

اثرات آب و خاک شور بر دانه سفیدی انار

سحر صداقت^۱، مجید راحمی^{۲*} و مسلم جعفری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶)

چکیده

در سال‌های اخیر بروز پدیده دانه سفیدی در انار رقم رباب شهرستان نیریز یکی از مسائل مهم می‌باشد که تاکنون راهکار قطعی و روشنی به‌منظور کاهش آن ارائه نشده‌است. بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور بررسی رابطه شوری و دانه سفیدی در انار رقم رباب در قالب طرح کاملاً تصافی طراحی شد. براساس کیفیت آب (شیرین، لب‌شور و شور) ۱۴ باغ با سنین تقریباً یکسان انتخاب و نمونه‌برداری میوه انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه همبستگی، میزان آنتوسیانین آریل‌ها همبستگی منفی معنی‌داری با درصد دانه سفیدی داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شوری آب، درصد دانه سفیدی در انار رقم رباب افزایش یافت. باغ‌هایی که با آب شیرین (بدون نمک) آبیاری شده بودند، درجه (a*) آریل، میزان آنتوسیانین و میزان درخشندگی (L*) بالاتری را نسبت به باغ‌هایی که با آب لب‌شور و شور آبیاری شدند، داشتند. میزان مواد جامد محلول آریل‌ها در باغ‌هایی که با آب شور آبیاری می‌شدند نسبت به آبیاری با آب لب‌شور و شیرین بالاتر بود. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری با آب شور و شور شدن خاک می‌تواند به طور مستقیم در پدیده دانه‌سفیدی آریل‌های انار دخیل باشد.

کلمات کلیدی: آریل، میزان آنتوسیانین، هدایت الکتریکی

۱- دانش‌آموخته دکتری بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

۲- استاد بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

۳- استادیار پژوهشی ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان

* پست الکترونیک: rahemi@shirazu.ac.ir

مقدمه

شوری آب و خاک یکی از اساسی‌ترین مشکلات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و شور شدن تدریجی خاک یکی از مسائل بسیار مهم در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران می‌باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). موقعیت جغرافیایی، کمبود نزولات آسمانی، زیاد بودن میزان تبخیر از سطح خاک از دلایل اصلی پتانسیل بالای شوری در این مناطق از لحاظ عوامل طبیعی می‌باشد (جماعتی‌اردکانی و همکاران، ۱۳۹۸). در نتیجه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و آب و کمبود آب به عنوان عوامل اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان به شمار می‌روند، بنابراین استفاده از آب‌های شور به منظور تولید محصولات کشاورزی، غیرقابل اجتناب است. در کل با افزایش شوری آب آبیاری بر شوری خاک نیز اضافه می‌شود که آن نیز عوامل دیگری را در رابطه با آب و گیاه تحت تأثیر قرار می‌دهد (اسکیزبرا^۱ و همکاران، ۲۰۰۹).

برطبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷، میزان تولید انار در ایران ۷۱۴۵۴۰/۵ تن، معادل ۳/۴ درصد از کل تولید محصول‌های باغی بوده است. شایان ذکر است استان فارس با در اختیار داشتن ۲۶/۲ درصد از کل میزان تولید انار در کشور حائز رتبه اول در تولید این فرآورده ارزشمند می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷). از این میان شهرستان نیریز یکی از بزرگترین مناطق تولید انار بوده که دارای ارقام متعددی از جمله رباب، فاروق، اتابکی، شیرین شهوار، عروس، ملس و خلیلی-شیرین می‌باشد. میوه انار رقم رباب با تمرکز تولید بالا در شهرستان نیریز با ویژگی‌هایی مانند پوست ضخیم و قرمز رنگ، درصد بالای مواد جامد محلول کل، طعم شیرین مایل به ترش (ملس)، دیررسی و مقاوم به ترک خوردگی به‌عنوان یکی از انواع مهم صادراتی کشور دارای ارزش و جایگاه خاصی می‌باشد (محسنی، ۱۳۸۳).

امروزه مصرف‌کنندگان انار، میوه‌هایی با درصد آب بالا، طعم ملس و آریل‌هایی با رنگ قرمز تیره را ترجیح می‌دهند. شدت رنگ در میوه انار به مقدار و نسبت مشتقات تشکیل‌دهنده رنگیزه آنتوسیانین وابسته است، هر چه مقدار آنها در آریل بیشتر باشد، میوه‌ها از کیفیت و بازاریابی بیشتری برخوردار می‌باشند (بارکو-نیری^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). در سال‌های اخیر عارضه سفیدشدگی آریل یا قهوه‌ای شدن درونی میوه انار در برخی نقاط ایران گسترش یافته که به‌شدت از محبوبیت آن کاسته شده است. در میوه‌های دارای عارضه به‌علت تخریب و تغییر در ترکیب آنتوسیانین رنگ آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای سوخته تغییر یافته و با شکاف و حفره‌هایی که در غشاء و بافت آریل ایجاد می‌شود، سبب نرم شدن بافت آریل، دفرمه‌شدن و نامطلوب شدن طعم میوه می‌شود (جالیکوپ^۳ و همکاران، ۲۰۱۰).

در رابطه با دلنه سفیدی لثاریه انواعی از عارضه‌ها که موجب سفید شدن یا قهوه‌ای شدن آریل‌های انار می‌شود اشاره شده است که برخی از آنها عبارتند از آفتاب سوختگی، کاهش اسیدیته، میزان آسکوربیک اسید و میزان آنتوسیانین (کلکرانی و آرادیا^۴، ۲۰۰۵)، رسیدگی بیش از حد (ونگ و فرنسیس^۵، ۱۹۷۵)، سرمای شدید و تغییر اقلیم (محسنی^۶، ۲۰۱۱) می‌باشد. گزارش شده است که در انارهای دانه قهوه‌ای میزان مواد جامد محلول، میزان اسیدیته کل، میزان اسید آسکوربیک و فندهای احیا پایین بوده ولی مقدار فندهای غیر احیا بالا بوده است (پرابو دسای^۷، ۱۹۸۹). بهزادی‌شهربابکی^۸ (۲۰۱۴) گزارش کرد که انارهای دارای عارضه دانه‌سفیدی، میوه‌هایی کم‌آب، سبک و بی‌وزن هستند اگرچه تفاوتی با میوه‌های سالم ندارند.

عناصر غذایی و مواد فنلی در واقع موادی طبیعی هستند که در اکثر میوه‌ها نقش مهمی در حفظ کیفیت میوه و تعیین ارزش غذایی میوه دارد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه انار تابعی از مواد فنلی است و این فعالیت تابعی از شرایط محیطی، مدیریت باغ، میزان رسیدگی انار

5. Wang and Francis
6. Mohseni
7. Prabhu Desai
8. Behzadi Sharbabaki

1. Szczerba
2. Borochoy-Neori
3. Jalikop
4. Kulkarni and Aradhya

واقع در شهرستان نیریز انجام شد که میزان آن در جدول ۱ آورده شده است. به این ترتیب این مناطق بر اساس هدایت الکتریکی آب به کیفیت آب شیرین، لب‌شور و شور تقسیم شدند. از هر باغ نمونه آب و خاک (عمق ۳۰ سانتی‌متری) و تعداد ۳۰ میوه در مرحله رسیدگی تجاری با ویژگی پوست قرمز روشن و از گل‌های مرحله اول برداشت و به آزمایشگاه بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انتقال داده شد. سپس فاکتورهای رنگ آریل، میزان آنتوسیانین، میزان مواد جامد محلول، درصد دانه سفیدی آریل‌ها مورد بررسی قرار گرفت. میزان هدایت الکتریکی (Ec) آب و خاک ۱۴ منطقه در جدول (۱) آورده شده است.

رنگ آریل‌های انار با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (CR400, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. در این دستگاه میزان L^* , a^* , b^* مشخص گردید. مقدار L^* میزان روشنایی که دامنه بین صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) است، مقدار a^* از ۱۰۰- (سبزی) تا ۱۰۰+ (قرمزی) و مقدار b^* از ۱۰۰- (آبی) تا ۱۰۰+ (زردی) را نشان می‌دهد (رومانو^۳ و همکاران، ۲۰۰۸).

میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه‌ها با دستگاه انکسارسنج (RF10, USA) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها در تیمارهای مختلف از روش اختلاف pH استفاده شد (کیرکا^۴ و همکاران، ۲۰۰۷). ابتدا دو نمونه بافر با استفاده از محلول‌های کلرید پتاسیم (۰/۲۵M و pH=۱) و استات سدیم (۰/۴M, pH=۴/۵) با فاکتور رقیق سازی (۱/۱۵) تهیه گردید. سپس میزان جذب هر دو نمونه تهیه شده در طول موج‌های ۷۰۰ و ۵۱۰ نانومتر و با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (UV-160A Shimadzu, Japan) اندازه‌گیری شد و میزان آنتوسیانین توسط فرمول زیر محاسبه گردید:

و نوع رقم است (توکلی و همکاران، ۱۳۸۸). کاهش در ترکیبات فنلی همراه با افزایش رسیدگی میوه گزارش شده است. پرابو دسای (۱۹۸۹) معتقد است که قهوه‌ای شدن آریل‌ها بیشتر مربوط به اکسید شدن مواد فنلی است. همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر کاهش عارضه دانه سفیدی انار نقش بسزایی داشته که سبب بهبود رنگ آریل‌های انار می‌شود (ذبیحی و رضائیان^۱، ۲۰۱۹؛ اسدی^۲ و همکاران، ۲۰۱۹).

با توجه به این که تولید و صادرات انار در صدر توجهات کشاورزان و صادرکنندگان کشور قرار گرفته است، طبیعی است که بروز هر نوع مشکلی در کیفیت انار می‌تواند به کاهش میزان درآمد باغداران و صادرکنندگان انار منجر شود و بخش مهمی از بازار صادرات این محصول از دست برود. متأسفانه در سال‌های اخیر بروز پدیده دانه سفیدی در انار رباب شهرستان نیریز یکی از مسائل مهم می‌باشد که تاکنون پاسخ قطعی و روشنی به منظور کاهش آن ارائه نشده است. از طرفی، با توجه به بررسی‌ها و مشاهدات پیشین و نیز شور شدن تدریجی آب و خاک در مناطق مختلف نیریز این احتمال وجود دارد که افزایش شوری آب و خاک و کمبود مواد حاصل از فتوسنتز سبب بروز دانه‌سفیدی در انار شود. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی هدایت الکتریکی آب و خاک در ۱۴ باغ از مناطق مختلف شهرستان نیریز فارس و ارتباط آن با دانه سفیدی در انار رباب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با نمونه‌برداری از ۱۴ باغ با سنین تقریباً یکسان که از نظر کیفیت آب متفاوت بودند و بررسی هدایت الکتریکی آب و خاک‌های مختلف در مناطق لای حنا، قطرویه، صیف‌آباد، رودخور، وزیره

جدول ۱- هدایت الکتریکی آب و خاک (ds/m) باغ‌های مختلف در شهرستان نیریز استان فارس

باغ مورد بررسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
آب	۱/۴۹	۰/۵	۴	۳/۸۵	۵	۳	۶	۱/۰۷	۱/۳۹	۷/۵۵	۵/۴۷	۷/۵۵	۳	۲/۳۹
خاک	۰/۹۵	۱/۳	۵/۳	۴/۷	۲/۶۱	۲/۴۱	۶/۴	۱/۸	۱/۵	۷/۵	۵/۳	۶/۱	۳/۹	۴/۳

3. Romano
4. Kirca

1. Zabihi and Rezaeian
2. Asadi

این در حالی بود که میزان دانه سفیدی در این باغها به شدت کاهش یافته بود و در باغهایی که با آب شور آبیاری شده بودند، بیشترین درصد دانه سفیدی مشاهده شد (نمودار ۲).

نتایج همبستگی نشان داد که Ec آب و میزان آنتوسیانین رابطه معنی داری با درصد دانه سفیدی دارد ($R^2 = 0/4$ ، میزان آنتوسیانین $ds/m \cdot 10^7$) (نمودار ۳، ۴)، در صورتی که با سایر فاکتورها میزان همبستگی کمتری مشاهده شد (نتایج نشان داده نشده).

همچنین ضریب همبستگی پیرسون آنتوسیانین و درصد دانه سفیدی در سطح ۱ درصد معنی دار و حاکی از یک رابطه منفی بود که در آن نسبت دانه سفیدی به آنتوسیانین عدد $0/681$ - را نشان داد (جدول ۳). میزان دانه سفیدی ارتباط مستقیم و معنی داری با هدایت الکتریکی آب و خاک داشت.

در مطالعه حاضر دانه سفیدی انار در ۱۴ باغ مختلف واقع در شهرستان نیریز بررسی گردید و با توجه به این که برداشت میوه انار از گل‌های اول و پیش رس تر انجام شد، احتمال می رود که درصد دانه سفیدی بیشتر مرتبط با برداشت زودتر باشد. زیرا بازار فروش و انبار نیاز به محصول نوبر دارد. پژوهش حاضر نشان داد که با شور شدن آب، درصد دانه سفیدی افزایش می یابد (جدول ۳).

نتایج این پژوهش با مطالعات سایر پژوهشگران که بیان داشتند مقدار و کیفیت آب آبیاری ارتباط معنی داری با دانه سفیدی انار در ارقام مختلف استان خراسان دارد (تسوکلی و همکاران، ۱۳۸۸) و خشکسالی و کم آبیاری می تواند دانه سفیدی در میوه انار را تشدید نماید همخوانی دارد (السید^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). باغهایی با خاک شور که بدلیل آبیاری با آب شور می باشند، درصد دانه سفیدی را افزایش می دهد که احتمالاً به دلیل نسبت بالای کلر و سدیم بوده که سبب عدم تعادل سایر عناصر غذایی از جمله آهن، روی شده که در نتیجه پدیده دانه سفیدی را تشدید می نماید (اسدی و همکاران، ۲۰۱۹). رسولی و ملکوتی (۲۰۰۰) بیان کردند که با حاکمیت شرایط آهکی و بالا بودن اسیدیته خاکهای

$$TAn = (AbSpH 1 - AbSpH4.5) \times 484.82 \times 1000 / 24825 \times DF$$

در این فومول $482/82$ = جرم مولکولی سیانیدین - ۳ - گلوکوزید، 24825 = جذب مولی آن در $pH=1$ و DF فاکتور رقیق سازی است.

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد که از هر باغ ۳۰ میوه به صورت تصادفی برداشت و به سه تکرار تقسیم گردید. به منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد پس از تجزیه واریانس از آزمون LSD در سطح $p < 0/05$ استفاده شد. تمام مراحل تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. برای یافتن ضریب همبستگی بین تیمارهای کیفیت آب و پارامترهای مورد آزمایش، داده ها پس از ثبت و مرتب سازی به روش پیرسون آنالیز شدند.

نتایج و بحث

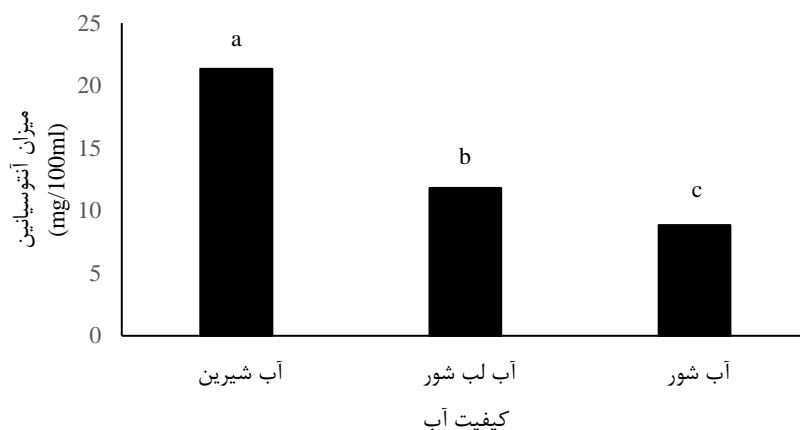
باغهایی که با آب شیرین آبیاری شده بودند، درجه b^* بالاتری را نسبت به باغهایی که با آب لب شور و شور آبیاری می شدند، داشتند (جدول ۲). میزان درخشندگی (L^*) نشان داد باغهایی که با کیفیت آب شیرین آبیاری شدند، آریل ها کمترین میزان درخشندگی را داشتند در حالی که باغهایی که با آب شور آبیاری می شدند، در آریل ها میزان درخشندگی بالاتری مشاهده شد (جدول ۲). درجه a^* در باغهایی که با آب شور آبیاری می شدند تفاوت معنی داری را با آبیاری با آب شیرین نداشتند در صورتی که آبیاری با آب لب شور این فاکتور معنی دار بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان مواد جامد محلول آریل ها در باغهایی که با آب شور آبیاری می شدند نسبت به آبیاری با آب لب شور و شیرین بالاتر بود گرچه تفاوت معنی داری با آب لب شور نداشت (به ترتیب $19/97$ ، $18/97$ ، و $18/61$) (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد باغهایی که با آب شیرین آبیاری شده بودند، بیشترین میزان آنتوسیانین را به خود اختصاص دادند (نمودار ۱).

جدول ۲- بررسی کیفیت آب ۱۴ باغ مختلف بر خصوصیات کمی آریل انار ریاب

کیفیت آب	درخشندگی (L*)	زردی (b*)	قرمزی (a*)	مواد جامد محلول (%)
آب شیرین	۲۱/۰۳ ^{c*}	۲۱/۴۴ ^a	۱۰/۷۹ ^{ab}	۱۸/۶۱ ^b
آب لب شور	۲۴/۶۲ ^b	۱۷/۳۹ ^b	۱۰/۵۴ ^b	۱۸/۹۷ ^{ab}
آب شور	۲۷/۹۰ ^a	۱۵/۳۸ ^c	۱۱/۹۳ ^a	۱۹/۷۱ ^a

*ستون‌های با حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند



نمودار ۱- بررسی کیفیت آب ۱۴ باغ مختلف بر میزان آنتوسیانین انار ریاب. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

می‌شوند. بنابراین جذب دی‌اکسیدکربن کاهش یافته و به موازات آن میزان فتوسنتز و تولید کربوهیدرات که پیش‌نیاز سنتز آنتوسیانین‌ها می‌باشد، کاهش می‌یابد. همچنین محمودی‌تبار و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که همزمان با عارضه دانه‌سفیدی، میزان آنتوسیانین انار کاهش یافت که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان آنتوسیانین با شوری خاک کاهش می‌یابد که با نتایج سایر پژوهش‌ها روی انار همخوانی دارد (اسدی و همکاران، ۲۰۱۹). این پژوهشگران بیان کردند که در تنش شوری بیان ژن *PgUFGT* کاهش می‌یابد. این ژن عامل گیرنده مولکول گلوکز به آنتوسیانیدین و تشکیل آنتوسیانین می‌باشد که مسئول رنگ قرمز در آریل و پوست انار است. میزان مواد جامد محلول، درجه سبزی و درخشندگی آریل انار با افزایش شوری در انار افزایش یافت (جدول ۲) که با نتایج کاوند و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت داشت. بالا بودن مواد جامد محلول شرایط را برای فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده ترکیبات فنلی و تغییر رنگ بافت آریل‌ها از قرمز

کشور، جذب عناصر غذایی از جمله آهن و روی دچار مشکل می‌شود. از آنجایی که عناصر غذایی آهن و روی به‌طور مستقیم میزان آنتوسیانین را در آب میوه از طریق افزایش فتوسنتز و تولید قند دخیل در تشکیل آنتوسیانین افزایش می‌دهند (اسدی و همکاران، ۲۰۱۹)، با شور شدن خاک و آب میزان این عناصر کاهش یافته که به موازات آن میزان آنتوسیانین هم کاهش می‌یابد.

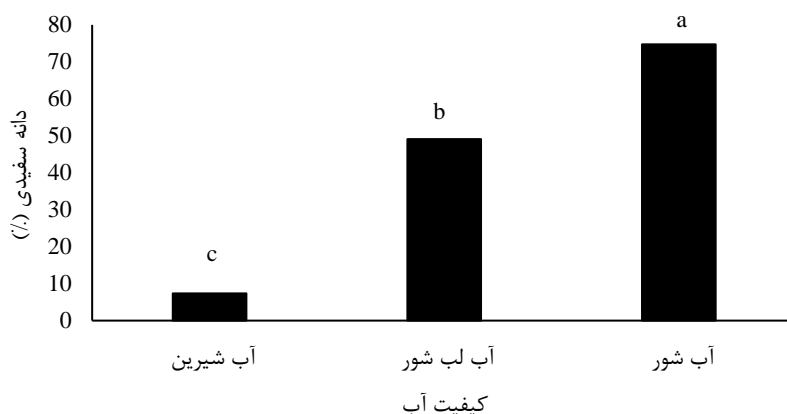
میزان آنتوسیانین به موازات شور شدن آب کاهش یافت که به دنبال آن میزان دانه سفیدی روند افزایشی را در پی داشت (نمودار ۱ و ۴). نتایج این پژوهش با بروچو- نئوری و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که شدت رنگ قرمز در آریل‌ها به‌طور معکوسی با مجموع واحد حرارتی تجمعی طی مرحله رسیدگی میوه ارتباط دارد. به عبارت دیگر دمای بالا در دوره رشد میوه در تیرماه تا مرداد ماه می‌تواند موجب کاهش آنتوسیانین در انار شود که خود ممکن است به دلیل کاهش سنتز آنها و افزایش تخریب آنتوسیانین باشد. همچنین به دلیل شوری خاک و آب روزه‌ها بسته

پدیده دانه سفیدی آریل‌های انار دخیل باشد. بنابراین لازم است با تغذیه مناسب گیاه و یا استفاده از موادی همانند محلول‌های ضدشوری خاک و آب که شوری خاک و آب را کنترل کند، درصد این پدیده به حداقل رسانده شود.

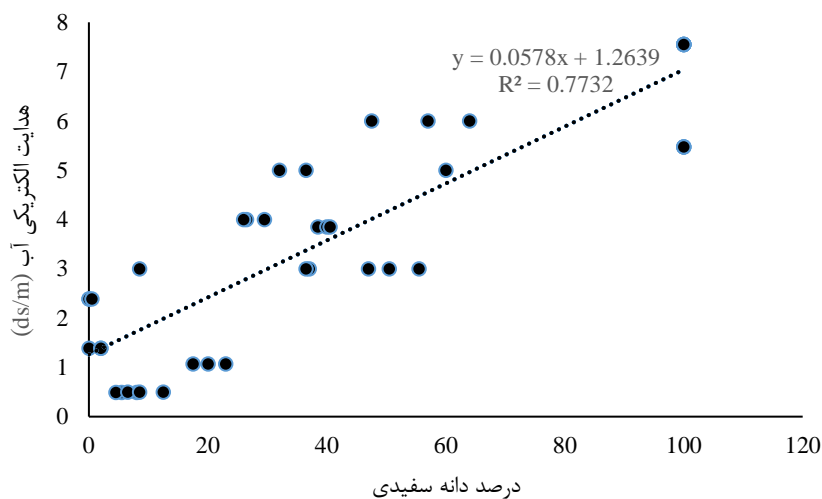
تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای مساعد می‌نماید (جالیکوپ و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری کلی

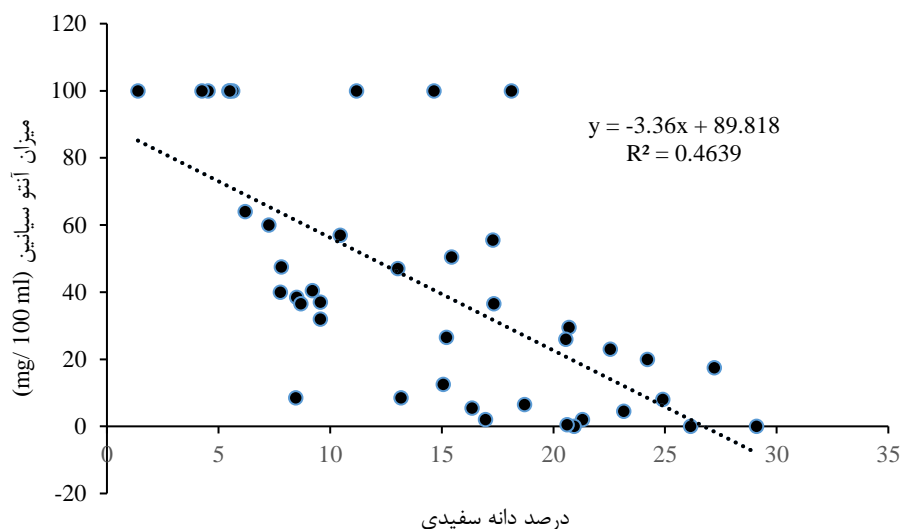
به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری با آب شور و شورشدن خاک می‌تواند به‌طور مستقیم در



نمودار ۲- بررسی کیفیت آب ۱۴ باغ مختلف بر درصد دانه سفیدی انار رباب. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.



نمودار ۳- رابطه خطی بین هدایت الکتریکی آب و درصد دانه سفیدی در انار رقم رباب



نمودار ۴- رابطه خطی بین آنتوسیانین و درصد دانه سفیدی در انار رقم رباب

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون بین صفات اندازه‌گیری شده در انار رباب

	دانه سفیدی	خاک Ec	L*	a*	b*	آنتوسیانین	مواد جامد محلول	Ec آب
دانه سفیدی	۱							
خاک Ec	۰/۶۰۷**	۱						
L*	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۳۹ ns	۱					
a*	-۰/۲۳۶ ns	-۰/۱۹۷ ns	۰/۰۵۰ ns	۱				
b*	۰/۰۴۰ ns	۰/۰۵۱ ns	۰/۵۳۸**	۰/۶۰۰**	۱			
آنتوسیانین	-۰/۶۸۱**	-۰/۲۴۸ ns	-۰/۱۸۳ ns	۰/۲۱۷ ns	-۰/۱۴۲ ns	۱		
مواد جامد محلول	۰/۲۵۲ ns	۰/۳۰۲ ns	-۰/۰۹۲ ns	-۰/۰۶۶ ns	۰/۰۹۸ ns	-۰/۳۲۹*	۱	
Ec آب	۰/۸۷۹**	۰/۷۵۷**	۰/۱۵۶ ns	-۰/۲۷۳ ns	۰/۱۰۶ ns	-۰/۶۸۳**	۰/۲۳۰ ns	۱

ns, ** و * به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪

منابع

- احمدی، ک.، عبادزاده، ح.م.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر. و عبدشاه، ه. ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۷. محصولات باغبانی. نشر تهران. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۲۱۵ ص.
- بهزادی شهرابی، ح. ۱۳۸۸. انار میراث کویر. نشر آموزش کشاورزی، ۴۶۰ ص.
- توکلی، ح.، رجب‌زاده، م.، ذبیحی، ح.ر.، جلینی، م.، سیرجانی، م.، کاظمی، م.، بلندی، ا.ر.، طباطبایی، ض.ا.، وظیفه‌شناس، م.ر.، مهمیز، ع. ر.، احمدی، ا.، محسنی، ع.، وجدانی‌فر، م.، اسدی‌فر، م.، غلامی، ع.ا.، عطاحسینی، ا.، قوامی، ع.ر.، رحیمی، ح.، زینالو، ع.ا.، حسن‌پور، ا. و رضانی‌مقدم، م. ۱۳۸۸. بررسی مقدماتی علل سفیدشدن دانه‌های انار (طرح پژوهشی). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۵۸ ص.
- جماعتی‌اردکانی، ز.، مومن‌پور، ع.، دهستانی‌اردکانی، م. و شیرمردی، م. ۱۳۹۸. بررسی تحمل به شوری دو ژنوتیپ انتخابی انار (*Punica granatum*) در مقایسه با رقم رباب نیریز. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۳(۴): ۵۳۵-۵۵۰.
- حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۰ ص.
- رسولی، م. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. بررسی روش‌های مصرف سولفات روی بر عملکرد و شاخص‌های رشد سیب (قسمت اول). مجله خاک و آب، ۱۲(۸): ۶۴-۷۵.

- کاوند، م.، ارزانی، ک.، برزگر، م. و میرلطیفی، م. ۱۳۹۶. تأثیر سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی بر کاهش عارضه سفیدشدگی آریل انار رقم ملس ترش ساوه. مجله به‌زراعی نهال و بذر، ۳۳(۱): ۸۵-۱۱۲.
- محسنی، ع. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت تولید، صادرات و بازاریابی انبار در استان فارس. خلاصه مقالات دومین جشنواره و همایش ملی انار نیریز فارس. انتشارات مدیریت ترویج و مشارکت مردمی سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، ۴۸ ص.
- محسنی، ع.، فرازمنند، ح.، طباطبایی‌اردکانی، س.ض.، عسگری، م.، خاکزاد، س.ع.، عشقی، م.، غضنفری، س.، حسن‌پوراونجی، س.ر. و عنقایی، ح. ۱۳۹۹. راهنمای انار (کاشت، داشت برداشت). نشر آموزش کشاورزی، ۲۶۸ ص.
- Al-Said, F.A., Opara, L.U. and Al-Yahyai, R.A. 2009. Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. *Journal of Food Engineering*, 90(1): 129-134.
- Asadi, E., Ghehsareh, A.M., Moghadam, E.G., Hodaji, M. and Zabihi, H.R. 2019. Improving of pomegranate aril paleness disorder through application of Fe and Zn elements. *The Horticultural Society of India (Regd.)*, 76(2): 279-288.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler E., Harari M., Greenberg, A., Shomer, I. and Holland, D. 2009. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(3): 189-195.
- Borochoy-Neori, H., Lazarovitch, N., Judeinstein, S., Patil, B.S. and Holland, D. 2013. Climate and salinity effects on color and health promoting properties in the pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit arils. In: *Tropical and Subtropical Fruits: Flavors, Color and Health Benefits*. American Chemistry Society, USA. 31-61.
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E. and Attia, H. 2008. Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry*, 111(3): 676-682.
- Jalikop, S., Venugopalan, R. and Kumar, R. 2010. Association of fruit traits and aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.). *Euphytica*, 174(1): 137-141.
- Kirca, A. Ozkan, M. and Cemeroglu B. 2007. Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. *Food Chemistry*, 101: 212-218
- Kulkarni, A.P. and Aradhya, S.M. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food Chemistry*, 93(2): 319-324.
- Lako, J., Trenerry, V.C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S. and Premier, R. 2007. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*, 101(4): 1727-1741.
- Mahmoodi Tabar, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G.H., Nemati, S.H. and Zabihi, H.R. 2009. Aril paleness, new physiological disorder in pomegranate (*Punica granatum* L.) physical and chemical change during exposure of fruit disorder. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 50(4): 300-307.
- Prabhu Desai, V.G. 1989. Investigation on internal breakdown of pomegranate fruit, Ph.D. Thesis, MPWV, Rahuri.
- Romano, G., Baranyai, L., Gottschalk, K. and Zude, M. 2008. An approach for monitoring the moisture content changes of drying banana slices with laser light backscattering imaging. *Food and Bioprocess Technology*, 1(4): 410-414.
- Szczerba, M.W., Britto, D.T. and Kronzucker, H.J. 2009. K⁺ transport in plants: Physiology and molecular biology. *Plant Physiology*, 166: 447-466.
- Wang, D.C.T. and Francis, F.J. 1975. Anthocyanin of pomegranate (*Punica granatum*). *Journal of Food Science*, 40(2): 417-418.
- Waskar, D.P. and Roy, S.K. 2000. Postharvest technology of pomegranate fruit a review. *Indian Food Packer*, 54(5): 78 - 84.
- Zabihi, H. and Rezaeian, S. 2019. The effect of iron and zinc sulfate foliar application on the reduction of seed whitening of Shisheh-Cap cultivar for pomegranate fruit. *Journal of Horticultural Science*, 33(2): 323-333.