

## اثر متقابل دور آبیاری و نیترات آمونیوم بر عملکرد و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب گیاه داروئی مامیران

پریسا کریمی<sup>۱</sup>، محمدحسن بیگلویی<sup>۲\*</sup>، امیر صحرارو<sup>۳</sup>، هدایت زکی‌زاده<sup>۳</sup> و باب‌اله فرجی<sup>۴</sup>

### چکیده

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری و نیترات آمونیوم بر عملکرد و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب، گیاه داروئی مامیران (*Chelidonium majus L.*)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. فاکتورها شامل دور آبیاری در سه سطح (۴، ۸ و ۱۲ روز) به‌ترتیب به‌صورت I1، I2 و I3 و کود نیتروژن بر پایه نیترات آمونیوم در پنج سطح (۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۵ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب به‌صورت N0، N45، N60، N75 و N95 بودند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن تر بوته با ۹۲/۹۲ گرم در بوته در دور آبیاری ۸ روز با سطح کود ۹۵ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. همچنین بیشترین شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب مبتنی بر سود ناخالص و سود خالص بر پایه وزن تر کل بوته به‌ترتیب با ۸/۶۵ کیلوگرم بر مترمکعب و ۳۴۶۳۹۳۲۹ و ۱۷۳۱۹۶۶۵ ریال بر مترمکعب در تیمار دور آبیاری ۸ روز با سطح کود ۹۵ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد؛ بنابراین تیمار دور آبیاری I2 با سطح کود N95 مناسب‌ترین گزینه از نظر عملکرد و شاخص‌های بهره‌وری آب برای تولید گیاه داروئی مامیران در شرایط گلخانه است.

**واژه‌های کلیدی:** آب مصرفی، بهره‌وری آب، سود خالص، سود ناخالص به‌ازای واحد حجم آب، وزن تر کل بوته.

ارجاع: کریمی پ. بیگلویی م. ح. صحرارو ا. زکی‌زاده ه. و فرجی ب. ۱۴۰۲. اثر متقابل دور آبیاری و نیترات آمونیوم بر عملکرد و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب گیاه داروئی مامیران. مجله پژوهش آب ایران. ۵۱: ۶۳-۷۲. <https://dx.doi.org/10.22034/IWRJ.2023.14426.2535>

۱- دانشجوی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۴- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

\* نویسنده مسئول: [biglou@Guilan.ac.ir](mailto:biglou@Guilan.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۴

## مقدمه

گیاهان دارویی می‌توانند نقش مؤثری در پیشگیری و درمان انواع بیماری‌ها و افزایش صادرات غیرنفتی داشته باشند. جلوگیری از تخریب منابع و محیط‌زیست، سازگاری با شرایط اقلیمی ایران، وجود ظرفیت‌های گسترده تولید در زمین، اشتغال‌زایی و صادرات از برتری‌های کاشت گیاهان دارویی است (حیدرزاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ علی‌پورکشت و همکاران، ۲۰۲۱). گیاه دارویی مامیران (*Chelidonium majus L.*) گیاهی علفی و پایا به ارتفاع ۸۰-۳۰ سانتی‌متر است که در خاک‌های مرطوب، روی دیوارها، نقاط متروک، اماکن سایه‌دار، حاشیه جاده‌ها و نواحی مجاور آبادی‌ها می‌روید (غناوی و همکاران، ۲۰۱۵). این گیاه در اغلب نقاط اروپا می‌روید و انتشار جغرافیایی آن سوئد، فنلاند و شمال دریای بالتیک را دربرمی‌گیرد (کلافام، ۱۹۸۹؛ چینگر، ۱۹۶۰). پراکندگی گیاه در خاورمیانه محدود به ایران و ترکیه است که محل رویش آن در ایران در نواحی شمال کشور (گرگان، مازندران و گیلان) و در استان گیلان (رشت، رودبار و...) است (زرگری، ۱۳۶۹؛ حسنی و همکاران، ۲۰۱۶).

در طب سنتی از همه قسمت‌های گیاه مامیران، به‌ویژه شیرابه و ریشه آن در درمان ناراحتی‌های پوستی به‌ویژه برص، درد دندان و نیز به‌عنوان صفراآور استفاده می‌کردند (زرگری، ۱۳۶۹). در سال‌های اخیر بیشتر قسمت‌های هوایی آن که در مرحله گلدهی جمع‌آوری می‌شود (دراگانان‌جاکولویس و همکاران، ۲۰۱۳) برای درمان برخی بیماری‌ها به‌ویژه سرطان‌های دستگاه گوارش مورد استفاده قرار می‌گیرد (فابریکی‌اورنگ و شهاب‌زاده، ۱۳۹۸). همچنین همه قسمت‌های این گیاه حاوی شیره نارنجی رنگ سرشار از آلکالوئیدهای Chelerythrine, Chelidone, Berberin, Sangunarine و ... است (کلنبو و بوسیسیو، ۱۹۹۶).

توانایی رشد محصولات کشاورزی و مدیریت نیاز آن‌ها به آب برای تمدن‌ها ضروری است (دروش و همکاران، ۲۰۲۰). از آنجایی که کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است و ۷۱ درصد از مصرف آب شیرین در سراسر جهان را به خود اختصاص می‌دهد، لازم است شیوه‌های مدیریت آب آبیاری از تمرکز بر تولید در واحد سطح، به حداکثر رساندن تولید در واحد آب مصرفی تغییر کند (بوعرب و همکاران، ۲۰۲۰). این امر مهم می‌تواند در

محیط‌های کنترل‌شده از جمله کشت گلخانه‌ای بیشتر محقق شود. در سال‌های اخیر سطح زیرکشت گلخانه‌ای افزایش یافته است، اما افزایش تورم و هزینه‌های تولید، سرعت توسعه سطح زیرکشت گلخانه‌ای را تا حدی محدود ساخته که با افزایش قیمت محصولات گلخانه‌ای می‌تواند سرعت توسعه بهبود یابد (جاوید، ۱۴۰۰). بخش وسیعی از گستره ایران در شرایط آب‌وهوایی خشک و نیمه‌خشک واقع شده و با وجود کمبودهای موجود، کشاورزی در آن به‌شدت به آب آبیاری وابسته است و آب به‌عنوان مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین نهاده تولید کشاورزی در ایران به‌شمار می‌رود (زیبایی، ۱۳۸۶). براساس آنچه ذکر شد، چندین دیدگاه و تئوری از سوی اقتصاددانان و سیاستمداران کشورهای مختلف در رابطه با حل معضل جهانی غذا و آب مطرح است. یکی از راهکارهای توصیه‌شده، پیاده‌سازی نظام بهره‌وری آب کشاورزی در ساختار مدیریت منابع آب کشور (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲) با رویکرد کارایی و دیگری بهبود در عملکرد محصولات کشاورزی از نظر کمی و کیفی با اعمال روش‌های مدیریتی زراعی (حقیقتی و همکاران، ۱۳۹۴) با رویکرد اثربخشی است که در مجموع به ارتقای شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب منجر می‌شود. بهره‌وری آب شامل بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی است که به‌ترتیب نسبت خروجی محصول کشاورزی به مقدار آب مصرفی و سود ناخالص حاصل از هر واحد آب مصرفی است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش‌های بانک جهانی نشان می‌دهد که میانگین بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران ۰/۲ دلار به‌ازای هر مترمکعب آب است که نسبت به میانگین جهانی آن اختلاف معنی‌دار و با کشورهای مانند فرانسه که بهره‌وری آب در بخش کشاورزی آن ۸/۸ دلار به‌ازای هر مترمکعب آب است، اختلاف بسیار زیادی دارد (بانک جهانی، ۲۰۰۶). عوامل تأثیرگذار بر شاخص‌های بهره‌وری آب در اکثر محصولات زراعی چه اقلیمی و چه غیراقلیمی بسیار زیاد است (پرومان و همکاران، ۲۰۱۳) و این عوامل در بخش کشاورزی از جمله نوع محصول، مصرف آب، تکنولوژی آبیاری، وارپته گیاه، فاکتورهای خاک و فاکتورهای اقتصادی معرفی شده‌اند (علی و تالوکدر، ۲۰۰۸). مطالعات زیادی در زمینه محاسبه انواع شاخص‌های بهره‌وری آب در بخش کشاورزی به‌ویژه در شرایط مزرعه صورت گرفته و

و همکاران، ۱۳۹۹). با وجود گزارش‌های فراوان درباره تأثیر دور آبیاری و کودهای نیتروژنی بر گیاهان زراعی، باغی و دارویی مختلف، هنوز اطلاعات جامع و کاملی در مورد تأثیر این عوامل و سطوح بهینه آن‌ها برای کشت گیاه دارویی مامیران در دسترس نیست؛ بنابراین هدف از پژوهش حاضر ارزیابی عملکرد و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در گیاه دارویی مامیران در سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن است.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر دور آبیاری و سطوح نیترات آمونیوم بر برخی خصوصیات گیاه دارویی مامیران در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. بدین منظور برای تهیه بستر کاشت، خاک سطحی باغچه، ماسه‌بادی و کود دامی با نسبت (۱:۱:۱) با هم مخلوط و در گلدان‌هایی با قطر متوسط ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر پر شدند. قبل از اعمال تیمار آبیاری از خاک گلدان‌ها برای تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه تهیه و به آزمایشگاه تحقیقات آب و خاک مؤسسه تحقیقات برنج کشور منتقل شد (جدول ۱). بذر گیاه دارویی مامیران از مجموعه گیاهان دارویی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان تهیه شد. در اواسط خرداد، به دلیل ریز بودن بذر، حدود ۵ تا ۶ بذر در هر سینی نشاء کاشته شد. پس از جوانه زنی بذر، فقط یک نشاء حفظ شد و بقیه حذف شدند. در انتهای دهه اول تیر و پس از رسیدن به مرحله پنج برگی، بوته‌ها به گلدان‌های اصلی منتقل شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل تیمارهای دور آبیاری با سه سطح: ۴ روز (I1)، ۸ روز (I2) و ۱۲ روز (I3) و کود نیتروژن از منبع نیترات آمونیوم با میزان ۲۵ درصد نیتروژن (رستمی و احمدی، ۱۳۹۳) با پنج سطح: صفر (N0)، ۴۵ (N45)، ۶۰ (N60)، ۷۵ (N75) و ۹۵ (N95) کیلوگرم در هکتار در سه تکرار اجرا شد. مقدار آب آبیاری که در هر نوبت به گلدان‌ها داده شد، با استفاده از معادلات (۱) و (۲) محاسبه شد (علیزاده، ۱۳۹۵).

$$dn = (FC - PWP) / 100 \times pb \times Dr \times F \quad (1)$$

$$V = dn \times A \quad (2)$$

در این معادلات؛ dn عمق خالص آب آبیاری (mm)، FC،

عنوان شده است که زمان و حجم دقیق آبیاری احتمالاً مهم‌ترین فاکتور برای مدیریت کارآمد آبیاری و صرفه‌جویی در مصرف آب است که به نوبه خود باعث بهبود بهره‌وری و کیفیت محصولات می‌شود. در این راستا کریمی و جلینی (۱۳۹۶) برای بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی در دشت مشهد تحقیقی انجام دادند و نتیجه گرفتند که بهره‌وری فیزیکی آب برای خربزه، گوجه‌فرنگی، هندوانه و خیار به ترتیب ۱/۵۸، ۲/۵۶، ۱/۸۴ و ۱/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین شاخص بهره‌وری اقتصادی آب بر اساس سود ناخالص و سود خالص به ازای واحد حجم آب در محصولات مذکور به ترتیب ۸۱۶۲، ۱۰۲۷۵، ۶۵۴۳ و ۹۴۸۰ ریال بر مترمکعب و ۵۶۰۹، ۷۴۲۳، ۴۰۲۹ و ۵۰۱۶ ریال بر مترمکعب بود. رضایی و همکاران (۱۳۹۹) با ارزیابی عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گیاه توت‌فرنگی در شرایط گلخانه تحت سطوح مختلف آبیاری (آبیاری کامل، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) دریافتند که بیشترین عملکرد و بهره‌وری آب در سطح آبیاری کامل بود.

بررسی نیازهای تغذیه‌ای گیاهان دارویی برای رسیدن به عملکرد مناسب و اقتصادی، نقش مهم و حیاتی دارد. یکی از عناصر غذایی ضروری که گیاهان به آن نیاز دارند، نیتروژن است. نیتروژن، کلیدی‌ترین عنصری است که باعث باروری خاک و تولید محصولات کشاورزی می‌شود (برنگوثر و همکاران، ۲۰۰۹) و در بین عناصر غذایی، یکی از عناصر پرمصرف و بسیار ضروری برای گیاهان به‌شمار می‌رود که در ساختمان مولکول‌های زیستی مانند پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم‌ها نقش دارد. وجود نیتروژن برای اغلب فعالیت‌های متابولیکی گیاهان حیاتی است و کمبود آن تداخل فراوانی را در رشد و نمو گیاهان ایجاد می‌کند (مارسندر، ۱۹۹۵)؛ درحالی‌که بیش‌تربودن نیتروژن باعث بیماری و مشکلات محیطی دیگری می‌شود (یوان و همکاران، ۲۰۱۵). افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گیاه دارویی داتوره (*Datura stramonium*) (L. با افزایش مقدار نیتروژن از ۶۰ به ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم بر هکتار توسط ایزدی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش شده است. بنابراین، انجام پژوهش‌های علمی دقیق در زمینه تغذیه گیاهان زراعی و دارویی و تعیین دقیق مقدار کود مورد نیاز آن‌ها، ضرورت بسزایی دارد (حیدرزاده

جرم مخصوص ظاهری با استفاده از روش مغزه‌گیر (Core sampler) تعیین شد. مقدار کود داده‌شده به هر گلدان با در نظر گرفتن تیمارهای کودی براساس سطح آن بود که با لحاظ کردن قطر متوسط گلدان تعیین شد. تیمار کود نیتروژن (بر پایه نیترات آمونیوم) در دو نوبت هر ۲۴ روز یک مرتبه برای همه گیاهان به صورت همزمان اعمال شد.

ظرفیت زراعی (%), PWP نقطه پژمردگی دائم (%), pb جرم مخصوص ظاهری خاک (g/cm<sup>3</sup>), Dr عمق مؤثر ریشه (cm), F ضریب مدیریت آبیاری (۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک), A سطح متوسط خاک در گلدان (cm) و V حجم آبی است که به هر گلدان در هر نوبت آبیاری داده شد (Lit). ضرایب رطوبتی FC و PWP خاک با استفاده از دستگاه صفحه‌فشاری (Pressure plate) و

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/Kg)	پتاسیم (mg/Kg)	کلسیم (mg/Kg)
۱	۷/۵	۱/۱۲	۰/۲۵	۷۴/۷	۲۳۶	۴۳۲
جرم مخصوص ظاهری خاک (g/cm <sup>3</sup> )	PWP (%)	FC (%)	بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)
۱/۵۵	۹	۲۱	لوم شنی	۱۰	۲۲	۶۸

درآمد) در تعیین شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب براساس مصاحبه با کارشناسان فروشگاه‌های معتبر گیاهان دارویی، استعلام از سایت‌های اینترنتی از جمله دیجی کالا و استفاده از سالنامه آماری وزارت جهاد کشاورزی بر مبنای سال زراعی ۱۴۰۱ بود. در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی (در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد) استفاده شد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شدند.

### نتایج و بحث

#### آب مصرفی

حجم کل آب مصرفی در طول دوره رشد گیاه براساس تیمارهای دور آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ روز به ترتیب ۲۱/۴۶، ۱۰/۳۷ و ۷/۰۳ لیتر بود که به ترتیب در ۵۸، ۲۸ و ۱۹ نوبت آبیاری اعمال شد. بنابراین هرچند حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری در هر سه تیمار یکسان بود، حجم کل آب مصرفی در تیمار دور آبیاری ۴ روز در مقایسه با دوره‌های آبیاری ۸ و ۱۲ روز به ترتیب ۵۱/۶۷ و ۶۷/۲۴ درصد و در دور آبیاری ۸ روز در مقایسه با دور آبیاری ۱۲ روز ۳۲/۲۱ درصد بیشتر بود.

#### وزن تر کل بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر دور آبیاری و سطح کود در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر وزن تر کل بوته معنی‌دار بود (جدول ۲).

در پایان آزمایش هنگامی که گیاهان به گل رفتند (حدوداً ۲۲۵ روز پس از نشاءکاری)، برای محاسبه وزن ریشه و اندام‌های هوایی، بوته‌ها از گلدان خارج و ریشه‌های آن‌ها از قسمت آسمانه و بستر کشت جدا شد. پس از شست‌وشوی ریشه‌ها هرکدام به‌طور جداگانه با ترازوی دیجیتالی حساس (مدل Sartorius) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. سپس با در نظر گرفتن مقدار آب مصرفی در هر تیمار آبیاری شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب مبتنی بر وزن تر کل بوته که شامل قسمت ریشه و اندام‌های هوایی گیاه است، به ترتیب با استفاده از معادلات (۳)، (۴) و (۵) تعیین شد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

$$CPDbPfw = \frac{Pfw}{CW} \quad (۳)$$

$$BPDbPfw = \frac{GBPfw}{CW} \quad (۴)$$

$$NBPDbPfw = \frac{NBPfw}{CW} \quad (۵)$$

در این معادلات؛ CPDbPfw, BPDbPfw, NBPDbPfw, Pfw, GBPfw, NBPfw و CW به ترتیب بهره‌وری فیزیکی آب مبتنی بر وزن تر کل بوته (کیلوگرم بر مترمکعب)، بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود ناخالص حاصل از وزن تر کل بوته (ریال بر مترمکعب)، بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود خالص حاصل از وزن تر کل بوته (ریال بر مترمکعب)، وزن تر کل بوته (کیلوگرم)، سود ناخالص (ریال) و سود خالص (ریال) حاصل از وزن تر کل بوته و مقدار آب مصرفی در طول دوره رشد (مترمکعب) است. محاسبه هزینه‌های تولید و آب و قیمت فروش محصول

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده گیاه دارویی مامیران

میانگین مربعات		وزن تر کل		درجه آزادی	منبع تغییرات
بهره‌وری آب بر پایه سود ناخالص	بهره‌وری آب بر پایه سود خالص	بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل	بهره‌وری آب بر پایه بوته		
۳/۷۵۰۱۸۹۴e۱۴**	۱/۵۰۰۰۷۵۸e۱۵**	۹۳/۷۵**	۳۴۸۱/۷۵**	۲	دور آبیاری (I)
۱/۱۳۵۰۹۹۶e۱۳**	۴/۵۴۵۰۳۹۸۲e۱۳**	۲/۸۳**	۳۹۹/۸**	۴	نیترات آمونیم (N)
۴/۴۷۵۸۳۶۷e۱۳*	۱/۷۹۰۳۳۴۷e۱۳*	۱/۱۱*	۲۰۹/۵*	۸	I×N
۱/۹۶۱۳۹۵۹e۱۲	۷/۸۴۵۵۸۳۶e۱۲	۰/۴۹	۷۲/۲۹	۳۰	خطای آزمایش
۱۱/۵۰	۱۱/۵۰	۱۱/۵۰	۱۲/۵۶	-	ضریب تغییرات

\*\* و \* معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و ns معنی‌دار نیست.

۱۳۹۰). در تحقیقی با افزایش سطح نیتروژن محلول از ۱۵۰ به ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر، وزن تر گیاه نعنای سبز (*Mentha spicata* L.) افزایش یافت (کریسارجریس و همکاران، ۲۰۱۷).

#### بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل بوته

بررسی اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل گیاه نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل گیاه با ۸/۶۵ کیلوگرم در مترمکعب در تیمار I2×N95 به‌دست آمد و کمترین آن با ۲/۴۴ کیلوگرم در مترمکعب در تیمار II×N0 مشاهده شد که با تیمارهای کودی در همان دور آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱ ب). نتایج حاصل حاکی از آن است که افزایش بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل تقریباً در همه سطوح دور آبیاری با افزایش کود همراه بود، اما این افزایش در تیمار دور آبیاری ۴ روز کمترین و در بین دوره‌های آبیاری ۸ و ۱۲ روز تقریباً در اکثر تیمارهای کودی اختلاف معنی‌دار نبود؛ بنابراین برای افزایش بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل گیاه مامیران باید در کنار اعمال تیمار کودی ۹۵ کیلوگرم در هکتار به تعیین سطح آبیاری بهینه، توجه بیشتری شود. به دلیل اینکه افزایش بهره‌وری آب با کاهش آب مصرفی (مخرج کسر) یا با افزایش عملکرد (صورت کسر) میسر می‌شود. بر این اساس انتظار می‌رفت که بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل با اعمال آبیاری بیشتر (دور آبیاری ۴ روز) عملکرد گیاه مامیران به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش (صورت کسر) یا با اعمال کم‌آبیاری (دور آبیاری ۱۲ روز) به دلیل کاهش کل آب مصرفی در طول دوره رشد گیاه (مخرج کسر) بهره‌وری آب افزایش یابد. با وجود این، دور آبیاری ۸ روز

بررسی اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن بر میانگین وزن تر کل بوته نشان داد که بیشترین وزن تر کل بوته با مقدار ۹۲/۹۲ گرم در بوته در تیمار دور آبیاری ۸ روز با کود ۹۵ کیلوگرم در هکتار (I2×N95) و کمترین آن با ۴۵/۳۶ گرم در بوته در تیمار دور آبیاری ۱۲ روز با کود ۶۰ کیلوگرم در هکتار (I3×N60) مشاهده شد (شکل ۱ الف)؛ بنابراین کمبود رطوبت خاک را تا حد مجاز می‌توان با افزایش مقدار کود جبران کرد، بدین معنی که وجود کود نیتروژن لازم در خاک همراه با دور آبیاری مناسب می‌تواند منجر به حصول حداکثر وزن تر کل بوته شود، یا به عبارتی کارایی سطح کود بستگی به مقدار مناسب آب آبیاری دارد که در تحقیق حاضر تیمار دور آبیاری ۸ روز در شرایط استفاده از کود نیتروژن ۹۵ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۱۲ روز به ترتیب ۱۶/۸۷ و ۳۸/۷۱ درصد عملکرد بیشتری داشت. فاضلی‌کاخری و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی بیشترین عملکرد گیاه گل مغربی را در دور آبیاری ۱۰ روز به‌دست آوردند، در صورتی‌که انتظار می‌رفت بیشترین عملکرد در دور آبیاری ۷ روز و کمترین آن در دور آبیاری ۱۴ روز حاصل شود، که از این نظر با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد؛ ولی آزادبخت و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیق خود بیشترین عملکرد گیاه آزی‌وش را در بین دوره‌های آبیاری ۶، ۱۲ و ۱۸ روز، در دور آبیاری ۶ روز به‌دست آوردند. افزایش نیتروژن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌شود، با افزایش پروتئین‌ها، گیاه به توسعه سطح برگ، تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع و قطر ساقه می‌پردازد که افزایش این صفات، افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد و با افزایش مواد فتوسنتزی، میزان ماده گیاهی افزایش می‌یابد (رحمانی و همکاران،

اقتصادی آب توسط محققان مختلف در دنیا انجام گرفته است (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶؛ عبدی مقدم و همکاران، ۱۴۰۱؛ لیو و همکاران، ۲۰۱۸؛ الحنائی و جایسوریا، ۲۰۲۱)؛ اما در مورد گیاهان دارویی چه در شرایط مزرعه و چه در شرایط گلخانه در این زمینه تحقیقات چندانی انجام نگرفته است. از دیدگاه اقتصادی در تولید محصولات کشاورزی، تنها افزایش بهره‌وری فیزیکی آب کافی نیست، اما محصول تولیدشده باید ارزش اقتصادی یا درآمد بیشتری را نصیب تولیدکننده کند؛ بنابراین براساس مطالب ذکرشده، شاخص سود خالص به‌ازای واحد حجم آب نسبت به شاخص‌های فیزیکی آب و سود ناخالص به‌ازای واحد حجم آب کامل‌تر است (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶). در این راستا تحقیقی که در خصوص شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب (سود ناخالص و خالص به‌ازای واحد حجم آب) گیاهان جو، گندم، یونجه و گل رز دمشق انجام شده است، نشان داد که بیشترین شاخص فیزیکی آب با  $0/68$  کیلوگرم بر مترمکعب در گیاه یونجه و کمترین آن با  $0/19$  کیلوگرم بر مترمکعب در گل رز دمشق به‌دست آمده است، در صورتی که شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی آب (سود ناخالص و خالص به‌ازای واحد حجم آب) گیاه گل رز دمشق در مقایسه با یونجه به‌ترتیب  $311/39$  و  $448/84$  درصد بیشتر بود و علاوه‌براین  $41/76$  درصد صرفه‌جویی در مصرف آب را به همراه داشته است (بهاردواج و همکاران، ۲۰۲۱). بهره‌وری اقتصادی آب گیاهان دارویی به‌دلیل ارزش اقتصادی بالا و مصرف کم آب عموماً بالا است (صیفی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰). از نتایج به‌دست‌آمده می‌توان چنین استنباط کرد که با اعمال مدیریت کارآمدتر در ترکیب استفاده از نهاده‌های آب و کود نیتروژن در تولید گیاه مامیران می‌توان به بهره‌وری مطلوب اقتصادی آب به مفهوم خاص دست یافت و درعین حال در مصرف آن‌ها صرفه‌جویی به عمل آورد که از نظر محیط‌زیست به مفهوم عام بسیار مؤثر است (لویدو و همکاران، ۲۰۱۴).

### بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود خالص حاصل

#### از وزن تر

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده دور آبیاری در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن و اثر ساده کود نیتروژن در سطح

مناسب‌ترین گزینه از نظر بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل و به‌تبع آن در مصرف آب در طول دوره رشد گیاه در مقایسه با دور آبیاری ۴ روز ۵۰ درصد صرفه‌جویی شد. در همین راستا اسدی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی که برای بررسی اثر دور و دو روش آبیاری از نظر شاخص‌های رشد و بهره‌وری آب گیاه دارویی رزماری انجام دادند، نتیجه گرفتند که بهره‌وری آب در دور آبیاری براساس ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بیشتر از دورهای آبیاری براساس ۲۵ و ۵۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک بود که مؤید نتایج تحقیق حاضر است. همچنین جمالی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود بیشترین بهره‌وری عملکرد گیاه نعنا فلفلی را به‌ازای واحد حجم آب در سطح آبیاری ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه با اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ نیاز آبی گیاه به‌دست آوردند؛ اما در تحقیق دیگری که روی گیاه رزماری انجام گرفته، بیشترین بهره‌وری فیزیکی آب در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد جبران کمبود رطوبت خاک به‌دست آمده است (ریگی‌کارواندی و همکاران، ۱۳۹۹).

### بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود ناخالص حاصل

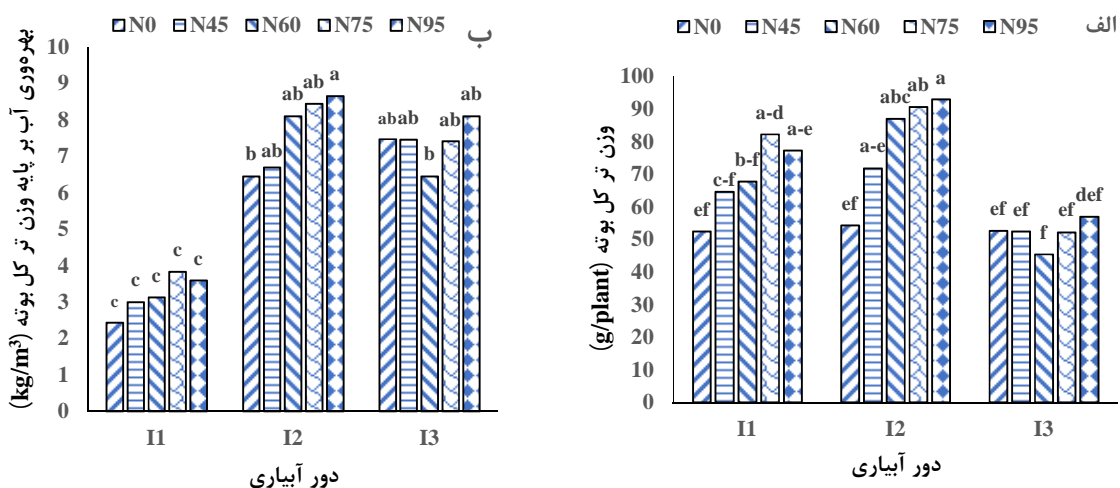
#### از وزن تر

بررسی اثر متقابل بین دور آبیاری و کود نیتروژن بر بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود ناخالص حاصل از وزن تر گیاه دارویی مامیران نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب در تیمار  $12 \times N95$  مشاهده شد که به غیر از تیمارهای  $12 \times N0$ ،  $13 \times N60$  و همه تیمارهای کودی با دور آبیاری ۴ روز اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن در تیمار  $11 \times N0$  مشاهده شد که با سایر تیمارهای کودی در همان دور آبیاری هم اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲ الف)؛ بنابراین افزایش دور آبیاری یا به عبارت دیگر کاهش مصرف آب، بهره‌وری آب مبتنی بر سود ناخالص حاصل از تولید وزن تر مامیران را افزایش داد؛ به‌طوری‌که سود ناخالص حاصل از وزن تر در دورهای آبیاری ۸ و ۱۲ روز با سطح کود ۹۵ کیلوگرم بر هکتار در مقایسه با دور آبیاری ۴ روز با همان سطح کودی به‌ترتیب  $58/43$  و  $55/57$  درصد افزایش داشت و علاوه‌براین به‌ترتیب ۵۰ و  $67/24$  درصد صرفه‌جویی در مصرف آب را به همراه داشت. هرچند مطالعات متعددی در مورد گیاهان مختلف زراعی و باغی در شرایط مزرعه برای تعیین شاخص‌های بهره‌وری

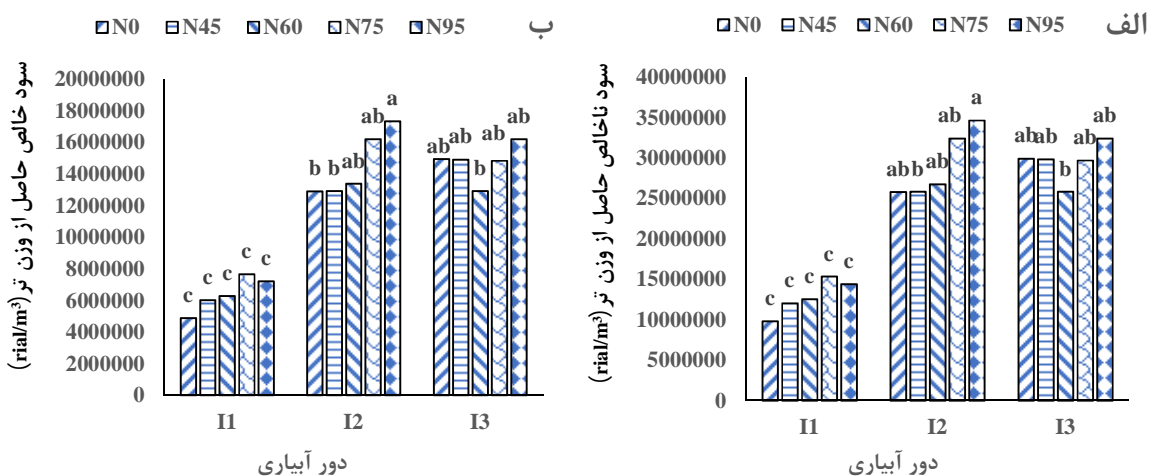
اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲ ب). خارج کردن هزینه‌های مصرفی از درآمد کل تولید باعث می‌شود که مقدار واقعی سود خالص در هر تیمار مشخص شود و نتایج حاکی از آن است که با افزایش دور آبیاری از ۴ به ۸ و ۱۲ روز در همه تیمارهای کودی بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود خالص حاصل از وزن تر افزایش یافت، به طوری که این افزایش قابل ملاحظه بود و مقدار آن‌ها به ترتیب ۵۸/۴۰ و ۵۵/۶۰ درصد افزایش داشت. از نتایج به دست آمده می‌توان چنین استنباط کرد که تولید گیاه مامیران در شرایط کمبود آب با اعمال میزان کود نیتروژن مناسب می‌توان به بهره‌وری اقتصادی آب بالایی دست یافت.

احتمال پنج درصد بهره‌وری سود خالص وزن تر معنی‌دار بود (جدول ۲).

بررسی نتایج میانگین داده‌های اثر متقابل بین دور آبیاری و کود نیتروژن بر بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود خالص حاصل از وزن تر مامیران نشان داد که بیشترین بهره‌وری در تیمار  $I2 \times N0$  مشاهده شد که با بقیه تیمارهای کودی در همان دور آبیاری، به غیر از همه تیمارهای کودی دور آبیاری ۴ روز و تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم بر هکتار در دور آبیاری ۱۲ روز اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین آن در تیمار  $I1 \times N0$  مشاهده شد که با سایر تیمارهای کودی در همان دور آبیاری



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن بر وزن تر کل بوته (الف) و بهره‌وری آب بر پایه وزن تر کل گیاه دارویی مامیران



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری و کود نیتروژن بر بهره‌وری اقتصادی آب مبتنی بر سود ناخالص (الف) و سود خالص (ب) حاصل از وزن تر گیاه دارویی مامیران

## نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در تولید گیاه دارویی مامیران تلفیق بهینه آب و نیتروژن در افزایش عملکرد و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب نقش مهمی دارد. به طوری که با کاهش دور آبیاری از ۱۲ روز به ۸ روز و افزایش مقدار کود نیترات آمونیوم از ۶۰ کیلوگرم بر هکتار به ۹۵ کیلوگرم بر هکتار، هرچند در مصرف آب ۳۴/۴۸ درصد افزایش به عمل آمد، اما وزن تر بوته ۵۱/۰۸ درصد افزایش یافت. همچنین در این ترکیب شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب مبتنی بر سود ناخالص و سود خالص حاصل از وزن تر بوته به ترتیب ۷۱/۷۹، ۷۴/۵۱ و ۷۱/۷۴ درصد افزایش یافت؛ بنابراین تیمار اثر متقابل I2×N95 می‌تواند مناسب‌ترین گزینه از نظر عملکرد وزن تر بوته و شاخص‌های بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب برای تولید گیاه دارویی مامیران در شرایط گلخانه باشد.

## منابع

- آزادبخت م. طبرساف. واحدی ترشیزی م. قربانی م. ح. و الدرویش ذ. ۱۳۹۸. اثر فواصل روی ردیف و دوره‌های مختلف آبیاری بر عملکرد گیاه کتان هندی (*Corchorus olitorius* L.). نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۲(۱): ۴۷-۶۲.
- احسانی م. و خالدی ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران (وزارت نیرو).
- اسدی ر. حسین‌پور ف. مهربانی م. باقی‌زاده ا. و کاراندیش م. ۱۳۹۷. تأثیر دور و دو روش آبیاری بر شاخص‌های رشد و بهره‌وری آب رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.). نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲(۴): ۵۶۷-۵۸۰.
- ایزدی ز. بیابانی ع. صبوری ح. و بحرینی‌نژاد ب. ۱۴۰۰. بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بر رشد و عملکرد *Datura stramonium* L. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۷(۲): ۳۱۵-۳۲۸.
- جاوید س. ۱۴۰۰. بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر توسعه سطح زیر کشت صیفیجات گلخانه‌ای مناطق روستایی (شهرستان‌های منتخب استان خراسان

- رضوی. دوازدهمین کنفرانس ملی اقتصاد کشاورزی، ۱۱ و ۱۲ خرداد ۱۴۰۰. دانشگاه کردستان، سنندج.
- جمالی ص. انصاری ح. و صفرزاده ثانی ع. ۱۳۹۹. تأثیر سطوح مختلف آبیاری و آب مغناطیسی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی نعنا فلفلی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۴(۳): ۴۳۳-۴۴۸.
- حقیقتی ب. برومند نسب س. و ناصری ع. ۱۳۹۴. تأثیر مدیریت‌های مختلف کم‌آبیاری در روش آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای نواری بار عملکرد سبب‌زمینی و بهره‌وری آب. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹(۲): ۱۸۱-۱۹۳.
- حیدرزاده س. محمدی ح. شاهنوشی ن. و کرباسی ع. ر. ۱۳۹۵. بررسی عامل‌های مؤثر بر سطح مصرف فرآورده‌های گیاهان دارویی. اقتصاد کشاورزی. ۱۰(۲): ۴۹-۶۸.
- حیدرزاده ع. مدرس‌ثانوی س. ع. م. و مختصی بیدگلی ع. ۱۳۹۹. اثر نیتروژن بر برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی رزین گیاه. علوم باغبانی ایران. ۵۱(۳): ۷۰۵-۷۱۷.
- رحمانی نوید. جلالی یکتا ع. طاهرخانی ت. و دانشیان جهانفر. ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف تراکم بوته و نیتروژن بر عملکرد اسانس گیاه دارویی همیشه‌بهار. فصلنامه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲-۴.
- رستمی م. و احمدی ع. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر نوع و دفعات کاربرد کودهای نیتروژنه بر عملکرد و درصد نیتروژن دانه دو رقم ذرت. نشریه زراعت. ۱۰۴(۳): ۴۰-۴۶.
- رضایی ش. جوزی م. و ساریخانی ح. ۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گیاه توت‌فرنگی گلخانه‌ای تحت سطوح مختلف آبیاری در بسترهای کشت خاکی و غیرخاکی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴(۵): ۱۶۹۷-۱۷۰۷.
- ریگی کارواندردی آ. مهربان ا. گنجعلی ح. ر. میری خ. و مبصر ح. ر. ۱۳۹۹. تأثیر کمیت و کیفیت آب آبیاری بر خصوصیات کمی گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴(۳): ۴۰۲-۴۱۳.



- the Saudi Society of Agricultural Sciences. 20: 553-558.
25. Ali M. H. and Talukder M. S. U. 2008. Increasing water productivity in crop production –A synthesis. *Agric. Water Manage.* 95: 1201-1213 Available at: [WWW.home.alltel.net/bsundquist1/ir6c.html](http://WWW.home.alltel.net/bsundquist1/ir6c.html).
26. Alipour Khesht M. Jafari H. and Alizadeh K. 2021. The effect of cultivation of medicinal plants on the economic development of rural settlements Case study: Villages of Kalat city. *Propósitos y Representaciones.* 9 (2): e957. Doi: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE2.957>
27. Berenguer P. Santiveri F. Boixadera J. and Lloveras J. 2009. Nitrogen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy.* 30: 163-171.
28. Bhardwaj J. Sunil Puri P. Prasad S. Mittal A. Kumari S. Srivastava P. and Pubral S. 2021. The economic productivity of water consumption in damask rose cultivation compared to other crops in Solan. *Agricultural Marketing and Commercialization Journal.* 5(2): 142-153.
29. Brauman K. Siebert S. and Foley J.A. 2013. Improvements in crop water productivity increase water sustainability and food security—a global analysis. *Environment research letters.* 8 024030, doi:10.1088/1748-9326/8/2/024030.
30. Chrysargyris A. Nikolaidou E. Stamatakis A. and Tzortzakis N. 2017. Vegetative, physiological, nutritional and antioxidant behavior of spearmint (*Mentha spicata* L.) in response to different nitrogen supply in hydroponics. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants.* 111: 1-10.
31. Clapham A. R. Tutin T. G. and Moore D. M. 1989. *Flora of the British Isles.* Third edition, Cambridge University Press. 705 p.
32. Colombo M. and Bosisio E. 1996. Pharmacological activities of *Chelidonium majus* L. (Papaveraceae). *Pharmaceutical Research.* 127: 33-34.
33. Darwesh R. Kh. Farrag D. Kh. and Okasha E. M. 2020. Irrigation interval, oxygenated water and seed soaking for improving water productivity and squash production. *Plant archives.* 20(2): 9157-9169.
34. Dragana Jakovljevic D. Milan Stankovic S. and Marina Topuzovic D. 2013. Seasonal variability of *Chelidonium majus* L. secondary metabolites content and antioxidant activity. *Experimental and Clinical Sciences.* 12: 260-268.
35. Ghanavi Z. Mollayi S. Babaei A. R. and Ghassempour A. R. 2015. Quantitative measurements of alkaloids in *Chelidonium majus* at different altitudes of north Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plant.* 31(2): 307-314.
۱۴. زرگری ع. ۱۳۶۹. گیاهان دارویی. جلد اول، چاپ پنجم، مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. صص ۱۶۶-۱۲۱.
۱۵. زیبایی م. ۱۳۸۶. عوامل مؤثر بر عدم تداوم استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی در استان فارس: مقایسه تحلیل لاجیت و تحلیل ممیزی، مجله اقتصاد کشاورزی، ۱: ۱۸۳-۱۹۴.
۱۶. سپاسخواه ع. ر. توکلی ع. ر. و موسوی س. ف. ۱۳۸۵. اصول کاربردی کم‌آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. چاپ اول. ۲۸۸ ص.
۱۷. کریمی م. و جلینی م. ۱۳۹۶. بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دشت مشهد (یادداشت فنی). نشریه آب و توسعه پایدار. ۴(۱): ۱۳۳-۱۳۸.
۱۸. عباسی ف. عباسی ن. و توکلی ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، چالش‌ها و چشم‌اندازها. فصلنامه آب و توسعه پایدار. ۴(۱): ۱۴۱-۱۴۴.
۱۹. عبدی‌مقدم ف. رسول‌زاده ع. صمدیان‌فرد س. و نویدی ف. ۱۴۰۱. تحلیل شاخص‌های بهره‌وری آب در اراضی کشاورزی شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان. نشریه دانش آب و خاک. ۳۲(۳): ۷۷-۹۰.
۲۰. علیزاده ا. ۱۳۹۵. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی مشهد، چهاردهمین چاپ. ۶۱۵ ص.
۲۱. فابریکی اورنگ ص. و شهاب‌زاده ه. س. ۱۳۹۸. تأثیر الیستورهای غیرزیستی بر آنتی‌اکسیدان‌ها و صفات فیتوشیمیایی مامیران (*Chelidonium majus*) تحت تنش خشکی. مجله علوم گیاهی زراعی ایران. ۵۰(۱): ۱۳۹-۱۵۰.
۲۲. فاضلی کاخکی س. ف. جلینی م. رضوانی ح. و گلدانی م. ۱۳۹۹. اثر دور آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک، اجزا، عملکرد و روغن دانه گل مغربی در شرایط مزرعه. نشریه آب و توسعه پایدار. ۷(۳): ۷۳-۸۲.
23. Abuarab M. E. Hafez S. M. Shahein M. M. Hassan A. M. El-Sawy M. B. El-Mogy M. M. and Abdeldaym E. A. 2020. Irrigation scheduling for green beans grown in clay loam soil under a drip irrigation system. *Water SA.* 46(4): 573-582.
24. Al-Hinai A. and Jayasuriya H. 2021. Enhancing economic productivity of irrigation water by product value addition: Case of dates. *Journal of*

36. Hassani M. Babaii A. and Moslemkhani K. 2016. Study of *Chelidonium majus* genetic diversity by ISSR in Iran. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*. 6(22): 91-96.
37. Levidow L. Zaccaria D. Maia R. Vivac E. Todorovic M. and Scardigno A. 2014. Improving water efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*. 146: 84-94.
38. Liu J. Yu Zhang Y. and Yu Z. 2018. Evaluation of Physical and Economic Water-Saving Efficiency for Virtual Water Flows Related to Inter-Regional Crop Trade in China. *Sustainability*. 10: 4308.
39. Marschner P. 1995. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. London, UK: Academic Press.
40. Seifzadeh A. R. Khaledian M. R. Mohsen Zavareh M. Shahinroksar P. and Damalas C. A. 2020. European Borage (*Borago officinalis* L.) Yield and Profitability under Different Irrigation Systems. *Agriculture*. 10(136): 1-13. doi:10.3390/agriculture10040136
41. Rechinger K.H. 1960. *Flora Iranica*. Akademish Druk. University Verlay Sanstal. Graz-Austrai.
42. World bank. 2006. *World Development Indicators*, Available at: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
43. Yuan Z. Ata-Ul-Karim S. T. Cao Q. Lu Z. Cao W. Zhu Y. and Liu X. 2015. Indicators for diagnosing nitrogen status of rice based on chlorophyll meter readings. *Field Crops Research*. 185: 12-20.