نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۶، مهر - آبان ۱۴۰۱، ص. ۷۶۱-۷۵۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.4, Vol. 16, Oct.-Nov. 2022, p. 751-761

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر دور آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی آویشن شیرازی (منطقه موردمطالعه: علی‌آباد فارس)

زهرا میری[۱]، علی شهیدی[۲*]، عباس خاشعی سیوکی[۳]، محمدهادی روحیان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۳

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تغییرات دور آبیاری بر عملکرد و اجزاء آن، کارایی مصرف آب، شاخص اقتصادی کارایی مصرف آب و درآمد خالص گیاه دارویی آویشن شیرازی، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح دور آبیاری (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶روزه)، در سه تکرار، با استفاده از سیستم آبیاری T-TAPE و در منطقه علی‌آباد فارس انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثر دور آبیاری ۸ روزه، در سطح ۱درصد بر عملکرد وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، مقدار ماده مؤثره و شاخص برداشت معنی‌دار بود و بر ارتفاع بوته، اثر معنی‌داری نداشت. مقدار شاخص تولید نهایی نسبت به عمق آب آبیاری برای حداقل آبیاری (۱۷/۴۶ سانتی‌متر) برابر ۱۸۰/۳۳ کیلوگرم به ازای هر سانتی‌متر آب و برای حداکثر آبیاری (۷۵/۶۶ سانتی‌متر) برابر ۴۱/۶۱ کیلوگرم به ازای هر سانتی‌متر آب به دست آمد. نتایج نشان داد که تیمار ۸ روزه دارای حداکثر مقدار کارایی مصرف آب می‌باشد و نیز در تیمار ۸ روزه مقادیر شاخص اقتصادی مصرف آب و درآمد خالص، به ترتیب ۳ و ۱/۵ برابر تیمار اجرایی در منطقه (دور ۴ روزه) گردید در صورتی که در دوره‌های آبیاری ۱۲ و ۱۶ روزه به دلیل اعمال تنش شدید آبی عملکرد گیاه به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. بر اساس مدل استوارت، مقدار ضریب حساسیت گیاه، ۰/۶۹ محاسبه شد. لذا با توجه به مقاوم بودن و نحوه عملکرد و ظرفیت گیاه آویشن نسبت به افزایش دور آبیاری در منطقه، استفاده از دور آبیاری ۸ روزه، از نظر کمی، کیفی و اقتصادی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آویشن، تنش آبی، شاخص اقتصادی کارایی مصرف آب، عملکرد

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت در دهه‌های اخیر و همچنین نیاز به مواد غذایی، سبب شده تا سطح زیر کشت افزایش یافته و منابع آب شیرین سطحی و زیرزمینی، بیش‌ازحد مصرف شود و در حالت بحرانی قرارگیرد (نوروز پور و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹).

میزان آب موردنیاز در هر شرایطی، یکی از پارامترهای اصلی مدیریت آبیاری و برنامه‌ریزی آبیاری است و تبخیر و تعرق پتانسیل و ضریب گیاهی نیز، در شرایط کشت، هنوز مورد سؤال می‌باشد و از طرفی مدیریت مناسب آبیاری در روش قطره‌ای، برای جلوگیری از تنش‌های گیاهی و کاهش عملکرد محصول، بسیار با اهمیت می‌باشد. با مدیریت مناسب، می‌توان آب موردنیاز گیاه در ناحیه ریشه را تأمین نمود و هم‌زمان از آبشویی عمقی مواد غذایی جلوگیری کرد (سهرابی و پایدار، ۱۳۸۷).

آویشن، از جمله ارقام گیاهی است که در طول دوره رویش خود به هوای گرم و نور کافی نیاز دارد و به‌طور طبیعی در شرایط مزرعه‌ای، در نواحی نیمه‌خشک تا معتدل گرم در دماهای بالا و تشعشع شدید آفتاب، رشد می‌کند. در مراحل اولیه، دارای رشد خیلی کند بوده و در مراحل بعدی نمو، مخصوصاً ۶۰ روز بعد، یک افزایش سریع در تجمع ماده خشک، نسبت به گیاهان ۴۰ روزه دارد (Letchamo et al., 1985).

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی و عضو گروه پژوهشی آبهای نامتعارف، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۴- مربی گروه علوم و مهندسی آب مرکز آموزش جهاد کشاورزی فارس. شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ashahidi@birjand.ac.ir)
DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.4.5.8

خاک مزرعه آویشن، بایستی به‌خوبی زهکشی و pH آن حداقل ۶ باشد و در صورت نیاز بایستی با استفاده از آهک اصلاح شود. اگرچه آویشن، در شرایط خیلی خشک و بدون بارندگی رشد می‌کند، ولی عملکرد آن کاهش می‌یابد و اساساً آبیاری، عملکرد را افزایش می‌دهد (Gimpsey et al., 1994).

سیمسک و همکاران، در تحقیقی اثر چهار تیمار آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) را در ذرت مورد بررسی قرار دادند. بیشترین درصد ماده خشک (۲۶/۵ درصد) در تیمار ۱۰۰ درصد و کمترین آن (۲۳ درصد) در تیمار ۲۵ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد (Simsek et al., 2011).

نتایج تحقیق شاه نظری و همکاران، نشان داد که خشکی موضعی ریشه، باعث افزایش ۲۰ درصدی نیاز محصول قابل‌عرضه به بازار و کاهش ۳۰ درصدی نیاز آبی با همان مقدار محصول آبیاری کامل شد؛ همچنین میزان کارایی مصرف آب در مقایسه با آبیاری کامل ۶۱ درصد افزایش نشان داد (Shahnazari et al., 2007).

لتی و کی‌ناپ، اظهار داشتند که تنش خشکی در دوره تشکیل دانه و پر شدن آن در مقایسه با آبیاری کامل، کاهش عملکرد را به دنبال دارد؛ اما این کاهش نسبت به افت عملکرد ناشی از تنش، بسیار کمتر است (Letey and Knapp., 1985).

لتچامو و همکاران، در آزمایشی اثرات سه سطح آب خاک (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) را بر روی گیاه آویشن موردبررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که بیشترین میزان تجمع ماده خشک در ۹۰درصد ظرفیت مزرعه‌ای و بیشترین درصد ماده مؤثره در ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای به دست آمد (Letchamo et al,. 1995).

صفی خانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز، در تحقیقی اثر دور آبیاری بر گیاه دارویی بادرشبو را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که وزن خشک (شاخه و برگ) در دور آبیاری ۷ روز یک‌بار، با ۱۱۵۶ گرم در مترمربع نسبت به دور آبیاری ۲۱ روز یک‌بار، با عملکرد ۷۲۶ گرم در مترمربع برتر بود؛ اما آنچه مسلم به نظر می‌رسد این است که تنش کم‌آبی، جذب آب توسط گیاه را کاهش می‌دهد و اجرای فواصل آبیاری زیاد این کاهش را تشدید می‌کند.

تحقیقات دیگر نیز مؤید این مطلب است که مدیریت کم آبیاری، باعث کاهش عملکرد و افزایش کارایی مصرف آب نسبت به آبیاری کامل شده است؛ ولی، مقدار آن بستگی به رقم، میزان، نوع و زمان کم آبیاری و شرایط محیطی هر منطقه دارد (Darvish et al., 2006).

یکی از چالش‌های مهم در جهان و ایران رقابت برای دسترسی برای منابع آب می‌باشد تغییر اقلیم از پدیده‌هایی است آینده جهان را با تهدید مواجه نموده است. خاورمیانه در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک واقع شده و منابع آب محدودی دارد. ایران و استان فارس نیز از این قاعده مستثنی نبوده و در اثر تغییر اقلیم دچار خشک‌سالی شده‌اند لذا ضرورت دارد در راستای حفظ منابع آب محدود این مناطق با (اعمال کم آبیاری مدیریت‌شده) دقت لازم به عمل آید.

در این تحقیق نیز، با هدف توجه به کمبود آب در منطقه علی‌آباد کمین استان فارس و لزوم استفاده بهینه از منابع آب موجود، به بررسی تأثیر دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی آویشن شیرازی پرداخته شده است. لذا اهداف تحقیق را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

اثرات افزایش دور آبیاری (یا به عبارتی کم آبیاری) بر:

- عملکرد و اجزاء کمی و کیفی عملکرد،
- کارایی مصرف آب،
- شاخص تولید نهایی نسبت به عمق آب آبیاری در تیمارهای آزمایشی (MP_I)،
- ارزش تولید نهایی نسبت به عمق آب آبیاری،
- کارایی اقتصادی مصرف آب،
- درآمد خالص و ناخالص گیاه دارویی آویشن.

مواد و روش

طرح آزمایشی، در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش علی‌آباد کمین شهرستان سعادت‌شهر که از نظر اقلیمی و کلیماتولوژی، دارای آب و هوای معتدل مدیترانه‌ای با زمستان‌های نسبتاً سرد و مرطوب و تابستان‌های معتدل و با عرض جغرافیایی ´۶ °۳۰ شمالی و طول جغرافیایی ´۶ °۵۳ شرقی و با ارتفاع ۱۸۹۳ متر از سطح دریا می‌باشد، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا گردید. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

در ابتدا، مقدار pH و EC آب آبیاری، پس از نمونه‌برداری به ترتیب ۷/۳ و ۰/۷۵ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد و جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، در اوایل اسفند ماه سال ۱۳۹۵ قطعه‌ای یکنواخت با مساحت ۳۸۵ مترمربع (با دو سال آیش)، انتخاب گردید و قبل از آماده‌سازی زمین، از چندین نقطه و از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه خاک، تهیه شد. نتایج اندازه‌گیری نمونه‌ها، در جدول (۱) ارائه شده است.

با توجه به اینکه آویشن گیاهی مقاوم به شوری تا ۴۰۰۰ دسی زیمنس بر متر می‌باشد (پور میدانی و همکاران، ۱۳۸۹). لذا (طبق EC ارائه‌شده در جدول ۱) خاک مورد آزمایش در طرح، نیاز آبشویی نخواهد داشت. همچنین، ازآنجایی‌که خاک خود متعادل‌کننده pH است و اسیدیته آب معمولی آبیاری در محدوده ۶ تا ۸/۵ متغیر است، استفاده از آب آبیاری از نظر pH نیز مشکلی ایجاد نخواهد کرد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۳).

پس از کرت‌بندی، با ردیف‌هایی به ابعاد ۲۰ متر و فواصل ۷۰ سانتی‌متر (امیدبیگی، ۱۳۷۹)، طرح آزمایشی موردنظر در قالب

بلوک‌های کامل تصادفی، با چهار سطح دور آبیاری ۴روزه (T_1: تیمار شاهد و که عرف منطقه می‌باشد)، ۸ روزه (T_2: تیمار محاسباتی)، ۱۲ روزه (T_3) و ۱۶ روزه (T_4) و در سه تکرار اجرا شد.

مقدار مصرف آب توسط گیاه از طریق اندازه‌گیری اجزاء بیلان آب بر اساس رابطه زیر نیز محاسبه گردید.

$$I + P = (ET + D_d + R_o) \pm \Delta S \quad (۱)$$

که در آن: P, I به ترتیب عمق آب آبیاری تیمارهای مختلف آبیاری و بارندگی (mm)، ET، D_d و R_o به ترتیب تبخیر و تعرق گیاه، عمق آب زهکشی شده و عمق رواناب (mm) و ΔS تغییرات ذخیره رطوبت خاک(mm) می‌باشد.

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش، اسفندماه سال ۱۳۹۵

عمق (cm)	pH	FC (mm/m)	PWP (mm/m)	EC (ds/m)	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	بافت خاک	فراوانی نسبی و اندازه ذرات خاک %		
							شن	سیلت	رس
۰-۳۰	۷/۸۷	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۸۵	۱/۳۲	L	۴۳/۴	۳۸/۶	۲۱/۲
۳۰-۶۰	۷/۹۰	۰/۲۹	۰/۱۸	۰/۹۲	۱/۲۵	Si-C-L	۱۳/۷	۵۴/۳	۳۲

در این طرح، چون انتهای کرت‌ها بسته بود، بنابراین رواناب سطحی نداشته و مقدار آب زهکشی شده با این فرض که مقدار رطوبت بیشتر از ظرفیت زراعی زهکشی می‌شود، با اندازه‌گیری رطوبت تا عمقی بیش از عمق ریشه گیاه (۶۰ سانتی‌متری خاک)، محاسبه گردید. همچنین، به دلیل عمیق بودن سطح سفره آب زیرزمینی از سهم آب زیرزمینی صرف‌نظر شده و تغییرات رطوبت خاک از تفاوت رطوبت در ابتدا و انتهای فصل، در پروفیل خاک محاسبه شد. در پایان فصل و در تاریخ ۱۶ مهرماه ۱۳۹۶، با رعایت حاشیه در بالادست و پایین‌دست ردیف‌های آزمایشی و از هر ردیف ۱۰ تا ۱۵ عدد بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از برداشت و جداسازی ریشه‌ها، تعداد شاخه‌های جانبی و اجزاء عملکرد با استفاده از روابط (۲) و (۳)، محاسبه گردید.

$$\text{تعداد بوته در ردیف} = \frac{\text{وزن کل بوته های برداشت شده}}{\text{متوسط وزن هر بوته}} \quad (۲)$$

$$\text{تعداد شاخه در بوته} = \frac{\text{تعداد شاخه در سطح}}{\text{تعداد کل بوته در سطح}} \quad (۳)$$

پس از اندازه‌گیری وزن کل بوته (عملکرد وزن خشک)، برای تعیین شاخص برداشت، از رابطه زیر استفاده شد.

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{مقدار ماده مؤثره}}{\text{مقدار وزن خشک اولیه بوته}} \quad (۴)$$

مقدار ماده مؤثره به روش تقطیر آب و توسط دستگاه کلونجر ۱۰ سی‌سی، اندازه‌گیری شد و قبل از برداشت، برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه از هر ردیف چندین بوته، به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از تعیین ارتفاع، میانگین ارتفاع این بوته‌ها به‌عنوان ارتفاع گیاه در هر تیمار گزارش گردید.

کارایی مصرف آب نیز کـه عبـارت اسـت از مقـدار مـاده خشـک تولیدشده به ازای هر واحد آب آبیاری توسط گیاه، با استفاده از رابطـه زیر تعیین و محاسبه شد.

$$WUE = \frac{D}{W} \quad (۵)$$

کـه در آن، WUE کـارایی مصـرف آب، D جـرم مـاده خشـک تولیدشده و W جرم آب آبیاری می‌باشد.

جهت بررسی اثرات کم‌آبی بر عملکـرد گیـاه دارویـی آویشـن، از شاخص‌های زیر استفاده گردید.

شاخص تولید نهـایی نسـبت بـه عمـق آب آبیـاری در تیمارهـای آزمایشی (MP_I):

$$MP_I = \frac{dy}{dI} \quad (۶)$$

که در آن، MP_I: شاخص تولید نهایی نسبت به عمق آب آبیـاری (kg/cm)، d_y: تغییـرات عملکـرد(kg) و d_I: تغییـرات عمـق آب آبیاری طی فواصل مختلف آبیاری(cm).

ارزش تولید نهایی نسبت دور آبیاری (VMP_I):

$$VMP_I = P_y . MP_I \quad (۷)$$

VMP_I: ارزش تولیـد نهـایی نسـبت بـه عمـق آب آبیـاری در تیمارهـــای آزمایشـــی $(Rls.kg/cm)$، P_y: قیمـــت واحـــد وزن محصول(Rls) و MP_I: شـاخص تولیـد نهـایی نسـبت بـه عمـق آب آبیاری(kg/cm).

به‌منظور محاسبه شاخص اقتصادی کارایی مصـرف آب (معیـاری برای مقایسه کارایی مصـرف آب، در ارقـام مختلـف یـک گیـاه و یـا گیاهان مختلف) که بیانگر میزان درآمد حاصل‌شده، بـه ازای مصـرف واحد حجم آب است، از رابطه زیر استفاده شد.

$$EWUE = WUE . P_y \quad (۸)$$

$EWUW$: کـارایی اقتصـادی مصـرف آب برحسـب ریـال بـر مترمکعب (Rls/m^3)، WUE: کارایی مصـرف آب(kg/m^3) و P_y: قیمت واحد وزن محصول(Rls/kg).

همچنین، برای ایجاد امکان بررسی واقع‌بینانه کارایی مصرف آب، بایستی تأثیر مقادیر مختلف عمق آب آبیاری بـر درآمـد خـالص گیـاه دارویی آویشن را به‌صورت زیر مورد بررسی قرار داد.

$$NI = GI - FC - VC \quad (۹)$$

که در آن، NI: درآمد خالص (ریال)، GI: درآمد ناخـالص (ریـال)، FC: هزینه‌هـای ثابـت (ریـال در هکتـار) و VC: هزینـه‌هـای متغیـر (Rls/cm) بوده و نشانگر آن است که به ازای مصرف هر سانتی‌متـر آب، چند ریال بایستی هزینه نمود. همچنین، درآمد ناخـالص از رابطـه زیر محاسبه شد.

$$GI = EWUE . I \quad (۱۰)$$

که در آن، $EWUE$: کارایی اقتصادی مصرف آب (Rls/m^3) و I : حجم آب آبیاری هر تیمار (m^3) می‌باشد.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد و شـاخص برداشت گیاه دارویی آویشن، در جدول (۲) ارائه گردیده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد و شاخص برداشت گیاه دارویی آویشن

میانگین مربعات

منابع تغییر	F	عملکرد وزن تر (kg/ha)	عملکرد وزن خشک (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی	مقدار ماده مؤثره(ml/m^2)	شاخص برداشت (Hi*100)
تکرار	۲	۵/۵۶^{ns}	۰/۶۲^{ns}	۹/۲۵^{ns}	۲۳/۵۸^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۶۸^{ns}
T	۳	۱۴۴۹/۰۳**	۲۵/۷۰**	۹۱/۱۱**	۱۵۰۳۰/۵۳**	۰/۱۸**	۸۲۵/۵۷**
خطا	۶	۶/۳۱^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۴/۶۹^{ns}	۲/۳۵^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۴/۹۰^{ns}

T = دور آبیاری، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ns = بدون اثر معنی‌دار.

نتایج جدول (۲)، نشان می‌دهد کـه دور آبیـاری (T) در سـطح ۱ درصد، بر عملکرد وزن تر، عملکرد وزن خشک، حجم ریشه و ارتفـاع بوتـه و سـطوح مختلـف دور آبیـاری بـر روی وزن تـر ریشـه، وزن خشک‌ریشه، تعداد شاخه‌های جـانبی، مقـدار مـاده مـؤثره و شـاخص برداشت، در سطح ۱درصد معنی‌دار بود؛ بر اساس نتـایج ارائـه‌شـده در جدول ۲ افزایش دور آبیاری از ۴ روز به ۸ روز سبب افزایش عملکـرد و اجزا عملکرد گیاه شده است. لیکن افزایش دور آبیاری بـه ۱۲ و ۱۶ روز سبب کاهش قابل‌توجه پارامترهای مذکور شده است بنابراین گیاه آویشن تا حد مشخص قادر به تحمل تنش آبی است. اعمال تنش آب بیشتر از آن سبب کاهش عملکرد گیاه می‌شود؛ که با نتـایج مطالعـات سانگوان و همکاران، در رابطه با سـازگاری و تحمـل تـنش خشـکی، همخوانی دارد (Sangwan et al., 1994).

جدول (۳)، مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزاء عملکرد و درصد شاخص برداشت گیاه دارویی آویشن را تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه آویشن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایشی	عملکرد وزن تر (kg/ha)	عملکرد وزن خشک (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه‌های جانبی	مقدار ماده مؤثره(ml/m^2)	شاخص برداشت (Hi*100)
$T1$	۱۷۸۸۳b	۵۹۰۰b	۲۳a	۱۰۳b	۰/۹۹a	۱/۶۴a
T_2	۵۳۳۱۳a	۸۲۹۰a	۲۵a	۱۹۱a	۰/۸۳b	۱/۳۸b
T_3	۸۱۴۰c	۳۰۵۷c	۱۶b	۶۶c	۰/۶۸c	۱/۱۴c
T_4	۵۸۳۰c	۱۷۵۳d	۱۴b	۲۵d	۰/۶۷c	۱/۱۱c
LSD	۴/۳۲	۶/۲۱	۵/۰۱	۱۵/۷۸	۰/۰۵	۴/۴۱

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

نتایج حاصل از جدول (۳)، بیانگر این مطلب است که با اعمال فواصل مختلف آبیاری (T)، بالاترین عملکرد وزن تر، مربوط به تیمار $T2$ با میانگین ۵۳۳۱۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار $T4$ با میانگین ۵۸۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از نظر مرتبه، دو سطح آبیاری $T3$ و $T4$ در یک گروه و در مقایسه با سطح $T2$ در گروه متفاوتی قرار دارند و نشان می‌دهد که تفاوت دو سطح گفته‌شده، با سطح $T2$ معنی‌دار می‌باشد؛ به‌طوری‌که تیمارهای $T3$ و $T4$ نسبت به تیمار $T1$ به ترتیب در حدود ۱۱ و ۱۶ درصد کاهش تولید داشته‌اند؛ اما تیمار $T2$ نسبت به تیمار $T1$(دور آبیاری ۴ روزه)، در حدود ۳ برابر افزایش تولید داشته است؛ این نتایج با تحقیقات سلطانی و کوچکی(۱۳۷۷)، در رابطه با عملکرد آویشن، مطابقت دارد.

در بررسی وزن خشک گیاه، بالاترین مقدار عملکرد، مربوط به تیمار $T2$(دور آبیاری ۸ روزه)، با میانگین ۸۲۹۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن، مربوط به تیمار $T4$(دور آبیاری ۱۶ روز) و با میانگین ۱۷۵۳کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از نظر مرتبه، هر سه در گروه‌های متفاوتی هستند و این نشان می‌دهد که وزن خشک گیاه در دورهای آبیاری بالا، به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که تیمارهای $T3$, $T4$ نسبت به تیمار $T1$ به ترتیب در حد ۷۰ و ۴۸ درصد، کاهش وزن خشک گیاه را نشان می‌دهند و وزن خشک گیاه در تیمار $T2$، در حدود ۱/۵ برابر افزایش یافته است؛ نتایج در رابطه با وزن خشک گیاه آویشن، با تحقیقات سلطانی و کوچکی(۱۳۷۷) مطابقت دارد.

بالاترینَ ارتفاع بوته مربوط به تیمار $T2$، با میانگین ۲۵/۶۶ سانتی‌متر و کمترین آن، مربوط به تیمار $T4$ و با میانگین ۱۴/۳۳ سانتی‌متر می‌باشد. از نظر مرتبه $T3$, $T4$ در یک گروه و تیمار $T1$(دور آبیاری ۴ روزه) و تیمار $T2$ در یک گروه می‌باشند؛ این نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه در دورهای آبیاری بالا(دور آبیاری ۱۲ و ۱۶ روزه)، به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که تیمارهای $T3$, $T4$ نسبت به تیمار $T1$ به ترتیب در حد ۴۰ و ۳۱ درصد کاهش ارتفاع را نشان می‌دهند. اما، ارتفاع بوته گیاه، در تیمار $T2$ در حدود ۱/۱ برابر افزایش یافته است؛ در این رابطه قلی‌زاده و همکاران، در رابطه با گیاه دارویی بادرشبو به نتایج مشابهی دست یافته‌اند(Gholizdeh et al., 2010).

از نظر تعداد شاخه‌های جانبی، تیمار $T2$ با میانگین ۱۹۱ و کمترین آن، مربوط به تیمار $T4$ و با میانگین ۲۵ عدد می‌باشد. از نظر مرتبه، هر سه در گروه‌های متفاوتی هستند و این نشان می‌دهد که تعداد شاخه‌های جانبی گیاه با افزایش دور آبیاری به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که تیمارهای $T3$, $T4$ نسبت به تیمار $T1$ به ترتیب در حد ۷۶ و ۳۶ درصد کاهش تعداد شاخه‌های جانبی گیاه را نشان می‌دهند. اما تیمار $T2$(دور آبیاری ۸ روزه)، علیرغم افزایش در تعداد شاخه‌های جانبی گیاه، تغییر معنی‌داری داشته است؛ به‌طوری‌که، تعداد شاخه‌های جانبی گیاه در تیمار $T2$، در حدود ۲ برابر افزایش‌یافته است. بنابراین، با توجه به کاهش حدود ۵۰ درصدی آب آبیاری، در تیمار $T2$ نسبت به تیمار $T1$ این دور آبیاری، از نظر تعداد شاخه‌های جانبی نیز قابل‌قبول می‌باشد؛ این نتایج، با تحقیقات نقدی بادی و همکاران (۱۳۸۱)، در رابطه با گیاهان اسانس‌دار تشابه دارد.

با توجه به جدول (۳)، بررسی مقدار ماده مؤثره، نشان داد که بیشترین مقدار در تیمار $T1$ با میانگین ۰/۹۹ میلی‌لیتر در مترمربع و کمترین آن، مربوط به تیمار $T3$, $T4$ و به ترتیب با میانگین ۰/۶۷ و ۰/۶۸ میلی‌لیتر در مترمربع می‌باشد. از نظر مرتبه، هر سه در گروه‌های متفاوتی هستند و این نشان می‌دهد که مقدار ماده مؤثره گیاه، با افزایش دور آبیاری به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که، تیمارهای $T3$, $T4$ نسبت به تیمار $T1$، به ترتیب در حدود ۳۲/۳ و ۳۱/۳ درصد کاهش مقدار ماده مؤثره گیاه را نشان می‌دهند؛ این نتایج، با تحقیقات لباسچی و همکاران (۱۳۸۲)، در رابطه با کاهش مقدار و کیفیت ماده مؤثره با افزایش تنش خشکی ارتباط دارد.

بررسی شاخص برداشت نیز نشان داد، بالاترین مقدار مربوط به تیمار شاهد $T1$ با میانگین حدود ۱/۶۴ درصد و پس از آن، مربوط به تیمار $T2$، با میانگین ۱/۳۸ درصد و کمترین آن، مربوط به تیمار $T4$ و با میانگین ۱/۱۱ درصد می‌باشد. از نظر مرتبه دو تیمار $T3$, $T4$ در یک گروه و تیمار $T2$ در گروه دیگری می‌باشد و این نشان می‌دهد که شاخص برداشت گیاه، در دورهای آبیاری بالاتر، به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که، تیمارهای $T3$, $T4$ نسبت به تیمار $T1$ به ترتیب در حدود ۳۲ و ۳۰ درصد، کاهش در شاخص

برداشت گیاه را نشان می‌دهند. اما، در تیمار $T2$ نسبت به تیمار $T1$، این مقدار تنها در حدود ۱۶ درصد، کاهش یافته است که با مطالعات امید بیگی و همکاران، همخوانی دارد(Omidbiaigi et al., 2003).

کارایی مصرف آب (WUE): جدوجدول (مقادیر جذب آب توسط گیاه بر اساس محاسبه اجزاء بیلان آب در پروفیل خاک، به همراه میزان عملکرد گیاه و کارایی مصرف آب را برای تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.

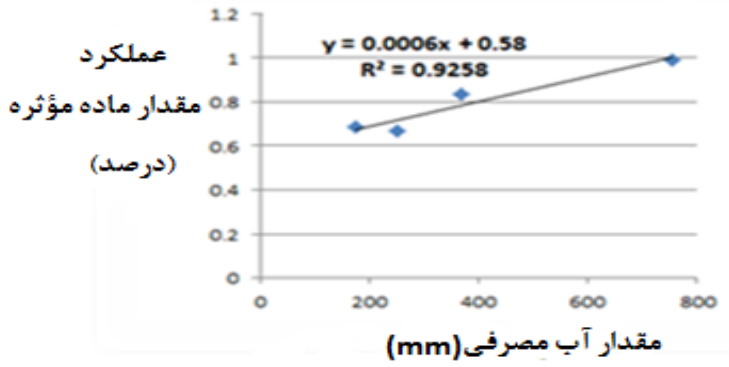
جدول ٤- برآورد کارایی مصرف آب گیاه دارویی آویشن تحت تیمارهای دور آبیاری

تیمارها	ضرایب	عمق آب آبیاری	بارندگی	عمق زهکشی	تغییرات رطوبت خاک	مصرف گیاه	عملکرد	کارایی مصرف آب
$T1$	۱	۸۶۸/۹۲	۰	۵۷/۴۰	۵۵	۷۵۶/۵۲۲	۵۹۰۰	۷/۸۰
$T2$	۰/۵	۴۲۳/۳۲	۰	۴/۷۵	۵۰	۳۶۸/۵۶۲	۸۲۹۰	۲۲/۵۰
$T3$	۰/۳۵	۲۸۹/۶۴	۰	۲/۵۳	۴۰	۲۵۲/۱۷۴	۳۰۵۷	۱۲/۱۲
$T4$	۰/۲۵	۲۰۰/۵۲	۰	۰/۹۳	۲۵	۱۷۴/۵۸۲	۱۷۵۳	۱۰/۰۴

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که درصدهای کاهش محصول تحت شرایط فواصل آبیاری بالاتر از دور ۸ روزه، بیشتر بوده و آب بیشتری از دسترس گیاه خارج‌شده و در نهایت عملکرد گیاه، بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. از طرفی برای گیاه وجود تنش آبی بالاتر از ظرفیت گیاه در محیط، به دلیل اثر اضافی در کاهش انرژی آزاد آب در جذب آب توسط گیاه، اختلال بیشتری ایجاد می‌نماید و در نهایت عملکرد را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ این نتیجه، با مطالعات محققین مختلفی سازگاری دارد که از آن جمله می‌توان به مطالعات پارا و رومرو اشاره نمود (Parra and Romero., 1980).

همچنین نتایج نشان می‌دهد هرچه مقدار آب کاربردی کمتر باشد، پتانسیل برای تخلیه رطوبت توسط گیاه بیشتر شده و این موضوع نیز خود یکی از دلایل بالا بودن کارایی مصرف آب در کم‌آبیاری‌ها است. درحالی‌که این میزان، در تیمار $T2$(دور آبیاری ۸ روزه)، نسبت به سایر تیمارها، به میزان ۹۱/۸درصد کاهش داشت. در کلیه سطوح تیمارهای مختلف دور آبیاری نسبت به تیمار شاهد، کارایی مصرف آب و شاخص اقتصادی مصرف آب برای گیاه دارویی آویشن، افزایش یافت؛ اما در تیمار ۸روزه به حداکثر مقدار خود رسید و علت افت زیاد (۳۴/۷ درصدی)، در کارایی مصرف آب تیمار $T1$ نسبت به $T2$، به این دلیل است که تنش آبی در تیمار $T1$، شدید بوده به‌طوری‌که گیاه نتوانسته روند رشد طبیعی خود را در اثر کاهش جذب آب، طی کند اما در تیمار T2 تنش کمتر بوده و گیاه میزان جذب آب کافی را برای رشد طبیعی خود داشته است.

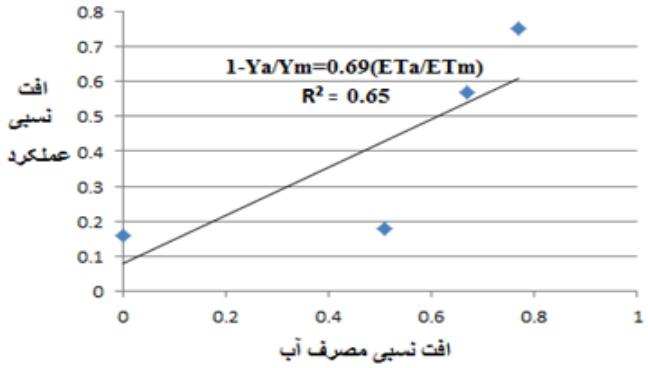
شکل (۲)، تغییرات عملکرد گیاه به ازای مقدار آب آبیاری را نشان می‌دهد.



شکل ۲- تغییرات عملکرد گیاه به ازای مقدار آب آبیاری

با توجه به شکل (۲)، تابع رگرسیون خطی حاصل از متوسط تکرار داده‌های عملکرد گیاه و ET برای سطوح آبیاری $T1$,$T2$,$T3$ دارای ضریب تعیین حدود ۰/۹۲ می‌باشد؛ که نشان می‌دهد در هر سه سطح آبیاری همبستگی زیادی، بین دورهای آبیاری وجود دارد.

فاکتور عکس‌العمل عملکرد نیز، برای گیاه آویشن برابر ۰/۶۹ به دست آمد و بیانگر مقاومت بالای گیاه به تنش‌های محیطی می‌باشد. همچنین، بر اساس مدل استوارت، تغییرات افت نسبی عملکرد، در مقابل تغییرات افت نسبی مصرف آب برای تیمارهای مختلف دور آبیاری، با ضریب تعیین $R^2 =$ ۰/۶۵ و در شکل (۳) ترسیم شد(Stewart et al., 1977).



شکل ۳- تغییرات افت نسبی عملکرد وزن خشک در مقابل آب آبیاری

حدود تغییرات شاخص تولید نهایی (MP) نسبت به مقدار آب مورداستفاده طی دورهای مختلف و نیز ارزش تولید نهایی (VMP)، در خصوص هر یک از متغیرها برای گیاه دارویی آویشن، در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵- محاسبه شاخص‌های ارزیابی عملکرد گیاه دارویی آویشن

مقادیر مختلف $I(cm)$	۷۵/۶۶	۳۶/۸۸	۲۵/۲۲	۱۷/۴۶
شاخص $MP_I(Kg/cm)$	۴۱/۶۱	۸۵/۳۷	۱۲۴/۸۴	۱۸۰/۳۳
میانگین عمق آب آبیاری $I_{mean} = ۳۸/۸\ (cm)$				
$MP_I(Kg/cm)$	۸۱/۱۵			
$VMP_I(Rls * Kg/cm)$	۱۲۱۷۲۵۰۰۰			

طبق جدول (۵)، برای گیاه آویشن شاخص تولید نهایی نسبت به عمق آب آبیاری (MP_I) برای حداقل آبیاری ($۱۷/۴۶cm$) برابر ۱۸۰/۳۳ کیلوگرم به به ازای هر سانتی‌متر آب می‌باشد؛ یعنی، به ازای افزایش هر یک سانتی‌متر آب آبیاری در این شرایط ۱۸۰/۳۳ کیلوگرم افزایش تولید خواهیم داشت و این شاخص برای حالت حداکثر آبیاری ($۷۵/۶۶\ cm$) برابر ۴۱/۶۱ به دست آمده و بیانگر آن است که اولاً افزایش عملکرد در کم‌آبیاری‌ها (به ازای واحد عمق آبیاری) بالاتر از بیش‌آبیاری می‌باشد که در این رابطه نادلر و همکاران نیز، در تحقیقات خود این به نتیجه در خصوص گیاهان مختلف رسیده‌اند (Nadler et al., 2006)؛ ثانیاً مقدار کم شاخص تولید نهایی با حداکثر آبیاری، نشان‌دهنده کاهش عملکرد به به ازای افزایش آب آبیاری در شرایط اعمال بیش از ظرفیت گیاه می‌باشد زیرا به‌طوری‌که اشاره شد تیمار T1 که در شرایط بیش‌آبیاری قرار می‌گیرد دچار کاهش عملکرد می‌گردد. از طرفی گرچه گیاه آویشن تحت شرایط کم‌آبیاری، گیاهی مقاوم می‌باشد اما نتایج نشان داد که در دوره‌های زیاد آبیاری (۱۲ و ۱۶ روزه) کاهش عملکرد زیادی نشان می‌دهد. شکل (۴)، منحنی عملکرد گیاه آویشن را تحت تنش آبی، نشان می‌دهد.

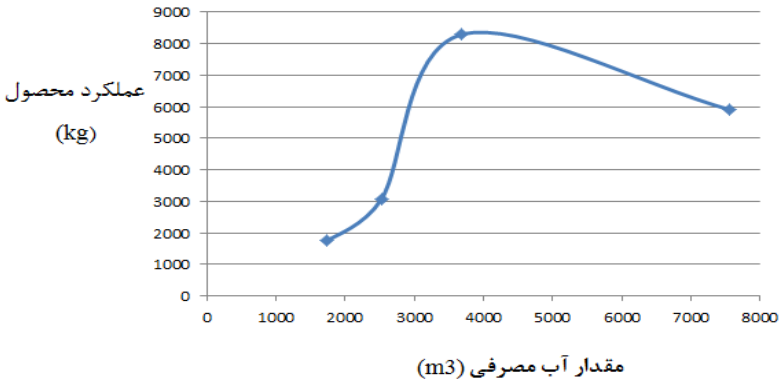
از شکل (۴)، جهت برآورد عملکرد محصول در شرایط مختلف مقدار آب آبیاری و تجزیه‌وتحلیل شرایط مختلف مدیریت آبیاری مزرعه، استفاده می‌گردد. به‌عنوان مثال، اگر یک زارع، برای آبیاری محصول گیاه دارویی آویشن در منطقه، از $۴۰۰۰\ m^3$ آب با کیفیت مناسب استفاده نماید؛ عملکرد مورد انتظار حدود $۸۰۰۰\ kg$ خواهد بود. درصورتی‌که، اگر همین زارع، به علت مواجه‌شدن با کمبود آب، به $۳۰۰۰m^3$ با همان کیفیت دست یابد عملکرد محصول به kg ۳۰۰۰ کاهش خواهد یافت.

شاخص کارایی اقتصادی مصرف آب ($EWUE$): تأثیر مقادیر مختلف دور آبیاری، در شکل(۵) نشان داده شده است.

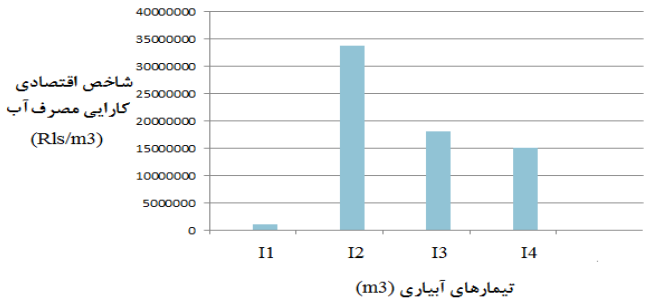
با بررسی شکل (۵)، مقادیر $EWUE$ نشان می‌دهد که تیمار $T2$(دور آبیاری ۸ روزه)، با ۳۶۸۸ مترمکعب عمق آب آبیاری، بیشترین شاخص اقتصادی کارایی مصرف آب را دارا می‌باشد. همچنین، در دیگر سطوح مقادیر آب کاربردی، با وجود کاهش در عملکرد محصول، شاخص اقتصادی مصرف آب نسبت به تیمار شاهد $T1$(دور آبیاری ۴ روزه)، روند افزایشی داشته است. اختلاف این شاخص برای گیاه دارویی آویشن، در تیمارهای $T4\ ,T3$ نسبت به تیمار شاهد، به ترتیب ۱۷۰۱۰۰۰۰ و ۱۴۴۳۰۰۰۰ ریال بر مترمکعب می‌باشد؛ که این موضوع، برای گیاه دارویی آویشن(البته با سطوح آبیاری متفاوت)، صادق است.

به ازای مقادیر مختلف عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف، با فرض قیمت هر کیلو آویشن ۱۵۰۰۰۰۰ ریال (در سال ۱۳۹۶) نمودار شکل (۶) تهیه گردید.

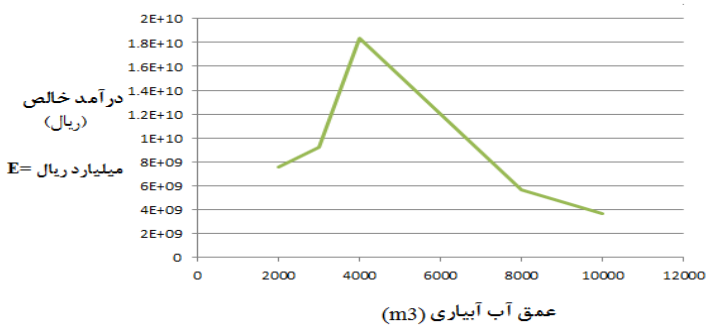
نمودار شکل (۶)، نشان می‌دهد که با افزایش عمق آب آبیاری تا حدودی، میزان درآمد خالص، با شیب تندی افزایش می‌یابد. پس از آن، این شیب ملایم شده و در نهایت روند کاهشی به خود می‌گیرد و بیانگر آن است که با افزایش عمق آب آبیاری، در کم آبیاری‌ها (به ازای واحد عمق آب)، درآمد خالص به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد؛ اما، افزایش عمق کاربردی در پر آبیاری باعث ثابت ماندن یا کاهش درآمد خالص می‌گردد. به‌عنوان مثال، در گیاه دارویی آویشن بر اساس نمودارهای درآمد خالص ترسیم‌شده، در دور آبیاری ۸ روزه نسبت به دور آبیاری ۴ روزه، درآمد خالص حدود ۱/۵ برابر افزایش می‌یابد.



شکل ٤- عملکرد گیاه آویشن در شرایط کم آبیاری



شکل ٥- تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری (I, m^3) بر شاخص اقتصادی کارایی مصرف آب(Rls/m^3)



شکل ٦- تأثیر مقادیر مختلف آب آبیاری (I, m^3) بر درآمد خالص (ریال)

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تغییرات عملکرد گیاه، بیشتر تحت تأثیر دور آبیاری قرار دارد تا تحت تأثیر تغییرات عمق آب آبیاری؛ به‌عبارت دیگر با افزایش عمق آب کاربردی، میزان درآمد خالص و سود حداکثر کاهش یافت و افزایش عمق آب آبیاری تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد نداشت. با نگاهی به نتایج عمق آب زهکشی شده در کلیه تیمارها، مشاهده شد که مقادیر زیادی از آب آبیاری داده‌شده، به‌صورت نفوذ عمقی از دسترس گیاه در تیمار $T1$ (دور اجرایی در منطقه)، خارج‌شده و از طرفی هرچه مقدار آب کاربردی کمتر باشد، پتانسیل برای تخلیه رطوبت توسط گیاه بیشتر شده و این موضوع نیز خود مقادیر $EWUE$ نشان می‌دهد که تیمار $T2$(دور آبیاری ۸ روزه)، با ۳۶۸۸ مترمکعب عمق آب آبیاری، بیشترین شاخص اقتصادی کارایی مصرف آب را دارا می‌باشد. با افزایش عمق آب کاربردی تا حدودی، میزان درآمد خالص، با شیب تندی افزایش می‌یابد؛ پس از آن، این شیب ملایم شده و در نهایت روند کاهشی به خود می‌گیرد و بیانگر آن است که با افزایش عمق آب کاربردی در کم آبیاری‌ها (به ازای واحد عمق آب)، درآمد خالص به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. اما؛ فزایش عمق کاربردی در بیش‌آبیاری باعث ثابت ماندن یا کاهش درآمد خالص می‌گردد. به‌عنوان مثال، در گیاه دارویی آویشن بر اساس نمودارهای درآمد خالص ترسیم‌شده در دور آبیاری ۸ روزه نسبت به دور آبیاری ۴ روزه، درآمد خالص حدود ۱/۵ برابر افزایش می‌یابد. لذا با توجه به مقاوم بودن گیاه دارویی آویشن، در شرایط محدودیت مقدار آب در دسترس، استفاده از دور آبیاری ۸ روزه، از نظر کمی، کیفی و اقتصادی توصیه می‌گردد.

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. چاپ دوم. جلد سوم. صفحات ۹۹-۸۸.

پور میدانی، ع.، مرادی، م. و ادنانی، س. م. ۱۳۸۹. معرفی گیاه دارویی آویشن باغی جهت توسعه کشت در استان قم. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قم.

سپاسخواه، ع.، توکلی، ع. و موسوی، ف. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. صفحه ۲۸۸.

سهرابی، ت. و پایدار، ز. ۱۳۸۷. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. دانشگاه تهران. صفحات ۳۴۸-۳۳۷، ۳۸۱-۳۶۰.

صفی‌خانی، ف.، حیدری شریف‌آباد، ح.، سیادت، ع. ا.، شریفی عاشور آبادی، م.، سید نژاد، م. و عباس زاده، ب. ۱۳۸۶. تأثیر تنش خشکی بر درصد و عملکرد اسانس و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه دارویی بادرشبو. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.۲۳(۱): ۹۹-۸۶.

علیزاده، ا.، طاووسی، م.، اینانلو، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۳. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر مقدار محصول و اجزای عملکرد زیره سبز. پژوهش‌های زراعی ایران. ۲(۱): ۴۲-۳۵.

علیزاده، ا. ۱۳۸۸. طراحی سیستم‌های آبیاری. دانشگاه امام رضا سلام‌الله‌علیه. جلد اول:۱۱۴-۱۰۹.

کوچکی، ع. و سلطانی، ا. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. کرج.

لباسچی، م.، شریفی عاشور آبادی، ح. و مظاهری، د. ۱۳۸۲. اثر تنش خشکی بر تغییرات هیپریسین گلراعی. پژوهش و سازندگی. ۱۶(۱): ۵۱-۴۴.

نقدی بادی، ح.، یزدانی، د.، نظری، ف. و محمدعلی، س. ۱۳۸۱ . تغییرات فصلی عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن (Thymus vulgaris .L)در تراکم‌های مختلف کاشت. گیاهان دارویی ۲(۵): ۵۷-۵۱.

نوروز پور، ق. و رضوانی‌مقدم، پ. ۱۳۸۹. اثر دورهای مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه‌دانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳(۲): ۳۱۵-۳۰۵.

Darwish, T., Atallah, W., Hajhasan, S. and Haidar, A. 2006. Nitrogen and water use effifiency of fertigated processing potato. Agricultural water management. 85: 95–104.

Gholizadeh, M. S., Amin, M., Anuar, A. R., Esfahani, M. and Saberioon, M. M. 2010. The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on growth. Development and essential oil content of moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.). American Journal of Applied Science. 7(1): 33 – 37.

Gimpsey, J.A., Douglas, M.H., van Klink, JW. Beauregard, D.A. and Perry N.B. 1994. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized Thymus Vulgais L. in Newzealand. Flavour and Fragrance J. 9: 347-52.

Letchamo, W., Marquard, R., Holzl, J. and Gosselin, A. 1985. Effect of water supply and light intensity on growth and essential oil of two thymus vulgaris selections. Hort, Absts. 65: absts: 11028.

Letey, J. Dinar, A. and Knapp, K.C. 1985. Crop-water production function model for saline irrigation waters. Soil Sci. Soc Am. J. 49:1005-1009.

Nadler, A., Raveh, E., Yermiyahu, U. and Green, S. 2006. Stress included water content variations in mango stem by time domain reflectometry. Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 510-520.

drying on yield. Tuber size and water use effifIency in potato under field conditions. Field crop research. 100: 117-124.

Simsek, M., Can, A., Denek, N. and Tonkaz, T. 2011. The effcts of different irrigation regimes on yield and silage quality of corn under semi-arid conditions. Afr. J. Biotechnol. 10(31): 5869-5877.

Stewart, J. I., Danielson, R. E., Hanks, R. J. E.B. Jackson, Hagan, R. M. Pruitt, W. O., Franklin, W.T. and Riley, J.P. 1977. Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah water Lab. PRWG 151-1. Logan Utah.

Omidbiaigi, A., Hassani, R. and Sefidkon, F. 2003. Essential oil content and composition of sweet basil (Ocimum basilicum) at different irrigation regimes. Journal of Essential oil Bearing Plants. 6: 104 – 108.

Parra, M.A. and Romero, G.C. 1980. On the dependence of salt tolerance of baens on soil water matric potential. Plant and Soil. 56:3-16.

Sangwan, N.S., Farooqi Abad, A.H. and Sangwan, R.S. 1994. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. New Phytologist. 128: 173-179.

Shahnazari, A., Liu, F., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E. and Jensen, C. R. 2007. Effects of partial root-zone

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.4, Vol. 16, Oct.-Nov. 2022, p. 751-761

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۶، مهر - آبان ۱۴۰۱، ص. ۷۶۱-۷۵۱

The Effect of Irrigation Cycle on Yield and Yield Components of *Zataria multiflora* (Case Study: Aliabad Fars)

Z. Miri[1], A. Shahidi*[2], A. Khashei Siouki[3], M. H. Rouhian[4]
Recived: Dec.30, 2022 Accepted: Jun.20, 2022

Abstract

In order to investigate the effect of changes in irrigation cycle on yield and its components, water use efficiency, economic index of water use efficiency and net income of *Zataria multiflora*, experimental in 2016-2017 crop year, in randomized complete blocks with four levels of irrigation cycle (4, 8, 12 and 16 days), in three replications, using T-TAPE irrigation system in Aliabad region of Fars. The results showed that the effect of 8-day irrigation period was significant at 1% level on fresh and dry weight yield of the plant, number of lateral branches, amount of active ingredient and harvest index and had no significant effect on plant height. The value of the final production index in relation to the depth of irrigation water for minimum irrigation (17.46 cm) is equal to 180.33 kg per cm of water and for maximum irrigation (75.66 cm) is equal to 41.61 kg per cm Water came in handy. The results showed that the 8-day treatment had the maximum amount of water consumption efficiency and in the 8-day treatment the values of economic index of water consumption and net income were 3 and 1.5 times higher than the executive treatment in the region (4-day cycle), respectively. During 12 and 16-day irrigation periods, plant yield was significantly reduced due to severe water stress. According to Stewart model, the sensitivity coefficient of the plant was calculated to be 0.69. Therefore, considering the resistance and yield and capacity of thyme plant to increase the irrigation cycle in the region, the use of 8-day irrigation cycle is recommended in terms of quantity, quality and economy.

Keywords: Economic index of water consumption, Thyme, Water stress, Yield

1- Graduate of Irrigation and Drainage, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Member of the Unconventional Water Research Group, University of Birjand, Birjand. Iran
2- Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
3- Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand. Birjand. Iran
4- Instructor of Water Science and Engineering Department, Fars Agricultural Jihad Training center, Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: ashahidi@birjand.ac.ir)