

Evaluation of the Effects of Irrigation Water Quality on Drip Irrigation System Performance and Olive Fruit Characteristics

Abstract

This study aimed to evaluate the effects of Khorramabad River water quality on the drip irrigation system and olive fruit quality in the Khorramabad Olive Orchard. Water samples were taken from the Khorramabad River across four seasons—summer, autumn, winter (2024), and spring (2025)—at three locations: the river pumping site, before, and after the irrigation filtration system. Thirty water quality parameters were analyzed, including temperature, salinity, pH, EC, TDS, TH, cations, anions, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), nitrate, phosphate, and heavy metals (Cd, As, Cr, Pb, Hg, Ni, Al, B, V, Mn). To assess the effect of river water quality on olive fruits, two series of olive samples were collected, table olives (November 2024) and oil-producing olives (December 2024), and their heavy metal concentrations were measured. The Langelier Saturation Index (LSI) indicated that Khorramabad River water tends to be scaling in summer and highly corrosive in winter. Sodium Adsorption Ratio (SAR) values were below 1 for all seasons, classifying the water as excellent (S1). Heavy metal assessment showed that lead concentrations in olive oil from three cultivars (Mari, Roghni, and Shengeh) exceeded permissible limits, while cadmium and arsenic concentrations in both table and oil olives were below the tolerance thresholds.

Keywords: Emitter Clogging Factors, Langelier Saturation Index (LSI), Permissible Limit, Sodium Adsorption Ratio (SAR), Table and Oil Olives.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

River water quality, particularly parameters such as sodium concentration, alkalinity, salinity, and suspended solids, can have many adverse effects on irrigation systems, especially localized irrigation systems. These effects may include clogging of filters and emitters, corrosion of pumping equipment and pumps, reduced water infiltration into the soil, increased soil salinity, and ultimately lower yields of field and orchard crops.

Direct water withdrawal from rivers is one of the common methods used for irrigating agricultural and horticultural crops in many regions, including Iran. Under this water supply approach, and given the discharge of various sanitary and industrial pollutants into rivers—including the Kashkan River—it is essential to investigate the effects of contaminants present in the Khorramabad River water on the performance of the drip irrigation system in this unit. Accordingly, the present study was designed to evaluate the quality of Khorramabad River water at the point of abstraction and to examine its effects on the drip irrigation system of the Khorramabad olive orchard.

Method

The study area in the present research was the Khorramabad olive orchard unit, with an area of approximately 130 hectares of cultivable land, about 50 hectares of which are currently planted with olive trees. The data used in this study were divided into two categories: measurements taken from Khorramabad River water and measurements taken from the olive fruits of the Khorramabad olive orchard. River water data were collected in four seasons—summer (August 2024), autumn (November 2024), winter (February 2025), and spring (May 2025)—at three locations: the river pumping site, and before and after the irrigation treatment system. In the water samples, 30 water-quality parameters were measured, including temperature, salinity, pH, EC, TDS, TH, cations (magnesium, sodium, potassium, calcium), anions (sulfate, chloride, carbonate, and bicarbonate), dissolved oxygen, biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD), nitrate, phosphate, and heavy metals (10 important heavy metals), namely cadmium, arsenic, chromium, lead, mercury, nickel, aluminum, boron, vanadium, and manganese.

Additionally, to investigate the effects of Khorramabad River water quality on olive fruits, two sets of samples were collected: pickled olives in November 2024 and oil olives in December 2024. Important heavy metals were measured in these samples. Olive tree sampling was conducted based on the existing olive varieties, including Mari, Oil, Zard, and Shengeh, with appropriate distribution of sampling points.

In the present study, the dry ashing method (Jones, 1984) was used to measure heavy metals in pickled olive fruits. In this method, after sample preparation, the olive fruit flesh was separated and weighed approximately 30 grams for drying. The samples were then dried in an oven at 120°C for 24 hours. After drying, based on the dry ashing method, one gram of each sample was prepared in triplicate for ashing in a furnace. The 12 collected samples were placed in porcelain crucibles inside a furnace at 500°C for 24 hours. By weighing the remaining ash from the samples, the percentage of organic carbon (OC) in the pickled olive fruit samples was calculated.

Results

The results of the present study indicated that in summer, the lowest EC and TDS values were found in the river, while the highest were observed before treatment (up to 838 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 421 mg/L, respectively). The pH values ranged between 7.29 and 7.45, falling within the normal range. Dissolved oxygen (DO) varied between 7.2 and 12.8 mg/L, being higher in the river due to flow turbulence. In autumn, EC and TDS were also above 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 370 mg/L, respectively, with their maximums observed before filtration. The pH ranged between 7.21 and 7.37 within the normal limits, and DO varied between 5.5 and 6.3 mg/L, with its decrease in the river attributed to the inflow of organic pollutants. In winter, EC and TDS values exceeded 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 370 mg/L, with their highest recorded levels before the treatment system. The pH ranged between 7.61 and 7.14 within the normal limits, and DO varied from 7.5 to 10.1 mg/L, with higher values in the river due to lower pollution levels. In spring, the highest EC and TDS were observed before treatment, and both pH and DO were within the normal range. The results of heavy metal measurements indicated that the highest concentrations of heavy metals in the river water were observed in the spring. Specifically, all metals except zinc, cadmium, and chromium were detectable in the river. Furthermore, among the 10 heavy metals analyzed, copper and iron were present in the river water during all four sampling periods.

The river water, based on the negative values of the Langelier Saturation Index (LSI), is generally non-scale forming and exhibits low corrosivity throughout most of the year. However, it tends to be scale-forming in the summer and highly corrosive in the winter. Based on the measured concentrations of anions and cations across different seasons, the calculated values for both the Sodium Adsorption Ratio (SAR) and Residual Sodium Carbonate (RSC) were found to be less than 10 and 1.25 meq/L, respectively, in all measured seasons.

The Schuler diagram showed that the 12 samples fall within the good to moderate classes. Based on Schuler's classification, the quality class of each parameter was also determined as follows: calcium (acceptable), magnesium (good), sodium (good), total dissolved solids (acceptable), total hardness (moderate), chloride (good), sulfate (good), and bicarbonate (moderate). The Piper diagram also indicated that the water type and facies in all samples are of the calcium bicarbonate type.

A comparison of the measured heavy metal concentrations in oil olive and table olive fruits with the maximum permissible limits for heavy metals in food showed that the lead concentrations measured in table olives were lower than the permissible limit of 1 ppm. However, the lead concentrations in olive oil measured in the three cultivars Mari, Roghani, and Shanghe exceeded the permissible limit. In addition, the cadmium concentrations measured in both table olives and olive oil were below the maximum permissible limit. The arsenic concentrations in the olive oil samples were also below the maximum permissible limit. Manganese concentrations in table olives were found to be higher than 1 ppm (1 mg/L) in all four studied olive cultivars, whereas the manganese concentrations in olive oil were below the detection limit.

Conclusions

Field observations in the present study indicated a strong effect of sediments, as physical factors, on emitter clogging. The first stage of water intake is from the river, where, due to

the high accumulation of sediments, a large amount of suspended particles enters the filtration system during pumping. One of the main causes of chemical clogging of emitters is the presence of carbonate and non-carbonate deposits in the Khorramabad River water. The high total hardness of the measured water samples indicates a high potential for the formation of carbonate and non-carbonate deposits and, consequently, chemical clogging of emitters. The results showed that the Khorramabad River water was classified as “very hard” in summer and autumn, and as “hard” in spring and winter. The increase in hardness during summer and autumn was due to the lower river discharge and the higher concentrations of anions and cations affecting both temporary and permanent hardness in the Khorramabad River water. In addition to the high hardness of the river water, which is one of the causes of chemical clogging of emitters, fertigation may also be another factor contributing to chemical clogging of emitters in the Khorramabad olive orchard.

One of the main factors causing biological clogging is the high concentration of organic matter, such as algae, remains of living organisms, and other organic materials in the water. One of the best water quality parameters that can indicate the concentration of these materials in water is the BOD₅ parameter. The measured BOD₅ values across different seasons indicate a high concentration of organic matter throughout all seasons.

ارزیابی اثرات کیفیت آب آبیاری بر عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای و میوه درختان زیتون

چکیده

تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثرات کیفیت آب رودخانه‌ی خرم‌آباد روی سیستم آبیاری قطره‌ای و میوه‌ی زیتون در واحد باغداری خرم‌آباد انجام شده است. به این منظور نمونه‌برداری آب از رودخانه‌ی خرم‌آباد در چهار فصل شامل تابستان، پاییز و زمستان ۱۴۰۳ و بهار ۱۴۰۴ در سه موقعیت شامل محل پمپاژ آب از رودخانه، قبل و بعد از سیستم تصفیه آبیاری انجام شد. در نمونه‌های آب ۳۰ پارامتر کیفیت آب شامل پارامترهای دما، شوری، pH، EC، TDS، TH، کاتیون‌ها، آنیون‌ها، اکسیژن محلول، اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی (BOD_5)، اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD)، نیترات، فسفات و فلزات سنگین شامل کادمیوم، آرسنیک، کروم، سرب، جیوه، نیکل، آلومینیوم، بر، وانادیوم و منگنز اندازه‌گیری شد. همچنین به منظور بررسی اثرات کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد روی میوه‌ی زیتون دو سری نمونه‌برداری از میوه‌ی زیتون کنسروی (آبان ۱۴۰۳) و زیتون روغنی (آذر ۱۴۰۳) برداشت و فلزات سنگین مهم در آنها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. شاخص اشباع لانتیر (LSI) نشان داد که آب رودخانه خرم‌آباد در فصل تابستان دارای رسوب‌گذاری و در فصل زمستان دارای خوردگی شدید است. مقادیر نسبت جذب سدیم (SAR) برای تمامی فصول کمتر از یک و در کلاس عالی ($S1$) قرار دارند. نتایج اندازه‌گیری فلزات سنگین در میوه زیتون حاکی از بیشتر بودن سرب در روغن زیتون اندازه‌گیری شده در سه رقم زیتون ماری، روغنی و هتنگه از حداکثر مجاز فزاتر می‌باشد. همچنین مقادیر کادمیوم و آرسنیک اندازه‌گیری شده در زیتون کنسروی و روغنی کمتر از حداکثر مجاز بدست آمده است.

واژه‌های کلیدی: حداکثر مجاز، شاخص اشباع لانتیر، عوامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها، زیتون کنسروی و روغنی، نسبت جذب سدیم.

دانشگاه
فصلنامه علمی
پژوهشی

مقدمه

کیفیت آب رودخانه، به‌ویژه از نظر غلظت سدیم، قلیائیت، شوری و مواد جامد معلق، تأثیر مستقیمی بر عملکرد و دوام سیستم‌های آبیاری، به‌خصوص آبیاری موضعی، دارد. پیامدهای نامطلوب کیفیت آب می‌تواند شامل گرفتگی فیلترها و قطره‌چکان‌ها، خوردگی تجهیزات پمپاژ، کاهش نفوذپذیری آب در خاک، افزایش شوری و در نهایت کاهش عملکرد محصولات باشد (Liu et al., 2009). گرفتگی قطره‌چکان‌ها یکی از مهم‌ترین مشکلات اجرایی آبیاری قطره‌ای است که با کاهش یکنواختی توزیع آب، راندمان آبیاری را کاهش و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات را افزایش می‌دهد؛ در این میان، کیفیت آب آبیاری نقش اساسی دارد (رضایی‌راد و همکاران، ۱۴۰۲). عوامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها به سه گروه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم می‌شوند. گرفتگی فیزیکی ناشی از ذراتی مانند شن، سیلت، رس، پلاستیک، بقایای گیاهی، جلبک‌ها، جانوران آبزی و باکتری‌هاست. گرفتگی شیمیایی نیز در اثر رسوبات کربنات‌ها، سولفات‌ها، هیدروکسیدهای فلزی، سیلیکات‌ها، سولفیدها، روغن و برخی کودهای شیمیایی و عناصر فلزی ایجاد می‌شود؛ درحالی‌که عوامل بیولوژیکی شامل لجن، رشته‌های زیستی، نهشته‌های میکروبی و باکتری‌ها هستند (علیزاده، ۱۳۸۰؛ زمانیان و فتاحی، ۱۳۹۳).

مطالعات پیشین درباره رودخانه خرم‌آباد نشان داده‌اند که کیفیت آب این رودخانه تحت تأثیر تغییرات زمانی و افزایش املاح قرار دارد. سلیمانی ساردو و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد در ایستگاه چمن‌انجیر طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۹ دریافتند که بر اساس نمودار شولز آب رودخانه از نظر شرب در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارد و بر اساس نمودار ویلکاکس، بیشتر نمونه‌ها در کلاس C2S1 و برای کشاورزی تقریباً مناسب هستند. بااین‌حال، آزمون من-کندال روند افزایشی و معنی‌داری را برای هدایت الکتریکی، بی‌کربنات، کلرید، کلسیم، منیزیم، باقیمانده املاح، مجموع کاتیون‌ها، سختی موقت و سختی کل نشان داد که بیانگر افزایش املاح محلول و کاهش تدریجی کیفیت آب است. همچنین منفرد و همکاران (۱۴۰۱) با تدوین یک ساختار بهینه برای کاهش بار آلودگی رودخانه خرم‌آباد و استفاده از مدل فازی و الگوریتم ژنتیک، نشان دادند که تبادل BOD در ایستگاه‌های پایین‌دست، به‌ویژه در محدوده مجتمع کشت و صنعت و کارخانه الکل‌سازی، در شرایط بحرانی و حدود ۲۰ میلی‌گرم در لیتر است. تأثیر کیفیت آب و عملکرد سامانه آبیاری بر درختان زیتون نیز در مطالعات مختلف بررسی شده است (وردی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷؛ گندم‌کار و همکاران، ۱۳۹۹). فرزنام‌نیا و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در باغ زیتون استان اصفهان دریافتند که حدود ۶ تا ۱۰ درصد قطره‌چکان‌ها به دلیل نفوذ ریشه گیاهان مسدود شده‌اند. با وجود این، در سال سوم میانگین ارتفاع، قطر تنه، محیط سایه‌انداز و سطح سایه‌انداز درختان نسبت به سال اول به ترتیب ۳۴، ۵۷، ۲۴ و ۵۴ درصد افزایش یافت. دیندارلو (۱۴۰۳) نیز نشان داد که کاهش کمی و کیفی آب آبیاری موجب کاهش وزن و حجم میوه زیتون می‌شود، هرچند می‌تواند بر کیفیت روغن اثر مطلوب داشته باشد.

مطالعات جدیدتر نیز اهمیت کیفیت آب، خاک و عناصر غذایی را در تولید زیتون تأیید کرده‌اند Medoro و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی ژئوشیمی خاک، برگ و میوه زیتون در دو منطقه ایتالیا نشان دادند که عناصر Lu و Hf برای شناسایی جغرافیایی ارتباط معنی‌داری میان خاک، برگ و زیتون داشتند و Rb و Sr نیز در جذب عناصر توسط گیاه اهمیت داشتند Boujelben و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه دوساله نشان دادند که استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری زیتون موجب افزایش برخی عناصر غذایی و فلزات در خاک و گیاه شد، اما غلظت فلزات از حدود مجاز فراتر نرفت. همچنین، رشد گیاه تحت منابع مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری داشت و استفاده محدود از فاضلاب تصفیه‌شده امکان‌پذیر ارزیابی شد (Mañas and Heras 2024). نیز نشان دادند که آبیاری طولانی‌مدت با پساب تصفیه‌شده موجب افزایش هدایت الکتریکی، نیتروژن کل، پتاسیم، سدیم، منیزیم، روی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود. بااین‌حال، در عملکرد درختان اثر منفی قابل‌توجهی مشاهده نشد، هرچند خطر تجمع نمک در خاک در استفاده طولانی‌مدت باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به استفاده گسترده از آبیاری مستقیم رودخانه‌ها برای آبیاری و احتمال ورود آلاینده‌های شهری، کشاورزی و صنعتی، ارزیابی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد و تأثیر آن بر سامانه آبیاری قطره‌ای باغ زیتون ضروری است. بر این اساس، هدف تحقیق

حاضر ارزیابی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد در محل آبیگری و بررسی اثرات آن بر عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای باغ زیتون است. مراحل اصلی پژوهش شامل: (۱) بررسی تغییرات دما، بارش و مشخصات کمی و کیفی جریان رودخانه کشکان با استفاده از داده‌های هواشناسی و هیدرومتری، (۲) اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب رودخانه در دوره‌های کم‌آبی و پرآبی، (۳) محاسبه شاخص‌ها و طبقه‌بندی کیفیت آب برای آبیاری قطره‌ای و مصارف کشاورزی، و (۴) ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش اثرات نامطلوب کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد بر عملکرد سامانه آبیاری قطره‌ای است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه خرم‌آباد با مساحت ۱۶۴۰ کیلومترمربع در استان لرستان واقع در جنوب غربی ایران یکی از زیرحوضه‌های مهم و استراتژیک حوضه آبریز کرخه است. در داخل این حوضه، شهر خرم‌آباد، بعنوان حوضه آبریز شهری اهمیت دارد. رودخانه اصلی این حوضه بعنوان منبع ارزشمند اقتصادی و تامین کننده آب مصرفی برای شهر خرم‌آباد می باشد. حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه ارتفاع حوضه به ترتیب برابر ۲۸۷۶ و ۱۱۱۲ متر و با شیب متوسط ۲۴/۳۶ درصد است که نسبت به شیب متوسط کشکان کمتر است (باباعلی و همکاران، ۱۳۹۷). منطقه مورد مطالعه در تحقیق حاضر باغ زیتون واحد خرم‌آباد به مساحت تقریبی ۱۳۰ هکتار قابل کشت که حدود ۵۰ هکتار آن در حال حاضر دارای درختان زیتون است. محدوده‌ی مورد مطالعه بین مختصات جغرافیایی ۴۷° ۲۶' ۳۳" تا ۳۶° ۲۷' ۳۲" عرض شمالی و ۴۸° ۱۴' ۲۰" تا ۴۸° ۱۸' ۱۴" طول شرقی قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت رودخانه خرم‌آباد، محل آبیگری، ایستگاه هیدرومتری و محل‌های نمونه‌برداری زیتون از باغ زیتون واحد خرم‌آباد

رودخانه خرم‌آباد یا خرم‌رود پس از عبور شهر خرم‌آباد به رودخانه‌ی کشکان می‌پیوندد. اقلیم منطقه نیمه‌مرطوب با میانگین بارش سالانه در این حوضه بین ۴۵۰ تا ۶۵۰ میلی‌متر در سال و میانگین دمای ۱۶/۶۷ درجه سانتی‌گراد است. رخداد بارش‌ها عمدتاً از پاییز تا اوایل بهار می‌باشد. (امیری و همکاران، ۱۴۰۵؛ شایان و همکاران، ۱۳۹۶).

داده‌های مورد استفاده

داده‌های پژوهش شامل اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد و فلزات سنگین میوه زیتون باغ واحد خرم‌آباد بود. نمونه‌برداری آب در چهار فصل تابستان، پاییز، زمستان ۱۴۰۳ و بهار ۱۴۰۴ در سه موقعیت شامل محل پمپاژ از رودخانه، قبل و بعد از سیستم تصفیه انجام شد.

اندازه‌گیری آب در محل پمپاژ از رودخانه به دلیل بررسی غلظت پارامترهای کیفیت آب رودخانه در محل آبیگری انجام شده است. با توجه به اینکه غلظت پارامترهای کیفیت آب رودخانه در محل پمپاژ تحت تاثیر عواملی مانند نوع روش آبیگری (فیلتر اطراف چاه فلن)، مخلوط کردن آب رودخانه با آب قنات قبل از پمپاژ و خوردگی تجهیزات پمپاژ و لوله فلزی انتقال آب تا محل فیلتراسیون امکان تغییر داشتند، اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب قبل از ورود آب به سیستم فیلتراسیون در نظر گرفته شد. همچنین به منظور بررسی کارایی سیستم فیلتراسیون، اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب بعد از سیستم فیلتراسیون نیز انجام شده است.

در مجموع، ۳۰ پارامتر کیفی شامل ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، مواد مغذی، BOD₅، COD و ۱۰ فلز سنگین اندازه‌گیری گردید. پارامترهای فلزی شامل کادمیوم، آرسنیک، کروم، سرب، جیوه، نیکل، آلومینیوم، بر، وانادیوم و منگنز بودند. تصاویر نمونه‌برداری آب در چهار فصل مختلف در شکل ۲ ارائه شده است.



ب- نمونه‌برداری زیتون کنسروی و روغنی



الف- نمونه‌برداری آب رودخانه خرم‌آباد

شکل ۲. نمونه‌برداری از آب رودخانه خرم‌آباد (الف) و میوه زیتون کنسروی و روغنی (ب) در فصول مختلف

در این پژوهش، به دلیل تغییرات سریع برخی پارامترهای کیفیت آب، شش پارامتر شامل دمای آب، pH، هدایت الکتریکی (EC)، شوری، کل مواد جامد محلول (TDS) و اکسیژن محلول (DO) با استفاده از دستگاه مولتی پارامتر AZ-86031 در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند. دقت دستگاه مولتی پارامتر مورد استفاده در تحقیق حا ضر برای اندازه‌گیری پارامترهای دما، pH، EC، شوری، TDS و DO به ترتیب برابر ± 0.5 درجه سانتی‌گراد، ± 0.1 واحد، ± 0.1 میلی‌مول بر سانتی‌متر، ± 0.1 گرم در لیتر، ± 0.1 میلی‌گرم در لیتر و ± 0.1 میلی‌گرم در لیتر است. سایر پارامترهای کیفی در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه اراک مورد سنجش قرار گرفتند. همچنین برای ارزیابی اثر کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد بر محصولات باغ زیتون، نمونه‌برداری از زیتون کنسروی در آبان ۱۴۰۳ و زیتون روغنی در آذر ۱۴۰۳ انجام شد (شکل ۲). انتخاب نمونه‌ها بر اساس چهار رقم زیتون ماری، روغنی، زرد و شنگه و پراکنش مناسب نقاط نمونه‌برداری صورت گرفت (شکل ۱). اندازه‌گیری فلزات سنگین در میوه زیتون کنسروی با استفاده از روش خاکستر خشک (Jones, 1984) انجام شد که شامل خشک کردن نمونه‌ها، خاکستر سازی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و محاسبه درصد کربن آلی (OC) بود (شکل ۳-الف).



ب- تهیه محلول میوهی زیتون کنسروی

الف- آماده سازی، خشک کردن و توزین نمونه‌ها

شکل ۳. مراحل آماده سازی زیتون کنسروی در آزمایشگاه برای اندازه گیری فلزات سنگین

مقادیر وزن و درصد کربن آلی نمونه‌های زیتون کنسروی اندازه گیری شده نیز در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. محاسبه درصد کربن آلی در ۴ رقم نمونه‌ی زیتون کنسروی با سه تکرار

ردیف	شماره نمونه	شماره تکرار	وزن بوتله چینی خالی (گرم)	وزن بوتله چینی با نمونه‌ی خشک (گرم)	وزن بوتله چینی با خاکستر (گرم)	وزن کربن آلی نمونه (گرم)	درصد کربن آلی نمونه
۱	نمونه‌ی اول (رقم ماری)	۱	۲۱/۸۴۲	۲۳/۸۴۲	۲۱/۹۷۰	۰/۸۷۲	۸۷/۲
۲		۲	۲۱/۳۷۳	۲۲/۳۷۳	۲۱/۵۰۷	۰/۸۶۶	۸۶/۶
۳		۳	۲۶/۶۵۸	۲۷/۶۵۸	۲۶/۷۷۷	۰/۸۸۱	۸۸/۱
۴	نمونه‌ی دوم (رقم روغنی)	۱	۲۳/۵۲۳	۲۴/۵۲۳	۲۳/۶۴۶	۰/۸۷۷	۸۸/۷
۵		۲	۲۲/۸۳۸	۲۳/۸۳۸	۲۲/۹۵۷	۰/۸۸۱	۸۸/۱
۶		۳	۲۳/۸۹۳	۲۴/۸۹۳	۲۴/۰۱۳	۰/۸۸۰	۸۸/۰
۷	نمونه‌ی سوم (رقم زرد)	۱	۲۳/۰۰۶	۲۴/۰۰۶	۲۳/۱۲۵	۰/۸۷۱	۸۷/۱
۸		۲	۲۳/۲۴۶	۲۴/۲۴۶	۲۳/۳۷۸	۰/۸۶۸	۸۶/۸
۹		۳	۲۳/۹۵۲	۲۳/۹۵۲	۲۳/۰۷۶	۰/۸۷۶	۸۷/۶
۱۰	نمونه‌ی چهارم (رقم شنگه)	۱	۲۱/۷۱۸	۲۲/۷۱۸	۲۱/۸۴۹	۰/۸۶۹	۸۶/۹
۱۱		۲	۲۳/۲۷۷	۲۴/۲۷۷	۲۳/۴۱۷	۰/۸۶۰	۸۶/۰
۱۲		۳	۲۲/۴۷۹	۲۳/۴۷۹	۲۲/۶۰۸	۰/۸۷۱	۸۷/۱

نتایج جدول ۱، نشان می‌دهد که در صد کربن آلی در ۱۲ نمونه‌ی مورد بررسی از حدود ۸۶/۰ در صد تا ۸۸/۱ درصد متغیر است. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین در ۴ نمونه‌ی برداشت شده از زیتون روغنی، اولین مرحله آماده سازی نمونه‌ها می‌باشد. در این مرحله نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، با در نظر گرفتن ۳ تکرار برای اندازه‌گیری آماده شدند. در مرحله‌ی آماده‌سازی نمونه‌ها ابتدا از هر نمونه، گوشت میوه‌ی زیتون جدا و به اندازه‌ی حدود ۵۰۰ گرم به منظور خشک کردن آنها وزن شد. سپس نمونه‌ها در آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. در مرحله‌ی دوم برای تهیه‌ی نمونه‌های اندازه‌گیری فلزات سنگین در میوه زیتون روغنی، روغن زیتون نمونه‌ها با استفاده از روش سوکسوله استخراج شد. برای تهیه‌ی محلول‌های قابل اندازه‌گیری فلزات سنگین از نمونه‌های روغن زیتون محلول‌هایی مشابه با روش زیتون کنسروی تهیه و برای اندازه‌گیری فلزات سنگین به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه اراک ارسال شد. در این راستا ابتدا روغن استخراج شده در بوتله‌های از قبل وزن شده، داخل آون قرار داده شد تا خاکستر باقیمانده برای محلول سازی آماده شود. در مرحله‌ی نهایی با تهیه‌ی محلول و تصفیه‌ی آن نمونه‌ها

برای تزریق به دستگاه اندازه‌گیری آماده شد.

نتایج و بحث

نتایج تحقیق حاضر به تفکیک سه بخش اصلی پارامترهای اندازه‌گیری شده، دسته‌بندی کیفیت آب و اثرات کیفیت آب روی میوه درختان زیتون تقسیم‌بندی شده است.

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب در محل نمونه‌برداری با استفاده از مولتی‌پارامتر شامل پارامترهای دمای آب، pH، هدایت الکتریکی (EC)، نمک (Salt)، کل مواد جامد محلول (TDS) و اکسیژن محلول (DO) در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب در محل نمونه‌برداری

ردیف	زمان نمونه‌برداری	محل نمونه‌برداری	دمای آب (°C)	pH	EC ($\mu\text{mho cm}^{-1}$)	Salt (gr lit ⁻¹)	TDS (mg lit ⁻¹)	DO (mg lit ⁻¹)
۱	نوبت اول (مرداد ۱۴۰۳)	رودخانه	۲۱/۱	۷/۴۴	۸۰۰	۰/۴۵	۴۰۹	۱۲/۸
۲		قبل از تصفیه	۲۲/۹	۷/۴۵	۸۳۸	۰/۴۵	۴۲۱	۷/۲
۳		بعد از تصفیه	۲۴/۱	۷/۲۹	۸۲۵	۰/۴۵	۴۱۳	۸/۳
۴	نوبت دوم (آبان ۱۴۰۳)	رودخانه	۱۶/۹	۷/۲۱	۷۶۰	۰/۴۲	۳۷۵	۵/۵
۵		قبل از تصفیه	۱۹/۲	۷/۲۲	۸۷۵	۰/۴۶	۴۲۵	۵/۹
۶		بعد از تصفیه	۱۹/۲	۷/۲۸	۸۴۶	۰/۴۶	۴۲۰	۶/۳
۷	نوبت سوم (بهمن ۱۴۰۳)	رودخانه	۱۳/۸	۶/۷۱	۷۵۳	۰/۴۰	۳۷۱	۱۰/۱
۸		قبل از تصفیه	۸/۴	۷/۰۴	۷۹۶	۰/۴۳	۴۰۰	۷/۵
۹		بعد از تصفیه	۸/۱	۷/۱۴	۷۸۸	۰/۴۲	۳۹۵	۷/۸
۱۰	نوبت چهارم (اردیبهشت ۱۴۰۴)	رودخانه	۱۹/۹	۶/۸۰	۷۲۵	۰/۳۷	۳۶۲	۱۰/۸
۱۱		قبل از تصفیه	۲۱/۶	۶/۹۱	۷۸۴	۰/۴۲	۳۹۵	۷/۹
۱۲		بعد از تصفیه	۲۳/۲	۷/۰۵	۷۷۴	۰/۴۲	۳۸۶	۱۰/۸

در تابستان، مقادیر EC و TDS در رودخانه و در قبل از تصفیه بیشترین مقدار را دارند (به ترتیب تا ۸۳۸ میکروموس و ۴۲۱ میلی گرم در لیتر). مقدار pH بین ۷/۲۹ تا ۷/۴۵ در محدوده نرمال و اکسیژن محلول بین ۲/۷ تا ۸/۱۲ میلی گرم در لیتر متغیر است که در رودخانه به دلیل تلاطم جریان بیشتر می‌باشد. در پاییز نیز EC و TDS به ترتیب بیش از ۷۵۰ و ۳۷۰ بوده و حداکثر آن‌ها قبل از فیلتراسیون مشاهده شده است. مقدار pH بین ۷/۲۱ تا ۷/۳۷ در محدوده نرمال و DO بین ۵/۵ تا ۳/۶ متغیر بوده که کاهش آن در رودخانه ناشی از ورود آلاینده‌های آلی است. در زمستان، مقادیر EC و TDS بیش از ۷۵۰ و ۳۷۰ بوده و بیشترین مقدار آن‌ها قبل از سیستم تصفیه ثبت شده است. pH بین ۷/۱۶ تا ۷/۲۱ در محدوده نرمال و DO از ۵/۷ تا ۱/۱۰ متغیر است که مقدار بالاتر آن در رودخانه به دلیل آلودگی کمتر است. در بهار نیز بیشترین EC و TDS قبل از تصفیه دیده شده و pH و DO هر دو در محدوده نرمال قرار دارند. بررسی سایر پارامترها (یون‌ها، BOD₅، COD، نیترات، فسفات و سختی کل) نشان می‌دهد که پس از تصفیه مقادیر بیشتر شاخص‌ها کاهش یافته و کیفیت آب بهبود یافته است. در جدول ۳ مقادیر اندازه‌گیری شده سایر پارامترهای کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد ارائه شده است.

جدول ۳. مقادیر پارامترهای کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد

ردیف	زمان	محل	Ca ²⁺ +	Mg ²⁺ +	Na ⁺	K ⁺	HC O ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	BOD ₅	CO D	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄	T H
۱		رودخانه	۱۰/۴ ۸	۱۸/۵	۲/۹	۳/۹	۲۶۳	۵/۸	۵۸/۳	۶۰/۴	۵۱	۸۶	۹۵/۶	۱/۴	۲۶۲
۲	مرداد ۱۴۰۳	قبل از تصفیه	۱۱/۱ ۶	۱۸/۰	۲/۸	۳/۶	۲۵۹	۸/۴	۶۰/۵	۶۲/۶	۶۴	۹۵	۹۸/۷	۲/۶	۲۶۰
۳		بعد از تصفیه	۱۰/۴ ۰	۱۸/۰	۲/۸	۳/۱	۲۴۱	۶/۴	۵۷/۳	۵۰/۴	۴۵	۷۹	۹۰/۵	۱/۹	۲۵۰
۴		رودخانه	۸۲/۹	۳۵/۶	۳/۷	۵/۴	۳۰۶	۷/۴	۵۲/۸	۴۱/۴	۸۴	۱۵۶	۱۱۸/۶	۲/۵	۵۹۲
۵	آبان ۱۴۰۳	قبل از تصفیه	۸۷/۲	۳۶/۱	۳/۹	۶/۰	۳۰۰	۷/۵	۵۵/۹	۴۵/۸	۹۲	۱۳۴	۱۲۲/۵	۳/۶	۶۲۳
۶		بعد از تصفیه	۹۵/۳	۳۷/۶	۳/۵	۵/۰	۳۱۵	۶/۸	۶۰/۰	۳۸/۵	۵۶	۹۵	۱۰۲/۳	۳/۴	۶۵۰
۷		رودخانه	۶۰/۲	۳۱/۸	۱۴/۴	۵/۲	۱۲۵	۳۰/۰	۵۱/۰	۶۰/۰	۶۷	۱۰۲	۶۵/۱	۰/۲۵	۵۰۲
۸	بهمن ۱۴۰۳	قبل از تصفیه	۶۵/۶	۳۰/۱	۱۴/۱	۵/۶	۱۳۰	۲۹/۰	۴۸/۰	۶۰/۰	۷۴	۱۱۳	۶۵/۰	۰/۳۱	۴۸۷
۹		بعد از تصفیه	۶۸/۴	۲۰/۵	۱۵/۵	۴/۵	۱۳۵	۳۱/۰	۴۷/۰	۵۴/۷	۵۲	۹۱	۶۲/۳	۰/۳۴	۶۱۰
۱۰		رودخانه	۷۳/۲	۲۳/۰	۱۵/۰	۷/۰	۲۱۰	۵/۴	۴۳/۵	۶۵/۱	۶۴	۹۸	۷۰/۵	۰/۳۳	۵۲۳
۱۱	اردیبهشت	قبل از تصفیه	۷۴/۰	۲۱/۹	۱۶/۳	۷/۴	۲۲۰	۴/۶	۵۳/۷	۶۴/۴	۷۶	۱۲۱	۷۰/۸	۰/۳۵	۵۷۱
۱۲	۱۴۰۴	بعد از تصفیه	۷۲/۰	۲۳/۷	۱۷/۴	۸/۲	۲۳۰	۴/۸	۵۱/۲	۶۱/۳	۵۹	۹۵	۶۶/۲	۰/۴۱	۵۹۰

• واحد پارامترهای کیفیت آب بر حسب میلی گرم در لیتر است.

بر اساس اهداف تعریف شده در تحقیق حاضر اندازه‌گیری ۱۰ عنصر اصلی فلزات سنگین شامل مس (Cu)، آهن (Fe)، سرب (Pb)، منگنز (Mn)، نیکل (Ni)، آلومینیوم (Al)، روی (Zn)، باریم (Ba)، کادمیوم (Cd) و کروم (Cr) در چهار نوبت فصلی نمونه‌برداری انجام شده است. نتایج این بخش بیانگر این بود که در فصل بهار بیشترین غلظت فلزات سنگین در آب رودخانه مشاهده شده است به طوری که، تمامی فلزات به جزء روی، کادمیوم و کروم در رودخانه دارای غلظت‌های قابل تشخیص بوده‌اند. همچنین از بین ۱۰ فلز سنگین بررسی شده دو عنصر مس و آهن در تمامی ۴ دوره نمونه‌برداری در آب رودخانه وجود داشته‌اند.

طبقه‌بندی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد

شاخص اشباع لانژلیئر LSI معیار بسیار خوبی برای ارزیابی و تعیین قابلیت استفاده آب در روش آبیاری قطره ای است، زیرا پیش بینی خطر رسوب کربنات در قطره چکان ها، در این روش از اهمیت زیادی برخوردار است (علیزاده، ۱۳۸۳). بنابراین اگر با محاسبه این شاخص مشخص گردید که امکان رسوب کربنات وجود دارد، باید در انتخاب نوع قطره چکان دقت نمود و نباید از قطره چکان های حساس به گرفتگی استفاده کرد. در جدول ۴ مقادیر شاخص LSI در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری و تفسیر نتایج آن ارائه شده است.

جدول ۴. مقادیر شاخص LSI در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری

ردیف	زمان نمونه‌برداری	مکان نمونه‌برداری	pH	pH _s	LSI	تفسیر شاخص	
						Carrier (1965)	Langelier (1936)
۱		رودخانه	۶/۸۰	۷/۵۰	-۰/۷۰	خوردگی شدید	آب غیر رسوبگذار
۲	بهار (اردیبهشت ۱۴۰۴)	ورودی تصفیه	۶/۹۱	۷/۵۰	-۰/۵۹	خوردگی شدید	آب غیر رسوبگذار
۳		خروجی تصفیه	۷/۰۵	۷/۴۰	-۰/۳۵	کمی خوردگی بدون رسوب	آب غیر رسوبگذار
۴		رودخانه	۷/۴۴	۷/۲۰	۰/۲۴	کمی رسوب‌گذار و خورنده	آب رسوبگذار
۵	تابستان (مرداد ۱۴۰۳)	ورودی تصفیه	۷/۴۵	۷/۲۰	۰/۲۵	کمی رسوب‌گذار و خورنده	آب رسوبگذار
۶		خروجی تصفیه	۷/۲۹	۷/۳۰	-۰/۰۱	کمی خوردگی بدون رسوب	آب غیر رسوبگذار
۷		رودخانه	۷/۲۱	۷/۴۰	-۰/۱۹	کمی خوردگی بدون رسوب	آب غیر رسوبگذار
۸	پاییز (آبان ۱۴۰۳)	ورودی تصفیه	۷/۳۷	۷/۳۰	۰/۰۷	کمی رسوب‌گذار و خورنده	آب رسوبگذار
۹		خروجی تصفیه	۷/۲۸	۷/۳۰	-۰/۰۲	کمی خوردگی بدون رسوب	آب غیر رسوبگذار
۱۰		رودخانه	۶/۷۱	۸/۰۰	-۱/۲۹	خوردگی شدید	آب غیر رسوبگذار
۱۱	زمستان (بهمن ۱۴۰۳)	ورودی تصفیه	۷/۰۴	۸/۱۰	-۱/۰۶	خوردگی شدید	آب غیر رسوبگذار
۱۲		خروجی تصفیه	۷/۱۴	۸/۰۰	-۰/۸۶	خوردگی شدید	آب غیر رسوبگذار

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که آب رودخانه در بیشتر فصول سال با توجه به مقادیر منفی شاخص اشباع لانژلیئر غیر رسوبگذار و دارای خوردگی کم می‌باشد. ولی در فصل تابستان دارای رسوبگذاری و در فصل زمستان دارای خوردگی شدید است. یکی از دلایل خوردگی آب رودخانه‌ی خرم‌آباد ورود آلاینده‌های مختلف به‌خصوص از کارخانه الکل‌سازی می‌باشد که باعث کاهش pH آب و خوردگی آب رودخانه‌ی خرم‌آباد می‌شود (منفرد و همکاران، ۱۴۰۱). در اثر بر اساس مقادیر غلظت‌های آنیون‌ها و کاتیون‌های اندازه‌گیری شده در فصول مختلف، مقادیر محاسبه شده برای پارامترهای SAR و RSC هر دو به ترتیب کمتر از ۱۰ و کمتر از ۱/۲۵ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر در تمامی فصول اندازه‌گیری، بدست آمده است (جدول ۵). بر این اساس از نظر پارامتر سدیم، آب مورد استفاده در باغ زیتون واحد خرم‌آباد از کیفیت عالی برخوردار است.

جدول ۵. پارامترهای SAR و RSC رودخانه خرم‌آباد در فصول مختلف نمونه‌برداری

محل نمونه برداری	علامت اختصاری	SAR	کیفیت بر اساس SAR	RSC	کیفیت بر اساس RSC
رودخانه (اردیبهشت)	RV1	۰/۳۹	عالی	-۱/۹۵	مناسب
ورودی فیلتراسیون (اردیبهشت)	BF1	۰/۴۳	عالی	-۱/۷۷	مناسب
خروجی فیلتراسیون (اردیبهشت)	AF1	۰/۴۵	عالی	-۱/۶۴	مناسب
رودخانه (مرداد)	RV2	۰/۰۷	عالی	-۲/۴۶	مناسب
ورودی فیلتراسیون (مرداد)	BF2	۰/۰۶	عالی	-۲/۷۸	مناسب
خروجی فیلتراسیون (مرداد)	AF2	۰/۰۷	عالی	-۲/۳۶	مناسب
رودخانه (آبان)	RV3	۰/۰۹	عالی	-۱/۸۵	مناسب

¹ Langelier Saturation Index (LSI)

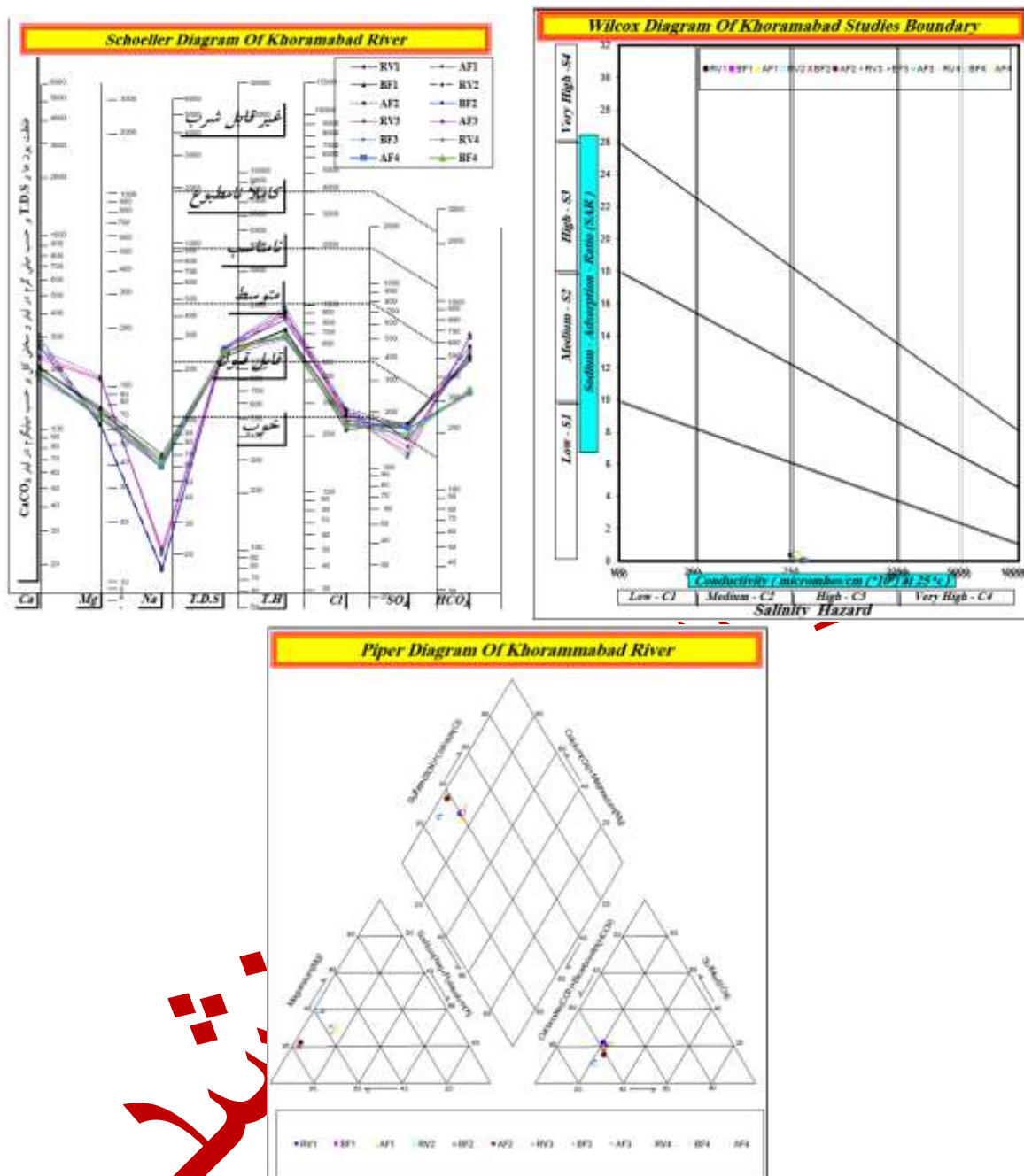
ورودی فیلتراسیون (آبان)	BF3	۰/۰۹	عالی	۲/۲۰-	مناسب
خروجی فیلتراسیون (آبان)	AF3	۰/۰۸	عالی	۲/۵۱-	مناسب
رودخانه (بهمن)	RV4	۰/۴۰	عالی	۱/۷۸-	مناسب
ورودی فیلتراسیون (بهمن)	BF4	۰/۳۹	عالی	۱/۸۶-	مناسب
خروجی فیلتراسیون (بهمن)	AF4	۰/۴۲	عالی	۱/۸۸-	مناسب

بر اساس طبقه‌بندی ویل‌کاکس، ۱۶ کلاس کیفیت آب از C1S1 تا C4S4 قابل تعریف است. دسته بندی نمونه‌های اندازه‌گیری شده در فصول مختلف سال بر اساس روش ویل‌کاکس در شکل ۴ ارائه شده است. طبقه‌بندی شولر معمولاً برای مصارف شرب استفاده می‌شود. در این نوع طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس ۸ پارامتره کیفیت آب شامل کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، سولفات، بی‌کربنات، کل مواد جامد محلول و سختی کل به ۶ کلاس شامل خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامطبوع و غیرقابل شرب تقسیم می‌شود. بر اساس شکل ۴، که دیاگرام شولر را برای دسته‌بندی نمونه‌های رودخانه خرم‌آباد نشان می‌دهد، می‌توان مشاهده کرد که ۱۲ نمونه در کلاس‌های خوب تا متوسط جای می‌گیرند. بر اساس دسته‌بندی شولر کلاس هر یک از پارامترهای کیفی کلسیم (قابل قبول)، منیزیم (خوب)، سدیم (خوب)، کل مواد جامد محلول (قابل قبول)، سختی کل (متوسط)، کلر (خوب)، سولفات (خوب) و بی‌کربنات (متوسط) مشخص شده است.

برای تشخیص و دسته‌بندی رخساره و تیپ آب، معمولاً از دسته‌بندی پایپر استفاده می‌شود. در این نوع طبقه‌بندی تیپ و رخساره آب از مقایسه‌ی مقادیر غلظت‌های آنیون‌ها و کاتیون‌ها در نمونه‌های آب استفاده می‌شود. رخساره و تیپ آب برای ۱۲ نمونه‌ی اندازه‌گیری شده در رودخانه خرم‌آباد با استفاده از روش پایپر مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که تیپ و رخساره‌ی آب در تمامی نمونه‌ها بی‌کربناته کلسیک است. در شکل ۴، نمودار پایپر موقعیت نمونه‌های اندازه‌گیری شده را از لحاظ درصد انواع آنیون و کاتیون نشان می‌دهد.

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت میوه زیتون

نتایج اندازه‌گیری فلزات سنگین در زیتون کنسروی و زیتون روغنی نشان داد که پس از اصلاح مقادیر با استفاده از نمونه‌های شاهد، غلظت فلزات سنگین در زیتون کنسروی بیشتر از روغن زیتون است. مقایسه نتایج با حدود حداکثر مجاز تعیین‌شده توسط FAO نشان داد که غلظت سرب در زیتون کنسروی کمتر از حد مجاز یک قسمت در میلیون است، اما غلظت سرب در روغن زیتون ارقام ماری، روغنی و سنگه از حد مجاز فراتر رفته است. غلظت کادمیوم در هر دو نوع محصول کمتر از حد مجاز بوده و غلظت آرسنیک در روغن زیتون نیز در محدوده مجاز قرار داشته است. همچنین، غلظت منگنز در زیتون کنسروی هر چهار رقم بیش از یک قسمت در میلیون گزارش شد، درحالی‌که غلظت منگنز در روغن زیتون کمتر از حد کمی‌سازی ($LOQ >$) بود. این نتایج ضرورت پایش مستمر فلزات سنگین در محصولات زیتون را نشان می‌دهد.



شکل ۴. طبقه‌بندی کیفیت آب رودخانه‌ی خرم‌آباد بر اساس روش‌های الف) ویل کاکس، ب) شولر و ج) پایپر در فصول مختلف اندازه‌گیری

نتایج عوامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها

هدف از این بخش بررسی مهمترین عوامل گرفتگی قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری قطره‌ای درختان باغ زیتون واحد خرم‌آباد با توجه به پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شده و بازدهی‌های میدانی انجام گرفته، می‌باشد. همانطور که در مقدمه بیان شد معمولاً دلایل و عوامل گرفتگی را می‌توان به سه دسته عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم‌بندی کرد. در ادامه سعی خواهد شد تا هر یک از این عوامل بررسی شوند. مهم‌ترین عواملی که باعث گرفتگی فیزیکی قطره‌چکان‌ها می‌شود، ذرات معلق

مانند شن، رس، سیلت و ... است. شکل ۵ نحوه آبیگری از رودخانه خرم‌آباد و پمپاژ آن به سیستم فیلتراسیون باغ زیتون را نشان



می‌دهد.



شکل ۵. نحوه آبیگری از رودخانه خرم‌آباد آبیگری از رودخانه خرم‌آباد برای سیستم آبیاری قطره‌ای باغ زیتون

بر اساس شکل ۵، برای آبیگری از رودخانه خرم‌آباد از روش چاه فلن با آبیگر چاهی با لوله‌های شعاعی استفاده شده است. این نوع آبیگر شامل یک چاه مرکزی و تعدادی لوله شعاعی است که در بستر یا ساحل رودخانه قرار گرفته و آب را به چاه مرکزی هدایت می‌کنند. این روش برای رودخانه‌های دارای بستر آبرفتی دانه‌درشت و میزان کم مواد معلق مناسب است؛ با این حال، مهم‌ترین محدودیت آن کاهش آبدهی و گرفتگی تدریجی لوله‌های شعاعی در طول زمان است. همچنین، وقوع سیلاب، کاهش دبی در دوره‌های کم‌آبی و نوسانات قابل توجه سطح آب می‌تواند موجب اختلال در عملکرد پمپ‌ها و کاهش یا توقف برداشت آب شود. در چنین شرایطی، جابه‌جایی محل پمپ و آبیگر یا انجام لایروبی در محدوده آبیگری می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم کمک کند.

تجمع قابل توجه رسوبات در محل آبیگری موجب ورود حجم زیادی از ذرات معلق همراه با آب پمپاژ شده به سیستم فیلتراسیون می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، کدورت بالای آب و وجود مقدار قابل توجه ذرات معلق در ورودی سیستم فیلتراسیون، بیانگر بار رسوبی زیاد آب رودخانه است. از نظر عوامل شیمیایی، وجود رسوبات کربناته و غیرکربناته و سختی بالای آب از عوامل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌ها محسوب می‌شود. نتایج نشان داد آب رودخانه در تابستان و پاییز در رده کاملاً سخت و در بهار و زمستان در رده سخت قرار دارد. افزایش سختی در تابستان و پاییز عمدتاً ناشی از کاهش دبی رودخانه و افزایش غلظت یون‌های مؤثر بر سختی است. همچنین، کودآبیاری نیز می‌تواند در ایجاد رسوبات شیمیایی و گرفتگی قطره‌چکان‌ها نقش داشته باشد که شواهد آن در شکل ۶ قابل مشاهده است.



شکل ۶. تانک کود، کودآبیاری و گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها

یکی از اصلی‌ترین عوامل گرفتگی بیولوژیکی بالا بودن غلظت مواد آلی مانند جلبک‌ها، بقایای موجودات زنده و سایر مواد آلی در آب است. یکی از بهترین پارامترهای کیفیت آب که می‌تواند بیانگر میزان غلظت این مواد در آب باشد، پارامتر نیاز اکسیژن‌خواهی شیمیایی (BOD_5) است. مقادیر بالای BOD_5 اندازه‌گیری شده در فصول مختلف حاکی از بالا بودن غلظت مواد آلی در تمام فصول است. شکل ۷، گرفتگی فیلترهای دیسکی ناشی از مواد آلی رودخانه خرم‌آباد را نشان می‌دهد.



شکل ۷. گرفتگی فیلترهای دیسکی ناشی از مواد آلی رودخانه خرم‌آباد

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج بررسی کیفیت آب رودخانه خرم‌آباد نشان داد که سیستم تصفیه، در مجموع موجب کاهش غلظت بیشتر پارامترهای کیفیت آب شده است؛ با این حال، افزایش غلظت برخی آنیون‌ها مانند کلرید، بی‌کربنات و فسفات پس از تصفیه، بیانگر عملکرد نامناسب سیستم در حذف این ترکیبات است. مقادیر بالای BOD_5 و COD نیز نشان‌دهنده ورود و تأثیر پساب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی، به‌ویژه در فصل پاییز، می‌باشد. بررسی فلزات سنگین نشان داد که بیشترین غلظت فلزات در فصل بهار مشاهده شده و مس و آهن در تمامی دوره‌های نمونه‌برداری قابل تشخیص بوده‌اند. نتایج شاخص اشباع لانژلییر نیز بیانگر آن است که آب رودخانه در بیشتر فصول غیررسوب‌گذار و دارای خاصیت خوردگی کم است؛ درحالی‌که در تابستان تمایل به رسوب‌گذاری و در زمستان خوردگی شدید دارد. در محصولات زیتون، غلظت سرب در زیتون کنسروی کمتر از حد مجاز بود، اما در روغن زیتون سه رقم ماری، روغنی و شنگه از حد مجاز فراتر رفت. غلظت کادمیوم و آرسنیک در محدوده مجاز قرار داشت، درحالی‌که منگنز در زیتون کنسروی بیش از حد یک میلی‌گرم در لیتر و در روغن زیتون کمتر از حد تشخیص بود.

همچنین، اگرچه عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی در گرفتگی سامانه آبیاری نقش دارند، ذرات معلق مهم‌ترین عامل گرفتگی فیلترها و قطره‌چکان‌ها شناخته شدند. تجمع قابل‌توجه رسوبات در چاهک پمپاژ و انسداد لوله‌های آبیگری نیز ضرورت بازسازی

مسیر و تخلیه رسوبات را نشان می‌دهد. برای اصلاح سیستم فیلتراسیون، استفاده از هیدروسیکلون به‌عنوان پیش‌تصفیه برای حذف ذرات بزرگ‌تر از ۴۰ میکرون و سپس فیلتر شنی پیش از فیلترهای توری و دیسکی پیشنهاد می‌شود تا از گرفتگی مداوم قطره‌چکان‌ها جلوگیری و عمر مفید سامانه افزایش یابد.

منابع

- امیری، سحر؛ حقی‌زاده، علی؛ قاسمی، لیلا و و دلفان، محبوبه. (۱۴۰۵). ارزیابی هیدرولوژیکی و ارزشگذاری اقتصادی آب چشمه‌های خرم‌آباد با تأکید بر مدیریت پایدار آبخیز شهری. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۲۰ (۷۲)، ۹۲-۱۱۲.
- باباعلی، حمیدرضا؛ رامک، زهره و سپهوند، رضا. (۱۳۹۷). برآورد سیلاب طرح حوضه آبخیز با به کارگیری تئوری فرکتال و مدل بارش رواناب HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز رودخانه خرم‌آباد). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۲ (۶)، ۱۰۹۷-۱۱۰۷.
- دیندارلو، علی. (۱۴۰۳). تأثیر میزان کمی و کیفی آب آبیاری بر تغییرات چگالی میوه زیتون در طول دوره رشد. مجله پژوهش آب ایران، ۱۸ (۱)، ۶۳-۷۳.
- رضایی راد، هادی؛ هوشمند، عبدالرحیم؛ پورغلام‌امینی، مسعود و دوست محمدی، محمد مهدی. (۱۴۰۲). ارزیابی اثر اسیدشویی بر کاهش گرفتگی قطره چکانها، کارایی سیستم آبیاری قطره ای و خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۷ (۱)، ۸۷-۱۰۱.
- زمانیان محمد و فتاحی روا الله. (۱۳۹۳). مقایسه خصوصیات کیفی آب و رسوبات شیمیایی عامل انسداد قطره‌چکانها در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کشور. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۴ (۳)، ۶۴-۷۵.
- سبزواری، یا سر؛ نصرالهی، علی حیدر و عزیزاده، فاطمه. (۱۳۹۸). ارزیابی مناسبت کیفی آب رودخانه کشکان جهت مصارف کشاورزی و اجرا سازی سامانه‌های قطره‌ای (مطالعه موردی: ایستگاه پلدختر). فصلنامه علمی رویکردهای پژوهشی کارآفرینانه در کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ۲ (۱)، ۵۹-۵۱.
- سلیمانی ساردو، محتبی؛ ولی، عباس‌علی؛ قضاوی، رضا و سعیدی گراغانی، حمیدرضا. (۱۳۹۲). آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب، مطالعه موردی رودخانه چم انجیر خرم‌آباد. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، ۳ (۴)، ۱۰۶-۹۵.
- شایان، سیاوش؛ دهستانی، هدیه و حسن‌زاده، محمد مهدی. (۱۳۹۶). طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه‌ها در حوضه‌های کوهستانی (مطالعه موردی: رودخانه خرم‌آباد). مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۶ (۲)، ۱۴۷-۱۳۳.
- عزیزاده، امین. (۱۳۸۰). اصول و عملیات آبیاری قطره ای (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- عزیزاده، امین. (۱۳۸۳). کیفیت آب در آبیاری. ترجمه‌ی شینبرگ و اوستر. انتشارات آستان قدس رضوی.
- غفاری، مسعود؛ سلطانی، جابر؛ اکبری، مهدی و رحیمی خوب، علی. (۱۳۹۴). ارزیابی فنی بهره برداری فیلترهای دیسکی تجهیزات فیلتراسیون در سیستم‌های آبیاری میکرو، مدیریت آب و آبیاری، ۵ (۱)، ۹-۱.
- فرزادینیا، مسعود؛ میران‌زاده، مختار و دهقانی سانچ، حسین. (۱۳۹۸). ارزیابی فنی و هیدرولیکی آبیاری قطره ای زیر سطحی و بررسی تأثیر کارایی این سامانه بر صفات رشدی درختان زیتون تحت مدیریت زارعین. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۳ (۴)، ۵۴۴-۵۴۹.
- گندمکار، اکبر؛ رحمانی، حمیدرضا و زمانی اکبرآبادی، بهمن. (۱۳۹۹). بررسی فلزات سنگین سرب، کادمیوم و آرسنیک در برگ و میوه درختان زیتون مناطق صنعتی و حاشیه بزرگراه‌های اصفهان. مجله مطالعات علوم محیط زیست، ۵ (۴)، ۳۰۰۱-۲۹۹۰.
- منفرد، علی؛ ربیعی فر، حمیدرضا و ابراهیمی، حسین. (۱۴۰۱). تخصیص بار آلودگی مبتنی بر ریسک فازی با استفاده از سیستم نسبت-تجارت (مطالعه موردی: رودخانه خرم‌آباد). مجله پژوهش آب ایران، ۱۶ (۳)، ۵۱۱۲۸۴.
- وردی نژاد، وحیدرضا؛ رحیمی، مینا و اسدزاده، فرخ. (۱۳۹۷). ارزیابی کیفیت آب چشمه‌های استان آذربایجان غربی از نظر پتانسیل گرفتگی گسیلنده‌ها در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای. نشریه دانش آب و خاک، ۲۸ (۴)، ۱۵۳-۱۴۱.

References

- Alizadeh, A. (2001). Principles and Practices of Drip Irrigation (2nd Edition). Imam Reza University Press. (In Persian).
- Alizadeh, A. (2004). Water Quality for Irrigation. Translated by Shainberg and Oster. Astan Quds Razavi Publications. (In Persian).
- Amiri S, Haghizadeh A, Ghasemi L, Delfan M. (2026). Hydrological Assessment and Economic Valuation of Springs Water in Khorramabad, with an Emphasis on Sustainable Urban Watershed Management. *Iranian journal of watershed and management*, 20 (72), 92-112. (In Persian).
- Babaali, H., Ramak, Z., & Sepahvand, R. (2019). Estimation of Design Flood using Fractal Theory and HEC-HMS Model (Case Study: Khorramabad River Basin). *Water and Soil*, 32(6), 1097-1107. (In Persian).
- Boujelben, N., Bakari, Z., Turki, N., Del Bubba, M. and Elleuch, B., (2024). Effects of short-term irrigation of olive (*Olea europaea* L. cv. 'Koroneiki') trees using treated wastewater contaminated with heavy metals. *Irrigation Science*, 1-13.
- Carrier, G.F., (1965). Some effects of stratification and geometry in rotating fluids. *Journal of Fluid Mechanics*, 23(1), 145-172.
- Dindarlou, A. (2024). The impact of irrigation water quantity and quality on olive fruit density throughout the growth period. (e11616). *Iranian Water Research Journal*, 18(1), e11616. (In Persian).
- Farzamnia, M., Miranzadeh, M., & Dehghanisanij, H. (2019). Technical Evaluation of Subsurface Drip Irrigation System Hydraulic and Influence of Its Efficiency on Olive Growth Parameters under Field Conditions (Case Study: Isfahan). *Water and Soil*, 33(4), 549-564. (In Persian).
- Gandomkar, A., rahmani, H., & ZAMANI KEBRABADI, B. (2020). Evaluation the Cd, Pb and As content in soil, water, leaves and fruit of olive trees at some of Esfahan industrial zones and highways. *Journal of Environmental Science Studies*, 5(4), 2990-3001. (In Persian).
- Ghaffari, M., Soltani, J., Akbari, M., & Rahimikhobe, A. (2015). Evaluation technical and operation of disc filters of filtration equipment on the micro irrigation systems. *Water and Irrigation Management*, 5(1), 1-9. (In Persian).
- Jones JI (1984). In Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Ed. S Williams. pp 38-64. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia 22209, USA.
- Langelier, W.F., (1936). The analytical control of anti-corrosion water treatment. *Journal American Water Works Association*, 28(10), 1500-1521.
- Liu, H. and G. Huang. (2009). Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. *Agricultural Water Management*, 96(5): 745-756.
- Mañas, P. and De las Heras, J., (2024). Nutrient content in olive leaves through sustained irrigation with treated wastewater. *Scientia Horticulturae*, 330, 113084.
- Medoro, V., Ferretti, G., Rotondi, A., Morrone, L., Faccini, B. and Coltorti, M., (2023). Incidence of foliar treatments and geographical origin on the geochemical fingerprints of leaves and fruits in olive growing. *Environmental Geochemistry and Health*, 45(7), 4643-4664.
- Monfared, A., Rabieifar, H., & Ebrahimi, H. (2022). Fuzzy risk-based allocation of pollution load using trading-ratio system (Case study: Khorramabad River). (e11284). *Iranian Water Research Journal*, 16(3), e11284. (In Persian).
- Rezaei Rad, H., hooshmand, A., Pourgholam-Amiji, M., & Doust Mohammadi, M. M. (2023). Evaluation of the Effect of Acid Washing on the reduction of Dripper Clogging, Drip Irrigation System Efficiency and Soil Chemical characteristics. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 17(1), 87-101. (In Persian).
- Sabzevari, Yaser, Nasrollahi, Ali Heydar, and Alizadeh, Fatemeh. (2019). Evaluation of the qualitative suitability of Kashkan River water for agricultural use and the implementation of drip irrigation systems (Case study: Pol-e-Dokhtar station). *Entrepreneurial Research Approaches in Agriculture*, 2(1), 51-59. (In Persian).
- Shayan, S., dehestani, H., & hosein zadeh, M. M. (2018). Geomorphologic Classification of Rivers in Mountainous Basins (Case study: Khorramabad River). *Quantitative Geomorphological Research*, 6(2), 133-147. (In Persian).
- SolaimaniSardo, M., Vali, A., Ghazavi, R., & Saidi Goraghani, H. (2013). Trend Analysis of Chemical Water Quality Parameters; Case study Cham Anjir River. *Irrigation and Water Engineering*, 3(4), 95-105. (In Persian).
- Verdinejad, V.R. , Rahimi, M. and Asadzadeh, F. (2018). Evaluation of Springs Water Quality of West Azerbaijan Province in Terms of Emitters Clogging Potential in Drip Irrigation Systems. *Water and Soil Science*, 28(4), 141-153. (In Persian).
- Zamaniyan, M., & Fatahi, R. (2014). Comparison of water quality and chemical characteristics of sediment due emitters clogging in trickle irrigation systems. *Irrigation and Water Engineering*, 4(3), 64-75. (In Persian).