

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور

مهدی اکبری\*<sup>۱</sup>، فریبرز عباسی<sup>۲</sup>، ابوالفضل ناصری<sup>۳</sup>، افشین یوسف گمرکچی<sup>۴</sup>، فرزین پرچمی<sup>۵</sup>، محمدمهدی نخجوانی مقدم<sup>۶</sup>، سالومه سپهری<sup>۷</sup>، محمدمهدی قاسمی<sup>۸</sup>، مصطفی گودرزی<sup>۹</sup>، امیر اسلامی<sup>۱۰</sup>، امیر نورجو<sup>۱۱</sup>، رحیم علیمحمدی نافچی<sup>۱۲</sup>، رضا بهراملو<sup>۱۳</sup>، محمد اسماعیل کمالی پاشائی<sup>۱۴</sup>، عیسی کیا<sup>۱۵</sup>

- ۱-۲\* - دانشیار و استاد پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
  - ۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز، ایران
  - ۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، قزوین، ایران
  - ۵- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، مغان، ایران
  - ۶- ۷- ۸- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
  - ۹- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک، ایران
  - ۱۰- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران
  - ۱۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران
  - ۱۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد
  - ۱۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، همدان، ایران
  - ۱۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران
  - ۱۵- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری، ایران
- تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۹

### چکیده

حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب محصولات کشاورزی به عنوان شاخص‌های ارزیابی استفاده بهینه از منابع آب نقش بسیار مهمی در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های کلان در حوزه مدیریت و مهندسی آب دارد. در این پژوهش شاخص‌های مذکور در شرایط مدیریت باغداران برای ۱۹۵ باغ در قطب‌های تولید هلو و شلیل کشور شامل آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، مازندران، گلستان، همدان، فارس، مرکزی، قزوین، اردبیل، تهران، البرز و چهارمحال و بختیاری، در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که تفاوت حجم آب آبیاری، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب (آب آبیاری + بارش موثر) در استان‌های مذکور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. میانگین حجم آب آبیاری در استان‌های مذکور به ترتیب ۸۶۱۷، ۷۱۷۸، ۲۰۱۲، ۲۸۴۲، ۶۴۲۸، ۸۸۱۴، ۱۰۸۰۶، ۸۶۷۵، ۸۱۴۰، ۸۵۶۸، ۸۱۳۷ و ۷۷۶۳ با میانگین وزنی کشوری ۶۷۳۴ مترمکعب در هکتار بدست آمد. عملکرد هلو و شلیل نیز در باغ‌های هلو و شلیل استان‌های مذکور بین ۱۰ تا بیش از ۵۰ تن در هکتار و میانگین وزنی کشوری ۲۰ تن در هکتار اندازه‌گیری شد. بهره‌وری آب آبیاری در باغ‌های مزبور بین ۰/۷ تا ۸/۷ کیلوگرم بر مترمکعب با میانگین وزنی کشوری ۳/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. در نهایت میانگین وزنی بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارش موثر کشوری نیز ۲/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب تعیین شد. همچنین میانگین حجم آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل در مناطق مورد مطالعه بجز دو استان گلستان و مازندران برای دو روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب برابر ۹۳۲۵ و ۷۰۹۸ مترمکعب در هکتار تعیین شد ( $p < 1\%$ ). این نتایج نشان داد که با تغییر روش آبیاری از سطحی به قطره‌ای، حجم آب آبیاری ۲۵ درصد کاهش و بهره‌وری آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل، ۳۴ درصد افزایش یافته است. با توجه به نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود برای کاهش حجم آب آبیاری و بهبود بهره‌وری آب در تولید هلو و شلیل، برنامه‌ریزی مناسب آبیاری انجام شود. همچنین در شرایط اقلیمی مناسب که آب آبیاری از کیفیت خوبی برخوردار باشد، در صورت رعایت ضوابط فنی طراحی، اجرا و بهره‌برداری و ملاحظات اقتصادی، استفاده از روش آبیاری قطره‌ای پیشنهاد می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** بهره‌وری آب، عملکرد هلو و شلیل، روش آبیاری قطره‌ای، آبیاری سطحی.

می‌تواند نقش موثری در برنامه‌ریزی‌های کلان مدیریت آب در کشور ایفا نماید که هدف اصلی این تحقیق بوده است. هلو و شلیل از جمله درختانی است که به طور گسترده در بسیاری از کشورهای جهان از جمله چین، ایتالیا، یونان، ایران و مصر کاشته می‌شود. بر اساس گزارش‌های موجود، کل تولید هلو و شلیل در جهان سالیانه حدود ۲۵ میلیون تن است که از حدود ۱/۵ میلیون هکتار باغ‌های هلو و شلیل جهان بدست می‌آید (FAOSTAT, 2023). ایران به دلیل شرایط خاص اقلیمی و آب و هوایی برای کشت درختان میوه از جمله هلو و شلیل، جایگاه ممتازی در سطح جهانی دارد و به‌عنوان یکی از کشورهای تولیدکننده عمده هلو و شلیل محسوب می‌شود. نتایج آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی نشان داد که تولید هلو و شلیل در ایران در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ حدود ۱/۱۷ میلیون تن با سطح زیرکشت ۷۸/۵ هزار هکتار و متوسط عملکرد حدود ۱۶ تن در هکتار بوده است. از قطب‌های اصلی تولید هلو و شلیل در کشور می‌توان به استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، البرز، تهران، چهارمحال و بختیاری، فارس، قزوین، مرکزی، همدان، گلستان و مازندران اشاره کرد. نیاز آبیاری در هلو و شلیل به طول دوره رشد، روش آبیاری، بافت خاک و اقلیم منطقه وابستگی زیادی دارد. سامانه‌های آبیاری سطحی به دلیل داشتن رواناب سطحی و نفوذ عمقی، نسبت به سامانه‌های آبیاری قطره‌ای که به طور صحیح و با توجه به ضوابط فنی طراحی، اجراء و بهره‌برداری شده‌اند، مصرف آب بیشتری دارند (Akbari et al., 2021).

طول دوره رشد درختان هلو و شلیل در بیشتر مناطق کشور از دهه دوم فروردین تا دهه اول آبان ماه و نزدیک به ۲۰۰ روز است. تراکم کاشت درختان در باغ به طور معمول از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ درخت در هر هکتار در نظر گرفته می‌شود.

نزدیک به ۷۰ درصد منابع آب شیرین در جهان در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. با توجه به افزایش ۳۰ درصدی جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ و تغییرات اقلیمی، انتظار می‌رود که وضعیت کمبود آب در سال‌های آتی تشدید گردد. در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی، استفاده بهینه از آب آبیاری در بخش کشاورزی است که بیشترین مصرف آب را به خود اختصاص داده است (Nikolaou et al., 2020). اهمیت آب در کشور ایران به دلایل محدودیت منابع آب از یک طرف و کم بودن بهره‌وری آب از طرف دیگر دوچندان است. تخمین نسبتاً دقیق و یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب از جمله مقدار آب مصرفی، راندمان آبیاری و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی مختلف در کشور از مهم‌ترین ابزارها و شاخص‌های کلیدی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی آب در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی است. در این خصوص، معاونت آب و خاک و موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در یک اقدام مشترک در چند سال اخیر برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات خوبی انجام داده‌اند و مبادرت به اندازه‌گیری میدانی حجم آب آبیاری ۳۵ محصول زراعی، باغی و سبزی و صیفی نموده‌اند. نتایج برخی از این مطالعات نیز منتشر شده است که از آن جمله می‌توان به عباسی (Abbasi et al., 2018)؛ اکبری و همکاران (Akbari et al., 2021)؛ عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2021) اشاره کرد. با توجه به اینکه هلو و شلیل از محصولات مهم باغی کشور هستند که در بیشتر مناطق فاریاب کشور کشت می‌شود و بخش قابل توجهی از سطح زیرکشت محصولات باغی به هلو و شلیل اختصاص دارد (Ahmadi et al., 2020)، لذا بررسی شاخص‌های مدیریت آبیاری این محصولات

که تنک کردن میوه‌ها و مدیریت آبیاری دو شیوه مدیریتی اثرگذار بر اندازه میوه به‌شمار می‌روند، بررسی مقدار بهینه بار درخت و مدیریت آبیاری بهینه با هدف بیشینه‌سازی تعداد میوه‌های درشت هلو و شلیل همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است ( Domuta et al., 2018; Lopez et al., 2016; Marsal et al., 2016; Naor, 1997; Wang et al., 2015).

آیارز و همکاران (Ayars et al., 2003) در یک مطالعه لایسیمتری چهار ساله، حجم آب مصرفی و ضریب گیاهی یک رقم هلوی دیررس را در دره سن‌وانکین، کالیفرنیا، ایالات متحده آمریکا بررسی کردند. در این مطالعه، متوسط سالیانه آب مصرفی رقم هلوی مطالعاتی برابر با ۱۰۳۴ میلی‌متر بود. در مطالعه دیگری، آبریسکوتا و همکاران (Abrisqueta et al., 2013) طی یک پژوهش لایسیمتری چهار ساله در سانتومرا، مورسیا، اسپانیا، مقدار سالانه نیاز آبی خالص یک رقم هلوی زودرس را بین ۴۱۲۰ تا ۵۹۶۰ مترمکعب بر هکتار گزارش کردند. در پژوهشی دوساله در منطقه اژه در کشور ترکیه نیز، تاثیر دور و عمق آب آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب هلو (رقم ردهیون) در روش آبیاری مطالعه شد. نتایج نشان داد تنها اثر عمق آبیاری بر عملکرد محصول معنی‌دار است. عملکرد محصول در تیمارهای مطالعاتی بین ۶/۰ تا ۱۶/۳ تن بر هکتار متغیر بود. حداکثر محصول تولیدی و حداکثر مقدار بهره‌وری آب (۲/۰ کیلوگرم بر مترمکعب) به تیمار عمق آبیاری معادل با ۱۰۰ درصد تشت تبخیر تعلق داشت. در این تیمار، مقادیر فصلی آب آبیاری و مجموع آب آبیاری و بارندگی موثر به ترتیب، برابر با ۴۸۲ و ۷۰۵ میلی‌متر برآورد شد. (Gunduz et al., 2010)

عملکرد محصول و بهره‌وری آب یک باغ شلیل زودرس در یک مطالعه سه ساله در منطقه مورسیا در کشور اسپانیا، تحت سه تیمار برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای، شامل آبیاری بر مبنای ۱۱۰ درصد تبخیر-تعرق گیاه به‌عنوان تیمار شاهد، آبیاری

مقدار مصرف آب هر درخت هلو یا شلیل بسته به شرایط اقلیمی، سن درخت، نوع خاک و نوع رقم درخت متفاوت است. به طور معمول نیاز آبی هر درخت هلو یا شلیل در طول فصل رشد بین ۲ تا ۸ مترمکعب و میانگین آن ۵ مترمکعب است. به طور مثال در آذربایجان شرقی، نیاز آبی خالص هر هکتار باغ هلو یا شلیل در شرایط استاندارد در شهرستان شبستر ۵۸۰۰ مترمکعب در سال و نیاز آبیاری آن با راندمان ۵۰ درصد حدود ۱۱۶۰۰ مترمکعب در سال است. همچنین بهره‌وری آب در تولید هلو در این شهرستان بطور میانگین ۲/۵ کیلوگرم بر مترمکعب است (Nasseri, 2018). درختان هلو و شلیل جزو گیاهان باغی حساس به شوری تقسیم‌بندی شده‌اند. این گیاهان، شوری را تا حد ۱/۷ دسی زیمنس بر متر تحمل می‌کند. اگر شوری عصاره اشباع خاک از این آستانه بیشتر شود، عملکرد این گیاهان باغی روند کاهشی پیدا می‌کند. شیب خط کاهش عملکرد محصول، ۲۱ درصد بر واحد شوری است (Hayward et al., 1946).

مراحل رشد میوه هلو و شلیل شامل سه مرحله، تشکیل سلول‌های میوه، سفت شدن هسته و بزرگ شدن سلول‌های میوه است و پاسخ درختان هلو و شلیل به کم‌آبیاری به مرحله رشد میوه وابسته است (Scalisi et al., 2019). نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده است که عموماً در مرحله گلدهی، خاک از ذخیره رطوبتی بالایی برخوردار است و بروز درجه‌ای از تنش آبی که رشد اولیه میوه و پوشش گیاهی را متاثر کند، شایع نیست (Girona et al., 2012)، درحالی که اعمال کم‌آبیاری در مرحله رشد میوه سبب کاهش اندازه میوه و برخی ویژگی‌های کیفی آن خواهد شد (Berman and DeJong, 1996; Naor et al., 1999)، لذا به دلیل بازارپسندی بیشتر میوه‌های با اندازه درشت‌تر و اهمیت آبیاری در این مرحله، حتی در مناطق نیمه‌گرمسیری نیز این محصول در این مرحله آبیاری می‌شود (Girona et al., 2012). از آنجایی

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور

متعارف کشاورزان و یک تیمار کم‌آبیاری تنظیم شده مورد بررسی قرار گرفت (De la Rosa *et al.*, 2016). بارش فصلی در سال‌های مطالعاتی در دامنه ۴۲ تا ۱۰۶ میلی‌متر قرار داشت و دامنه تغییرات آب آبیاری فصلی بین ۴۵۴ تا ۸۱۷ میلی‌متر و دامنه تغییرات عملکرد محصول بین ۳۸/۸ تا ۵۸/۰ کیلوگرم بر درخت و میانگین سه ساله شاخص بهره‌وری آب در تیمارهای مزبور به ترتیب، ۳/۵، ۴/۹ و ۳/۵ کیلوگرم بر مترمکعب با متوسط حجم آب آبیاری به ترتیب، برابر با ۶۷۲۰، ۵۱۴۰ و ۷۰۶۰ مترمکعب بر هکتار گزارش کردند. در مطالعه مشابه سه ساله‌ای، عملکرد محصول و بهره‌وری آب در یک باغ شلیل زودرس با روش آبیاری قطره‌ای واقع در والنسیا، کشور اسپانیا، تحت تاثیر دو تیمار برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای، شامل آبیاری بر مبنای ۱۰۰ درصد ETC و آبیاری بر مبنای ۶۵ درصد ETC همراه با دو تیمار کاربرد و عدم کاربرد بقایای الیاف نارگیل در ناحیه ریشه مورد بررسی قرار گرفت (Rubio-Asensio *et al.*, 2018). بارش فصلی در سال‌های مطالعاتی در دامنه ۱۴۷ تا ۴۰۱ میلی‌متر قرار داشت. میزان تغییرات آب آبیاری فصلی و شاخص بهره‌وری آب آبیاری به ترتیب بین ۱۱۶ تا ۳۲۹ میلی‌متر و ۹/۲۵ تا ۲۳/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شد. شاخص بهره‌وری آب (مجموع آب آبیاری و بارش) در تیمارهای مزبور بین ۵/۹۰ تا ۱۰/۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد.

قربان و همکاران (Ghrab *et al.*, 2013)، بهره‌وری آب آبیاری در ارقام مختلف هلو (زودرس، میان رس و دیررس) در شرایط رایج مدیریت آبیاری را طی یک دوره زمانی هفت ساله در کشور تونس مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، حجم آب آبیاری در ارقام زودرس، میان رس و دیررس مطالعاتی به ترتیب، برابر با ۵۰۰۰، ۵۴۰۰ و ۶۸۰۰ مترمکعب بر هکتار و بهره‌وری آب به ترتیب، ۱/۹، ۳/۰ و ۳/۶ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شد. در مطالعه‌ای روبیو-آسنسیو و همکاران (Rubio-

Asensio *et al.*, 2018)، مقدار آب آبیاری یک رقم شلیل زودرس در یک باغ تجاری مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای واقع در والنسیای اسپانیا را بررسی کردند. حجم آب آبیاری طی سه سال زراعی در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق گیاه به ترتیب، برابر با ۱۸۴۵، ۱۸۲۰ و ۳۱۴۰ مترمکعب بر هکتار و در تیمار آبیاری ۶۵ درصد تبخیر و تعرق گیاه به ترتیب، برابر با ۱۲۲۰، ۱۱۹۵ و ۲۱۰۵ مترمکعب بر هکتار گزارش شده است. بهره‌وری آب در تیمار کم‌آبیاری به میزان ۳۴ درصد بیشتر از مقدار آن در تیمار آبیاری کامل (۳/۱۵) کیلوگرم بر مترمکعب) بود. در مطالعه مشابهی، کونیسو و همکاران (Conesa *et al.*, 2020) در یک باغ تجاری واقع در سانتومرا، مورسیا، اسپانیا، تحت کشت یک رقم شلیل زودرس و مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای، اثر اعمال شیوه کم‌آبیاری مبتنی بر رطوبت خاک را با یک تیمار آبیاری کامل مورد بررسی قرار دادند. حجم آب آبیاری در تیمارهای کم‌آبیاری دقیق و آبیاری کامل به ترتیب، برابر با ۱۷۰۰ و ۳۲۰۰ مترمکعب بر هکتار گزارش شد. همچنین، بهره‌وری آب در تیمار شاهد و کم‌آبیاری دقیق به ترتیب، برابر با ۴/۷۴ و ۵/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است. ورا و همکاران (Vera *et al.*, 2019) نیز طی پژوهشی در یک باغ شلیل زودرس در سانتومرا، مورسیا، اسپانیا (با مقدار سالیانه تبخیر و تعرق مرجع و بارندگی به ترتیب، برابر با ۱۳۸۱ و ۲۳۹ میلی‌متر بر سال)، مقدار سالیانه نیاز آبی شلیل زودرس را در حدود ۶۰۰ میلی‌متر بر سال و دور آبیاری در طول فصل رشد را بین یک تا هفت روز گزارش کردند.

در خصوص تعیین حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری هلو و شلیل در کشور تحقیقات میدانی اندکی انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره شده است.

است که حجم آب آبیاری درختان هلو و شلیل در شرایط اقلیمی کشور متفاوت و از ۳۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار و بهره‌وری آب نیز از ۱/۵ تا ۵ کیلوگرم بر مترمکعب متفاوت است (Akbari et al., 2021). هدف اصلی این تحقیق، تعیین بهره‌وری آب و حجم آب آبیاری در قطب‌های اصلی تولید هلو و شلیل تحت مدیریت باغداران و برآورد کل آب آبیاری برداشتی از منابع آب سطحی و زیرزمینی برای تولید هلو و شلیل در کشور بوده است. از جمله اهداف فرعی این پژوهش می‌توان به بررسی تاثیر سامانه‌های نوین آبیاری بر شاخص‌های مزبور اشاره کرد.

### مواد و روش

این پژوهش به صورت گسترده و میدانی در سطح باغ‌های هلو و شلیل کشور تحت مدیریت باغداران اجرا شد. حجم آب آبیاری و عملکرد محصول در قطب‌های تولید هلو و شلیل در کشور در طول فصل رشد در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ که از نظر بارندگی یک سال تر محسوب می‌شود، اندازه‌گیری شد. برای تعیین قطب‌های اصلی تولید هلو و شلیل از آمارنامه سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ سطح زیرکشت و میزان تولید هلو و شلیل در کشور استفاده شد (Ahmadi et al., 2019). استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، البرز، تهران، چهارمحال و بختیاری، فارس، قزوین، مرکزی، همدان، گلستان و مازندران بیش از ۷۰ درصد سطح زیرکشت باغ‌های هلو و شلیل را در کشور پوشش داده و به عنوان قطب‌های تولید محصول هلو و شلیل انتخاب شدند. سپس در استان‌های منتخب، شهرستان‌های برتر تولید این محصول در نظر گرفته شد. باغ‌های منتخب در شهرستان‌های مختلف با نظر کارشناسان معاونت تولیدات گیاهی، مدیریت هماهنگی ترویج و مدیریت آب و خاک سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها، با توجه به منابع آبی/ باغ‌های سنتی و پیشرو شناسایی و

طلایی و همکاران (Talai et al., 1999) اثر تنش‌های رطوبتی روی رشد رویشی و باردهی ارقام سرخ و سفید، سفید مشهد، ردهون، جی.اچ.هیل هلو را طی دو سال در سامانه آبیاری قطره‌ای در منطقه کرج بررسی نمودند. نتایج نشان داد که حجم آب مصرفی در ارقام سرخ و سفید، سفید مشهد، ردهون، جی.اچ.هیل سال اول به ترتیب برابر با ۳۴۰۲، ۳۴۰۲، ۴۱۵۸، ۵۲۹۲ مترمکعب بر هکتار و در سال دوم برابر با ۴۱۵۸، ۴۱۵۸، ۴۹۱۴، ۶۴۲۶ مترمکعب بر هکتار بوده است. درگاهی و همکاران (Dargahi et al., 2018) در پژوهشی در باغ‌های هلو و شلیل در شهرستان‌های استان قزوین، میانگین آب آبیاری ۵۸۰۰ تا ۷۷۰۰ متر مکعب بر هکتار و میانگین بهره‌وری آب ۱/۳۳ تا ۳/۲۳ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش کردند. میانگین بهره‌وری آب باغ‌های هلو و شلیل در روش آبیاری قطره‌ای دشت قزوین به ترتیب ۲/۲۲ و ۲/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (Dargahi et al., 2018).

جلینی و همکاران (Joleini et al., 2016) در تحقیقی تاثیر روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی و سطوح مختلف آبیاری بر کمیت و کیفیت رشد و محصول درختان هلو و شلیل را به مدت ۵ سال در ایستگاه تحقیقاتی گل‌مکان مشهد ارزیابی نمودند. نیاز خالص آبیاری درختان هلو و شلیل، از اطلاعات اصلاحی سند ملی آب کشور برابر با ۷۴۴۰ مترمکعب در هکتار تعیین و برای ارقام هلو و شلیل یکسان در نظر گرفته شده است. سطوح آبیاری نیز با اعمال ضرایب ۰/۶، ۰/۸ و ۱ در این مقدار تعیین شد. نتایج نشان داد که آب آبیاری به مقدار ۸۰ درصد نیاز آبی تاثیر معنی‌داری بر کاهش عملکرد هلو و شلیل ندارد.

اگرچه پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه برآورد آب آبیاری هلو و شلیل در شرایط واقعی بهره‌برداری باغ‌های کشور به دلیل هزینه‌بری و طاقت‌فرسا بودن این گونه مطالعات محدود است، ولی نتایج کلی تحقیقات انجام شده نشان داده

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور

با توجه به اینکه بررسی تاثیر مدیریت‌های مختلف باغداران با توجه به تعداد کم نقاط اندازه‌گیری عملاً ممکن نبود، در انتخاب باغ‌ها حتی الامکان به گونه‌ای عمل شد که مدیریت باغ‌های منتخب، نماینده باغداران منطقه مورد مطالعه باشد و در صورت امکان حداقل یکی از باغداران پیشرو منطقه انتخاب گردد. با توجه به موارد فوق تعداد ۱۹۵ باغ انتخاب گردید که شهرستان و مشخصات اقلیمی باغ‌های منتخب در جدول ۱ آورده شده است.

انتخاب شدند. طرح آماری (نمونه‌گیری) طبقه‌ای نظام‌دار برای این تحقیق انتخاب شد. بدین ترتیب که جامعه آماری به طبقات و گروه‌های مجزا تقسیم و نمونه‌های مورد مطالعه به‌صورت تلفیقی از روش تصادفی و نظام‌دار انتخاب شدند. انتخاب استان‌ها، شهرستان‌ها و محصول مورد مطالعه با توجه به شرایط متفاوت آن‌ها و هم‌پس‌طور اهداف طرح، کاملاً تصادفی نبوده، بلکه انتخاب آن‌ها به‌صورت هدف‌دار بوده است. باغ‌ها نیز طوری انتخاب شدند که عوامل مختلف از جمله انواع روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب آبیاری را پوشش دهند.

جدول ۱- تعداد باغ‌های منتخب هلو و شلیل در شهرستان‌ها و استان‌های مختلف کشور

Table 1. The number of selected Peach and Nectarine gardens in different cities and provinces

استان Province	شهرستان City	تعداد باغ Number of garden	اقلیم غالب Climate
آذربایجان شرقی	شسستر	۷	نیمه خشک سرد-مدیترانه‌ای فراسرد
آذربایجان غربی	ارومیه، میاندوآب، اشنویه و مهاباد	۲۳	نیمه خشک سرد-مدیترانه‌ای فراسرد
اردبیل	پارس آباد و مشگین شهر	۲۴	نیمه خشک سرد
البرز	ساوجبلاغ	۲۲	خشک بیابانی سرد- نیمه خشک سرد
تهران	شهریار	۲۰	خشک بیابانی سرد
چهارمحال و بختیاری	سامان	۱۴	نیمه خشک سرد
فارس	سپیدان، اقلید و کوار	۱۳	نیمه خشک سرد -مدیترانه‌ای سرد
قزوین	قزوین و تاکستان	۲۰	نیمه خشک سرد
گلستان	بندرگز	۱۰	مدیترانه‌ای معتدل-نیمه خشک معتدل
مازندران	ساری و نکاء	۱۹	نیمه مرطوب معتدل- مرطوب معتدل
مرکزی	خنداب	۹	نیمه خشک فراسرد
همدان	اسد آباد	۱۴	نیمه خشک فراسرد

اولتراسونیک اندازه‌گیری شد. با توجه به تغییرات احتمالی دبی، در این گونه منابع، دبی منبع آبی طی چند نوبت در طول فصل زراعی اندازه‌گیری شد. تعداد نوبت‌های آبیاری و مدت زمان هر نوبت آبیاری نیز برای هر یک از باغ‌های هلو و شلیل ثبت گردید. در باغ‌های منتخب بیش از ۲۰ رقم هلو و شلیل کشت شده بود. رقم هلو زعفرانی ۳۰ درصد باغ‌های هلو را به خود اختصاص داد. کشت این رقم در اکثر باغ‌های مناطق مورد مطالعه مشاهده شد. ارقام انجیری، آلبرتا و کاردی به ترتیب

برخی از مشخصات باغ‌ها از قبیل مساحت، موقعیت دقیق مکانی با GPS تعیین شد. اندازه‌گیری‌ها در خصوص تعیین حجم آب آبیاری، دبی جریان، مدت زمان آبیاری، بافت خاک، کیفیت آب و خاک باغ‌ها همراه با ثبت عوامل مختلفی نظیر، روش آبیاری، دور آبیاری، نوع شبکه، نوع محصول، ارقام محصول و اقلیم انجام شد. برای تعیین دقیق دبی آب منابع آبی (چاه، قنات و چشمه)، دبی منبع آبی با استفاده از فلوم/کنتور حجمی/ادوات الکترونیکی و یا دبی‌سنج

دست آمد؛ به عبارت دیگر شاخص بهره‌وری آب آبیاری در تولید هلو و شلیل از رابطه ۱ به دست آمد (Molden *et al.*, 1998):

$$WP = \frac{CY}{V_{(Irr)}} \quad (1)$$

که در آن  $WP$  بهره‌وری آب آبیاری در تولید هلو و شلیل (کیلوگرم بر مترمکعب)،  $CY$  عملکرد هلو و شلیل (کیلوگرم در هکتار) و  $V_{(Irr)}$  حجم آب آبیاری در تولید هلو و شلیل (مترمکعب در هکتار) است. با توجه به اینکه بارش موثر در برخی از مناطق نقش موثری در تولید محصول هلو و شلیل داشت که در شاخص بهره‌وری آب آبیاری دیده نشده است، میزان بارش موثر در طول دوره رشد محصول با استفاده از روش SCS برآورد (SCS, 1972) و شاخص دیگری تحت عنوان بهره‌وری آب کل (آب آبیاری و بارش موثر) به صورت نسبت عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) به مجموع حجم آب آبیاری و بارش موثر (مترمکعب بر هکتار) تعریف و محاسبه شد؛ به عبارت دیگر در شاخص بهره‌وری آب کل، بجای حجم آبی که توسط باغدار برای تولید هلو و شلیل وارد باغ شده، از مجموع حجم آب آبیاری و بارندگی موثر استفاده شد.

برای بررسی تغییرات عملکرد، حجم آب آبیاری و شاخص بهره‌وری آب در تولید هلو و شلیل در استان‌های منتخب کشور از تحلیل واریانس استفاده شد. نظر به ماهیت اندازه‌گیری‌ها، هر باغ هلو و شلیل به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. اگر چه سعی شد در انتخاب تعداد باغ‌ها، سطح زیرکشت مد نظر قرار گیرد ولی در برخی موارد به علل مختلف این مسئله رعایت نشده بود. لذا با توجه به اینکه درصد مساحت زیرکشت استان‌های مختلف باهم مساوی نبود، میانگین کشوری آب آبیاری، عملکرد هلو و شلیل و بهره‌وری آب بصورت وزنی و بر اساس آمارنامه سطح زیرکشت باغ‌های هلو و شلیل در سال زراعی ۹۸-۹۷ (Ahmadi *et al.*, 2020) محاسبه شد.

۱۹، ۱۳، ۱۰ درصد باغ‌های هلو را به خود اختصاص دادند. در خصوص محصول شلیل نیز رقم مغان با فراوانی نزدیک به ۳۰ درصد بیشترین سطح زیر کشت و ارقام ردگلد، شمس، سان گلد، و تنجیری به ترتیب دارای فراوانی ۱۹، ۱۳، ۹ و ۷ درصد بودند.

از نظر سطح سواد، بیشتر باغداران دارای سواد راهنمایی تا دیپلم بودند، ۱۸/۱ درصد از باغداران مورد مطالعه بی‌سواد یا دارای سواد ابتدایی، ۵۶ درصد دارای سواد راهنمایی تا دیپلم و ۲۵/۹ درصد باغداران سواد دانشگاهی داشتند. از میان باغداران مورد مطالعه، ۲۸ درصد باغداران پیشرو، و حدود ۳۰ درصد از باغداران پیشرو دارای سواد دانشگاهی و مابقی سواد راهنمایی و دیپلم داشتند. ۷۰ درصد از بهره‌برداران پیشرو از روش‌های آبیاری قطره‌ای برای آبیاری باغ‌های خود استفاده می‌کردند. آب آبیاری مورد استفاده برای باغ‌های هلو و شلیل در کشور از کیفیت خوبی برخوردار بود. هدایت الکتریکی آب آبیاری در باغ‌های منتخب از ۰/۳ تا ۲/۷ با میانگین ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر بوده و شوری آب آبیاری ۸۵ درصد از باغ‌های منتخب کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر بود. شوری عصاره اشباع خاک در باغ‌های منتخب مورد مطالعه نیز بین ۰/۵ تا ۷/۰ با میانگین ۱/۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. نزدیک به ۳۵ درصد از باغ‌ها دارای شوری خاک کمتر از ۱ دسی‌زیمنس بر متر بودند. شوری عصاره اشباع خاک در اکثر استان‌های مورد مطالعه کمتر از ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر بود و فقط یک درصد از باغ‌های هلو و شلیل دارای شوری عصاره اشباع بیش از ۲ دسی‌زیمنس بر متر بودند. لذا کاهش عملکرد محصول ناشی از شوری آب و خاک در محصولات هلو و شلیل بسیار اندک و قابل چشم‌پوشی است.

شاخص بهره‌وری آب آبیاری از نسبت مقدار عملکرد محصول هلو و شلیل (کیلوگرم بر هکتار) به حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) که توسط باغدار وارد باغ شده بود، به

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور

شد. بر مبنای میانگین حجم آب آبیاری، می‌توان استان‌های کشور را به چهار خوشه تقسیم کرد. در خوشه اول استان همدان با اقلیم نیمه خشک فراسرد و کمترین حجم آب آبیاری قرار گرفت. در خوشه دوم استان‌های آذربایجان غربی، چهارمحال و بختیاری، البرز و اردبیل، در خوشه سوم استان‌های تهران، آذربایجان شرقی، قزوین و فارس و در خوشه چهارم استان مرکزی با بیشترین حجم آب آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). بنابراین حداقل و حداکثر حجم آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل به ترتیب مربوطه به استان‌های همدان و مرکزی بود. میانگین حجم آب آبیاری هلو و شلیل در مناطق مذکور ۸۱۳۴ مترمکعب بر هکتار بود که با میانگین وزنی حجم آب آبیاری در استان‌های مذکور (۸۷۸۳ مترمکعب بر هکتار) اختلاف (۸ درصد) فاحشی نداشت. همانطوری که در جدول ۳ نشان داده شده است، استان مرکزی با ۱۰۸۰۰ مترمکعب در هکتار بالاترین حجم آب آبیاری این محصول را به خود اختصاص داده است. از جمله علل افزایش حجم آب آبیاری در استان مرکزی می‌توان به دسترسی بیشتر به آب و استفاده از روش آبیاری سطحی برای آبیاری باغ‌های هلو و شلیل اشاره کرد. در خصوص حجم آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل در کشور اعداد و ارقام مختلفی گزارش شده است که عمدتاً در شرایط پژوهشی و با اعمال سطوح مختلف آب آبیاری بدست آمده و با نتایج این تحقیق میدانی متفاوت است. ولی از نتایج برخی از تحقیقات انجام شده می‌توان با فرض‌هایی استفاده کرد. ناصری (Nasseri, 2018) نیاز آبی خالص هر هکتار باغ هلو یا شلیل در شرایط استاندارد در شهرستان شبستر استان آذربایجان شرقی را ۵۸۰۰ مترمکعب در سال و نیاز آبیاری آن را با راندمان ۵۰ درصد ۱۱۶۰۰ مترمکعب در هکتار، طلایی و همکاران (Talai et al., 1999) نیاز آبیاری درختان هلو تحت آبیاری قطره‌ای در منطقه کرج را طی دو سال مورد بررسی ۵۳۰۰ و ۶۴۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

برای بررسی کفایت تعداد اندازه‌گیری حجم آب آبیاری، عملکرد هلو و شلیل و بهره‌وری آب آبیاری (تعداد باغ‌های منتخب و اندازه‌گیری شده) از رابطه ۲ استفاده شد (Sarmad et al., 2001).

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{(\bar{X} - \mu)^2} \quad (2)$$

که در آن،  $n$  = تعداد اندازه‌گیری‌های لازم برای تحلیل واریانس عملکرد، حجم آب آبیاری در تولید هلو و شلیل در سطح کشور،  $z$  برای سطح اعتماد ۹۵ درصد،  $z=1/96$  در نظر گرفته شد،  $\sigma^2$  = واریانس جمعیت و  $\bar{X}$  میانگین اندازه‌گیری‌ها است.

## نتایج و بحث

با توجه به اینکه سهم زیادی از آب مورد نیاز درختان هلو و شلیل در استان‌های گلستان و مازندران از طریق بارش تامین و از روش‌های آبیاری به عنوان آبیاری تکمیلی استفاده شده بود، این دو استان به صورت جداگانه بررسی شد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج شاخص‌های حجم آب آبیاری، عملکرد نشان داد که تعداد اندازه‌گیری‌های لازم در کشور در خصوص حجم آب آبیاری و عملکرد به ترتیب ۴۲ و ۷۹ باغ است. این نتایج نشان داد که تعداد اندازه‌گیری‌های حجم آب آبیاری و عملکرد اندازه‌گیری شده در باغ‌های هلو و شلیل چند برابر تعداد اندازه‌گیری‌های لازم است، بنابراین کفایت داده‌ها برای تحلیل آماری این کمیت قابل اعتماد و محرز تشخیص داده شد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تفاوت حجم آب آبیاری، عملکرد محصول، بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب (مجموع آب آبیاری و بارش موثر) در استان‌های منتخب در سطح احتمال کمتر از دو درصد معنی‌دار است (جدول ۲). بنابراین شاخص‌های مذکور برای محصول هلو و شلیل در سطح احتمال ۵ درصد در استان‌های مختلف کشور مقایسه



جدول ۲- تحلیل واریانس آب آبیاری، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب باغ‌های هلو و شلیل در استان‌های منتخب

Table 2. Analysis of variance of Applied water, yield, irrigation water productivity and water productivity in Peach and Nectarine production in selected provinces

مقدار P P value	نسبت F F value	میانگین مربعات Average of squares	درجه آزادی Degrees of freedom	مجموع مربعات Sum of squares	منبع تغییرات Source of variations
<b>تحلیل واریانس آب آبیاری</b>					
۲ درصد	۲/۲	$1/5 \times 10^{-7}$	۹	$1/4 \times 10^{-8}$	بین استان‌ها
		$6/8 \times 10^{-6}$	۱۴۹	$1/0 \times 10^{-9}$	درون استان‌ها
			۱۵۸	$1/15 \times 10^{-9}$	کل کشور
<b>تحلیل واریانس عملکرد</b>					
کمتر از یک درصد	۱۳/۶	۷۳۴	۹	۶۶۵۱	بین استان‌ها
		۵۴	۱۴۸	۸۰۳۰	درون استان‌ها
			۱۵۷	۱۴۶۸۱	کل کشور
<b>تحلیل واریانس بهره‌وری آب آبیاری</b>					
کمتر از یک درصد	۴/۱	۷/۱	۹	۶۳/۹	بین استان‌ها
		۱/۷	۱۴۲	۳۴۵/۸	درون استان‌ها
			۱۵۱	۳۰۹/۷	کل کشور
<b>تحلیل واریانس بهره‌وری آب</b>					
کمتر از یک درصد	۷/۳	۷/۰	۹	۶۳/۰	بین استان‌ها
		-/۹۶	۱۴۲	۱۳۶/۵	درون استان‌ها
			۱۵۱	۱۹۹/۷۵	کل کشور

جدول ۳- میانگین حجم آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل در استان‌های منتخب

Table 3. Average of applied water in Peach and Nectarine orchards in selected provinces

رتبه مقایسه‌ای Comparative rank	حجم آب آبیاری (m <sup>3</sup> /ha) Applied water	استان Provinces	خوشه Cluster
a	۶۴۲۸	همدان	اول
ab	۷۱۷۸	آذربایجان غربی	دوم
ab	۷۷۶۳	چهارمحال و بختیاری	
ab	۸۱۳۷	البرز	
ab	۸۱۴۰	اردبیل	
b	۸۵۶۸	تهران	سوم
bc	۸۶۱۷	آذربایجان شرقی	
bc	۸۶۷۵	قزوین	
bc	۸۸۱۴	فارس	
c	۱۰۸۰۶	مرکزی	چهارم

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور

البرز با بیشترین عملکرد قرار گرفت. میانگین عملکرد هلو و شلیل در مناطق مورد مطالعه ۲۱/۳ تن بر هکتار بود که با میانگین وزنی کشور (۲۰/۰) اختلاف اندکی (۶/۱ درصد) داشت. بر اساس این نتایج، کمترین عملکرد محصول هلو و شلیل از باغ‌های اقلیم نیمه خشک سرد در استان اردبیل با متوسط عملکرد ۱۴/۴ تن بر هکتار بدست آمد، در حالی که بیشترین عملکرد محصول مربوط به باغ‌های هلو و شلیل اقلیم خشک بیابانی سرد در استان البرز با ۳۳/۲ تن بر هکتار بود که به تنهایی در خوشه چهارم قرار گرفت.

با توجه به اینکه عوامل مختلفی از جمله مدیریت آبیاری، مدیریت باغی، تنش‌های محیطی (مثل سرمازدگی)، سال‌آوری، آفات و بیماری‌ها بر عملکرد محصول موثر است، تغییرات عملکرد در مناطق مختلف تا حدود زیادی طبیعی است. بر مبنای میانگین عملکرد محصول، استان‌های کشور به چهار خوشه تقسیم شد (جدول ۴). در خوشه اول استان‌های اردبیل، همدان، فارس با کمترین عملکرد، در خوشه دوم استان‌های مازندران، گلستان، چهارمحال و بختیاری، آذربایجان غربی و قزوین، در خوشه سوم استان‌های آذربایجان شرقی، تهران و مرکزی و در خوشه چهارم استان

جدول ۴- میانگین عملکرد هلو و شلیل در استان‌های منتخب کشور

Table 4. Average of Peach and Nectarine yield in selected provinces

رتبه مقایسه‌ای Comparative rank	عملکرد (kg/ha) Yield	استان Provinces	خوشه Cluster
a	۱۴۴۰۰	اردبیل	اول
a	۱۵۲۰۰	همدان	
a	۱۶۶۰۰	فارس	
ab	۱۷۵۰۰	مازندران	دوم
ab	۱۷۷۰۰	گلستان	
ab	۱۷۷۰۰	چهارمحال و بختیاری	
ab	۱۸۲۰۰	آذربایجان غربی	
ab	۱۸۷۰۰	قزوین	
b	۲۶۸۰۰	آذربایجان شرقی	سوم
b	۲۷۷۰۰	تهران	
b	۲۷۸۰۰	مرکزی	
c	۳۳۲۰۰	البرز	چهارم

اردبیل، همدان، قزوین، در خوشه سوم استان‌های مرکزی و آذربایجان غربی و در خوشه چهارم استان‌های گلستان، آذربایجان شرقی، مازندران، تهران و البرز با بیشترین بهره‌وری آب قرار داشتند (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین بهره‌وری آب (مجموع آب آبیاری و بارش موثر) نشان داد که استان‌های منتخب کشور را بر مبنای این شاخص می‌توان به چندین خوشه رتبه بندی کرد. استان‌های چهارمحال و بختیاری و فارس با کمترین بهره‌وری آب در خوشه اول قرار گرفتند. در خوشه دوم استان‌های

جدول ۵- میانگین بهره‌وری آب در تولید هلو و شلیل در استان‌های منتخب

Table 5. Average of Peach and Nectarine water productivity in selected provinces

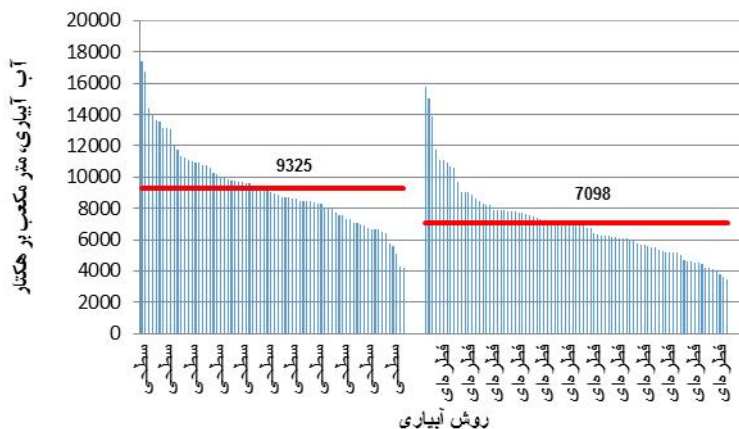
رتبه مقایسه‌ای Comparative rank	بهره‌وری آب (kg/m <sup>3</sup> ) Water productivity	استان Provinces	خوشه Cluster
a	۱/۵۰	چهارمحال و بختیاری	اول
a	۱/۵۶	فارس	
ab	۱/۶۶	اردبیل	دوم
ab	۲/۰۳	همدان	
ab	۱/۹۳	قزوین	
abc	۲/۳۴	مرکزی	سوم
bc	۲/۴۳	آذربایجان غربی	
cd	۲/۹۳	گلستان	چهارم
cd	۳/۰۰	آذربایجان شرقی	
cd	۳/۰۱	مازندران	
cd	۳/۰۵	تهران	
d	۳/۲۷	البرز	

مترمکعب در هکتار متغیر بوده و مقدار آب آبیاری در روش قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی کاهش یافته است. بیشترین تلفات در آبیاری سطحی مربوط به نفوذ عمقی و رواناب سطحی است، در حالی که در آبیاری قطره‌ای این امکان وجود دارد که آب بصورت یکنواخت در نزدیکی ریشه درختان توزیع گردد و تلفات آبیاری را تا حد زیادی کاهش دهد. مقایسه میانگین آب داده شده به باغ‌های منتخب کشور در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی نشان می‌دهد که حجم آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۲۵ درصد نسبت به روش سطحی کاهش یافته است. براساس نتایج آزمون آماری (T-TEST) انجام شده، اختلاف آب آبیاری در روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

نتایج بهره‌وری آب در استان‌های مختلف نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب هلو و شلیل از باغ‌های استان‌های البرز، تهران، مازندران، آذربایجان شرقی و گلستان با حدود ۳/۱ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین مقدار این شاخص از باغ‌های استان‌های چهارمحال و بختیاری و فارس با حدود ۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمده است. متوسط بهره‌وری آب کشوری هلو و شلیل ۲/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود.

تغییرات آب آبیاری باغ‌های منتخب بجز استان گلستان و مازندران در روش‌های مختلف آبیاری در شکل (۱) نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که حجم آب آبیاری در روش آبیاری سطحی از ۴۰۰۰ تا نزدیک به ۱۷۵۰۰ مترمکعب بر هکتار با میانگین ۹۳۲۵ مترمکعب در هکتار و در روش قطره‌ای از ۳۵۰۰ تا ۱۶۰۰۰ و با میانگین ۷۰۹۸

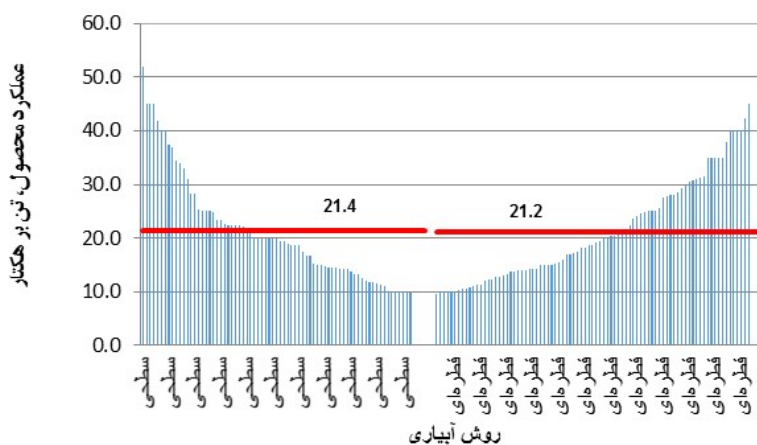
## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور



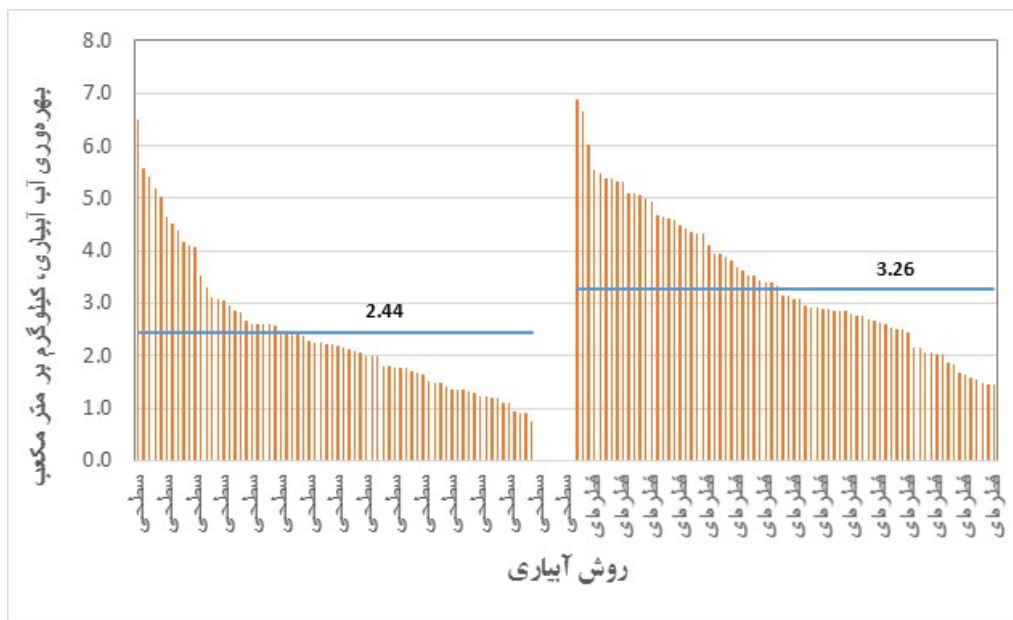
شکل ۱- تغییرات حجم آب آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری در باغ‌های هلو و شلیل در استان‌های منتخب کشور  
Figure 1- Average applied water of Peach and Nectarine in different irrigation method in selected provinces

آبیاری، در افزایش بهره‌وری آب و استفاده بهتر از آب آبیاری موثر بوده است. نتایج بهره‌وری آب آبیاری (شکل ۳) نشان داد که مقدار این شاخص در روش آبیاری قطره‌ای در باغ‌های هلو و شلیل افزایش یافته است و با روش آبیاری سطحی اختلاف زیادی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه حجم آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۲۵ درصد نسبت به روش سطحی کاهش یافته است، افزایش بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای دور از انتظار نبود و با نتایج کونیسا و همکاران (Conesa et al., 2020) مطابقت دارد.

نتایج تغییرات عملکرد محصول هلو و شلیل در روش‌های مختلف آبیاری در باغ‌های منتخب کشور در شکل (۲) نشان داده شده است. عملکرد هلو و شلیل در روش آبیاری قطره‌ای از ۹/۵ تا ۴۵ تن بر هکتار متغیر و دارای میانگین ۲۱/۲ تن بر هکتار بود. تغییرات عملکرد محصول هلو و شلیل در باغ‌های منتخب در روش آبیاری سطحی نیز از ۱۰ تا ۵۲ با میانگین ۲۱/۴ تن بر هکتار بدست آمد که با روش آبیاری قطره‌ای اختلاف معنی‌داری نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش آبیاری قطره‌ای تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر بهبود عملکرد محصول نداشته است، ولی با کاهش ۲۵ درصدی آب



شکل ۲- میانگین عملکرد باغ‌های هلو و شلیل منتخب در روش‌های مختلف آبیاری  
Figure 2- Average yield of Peach and Nectarine in selected orchards in different irrigation method



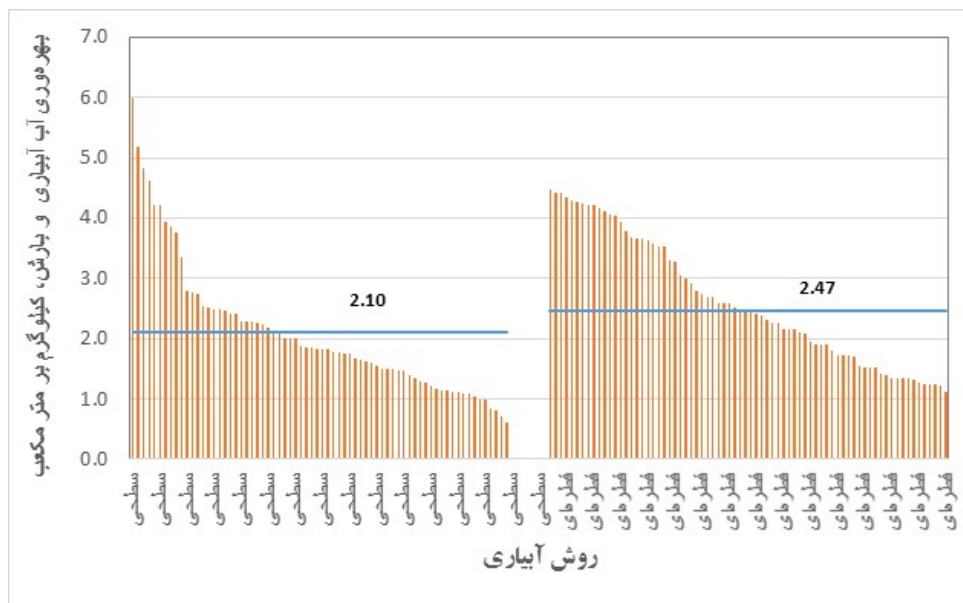
شکل ۳- تغییرات بهره‌وری آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل تحت روش‌های آبیاری در کشور

Figure 3- Average irrigation water productivity of Peach and Nectarine in different irrigation method in selected provinces

درختان هلو و شلیل در فصول گرم سال که بارش وجود ندارد رشد و نمو می‌کند، لذا بارش موثر نتوانسته است نقش موثری در بهره‌وری آب ایفا نماید. بهره‌وری آب کل (آب آبیاری + بارش موثر) در تولید هلو و شلیل در باغ‌های منتخب در روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب معادل  $2/10$  و  $2/47$  کیلوگرم بر مترمکعب بود و نشان داد که شاخص بهره‌وری آب نیز، در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۱۸ درصد افزایش داشته است (شکل ۴). براساس نتایج آزمون آماری (T-TEST) انجام شده، اختلاف بهره‌وری آب در روش‌های آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

میانگین بهره‌وری آب آبیاری در محصول هلو و شلیل استان‌های منتخب در روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب معادل  $2/44$  و  $3/26$  کیلوگرم بر مترمکعب بود و حاکی از آن است که بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای حدود ۳۴ درصد افزایش داشته است (شکل ۳). براساس نتایج آزمون آماری (T-TEST) انجام شده، افزایش ۳۴ درصدی بهره‌وری آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. از طرف دیگر بارندگی‌ها در تولید محصول موثر بوده و بخشی از نیاز آبی درختان هلو و شلیل را تامین کرده است، ولی تاثیر زیادی بر بهره‌وری آب نداشته است (شکل ۴). بجز مناطقی مانند استان گلستان و مازندران که در طول دوره رشد دارای بارندگی زیادی بودند، سایر مناطق مورد مطالعه معمولاً در فصول سرد سال توأم با بارش هستند که به دلیل سردی هوا رشد و نمو و نیاز آبی درختان هلو و شلیل به شدت کاهش می‌یابد، حال آنکه

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور



شکل ۴- تغییرات بهره‌وری آب درباغ‌های هلو و شلیل منتخب در روش‌های مختلف آبیاری

Figure 4- Average water productivity of Peach and Nectarine in different irrigation method in selected provinces

بارش تامین شده و از روش‌های آبیاری به عنوان آبیاری تکمیلی استفاده شده است. حجم آب آبیاری در روش آبیاری سطحی و قطره‌ای در استان مازندران به ترتیب ۲۲۳۱ و ۱۱۳۴ مترمکعب بر هکتار بدست آمد و نشان داد که با تغییر روش آبیاری درختان هلو و شلیل از سطحی به قطره‌ای در این استان، حجم آب آبیاری ۴۹ درصد کاهش یافته است. کاهش حجم آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای در استان گلستان نیز روند مشابهی با استان مازندران داشت. عملکرد محصول هلو و شلیل در استان‌های مازندران و گلستان حدود ۱۷/۵ تن بر هکتار بود و از نظر این شاخص بین دو استان مذکور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است، ولی میانگین عملکرد هلو و شلیل در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب حدود ۱۸/۳۵ و ۱۶/۷۵ تن بر هکتار بدست آمد که عملکرد روش آبیاری قطره‌ای ۹/۵ درصد بیشتر از روش آبیاری سطحی بوده است. بهره‌وری آب درختان هلو و شلیل در استان‌های گلستان و مازندران به ترتیب برابر ۲/۹۳ و ۳/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب

مقدار بهره‌وری آب، به حجم آب آبیاری، بارش موثر و عملکرد وابسته است و مجموع تغییرات عوامل مذکور در این شاخص نمایان می‌شود. حجم آب آبیاری و عملکرد محصول نیز به عوامل زیادی از جمله مقدار دسترسی به آب، روش آبیاری، مدیریت زراعی، اقلیم، تغذیه، آفات و بیماریها و ... بستگی دارد. نتایج بررسی درگاهی و همکاران (Dargahi *et al.*, 2018) در باغ‌های هلو و شلیل شهرستان اسفرورین تاکستان در استان قزوین نشان داد که بهره‌وری آب در باغ‌های هلو و شلیل این شهرستان بسته به حجم آب آبیاری و دسترسی به آب بین ۱/۸۳ تا ۳/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بوده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده در استان‌های مازندران و گلستان حاکی از آن است که میانگین آب آبیاری در این استان‌ها به ترتیب ۲۰۱۲ و ۲۸۴۲ مترمکعب است. بررسی نتایج بارش موثر در این استان‌ها نشان داد که سهم زیادی از آب مورد نیاز درختان هلو و شلیل در این استان‌ها از طریق

حجم آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای به مقدار قابل ملاحظه‌ای (حدود ۲۵ درصد نسبت به روش سطحی) کاهش یافته است و این کاهش آب موجب شده است که بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل در روش آبیاری قطره‌ای افزایش یابد.

با توجه به نتایج بدست آمده، روش آبیاری، عمق آب آبیاری و نوبت‌های آبیاری، از متغیرهای اصلی مدیریت آبیاری در باغ‌های هلو و شلیل بودند و با این متغیرها می‌توان حجم آب آبیاری در این باغ‌ها را مدیریت نمود. همچنین با استفاده از متغیرهای مؤثر بر این شاخص‌ها می‌توان نسبت به برنامه ریزی آبیاری مناسب برای کاهش حجم آب آبیاری و بهبود بهره‌وری آب در تولید هلو و شلیل اقدام نمود. ولی پیش‌نیاز اجرایی شدن برنامه‌ریزی آبیاری بهینه در باغ‌های هلو و شلیل کشور و استفاده حداکثری از قابلیت‌های روش‌های نوین آبیاری با رعایت اصول صحیح بهره‌برداری، روش‌های کم آبیاری دقیق، روش‌های بهبود آبیاری سطحی در ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی، تحویل حجمی آب به باغ‌داران در زمان مورد نیاز است. در حال حاضر، محدودیت در انعطاف‌پذیری تحویل آب به باغ‌ها یکی از عوامل فاصله گرفتن برنامه‌ریزی آبیاری باغ‌ها از شرایط بهینه است. لذا، پیشنهاد می‌شود راهکارهای بهبود انعطاف‌پذیری تحویل آب به بهره‌برداران مورد بررسی قرار گیرد.

بود که از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. میانگین بهره‌وری آب در روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی به ترتیب ۴/۱۵ و ۲/۶۸ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد که از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بوده است. به عبارت دیگر روش آبیاری قطره‌ای در این استان‌ها با کاهش حجم آب آبیاری و بارش موثر، و افزایش اندکی در عملکرد محصول، بهره‌وری آب را ۵۵ درصد افزایش داده است.

### نتیجه‌گیری

این پژوهش میدانی باهدف اندازه‌گیری حجم آب آبیاری داده شده به باغ‌های هلو و شلیل کشور و تعیین بهره‌وری آب محصول هلو و شلیل در قطب‌های تولید این محصول در کشور اجرا شد. نتایج این تحقیق نشان داد که که حجم آب آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب هلو و شلیل در شهرستان‌های مختلف متفاوت و عوامل مختلفی از جمله روش آبیاری، تعداد نوبت‌های آبیاری، شرایطی اقلیمی، شوری آب آبیاری بستگی داشته و از حدود ۲۰۰۰ تا نزدیک به ۱۰۸۰۰ مترمکعب بر هکتار بوده است. نتایج کلی بررسی نشان داد که میانگین وزنی حجم آب آبیاری در باغ‌های هلو و شلیل در کشور ۶۷۳۴ مترمکعب در هکتار است. به عبارت دیگر برای آبیاری ۹۲ هزار هکتار کل باغ‌های هلو و شلیل کشور (بارور و غیربارور)، حدود ۶۲۰ میلیون مترمکعب آب از منابع آب سطحی و زیرزمینی کشور برداشت می‌شود.

استان‌های مازندران و گلستان به دلیل استفاده از بارش موثر در طول دوره رشد، بیشترین بهره‌وری آب آبیاری را به خود اختصاص داده، در حالی که بیشترین بهره‌وری آب کل (آب آبیاری و بارش موثر) به استان البرز اختصاص یافت. نتایج مقایسه میانگین آب آبیاری باغ‌های هلو و شلیل منتخب کشور در روش آبیاری قطره‌ای و سطحی نشان داد که

## تقدیر و تشکر

پژوهش حاضر با حمایت مالی و معنوی معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی انجام گرفته است و در اجرای آن همکاران گرانقدری از سازمان های جهاد کشاورزی استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، مازندران، گلستان، همدان، فارس، مرکزی، قزوین، اردبیل، تهران، البرز، چهارمحال و بختیاری، موسسه تحقیقات خاک و آب و همکاران بخش‌های تحقیقات فنی و مهندسی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های مذکور مشارکت و همکاری موثری داشته‌اند. بدینوسیله نگارندگان، مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات و همکاری‌های این عزیزان اعلام می‌دارد.

## فهرست منابع

- Abbasi, F., Nasser, A., NakhjavaniMoghaddam, M.M., Salamati, N., Joleini, M., Khorramian, M., Dehghanian, S.E., Yousef Gomrokchi, A., Islami, A., Akhavan, K., Farzammnia, M., Baghani, J., & Akbari, M. (2018). Comparison of irrigation water management indices of silage maize in modern and conventional irrigation networks. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*. 19(73), pp.143-156
- Abbasi, F., Joleini, M., Khorramian, M., Dehghanian, S. E., Moghbli Dameneh, E., Nowroozi, M., Uossef Gomrokchi, A., Taheri, M., Zare-Mehrani, E., Kiani, A., Salamati, N., Mousavi Fazl, H., Ghadami-FirouzAbadi, A., Bayat P., & Nasser, A. (2021). The Role of Modern Irrigation Systems on Tomato Applied Irrigation Water Management in Iran. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*. 22(82), pp.43-64
- Abrisqueta, I., Abrisqueta, J.M., Tapia, L.M., Munguía, J.P., Conejero, W., Vera, J. & Ruiz-Sánchez, M.C. (2013). Basal crop coefficients for early-season peach trees. *Agricultural Water Management*, 121: 158-163.
- Ahmadi, K., EbadZadeh, H.R., Hatami, F., HoseinPour, R. & AbdShah, H. (2020). *Agricultural Statistics of 2018-2019*. Ministry of Jihad for Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Office. Volume 3, Garden Products. 163pp.
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Hatami, F., Hosseinpour, R. & Abdshah, H. (2019). *Agricultural Statistics of the Crop in Year 2017-2018*. Volume 3: Crop Products. Ministry of Jahad e Agriculture, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. 166 p.
- Akbari, M., Nasser, A., Nourjou. A., Parchami. F., Nakhjavani-moghadam, M.M., Sepehri, S., Alimohammadi, R., Eslami, A., Gasemi, M.M., Uossef-Gomrokchi, A., Kamali Pashakolaei, M.I., Kia, E., Goodarzi, M., & Bahramloo, R. (2021). Determination of Peach and Nectarine Applied Water in Iran. Research Report of the Agricultural Engineering Research Institute, No. 59624
- Ayars, J.E., Johnson, R.S., Phene, C.J., Trout, T.J., Clark, D.A. & Mead, R.M. (2003). Water use by drip-irrigated late-season peaches. *Irrigation Science*, 22(34), pp187-194
- Berman, M.E. & DeJong, T.M. (1996). Water stress and crop load effects on fruit fresh and dry weights in peach (*Prunus persica*). *Tree physiology*, 16(10): 859-864.
- Conesa, M.R., Conejero, W., Vera, J., Ramírez-Cuesta, J.M. & Ruiz-Sánchez, M.C. (2019). Terrestrial and Remote Indexes to Assess Moderate Deficit Irrigation in Early-Maturing Nectarine Trees. *Agronomy*, 9(10), pp.630
- Conesa, M.R., Conejero, W., Vera J., & Ruiz-Sánchez, M. C. (2020). Effects of Postharvest Water Deficits on the Physiological Behavior of Early-Maturing Nectarine Trees Plants, 9(1104):2-15. doi:10.3390/plants9091104
- Dargahi, Z., Nazari, B., Ramezani Etedali, H. and H.Mazandranizadeh, (2018). Evaluation of modern irrigation systems based on economic water productivity and irrigation efficiency indices in Qazvin province. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 12(3), 683-695.
- De la Rosa, J.M., Conesa, M.R., Domingo, R., Aguayo, E., Falagán, N. and A. Pérez-Pastor, 2016. Combined effects of deficit irrigation and crop level on early nectarine trees. *Agricultural Water Management*, 170: 120-132.



- Domuta, G.C., Domuta, C., Gîtea, A.M., Borza, M.A., Pere, C.A., Panti, I., Cenua, N. and Brejea, P.R. 2018. The Bases of Peach Tree Irrigation in the Fruit-Growing Basin from Oradea and the Use of the Microsprinkler System. *Not Bot Horti Agrobo*, 46(1):213-222.
- FAO. 2023. The State of Food and Agriculture (2023). Overcoming water challenges in agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>.
- Ghrab, M., Masmoudi, M.M. and B.N. Mechlia, (2017). Water productivity in fruit trees orchards under water scarcity, VIII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 1150, pp. 317-322.
- Ghrab, M., Zitouna, R., Mimoun, B.M., Masmoudi, M.M. and B.N. Mechlia, (2013). Yield and water productivity of peach trees under continuous deficit irrigation and high evaporative demand. *Biological Agriculture & Horticulture* 29(1): 29-37.
- Girona, J., Fereres, E., Marsal, J., Goldhamer, D.A., Naor, A. and M.A. Soriano, (2012). Peach. In: Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. and Raes, D. (Eds.), *Crop Yield Responses to Water*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 392-407.
- Gunduz, M., Korkmaz, N., Asik, S., Unal, H.B. and M Avci, (2010). Effects of various irrigation regimes on soil water balance, yield, and fruit quality of drip-irrigated peach trees. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 137(7): 426-434.
- Hayward, H.E., Long, E.M. and R. Uhvits, (1946). Effect of chloride and sulfate salts on the growth and development of the Elberta peach on Shalil and Lovell rootstocks.
- Joleini, M., and E. Gangimoghadam, (2016). Effect of Surface and Subsurface Drip Irrigation Methods and Different Water Levels on Vegetable Characteristics, Yield and Water Use Efficiency in Peach Cultivars. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*. 2(10): 262-271.
- Lopez, G., Echeverria, G., Bellvert, J., Mata, M., Behboudian, M.H., Girona, J., Marsal, J., (2016). Water stress for a short period before harvest in nectarine Yield, fruit composition, sensory quality, and consumer acceptance of fruit. *Sci. Hortic.* 211, 1-7.
- Marsal, J., Casadesus, J., Lopez, G., Mata, M., Bellvert, J., Girona, J. (2016). Sustainability of regulated deficit irrigation in a mid-maturing peach cultivar. *Irrig Sci*. 34:201-208.
- Molden, D.J., R. Sakthivadivel, C.J. Perry, and C. de Fraiture, (1998). Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. Research Report No. 20, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Naor, A., Klein, I., Doron, I., Gal, Y., Ben-David, Z. and B. Bravdo, (1997). Irrigation and crop load interactions in relation to apple yield and fruit size distribution. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(3): 411-414.
- Naor, A., Klein, I., Hupert, H., Grinblat, Y., Peres, M. and A. Kaufman, (1999). Water stress and crop level interactions in relation to nectarine yield, fruit size distribution, and water potentials. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(2): 189-193.
- Nasseri, A, (2018). Irrigation of peach trees in Shabestar city of East Azerbaijan. *Iranian Journal of Sonbole*, :No, 263
- Nikolaou, G., Neocleous, D., Christou, A., Kitta, E., and N Katsoulas, (2020). Implementing Sustainable Irrigation in Water-Scarce Regions under the Impact of Climate Change. *Agronomy*. 10(1120):2-33.
- Rubio-Asensio, J.S., Franch, V., López, F., Bonet, L., Buesa, I. and Intrigliolo, D.S. (2018). Towards a near-soilless culture for woody perennial crops in open field conditions. *Scientia Horticulturae*, 240: 460-467.
- Sarmad, Z., A. Bazargan, and E. Hejazi, (2001). *Research Methods in Behavioral Sciences*. Agah Publishing, Tehran, 405 pp.
- Scalisi, A., O'Connell, M.G., Stefanelli, D. and R.L. Bianco, (2019). Fruit and leaf sensing for continuous detection of nectarine water status. *Frontiers in Plant Science*, 10.
- SCS, (1972). U.S. Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Hydrology Section 4.

## شاخص‌های مدیریت آبیاری در تولید هلو و شلیل در کشور

- Talai, A., karami, F., lesani, H., and S, Rasulzadeh, (1999). Investigating the effect of moisture stress on vegetative growth and fruiting of peach trees. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 1(31):159-166.
- Vera, J., Conejero, W., Conesa, M.R. and M.C. Ruiz-Sánchez, (2019). Irrigation Factor Approach Based on Soil Water Content: A Nectarine Orchard Case Study. *Water*, 11(3): 589.
- Wang, H., Wang, C., Zhao, X., Wang, F. (2015). Mulching increases water-use efficiency of peach production on the rainfed semiarid Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management* .154: 20–28.
- Yan, N., Wu, B., & Zhu, W. (2020). Assessment of agricultural water productivity in arid China. *Water*, 12 (4).

## **Determination of Irrigation Management Indicators in Peach and Nectarine Production in Iran**

**Akbari<sup>1</sup>, M., Abbasi, F., Nasser, A., Uossef Gomrokchi, A., Parchami, F., Nakhjavani-moghadam, M.M., Sepehri, S., Gasemi, M.M., Goodarzi, M., Eslami, A., Nourjou. A., Alimohammadi, R., Bahramloo, R., Kamali Pashakolaei, M.I., Kia, E.**

1- Mehdi Akbari, Associated Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

**Received:** 9 September 2023, **Accepted:** 20 November 2023, **Email:** akbari\_m43@yahoo.com  
<https://doi.org/10.22092/IDSER.2023.363367.1556>

### **Extended Abstract**

Providing food security in scarcity conditions of water resources requires macro-planning for the supply, allocation and water consumption in different sections such as agricultural section. In Iran, like in other countries of the world, most fresh water resources are consumed in the agricultural sector. In this situation, one of the effective and practical solutions is the optimal use of irrigation water in the agricultural sector, which consumes the most water. The most basic component for optimal irrigation water management in Iran is the awareness of applied water in the production of various agricultural products under the farmers' management conditions. Therefore, this study was conducted with the aim of appraising irrigation water management indicators such as seasonal applied water, yield, and irrigation water productivity, total water productivity (irrigation water plus plus effective rainfall) in Azarbayjan Sharghi, Azarbayjan Gharbi, Ardabil, Alborz, Tehran, Chaharmahal and Bakhtiari, Fars, Qazvin, Markazi, Hamedan, Golastan and Mazandaran provinces as peach and nectarine production hubs in Iran.

### **Methodology**

In this study, a field survey was conducted to measure applied irrigation water and yield under the gardeners' management in peach and nectarine production hubs. This indicators was measured in 195 gardenes in Azarbayjan Sharghi, Azarbayjan Gharbi, Ardabil, Alborz, Tehran, Chaharmahal and Bakhtiari, Fars, Qazvin, Markazi, Hamedan, Golastan and Mazandaran provinces with different conditions of climates, irrigation methods (surface and drip), salinity of irrigation water and soil; and different peach and nectarine cultivars during growing season 2018-2019. To measuring irrigation water volume, after determining the inflow of water to the garden by carefully monitoring the garden irrigation time and measuring the irrigated area, the volume of irrigation water applied by peach and nectarine trees in each garden was measured. Crop yield was obtained in three consecutive years and their mean was used in the analysis. Irrigation water productivity ( $WP_{Irr}$ ) and total water productivity ( $WP_{Irr+pe}$ ) were calcucated as the ratio of yield to applied water and irrigation water plus effective rainfall, respectively. Then, the effect of modern irrigation methods (surface drip irrigation) on applied water,  $WP_{Irr}$  and  $WP_{Irr+pe}$  were investigated in the study areas. Analysis of variance was used to investigate the possible difference between yield, applied water and WP among the hubs. Data adequacy was assessed by using the method provided by Sarmad et al. (2001).

## **Results and Discussion**

The results showed that the difference between average volume of water applied by gardeners, yield,  $WP_{Irr}$  and  $WP_{Irr+pe}$ , in the studied sites were significant at 5% probability level. The average amount of applied water by gardeners in Azarbayjan Sharghi, Azarbayjan Gharbi, Ardabil, Alborz, Tehran, Chaharmahal and Bakhtiari, Fars, Qazvin, Markazi, Hamedan, Golastan and Mazandaran provinces was 8617, 7178, 8140, 8137, 8568, 7763, 8814, 8675, 10806, 6428, 2842 and 2012 m<sup>3</sup>/ha, respectively, and the average was 6734m<sup>3</sup>/ha. The yield of peach and nectarine varied from 10 to 50 tons/ha with an average of 20 tons/ha. Irrigation water productivity ( $WP_{Irr}$ ) varied from 1.6 to 8.6 and its average was 3.06 kg/m<sup>3</sup>. The average  $WP_{Irr+pe}$  for peach and nectarine was 2.44 kg/m<sup>3</sup>. The results showed that the average applied water for peach and nectarine orchards in the study areas except for Golestan and Mazandaran provinces for surface and drip irrigation methods were 9325 and 7098 m<sup>3</sup>/ha, respectively, ( $p < 1\%$ ). Therefore, in drip irrigation method, applied water was 25% less and  $WPIrr$  was 34% higher.

## **Conclusions**

In general, the results of this study provide useful information on irrigation water management indicators in peach and nectarine production to managers and water decision makers within Iran. Accordingly, in order to reduce the volume of irrigation water and improve peach and nectarine water productivity, it is recommended to use drip irrigation method in suitable climatic conditions where irrigation water is of good quality and the technical criteria of design, implementation, operation, and economic considerations are met. Also, training and application methods to improve the performance of surface irrigation to reduce evaporation and applied irrigation water is recommended.

**Keywords:** Water productivity, Peach and Nectarine yield, Drip irrigation, Surface irrigation