطح آب آبیاری، حاکم بودن شرایط کم آبیاری، نداشتن رواناب سطحی در انتهای مزرعه و اعمال مدیریت صحیح آبیاری به علت کوچک بودن کرت‌های آزمایشی (۴۵ متر مربع) می‌باشد. موسوی و همکاران (۱۳) در ارزیابی بازده سیستم آبیاری نواری در برخی مزارع استان کهگیلویه و بویراحمد نیز به این نتیجه رسیدند که راندمان کاربرد بالا نشان دهنده آبیاری کمتر از حد مورد نیاز است. کم‌آبیاری، به شرط اعمال مدیریت صحیح، به عنوان یکی از تمهیدات شناخته شده در خصوص استفاده بهینه از آب مطرح است. در واقع با اعمال کم‌آبیاری در برنامه‌ریزی پروژه‌های آبیاری می‌توان از تلفات آب به‌صورت نفوذ عمقی جلوگیری و در نتیجه برای مصرف گیاه استفاده کرد (۴).

در سطح آب آبیاری ۱۰۰ درصد (جدول ۲) حداقل و حداکثر راندمان کاربرد به ترتیب برابر ۶۷/۱۸ و ۸۵/۲۴ درصد است.

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که حداقل و حداکثر راندمان کاربرد در سطح آبی ۱۲۵٪ (۵۳/۳۲ و ۸۱/۷۱ درصد) نسبت به سایر سطوح آب آبیاری کمتر می‌باشد. از آنجایی‌که در این کرت‌های آزمایشی رواناب وجود نداشت و عمق آب داده شده به کرت‌ها نیز بیشتر از دو تیمار دیگر بود، به نظر می‌رسد علت عمده پایین بودن راندمان آبیاری تلفات نفوذ عمقی باشد.

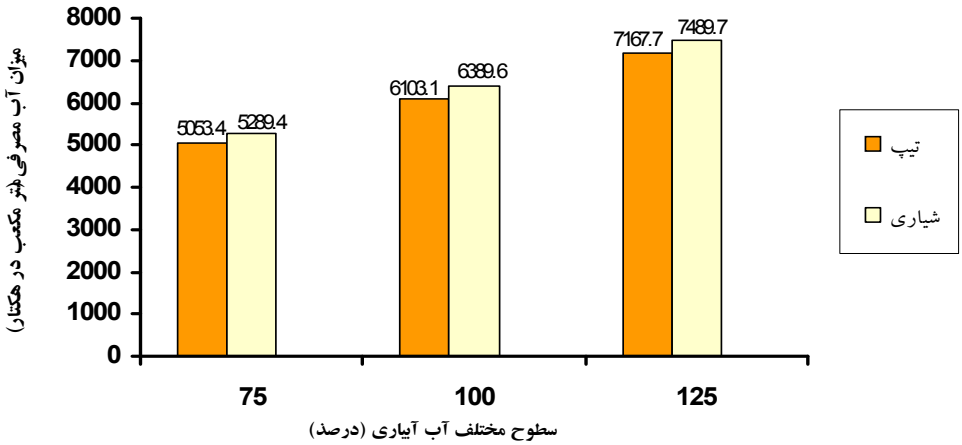
ارقام مندرج در جداول ۱ تا ۳ نشان می‌دهند که راندمان کاربرد آب در ابتدای فصل رشد نسبت به سایر نوبت‌ها تقریباً پایین می‌باشد. علت آن این است که در این زمان، ریشه گیاه هنوز رشدی نداشته و آب عمدتاً به صورت نفوذ عمقی و مقداری نیز به صورت تبخیر به هدر رفته است. این نتایج با مطالعات مأمن پوش و همکاران (۱۱) در برخی از مزارع استان اصفهان مشابهت دارد.

میانگین راندمان کاربرد آب در روش شیاری در هر سه سطح نیاز آبی در جدول ۴ آورده شده است. یکی از دلایل بالا بودن راندمان کاربرد استفاده از روش آبیاری کرتی- شیاری می‌باشد، به‌طوری‌که نتایج مطالعات اسدی و همکاران (۱) نیز نشان می‌دهد، حداکثر راندمان آبیاری در مناطقی اتفاق افتاده که از روش آبیاری کرتی- شیاری استفاده شده است. علت دیگر، تخمین صحیح عمق توسعه ریشه است، به‌طوری‌که



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]




**شکل ۱. میزان آب مصرفی در سطوح مختلف آب آبیاری برحسب متر مکعب در هکتار**

**جدول ۱. راندمان کاربرد آب در سطح آب آبیاری ۷۵ درصد تبخیر از تشت تبخیر**

| نوبت آبیاری | متوسط رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد حجمی) | متوسط رطوبت خاک بعد از آبیاری (درصد حجمی) | متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر) | عمق آب داده شده به کرت (میلی‌متر) | راندمان کاربرد آب (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۱/۶ | ۲۴/۷ | ۲۰ | ۳۲/۸۲ | ۷۹/۸۲ |
| ۳ | ۱۰/۵ | ۲۴/۶ | ۲۵ | ۳۵/۵۵ | ۹۹/۱۵ |
| ۵ | ۱۰/۶ | ۲۱/۶ | ۳۰ | ۳۴/۰۵ | ۹۶/۹۱ |
| ۷ | ۱۰/۳ | ۲۰/۶ | ۳۵ | ۳۷/۲۱ | ۹۶/۸۸ |
| ۹ | ۱۳/۷ | ۲۲/۹ | ۴۰ | ۳۹/۶۱ | ۹۲/۹۰ |

**جدول ۲. راندمان کاربرد آب در سطح آب آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر**

| نوبت آبیاری | متوسط رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد حجمی) | متوسط رطوبت خاک بعد از آبیاری (درصد حجمی) | متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر) | عمق آب داده شده به کرت (میلی‌متر) | راندمان کاربرد آب (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۴ | ۲۸/۷ | ۲۰ | ۴۳/۷۶ | ۶۷/۱۸ |
| ۳ | ۱۳/۸ | ۲۷/۴ | ۲۵ | ۴۷/۴۰ | ۹۹/۱۵ |
| ۵ | ۱۲/۳۳ | ۲۵/۲ | ۳۰ | ۴۵/۴۰ | ۹۶/۹۱ |
| ۷ | ۱۶/۰ | ۲۷/۱ | ۳۵ | ۴۹/۶۱ | ۹۶/۸۸ |
| ۹ | ۱۷ | ۲۶/۵ | ۴۰ | ۵۲/۸۱ | ۹۲/۹۰ |

**جدول ۳. راندمان کاربرد آب در سطح آب آبیاری ۱۲۵ درصد تبخیر از تشت تبخیر**

| نوبت آبیاری | متوسط رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد حجمی) | متوسط رطوبت خاک بعد از آبیاری (درصد حجمی) | متوسط عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر) | عمق آب داده شده به کرت (میلی‌متر) | راندمان کاربرد آب (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۲/۸ | ۲۷/۷ | ۲۰ | ۵۴/۷۰ | ۵۴/۴۷ |
| ۳ | ۱۳/۳ | ۲۶ | ۲۵ | ۵۹/۲۵ | ۵۳/۵۸ |
| ۵ | ۱۲/۷ | ۲۸/۱ | ۳۰ | ۵۶/۷۵ | ۸۱/۷۱ |
| ۷ | ۱۵/۸ | ۲۷/۳ | ۳۵ | ۶۲/۰۲ | ۶۴/۸۹ |
| ۹ | ۱۷/۹ | ۲۶/۷ | ۴۰ | ۶۶/۰۱ | ۵۳/۳۲ |



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

**جدول ۴. متوسط راندمان کاربرد در سطوح مختلف کاربرد آب در روش شیاری**

| | تیمار ۷۵ درصد | تیمار ۱۰۰ درصد | تیمار ۱۲۵ درصد | کل |
|---|---|---|---|---|
| راندمان کاربرد (درصد) | ۹۳/۱۴ | ۷۴/۸۸ | ۶۱/۵۴ | ۷۶/۵۳ |

سپاسخواه (۴) پایین بودن راندمان کاربرد را در مزارع، کم در نظر گرفتن عمق توسعه ریشه از حد واقعی عنوان می‌کند.

**ب) راندمان کاربرد آب در روش تیپ**

برای تعیین راندمان کاربرد آب در روش تیپ، پارامترهای ضریب یک‌نواختی، TR و ERF محاسبه گردید. برای محاسبه ضریب یک‌نواختی، دبی ۶۰ خروجی (۴ خروجی در هر لوله فرعی، ۵ لوله فرعی از هر ۳ تکرار) اندازه‌گیری شد. مقدار فشار ورودی ۶ لوله فرعی (۲ لوله فرعی در هر ۳ تکرار) نیز اندازه‌گیری شد. مقدار راندمان کاربرد برای هر دو روش مورد استفاده که در بخش مواد و روش‌ها شرح داده شد در جدول ۵ ارائه شده است. در آبیاری تیپ، ضریب یک‌نواختی ۹۵/۰۸ درصد و بازده کاربرد ۹۰/۳ و ۹۲/۳ درصد به دست آمد. بالا بودن این مقادیر از مزایای کاربرد نوارهای تیپ می‌باشد. مهدی حسین آبادی و قائمی (۱۴) طی تحقیقی در شیراز نتایج مشابهی را به دست آورده‌اند. کیفیت خوب آب آبیاری و به تبع آن عدم گرفتگی خروجی‌ها در طول دوره آزمایش را می‌توان از علل دیگر بالا بودن ضریب یک‌نواختی و راندمان کاربرد دانست.

**عملکرد**

**الف) عملکرد در واحد سطح**

اثر روش‌های آبیاری بر عملکرد غده‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). کمترین عملکرد مربوط به روش آبیاری شیاری (۲۱/۳۵ تن در هکتار) و بیشترین عملکرد مربوط به روش آبیاری تیپ، تیمار نوار تیپ در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح زمین و وسط پشته (۲۸/۹۱ تن در هکتار) می‌باشد (جدول ۷). کمپ (۱۸) نیز بیان کرده است که عملکرد در سیستم آبیاری زیرسطحی بیشتر یا برابر سایر سیستم‌ها می‌باشد. دو روش آبیاری تیپ، تیمار نوار تیپ در سطح زمین و وسط پشته و نوار تیپ در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح زمین و وسط پشته در یک سطح آماری قرار گرفتند. اوندر و همکاران (۲۴) گزارش کردند که تأثیر معنی‌داری بین روش‌های تیپ سطحی و دفن شده بر عملکرد غده سیب‌زمینی وجود ندارد.

اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد غده‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). حداکثر عملکرد سیب‌زمینی (۳۲/۵۱ تن در هکتار) مربوط به سطح آبیاری ۱۲۵ درصد و حداقل عملکرد سیب‌زمینی (۱۹/۳۳ تن در هکتار) در سطح آبیاری ۷۵ درصد می‌باشد (جدول ۷). از مقایسه عملکرد سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد نتیجه می‌شود که با کاهش مقدار آب آبیاری، عملکرد ۲۲/۷۴ درصد کاهش می‌یابد. از مقایسه عملکرد سطح آبیاری ۱۰۰ درصد با عملکرد سطح آبیاری ۱۲۵ درصد، مشاهده می‌شود که با افزایش سطح ۱۰۰ به ۱۲۵ درصد عملکرد ۲۹/۹۹ درصد افزایش یافته است. نتایج نشان می‌دهد که هر چه آب بیشتری برای گیاه تأمین شود. عملکرد غده‌ها افزایش می‌یابد. البته این نتیجه در محدوده مطالعه (از ۷۵ تا ۱۲۵ درصد) می‌باشد. استین و همکاران (۲۷) گزارش کردند که با کاهش مقدار آب آبیاری، عملکرد غده‌ها کاهش می‌یابد.

اثر متقابل روش آبیاری و سطح آبیاری در عملکرد غده معنی‌دار نشد (جدول ۶). بیشترین عملکرد مربوط به تیمار $W_{125}T_{D0}$ با مقدار ۳۶/۹۴ تن در هکتار و حداقل عملکرد مربوط به تیمار $W_{75}F$ با مقدار ۱۶/۷۵ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۸).

**ب) عملکرد در بوته**

اثر روش آبیاری بر عملکرد در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). تیمار $T_{D5}$ دارای بالاترین متوسط



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

**جدول ۵. راندمان کاربرد آب در روش آبیاری تیپ**

| روش محاسبه | $q_n$* (لیتر بر ساعت) | $q_a$* (لیتر بر ساعت) | EU (درصد) | TR | ERF | $E_a$ (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱/۱۶ | ۱/۲۲ | ۹۵/۰۸ | ۰/۹۵ | – | ۹۰/۳۲ |
| ۲ | ۱/۱۶ | ۱/۲۲ | ۹۵/۰۸ | – | ۰/۹۷۰۷ | ۹۲/۳۰ |

* $q_n$ و $q_a$ : به ترتیب متوسط یک‌چهارم پایین‌ترین دبی خروجی‌ها و متوسط دبی کل خروجی‌های مورد استفاده می‌باشد.

**جدول ۶. تجزیه واریانس عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد | | | | کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | در بوته (کیلوگرم) | | کل (تن در هکتار) | | | |
| | | میانگین مربعات | سطح احتمال | میانگین مربعات | سطح احتمال | میانگین مربعات | سطح احتمال |
| تکرار | ۲ | ۰/۰۲۹۹ ** | ۰/۰۰۱۴** | ۳۱/۳۹۹ ** | ۰/۰۰۶۷** | ۰/۷۲۲ ** | ۰/۰۰۶۱** |
| مقدار آب آبیاری | ۲ | ۰/۲۲۸ ** | ۰/۰۰۰۱** | ۵۲۴/۲۰۶ ** | ۰/۰۰۰۱** | ۱/۵۲۰ ** | ۰/۰۰۰۳** |
| خطای "الف" | ۴ | ۰/۰۱۶۸ ** | ۰/۰۰۴۵** | ۵/۷۸۱ | ۰/۳۳۲۵ | ۰/۰۹۳ | ۰/۵۲۴۵ |
| روش آبیاری | ۳ | ۰/۰۵۴۰ ** | ۰/۰۰۰۱** | ۱۱۳/۰۱۲ ** | ۰/۰۰۰۱** | ۳/۵۲۳ ** | ۰/۰۰۰۱** |
| مقدار آب آبیاری × روش آبیاری | ۶ | ۰/۰۰۳۹ | ۰/۳۱۹۴ | ۹/۳۹۹ | ۰/۱۱۸۵ | ۰/۱۳۴ | ۰/۳۵۵۷ |
| خطای "ب" | ۱۸ | ۰/۰۰۳۱ | - | ۴/۶۹۳ | - | ۰/۱۱۲ | - |
| ضریب تغییرات | | ۸/۷۸ | - | ۸/۴۵ | - | ۸/۱۵ | - |

* و ** : به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

**جدول ۷. مقایسه میانگین‌های* عملکرد و کارایی مصرف آب سیب‌زمینی**

| تیمار آزمایشی | عملکرد | | کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب) |
|---|---|---|---|
| | در بوته (کیلوگرم) | کل (تن در هکتار) | |
| سطوح فاکتور اصلی | | | |
| $W_{75}$ | ۰/۴۹۲ c | ۱۹/۳۳ c | ۳/۷۹ b |
| $W_{100}$ | ۰/۶۳۰ b | ۲۵/۰۲ b | ۴/۰۶ b |
| $W_{125}$ | ۰/۷۶۸ a | ۳۲/۵۱ a | ۴/۴۹ a |
| تیمارهای فاکتور فرعی | | | |
| $T_{D5}$ | ۰/۷۲۳ a | ۲۸/۹۲ a | ۴/۶۸ a |
| $T_{D0}$ | ۰/۶۶۵ b | ۲۸/۱۲ a | ۴/۵۵ a |
| $T_{S0}$ | ۰/۵۶۹ c | ۲۴/۱۰ b | ۳/۹۲ b |
| F | ۰/۵۶۴ c | ۲۱/۳۵ c | ۳/۳۲ c |

* : اعداد هر تیمار آزمایشی در هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

**جدول۸. اثرات متقابل مقدار آب آبیاری و روش آبیاری بر عملکرد غده‌ها و کارایی مصرف آب***

| مقدار آب آبیاری | روش آبیاری | عملکرد | | کارایی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب) |
|---|---|---|---|---|
| | | در بوته (کیلوگرم) | کل (تن در هکتار) | |
| $W_{75}$ | $T_{D5}$ | ۰/۵۸۳ cd | ۲۰/۷۵ def | ۴/۱۱ cd |
| $W_{75}$ | $T_{D0}$ | ۰/۴۹۷ de | ۲۰/۹۸ de | ۴/۱۵ cd |
| $W_{75}$ | $T_{S0}$ | ۰/۴۷۰ de | ۱۸/۸۴ ef | ۳/۷۳ cde |
| $W_{75}$ | F | ۰/۴۲۰ e | ۱۶/۷۵ f | ۳/۱۷ e |
| $W_{100}$ | $T_{D5}$ | ۰/۷۳۷ ab | ۲۹/۳۴ b | ۴/۸۱ ab |
| $W_{100}$ | $T_{D0}$ | ۰/۶۶۳ bc | ۲۶/۴۴ bc | ۴/۳۴ bc |
| $W_{100}$ | $T_{S0}$ | ۰/۵۸۰ cd | ۲۳/۶۹ cd | ۳/۸۸ cd |
| $W_{100}$ | F | ۰/۵۴۳ cde | ۲۰/۶۲ def | ۳/۲۳ e |
| $W_{125}$ | $T_{D5}$ | ۰/۸۵۰ a | ۳۶/۶۷ a | ۵/۱۲ a |
| $W_{125}$ | $T_{D0}$ | ۰/۸۳۷ a | ۳۶/۹۴ a | ۵/۱۵ a |
| $W_{125}$ | $T_{S0}$ | ۰/۶۵۷ cb | ۲۹/۷۸ b | ۴/۱۵ cd |
| $W_{125}$ | F | ۰/۷۳۰ ab | ۲۶/۶۷ bc | ۳/۵۶ de |

* : اعداد هر تیمار آزمایشی در هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

عملکرد (۰/۷۲۳ کیلوگرم در بوته) و تیمار F دارای کمترین متوسط عملکرد (۰/۵۶۴ کیلوگرم در بوته) بود. میانگین عملکرد در بوته مربوط به تیمارهای F و $T_{S0}$ در یک سطح آماری قرار گرفتند. در تیمار $T_{S0}$ به علت قرار گرفتن نوارها در دو طرف پشته و در نتیجه سریع اشباع شدن طرفین پشته‌ها، رواناب اتفاق افتاد که این پدیده می‌تواند علت عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین عملکرد دو تیمار اخیر باشد.

اثر سطوح آبیاری بر عملکرد غده‌ها در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). با افزایش مقدار آب آبیاری از ۷۵ به ۱۲۵ درصد مقدار عملکرد در بوته از ۰/۴۹۲ به ۰/۷۶۸ کیلوگرم افزایش یافت (جدول ۷). نتایج تحقیقات یوان و همکاران (۲۹) نشان می‌دهد که عملکرد در بوته از ۰/۵۶۳ تا ۱/۰۹۰ کیلوگرم در بوته با افزایش مقدار آب آبیاری از ۲۵ درصد تبخیر از تشت تا ۱۲۵ درصد تبخیر از تشت افزایش می‌یابد.

اثر متقابل روش آبیاری و سطوح آبیاری در عملکرد غده‌ها در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۶). حداکثر عملکرد غده‌ها در بوته در تیمار ۱۲۵ درصد تیمار $T_{D5}$ (۰/۸۵۰ کیلوگرم) و حداقل عملکرد غده‌ها در بوته در تیمار ۷۵ درصد شیاری (۰/۴۲۰ کیلوگرم) حاصل شد (جدول ۸).

## کارایی مصرف آب

اثر روش آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). در بررسی تأثیر روش‌های آبیاری تیپ و شیاری، متوسط بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار $T_{D5}$ با مقدار ۴/۶۸ کیلوگرم بر متر مکعب و میانگین کمترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار F با مقدار ۳/۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد (جدول ۷). روش آبیاری تیپ سبب افزایش ۴۱ درصدی کارایی مصرف آب نسبت به روش آبیاری شیاری گردید. در آبیاری تیپ نیاز آبی گیاه تقریباً به‌طور روزانه تأمین می‌شود. لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

ریشه‌ها در طول دوره رشد تقریباً ثابت باقی می‌ماند و گیاه از نوسان‌های تنش آبی کمتر صدمه می‌بیند. در آبیاری تیپ، عواملی چون کاهش تبخیر از سطح خاک، عدم وجود رواناب سطحی و کنترل نفوذ عمقی باعث افزایش تولید و در نتیجه کارایی مصرف آب نسبت به روش شیاری می‌شوند، که با نتایج به دست آمده از تحقیقات آواری و هیواس (۱۷) مطابقت دارد. کشاورز و حیدری (۱۰) کارایی مصرف آب را برای روش قطره‌ای (تیپ) ۲/۹ کیلوگرم بر متر مکعب و برای نشتی ۱/۱۱ کیلوگرم بر متر مکعب بیان کرده‌اند. نتایج تحقیق یوهانس و تادیس (۲۸) روی محصول گوجه فرنگی نیز با نتایج حاصل از این تحقیق مشابهت دارد. مقایسات نشان می‌دهد که میانگین کارایی مصرف آب مربوط به تیمارهای $T_{D5}$ و $T_{D0}$ در یک سطح آماری قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری ندارند. لازم به ذکر است که میانگین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار $T_{D5}$ به اندازه ۲/۸۵ درصد بیشتر از مقدار مربوط به تیمار $T_{D0}$ بود که علت آن تلفات کمتر آب در اثر تبخیر می‌باشد.

اثر تیمارهای آب آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). سطوح آبیاری ۷۵ و ۱۰۰ درصد در یک سطح آماری قرار دارند و اختلاف کارایی مصرف آب این دو سطح معنی‌دار نبود. بیشترین میانگین کارایی مصرف آب با مقدار ۴/۴۹ کیلوگرم بر متر مکعب از سطح $W_{125}$ به‌دست آمد (جدول ۷). از تحقیقات آل‌عمران و همکاران (۱۶) و فابیرو و همکاران (۲۰) روی کدو و خربزه نیز نتایج مشابه حاصل شد.

اثر متقابل روش آبیاری و سطح آبیاری کارایی مصرف آب معنی‌دار نشد (جدول ۶). با این وجود مقدار میانگین کارایی مصرف مربوط به تیمار $W_{125}T_{D0}$ با مقدار ۵/۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب حداکثر و حداقل کارایی مصرف آب درتیمار $W_{75}F$ با مقدار ۳/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد (جدول ۸).

در معادله ۷، رابطه بین کارایی مصرف آب (y) و عملکرد (x) نشان داده شده است. این معادله نشان می‌دهد که با افزایش عملکرد، کارایی مصرف آب نیز افزایش می‌یابد ($R^2$=۰/۷۳). در فرمول ۸، رابطه بین کارایی مصرف آب و عملکرد در بوته نشان داده شده است. این رابطه نیز نشان می‌دهد که با افزایش عملکرد در بوته، کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد ($R^2$=۰/۸۷).

$$y = ۰/۰۰۰۹ x^2 + ۰/۰۳۳۶ x + ۲/۶۰۰۲ \quad [۷]$$

$$y = ۰/۷۲۵۷ x^2 + ۳/۵۳۰۲ x + ۱/۶۶۱۴ \quad [۸]$$

## مقایسه اقتصادی سطوح مختلف آب آبیاری

مقایسه اقتصادی در این بخش با در نظر گرفتن قیمت هر متر مکعب آب آبیاری ۲۵۰ ریال، هزینه تولید در یک هکتار سیب‌زمینی (کاشت، داشت و برداشت بدون در نظر گرفتن هزینه آب) ۱۵۱۲۶۱۸۰ ریال و نیز قیمت یک کیلوگرم سیب‌زمینی ۶۷۰ ریال انجام شد.

متوسط حجم آب آبیاری در سطوح مختلف آبیاری در شکل ۱ نشان داده شده است. سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نسبت سطح ۱۰۰ درصد ۱۰۸۲/۴۱ متر مکعب آب اضافی مصرف داشته است. بنابراین هزینه آب مصرفی اضافی برابر ۲۷۰۶۰۲ ریال می‌باشد. مقدار افزایش عملکرد سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نسبت به سطح آبیاری ۱۰۰ درصد، ۷/۴۹ تن می‌باشد که ارزش مازاد آن ۵۰۱۸۳۰۰ ریال می‌شود. در نتیجه سود حاصل برابر ۴۷۴۷۶۹۸ ریال می‌شود. با این حجم آب اضافی، می‌توان ۰/۱۷۳۳ هکتار زمین، با سطح آبیاری ۱۰۰ درصد را زیرکشت برد که مقدار محصول تولیدی ۴/۳۳۶ تن و درآمد حاصل ۲۹۰۵۱۲۰ ریال خواهد بود. باید توجه داشت که افزایش سطح زیرکشت مستلزم هزینه‌های اضافی مانند هزینه بذر، آماده‌سازی زمین، کود و غیره می‌باشد. به عبارتی هزینه تولید سیب‌زمینی در ۰/۱۷۳۳ هکتار (بدون درنظر گرفتن هزینه آب) برابر ۲۶۲۱۳۶۷ ریال می‌باشد، که سود حاصل خیلی کم (۲۸۳۷۵۳ ریال) می‌شود. در نتیجه به کار بردن حجم آب اضافی در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نسبت به سطح آبیاری ۱۰۰ درصد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد (سود ۴۷۴۷۶۹۸ ریال در مقابل ۲۸۳۷۵۳ ریال).

سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نسبت به سطح آبیاری ۷۵ درصد



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

۱۰۷۴/۹۲ متر مکعب آب بیشتر مصرف داشته است. بنابراین هزینه آب مصرفی اضافی برابر ۲۶۸۷۳۰ ریال می‌باشد. مقدار افزایش عملکرد سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نسبت به سطح آبیاری ۷۵ درصد، ۵/۶۹ تن می‌باشد که مقدار درآمد اضافی حاصل از آن ۳۸۱۲۳۰۰ ریال است. بنابراین مقدار سود به دست آمده برابر ۳۵۴۳۵۷۰ ریال می‌باشد. با این حجم آب اضافی، ۰/۲۰۷۸ هکتار زمین را با سطح آبیاری ۷۵ درصد می‌توان زیرکشت برد، که مقدار محصول تولیدی ۴/۰۱۶۸ تن و درآمد حاصل ۲۶۹۱۲۵۶ ریال خواهد بود. با در نظر گرفتن هزینه تولید سیب‌زمینی در ۰/۲۰۷۸ هکتار (بدون درنظر گرفتن هزینه آب، ۳۱۴۳۲۲۰ ریال) هیچ سودی حاصل نمی‌گردد. در نتیجه، به کار بردن حجم آب اضافی در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نسبت به سایر تیمارهای آب آبیاری از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. لازم به ذکر است که مقایسات فوق با افزایش قیمت آب آبیاری متفاوت خواهد بود و این مقایسه با قیمت فعلی انجام شده است.

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان و دانشگاه صنعتی اصفهان که در تأمین امکانات و انجام آزمایش همکاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع مورد استفاده


۱. اسدی، ا.، ش. اشرفی، ج. باغانی، ح. ریاحی، ت. سهرابی، ح. طائفه‌رضائی، ف. عباسی، ع. کشاورز، ع. مأمن‌پوش و ع. میان‌آبی. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور، وزارت کشاورزی، صفحات ۳۰- ۴۰.

۲. اکبری، م . ۱۳۷۷. مقایسه روش‌های آبیاری بارانی و سطحی (شیاری) روی عوامل کمّی و کیفی سیب‌زمینی. نشریه شماره ۱۲۱ مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.

۳. جعفری، ع. م. و م. رضوانی. ۱۳۸۰. بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب در استان همدان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان همدان.

۴. سپاسخواه، ع. ۱۳۸۳. نگرشی دوباره بر پژوهش بازده آبیاری در جمهوری اسلامی ایران. مجموعه مقالات اولین کنفرانس روش‌های پیشگری از اتلاف منابع ملی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، صفحات ۵۳-۶۴، تهران.

۵. سیدان، م. و ع. قدمی فیروز آبادی. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری و معرفی بهترین گزینه‌ها به منظور افزایش راندمان آبیاری در استان همدان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۲۵۰ صفحه.

۶. علیزاده، ا. ۱۳۷۸. *اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای*. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.

۷. فرشی، ع. ۱۳۸۳. مصرف بهینه آب کشاورزی. اولین همایش بررسی مشکلات شبکه‌های آبیاری، زهکشی و مصرف بهینه آب کشاورزی، گوهران کویر، صفحات ۳۴-۳۶.

۸. قاسم‌زاده مجاوری، ف. ۱۳۶۹. *ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع* (ترجمه). چاپ اول، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۹. قائمی، ع. و ز. مهدی حسین آبادی. ۱۳۸۲. نگرشی بر منابع آب و آبیاری تحت فشار. مجموعه مقالات سومین همایش کمیته منطقه‌ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان، سیستم‌های تحت فشار، صفحات ۹-۲۰.

۱۰. کشاورز، ع. و ن .حیدری. ۱۳۸۳. نگرشی بر اسراف و ضایع نمودن منابع آب کشور در مراحل تولید و مصرف محصولات کشاورزی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، صفحات ۳۹-۵۱، تهران.




[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]

۱۱. مامن پوش، ع.، ف. عباسی و ف. موسوی. ۱۳۷۹. ارزیابی بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی در برخی از مزارع استان اصفهان. تحقیقات مهندسی کشاورزی ۲(۹): ۴۳-۵۸.

۱۲. مصطفی زاده، ب. و ف. موسوی. ۱۳۷۵. *آبیاری سطحی: تئوری و عمل (ترجمه)*. چاپ اول، انتشارات فرهنگ جامع، تهران.

۱۳. موسوی، ف.، ب. مصطفی‌زاده و ش. آبسالان. ۱۳۷۷. ارزیابی بازده سیستم آبیاری نواری در برخی مزارع استان کهگیلویه و بویراحمد. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۲(۴): ۱-۱۲.

۱۴. مهدی حسین آبادی، ز. و ع. قائمی. ۱۳۸۲. مقایسه ضرایب یک‌نواختی و عملکرد چغندرقند در آبیاری نواری قطره‌ای و جویچه‌ای. مجموعه مقالات دومین همایش دانشجویی آب و خاک شیراز، صفحات ۳-۱۰.

۱۵. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۲. اداره کل آمار و اطلاعات، معاونت برنامه ریزی و بودجه. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰.

16. Al-Omran, A. M., A. S. Sheta, A. M. Falatah and A. R. Al-Harbi. 2005. Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agric. Water Manag. 73(1):43-55.
17. Awari, H. W. and S. S. Hiwase. 1994. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Ann. of Plant Physiol. 8(2): 185-187.
18. Camp, C. R. 1998. Subsurface drip irrigation : A review. Trans. ASAE 41(5): 1353-1367.
19. DeTar, W. R., G. T. Browne, C. J. Phene and B. L. Sanden. 1996. Real-time irrigation scheduling of potatoes with sprinkler and subsurface drip systems. PP. 812-824. *In*: C. R. Camp, E. J. Sadler and R. E. Yoder (Eds.), Proc. International Conf. on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, St. Joseph, Mich.
20. Fabeiro, C., M. De Santa Olalla and J. A. De Juan. 2002. Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. Agric. Water Manag. 54: 93-105.
21. Gupta, J. P. and S. D. Singh. 1983. Hydrothermal environment of soil, and vegetable production with drip and furrow irrigations. Indian J. Agric. Sci. 53(2): 138-142.
22. Kruse, E. G. 1978. Describing irrigation efficiency and uniformity. J. Irrig. and Drain., ASCE 1:
23. Neibling, H. and R. Brooks. 1995. Potato production using subsurface drip irrigation-water and nitrogen management. PP. 656-663. *In*: F. R. Lamm (Ed.), Proc. 5th International Microirrigation Congress, St. Joseph, Mich.
24. Onder, S., M. E. Caliskan, D. Onder and S. Caliskan. 2004. Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yelid components. Agric. Water Manag. 73(1):73-86.
25. Safontas, J. E. and J. C. Di Paola. 1985. Drip irrigation of maize. PP. 575-578. Proc. of the 3 rd International Drip/Trickle Irrigation Congress, St. Joseph, Mich.
26. Singh, N. and M. C. Sood. 1994. Water and nitrogen needs of potato under modern irrigation methods. PP. 142-146. *In*: G. S. Shekhawat, S. M. P. Khurana, S. K. Andey and V. K. Chandla. (Eds.), Proceedings of the National Symposium, Modipuram, India. Potato: Present and Future, Indian Potato Association, Shimla, India.
27. Steyn, J. M., H. F. Du Plessis, P. Fourie and P.S. Hammes. 1998. Yield response of potato genotypes to different soil water regimes in contrasting seasons of subtropical climate. Potato Res. 41: 239- 254.
28. Yohannes, F. and T. Tadesse. 1998. Effect of drip and furrow irrigation and plant spacing on yield of tomato at Dire Dawa, Ethiopia. Agric. Water Manag. 35: 201-207.
29. Yuan, B. Z., S. Nishiyama and Y. Kang. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. Agric. Water Manag. 63: 153-167.

[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-05 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.41.2.9 ]