aمقاله پژوهشی

تغییرات فیزیکوشیمیایی برگ موقعیت‌های مختلف و میوه چهار رقم انجیر خوراکی

مریم برزگر[۱] و حمید زارع[۲*]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، شیراز، [۲] ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱٤، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۲/۲۳)

چکیده

انجیر یکی از اولین گیاهان کشت‌شده توسط بشر بوده که گسترش جهانی دارد. به‌منظور بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی برگ در موقعیت‌های مختلف (نهال دو ساله، برگ کنار گل آذین نارس، برگ کنار میوه رسیده، برگ کنار میوه دم‌شل، برگ کنار میوه افتاده) و میوه در چهار رقم انجیر خوراکی (متی، شاه‌انجیر، سبز و سیاه) آزمایشی در نوع فاکتوریل در قالب بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که خصوصیات برگ وابسته به موقعیت مکانی آنها است. در تمامی ارقام انجیر کلروفیل‌های برگ کنار گل‌آذین نارس کاهش، درحالی‌که با ادامه رشد میوه‌ها، کلروفیل‌های برگ کنار آنها روند افزایشی داشت. بیش‌ترین محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل مربوط به برگ نهال دو ساله و بیش‌ترین محتوای کلروفیل b در برگ کنار میوه افتاده رقم شاه‌انجیر بود. برگ کنار میوه افتاده رقم سیاه بیش‌ترین میزان کارتنوئید داشت. بیش‌ترین میزان آنتوسیانین مربوط به برگ کنار میوه دم‌شل و افتاده در رقم سبز بود. برگ نهال دو ساله و برگ کنار گل‌آذین نارس رقم متی بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای را داشت. بیشترین قند و نشاسته در برگ کنار میوه افتاده رقم شاه‌انجیر و برگ کنار میوه افتاده رقم سیاه بود. بیش‌ترین قند پوست، مواد جامد محلول و TSS/TA در میوه رقم سیاه و بیش‌ترین میزان قند و نشاسته گوشت میوه و pH در میوه رقم سبز مشاهده شد. بیش‌ترین میزان اسیدیته کل مربوط به رقم شاه‌انجیر بود.

کلمات کلیدی: انجیر، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی، محل برگ

مقدمه

انجیر با نام علمی *Ficus carica* L. متعلق به تیره Moraceae است. انجیر یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های کشت‌شده بوده که در مناطق مختلف جهان، به‌طور وسیع کشت می‌شود (Mawa *et al.*, 2013). منشأ اصلی این گیاه غرب آسیا شامل ایران، سوریه و آسیای کوچک بوده که به مرور زمان به دست بشر به کشورهای نواحی مدیترانه انتقال یافته و یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه در این ناحیه محسوب می‌شود. امروزه انجیر یکی از محصولات مهم باغی را تشکیل می‌دهد (Aksoy, 1997).

سطح زیرکشت انجیر در ایران حدود ۵۱۳۳٤۷ هکتار و معادل ۲/۲ درصد از سطح زیرکشت کل محصولات باغی است. مقدار تولید انجیر در کل کشور ۸۷۷۸۱/۱ تن که معادل ۰/٤ درصد تولید محصولات باغی است. استان فارس با سطح زیرکشت ۵۱۳۰۵/۷ هکتار و تولید ۳۳۳۷۸/٤ تن انجیر از مهم‌ترین مناطق انجیرکاری است (احمدی و همکاران، ۱۳۹٦). شهرستان استهبان مهم‌ترین تولیدکننده انجیر خشک در استان

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: hamidzare777@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

فارس به‌شمار می‌آید، تولیدات انجیر این شهرستان به مصارف داخلی و خارجی می‌رسد.

ویژگی‌های فیزیولوژیکی برگ‌ها به سن و موقعیت آنها روی ساقه بستگی دارد. به‌دلیل اهمیت رنگدانه‌ها در فعالیت برگ، مطالعه محتوای رنگدانه‌ای می‌تواند اطلاعات خوبی در خصوص وضعیت فیزیولوژیکی برگ‌ها در اختیار ما قرار دهد. رنگدانه‌های گیاهی مانند کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها از نشانگرهای فیزیولوژیکی افزایش سن برگ‌ها بوده و همراه با نمو برگ و کلروپلاست‌ها، تولید آنها نیز به‌منظور تأمین انرژی مورد نیاز افزایش می‌یابد (Ali *et al.*, 1999). میزان کاروتنوئید برگ‌ها نشانه مستقیم حفاظت فتوسیستم‌ها ازتابش‌های با شدت بالا است (Cevahir *et al.*, 2004). چاپارزاده و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که به‌هنگام بلوغ علاوه بر تفاوت‌های ظاهری در شکل و اندازه برگ‌های رز، برخی نشانگرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نیز تغییر می‌یابند. داده‌ها حاکی از افزایش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی کلروفیلی و کاروتنوئیدی، با افزایش سن برگ تا رسیدن به مرحله بلوغ به‌منظور بهبود کارایی دستگاه فتوسنتزی برگ است. کاهش تدریجی محتوای ترکیبات فنولی، آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها با افزایش سن برگ مشاهده گردید. در پژوهشی روی انجیر سبز نشان داده شد که کلروفیل در میوه در طول دوره بلوغ و خشک‌شدن روند کاهشی داشته درحالی‌که کارتنوئید روند افزایشی را نشان داده است (صداقت، ۱۳۹٦)، با این وجود گزارشی درخصوص ارتباط سن درخت انجیر و یا موقعیت برگ در انجیر موجود نیست.

میوه انجیر در حقیقت، سیکونیوم است که از دم گل‌آذین ایجادشده و سوراخ کوچکی در نوک آن وجود دارد که با فلس‌های کوچکی پوشیده شده است (Owino *et al.*, 2004; Sedaghat and Rahemi, 2018a). میوه انجیر سرشار از آمینواسیدها، اسیدهای آلی، قندها، پلی‌فنول‌ها، کارتنوئید، عناصر غذایی، آنتی‌اکسیدان‌ها است (Slatnar *et al.*, 2011; Sedaghat and Rahemi, 2018b). مهم‌ترین ارقام انجیر استهبان شامل انجیر سبز، سیاه، شاه‌انجیر و متی است. انجیر سبز، از نژادگان‌های انجیر خوراکی، جهت کشت در مناطق مستعد استهبان به‌صورت دیم و در منطقه استهبان بهترین کیفیت میوه خشک را دارد. از صفات کلیدی انجیر نژادگان سبز استهبان گرایش خطی شاخه دو ساله و خزان زودهنگام برگ‌ها در آخر فصل رشد است. این انجیر بالاترین عملکرد میوه تازه در درخت را به‌خود اختصاص داد. انجیر رقم سیاه و شاه‌انجیر نژادگان‌های زودرس هستند. اندازه میوه شاه‌انجیر درشت (میوه تازه با قطر بیش از ۳۰ میلی‌متر) است. میوه با طعم بسیار مطلوب برای مصرف تازه‌خوری (خوش‌خوراک) است، اما زمانی‌که میوه خشک می‌شود بافت بسیار سفت می‌گردد. نژادگان متی دارای اهمیت تجاری در سطح استان فارس است. شکل تخم‌مرغی میوه محصول اصلی، رنگ زرد زمینه پوست میوه محصول اصلی، مشکل پوست‌برداری میوه محصول اصلی و دیر شکفتن جوانه انتهایی (برگ‌دهی) صفات کلیدی متمایزکننده آن است. میوه آن دیررس و مصرف تازه‌خوری دارد (زارع و جعفری، ۱۳۹۷).

تاکنون هیچ مطالعه‌ای بر خصوصیات برگ موقعیت‌های مختلف در درختان میوه و یا خصوصیت برگ درخت با سن متفاوت گزارش نشده است. این پژوهش گامی نو در جهت تعیین اثر سن درخت بر خصوصیات برگ بود. در این تحقیق خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی برگ ارقام انجیر خوراکی سبز، شاه‌انجیر، سیاه و متی و نقش سن درخت و میوه‌دهی (بلوغ) در نوسان این خصوصیات مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین هدف اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای و دمای برگ در موقعیت مختلف، تعیین تفاوت خصوصیات برگ مجاور گل‌آذین و یا میوه در مراحل مختلف در مقایسه با برگ نهال بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش از نوع فاکتوریل در قالب بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. اواخر تیرماه درختان ۲۰ ساله و نهال دو ساله انتخاب و اتیکت‌گذاری شدند. نمونه‌برداری از ارقام مورد مطالعه در اول شهریور شروع شد. فاکتور اول چهار رقم انجیر خوراکی شامل سیاه، سبز، شاه‌انجیر و متی و فاکتور دوم، برگ

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

در موقعیت‌های مختلف در پنج سطح (نهال دو ساله، برگ کنار گل‌آذین نارس، برگ کنار میوه رسیده، برگ کنار میوه دم‌شل، برگ کنار میوه افتاده) این نوع برگ‌ها به‌طور همزمان در اول شهریور روی نهال و درخت بالغ ۲۰ ساله وجود داشته، بنابراین در یک تاریخ همگی روی درختان انجیر موجود در کلکسیون ارقام انجیر ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استهبان ارزیابی شدند. صفات بیوشیمیایی (نشاسته، قند، کلروفیل a، b و کل، کارتنوئید، آنتوسیانین) و صفات فیزیولوژیکی دما و هدایت روزنه‌ای برگ اندازه‌گیری شد.

نمونه‌برداری از میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری انجام شد. صفات بیوشیمیایی میوه شامل TSS، TA، TSS/TA، pH، قند و نشاسته بود که نشاسته و قند از دو قسمت پوست و گوشت میوه مورد بررسی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری کلروفیل و کارتنوئید: برای تعیین غلظت کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئید، ابتدا ۵۰ میلی‌گرم نمونه برگ تازه از هر تیمار آزمایشی در ۵ میلی‌لیتر دی‌متیل سولفوکسید (DMSO) به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای معمولی اتاق قرار داده شد وسپس جذب نوری عصاره برگی در طول‌موج‌های ٤٨٠، ٦٤٩، ٦٦٥ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل UV-1601-Ray LEIGH اندازه‌گیری و میزان آنها از روابط زیر محاسبه گردید (Hiscox and Israelstam, 1979).

$$Chl_a = (12.7 \times A_{665}) - (3.62 \times A_{649})$$
$$Chl_b = (25.06 \times A_{649}) - (6.5 \times A_{665})$$
$$Chl_t = Chl_a + Chl_b$$
$$C = ((1000 \times A_{480}) - (1.29Chl_a - 53.78Chl_b)) / 220$$

اندازه‌گیری آنتوسیانین: ابتدا ۰/۱ گرم وزن تر برگ را در ۱۰ میلی‌لیتر محلول متانول اسیدی که شامل (متانول و اسید پرکلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱) حل کرده و به‌مدت ٢٤ ساعت در تاریکی و یخچال قرار داده شد. سپس در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر مدل UV-1601-Ray LEIGH اندازه‌گیری شد. برای محاسبه غلظت آنتوسیانین‌ها از ضریب خاموشی معادل ۳۳۰۰۰ $m\ cm^{-1}$ استفاده گردید (Krizek *et al*., 1998).

اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول (TSS): برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول تعداد مشخصی از میوه‌های رسیده هر تیمار به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شد و نمونه‌ها با استفاده از هاون چینی به‌طور کامل نرم شده و با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شد و سپس با آب‌مقطر رقیق شد (یک برابر) پس از طی‌شدن ۳-۲ ساعت، میزان مواد جامد محلول براساس درجه بریکس و با استفاده از رفراکتومتر دستی اندازه‌گیری شد (Hohen *et al*., 2003).

اندازه‌گیری میزان اسید آلی (TA): برای این منظور از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH = ۸/۲-۸/٤ استفاده شد. برای تهیه سود ۰/۱ نرمال ٤ گرم سود را به حجم ۱۰۰۰ سی‌سی می‌رسانیم و سپس به ۱۰ سی‌سی آب میوه (تهیه‌شده به روش قبل) ۳-۲ قطره معرف فنل‌فتالئین اضافه کرده و سپس با سود ۰/۱ نرمال تا زمان رسیدن به pH مورد نظر عمل تیتراسیون ادامه یافت و حجم سود مصرفی یادداشت شد (Roussos *et al*., 2011).

$$\%TA = \frac{\text{اکی والان وزن اسید} \times \text{NaOH نرمالیته} \times \text{حجم سود مصرفی}}{\text{وزن میوه} \times CC \times 1000}$$

اندازه‌گیری میزان اسیدیته (pH): آب میوه (تهیه‌شده به روش قبل) با دستگاه pH متر دیجیتالی مدل (AZ86552) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری TSS/TA (شاخص طعم میوه): با تقسیم میزان کل مواد جامد محلول بر میزان اسید کل این شاخص به‌دست آمد.

اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای و دمای برگ: برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای و دمای برگ از دستگاه Leaf prometer مدل DEAGON Devices. INC استفاده گردید. بدین صورت که در ساعت ۱۲-۱۱ ظهر برای هر تیمار در سه تکرار با استفاده از قراردادن برگ در سنسورهای حساس پرومتر هدایت روزنه‌ای برحسب میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه ($mmol.m^{-2}.s^{-1}$) اندازه‌گیری گردید.

اندازه‌گیری میزان قند و نشاسته: برای اندازه‌گیری قند از روش فنول- اسید سولفوریک استفاده شد. مقدار ۰/۱ گرم از نمونه برگ و یا میوه پودرشده را وزن کرده و ۱۳ سی‌سی اتانول ۸۰٪ به لوله‌های فالکون اضافه و با دستگاه مدل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

Behdad در دور ۵۰۰۰ به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی جدا و دوباره ۱۰ سی‌سی اتانول ۸۰٪ اضافه و به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از اضافه‌کردن محلول رویی به محلول قبلی، ۱ میلی‌لیتر از عصاره حاصل درون لوله آزمایش ریخته و به آن ۱ سی‌سی فنل ۵ ٪ افزوده گردید. سپس ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک به آن افزوده و بی‌درنگ به‌هم زده شد و لوله به درون یخ منتقل گردید تا سرد شود و سپس در طول‌موج ٤۹۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر مدل UV-1601-Ray LEIGH اندازه‌گیری شد (Fox and Robyt, 1991). به ٤۰ میلی‌گرم از رسوب خشک‌شده باقی‌مانده در لوله آزمایش پس از جداکردن محلول قندی ۲۰۰ میکرولیتر آب‌مقطر اضافه کرده و در یخ قرار داده، سپس ۲٦۰ میکرولیتر اسید پرکلریدریک ۵۲٪ اضافه نموده و به‌مدت ۱۵ دقیقه در یخ قرار داده شد. سپس دوباره ٤۰۰ میکرولیتر آب‌مقطر اضافه کرده و به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۵۸۰۰ سانترفیوژ نموده و فاز رویی را جدا و در لوله فالکون ریخته و در یخ گذاشته، در ادامه به رسوبات باقی‌مانده ۱۰۰ میکرولیتر آب‌مقطر اضافه نموده و ۱۳۰ میکرولیتر اسید ۵۲٪ ریخته و عمل سانتریفیوژ دوباره تکرار و به فاز قبلی اضافه گردید و درنهایت با آب‌مقطر به حجم ۲ سی‌سی رسانده شد. برای اندازه‌گیری نشاسته به ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره، ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون اضافه نموده و سپس به‌مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب‌گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از سردشدن لوله‌ها، جذب نوری در طول‌موج ٤۹۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتوفتومتر مدل UV-1601-Ray LEIGH اندازه‌گیری شد (Mccready *et al*., 1950).

این آزمایش با ضریب همبستگی پیرسون با برنامه SPSS 23 و از نوع فاکتوریل در قالب بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در نیمه دوم شهریورماه پس از پایان پژوهش، تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.13 و MSTAT-C انجام و با آزمون دانکن مقایسه میانگین انجام گردید.

نتایج

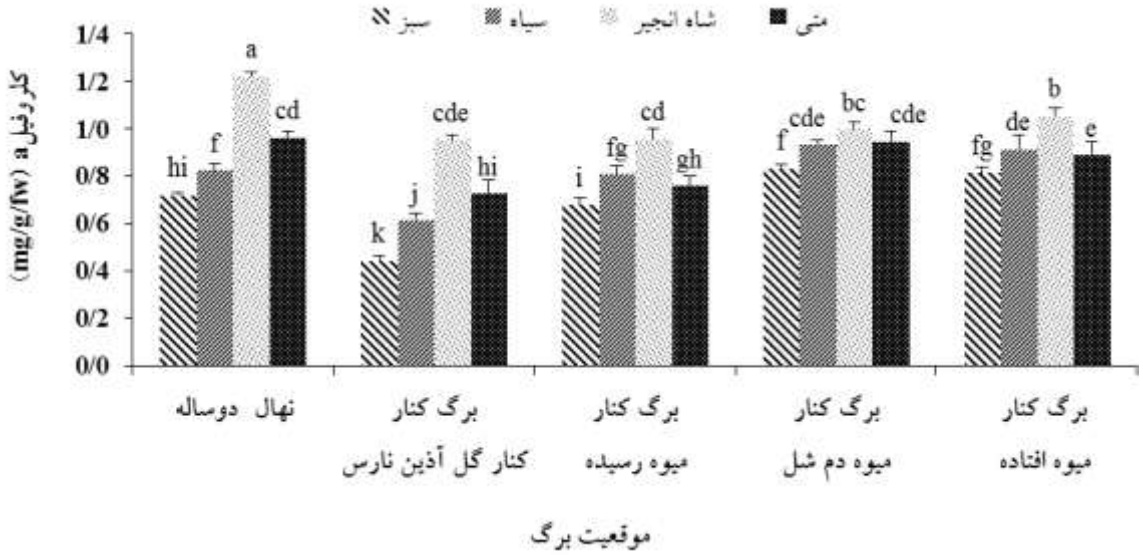
محتوای کلروفیل a: میزان کلروفیل a برگ کنار گل‌آذین نارس و میوه رسیده در همه ارقام انجیر موردمطالعه (سبز، سیاه، شاه‌انجیر و متی) نسبت به میزان آن در برگ‌های با موقعیت دیگر، کمترین مقدار بود (شکل ۱). اثر متقابل رقم انجیر و موقعیت برگ نشان داد که بیش‌ترین محتوای کلروفیل a مربوط به نهال دو ساله رقم شاه‌انجیر (۱/۲۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. کمترین محتوای کلروفیل a در برگ کنار گل‌آذین نارس رقم سبز (۰/٤٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) دیده شد که با سایر تیمارها و موقعیت‌های برگ تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۱).

در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس، رقم شاه‌انجیر (۰/۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بیش‌ترین و رقم سبز (۰/٤٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) کمترین محتوای کلروفیل a را داشت. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده بیش‌ترین محتوای کلروفیل a در رقم شاه‌انجیر (۰/۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد. کمترین محتوای کلروفیل a در این موقعیت برگ مربوط به رقم سبز (۰/٦۷میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل رقم شاه‌انجیر (۰/۹۷ میلی گرم بر گرم وزن تر) و رقم سبز (۰/۸۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) به‌ترتیب بیش‌ترین و کمترین محتوای کلروفیل a را داشت. همچنین در موقعیت برگ کنار میوه افتاده بیش‌ترین محتوای کلروفیل a مربوط به رقم شاه‌انجیر (۱/۰۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود و کمترین محتوای کلروفیل a در رقم سبز (۰/۸۱میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت (شکل ۱).

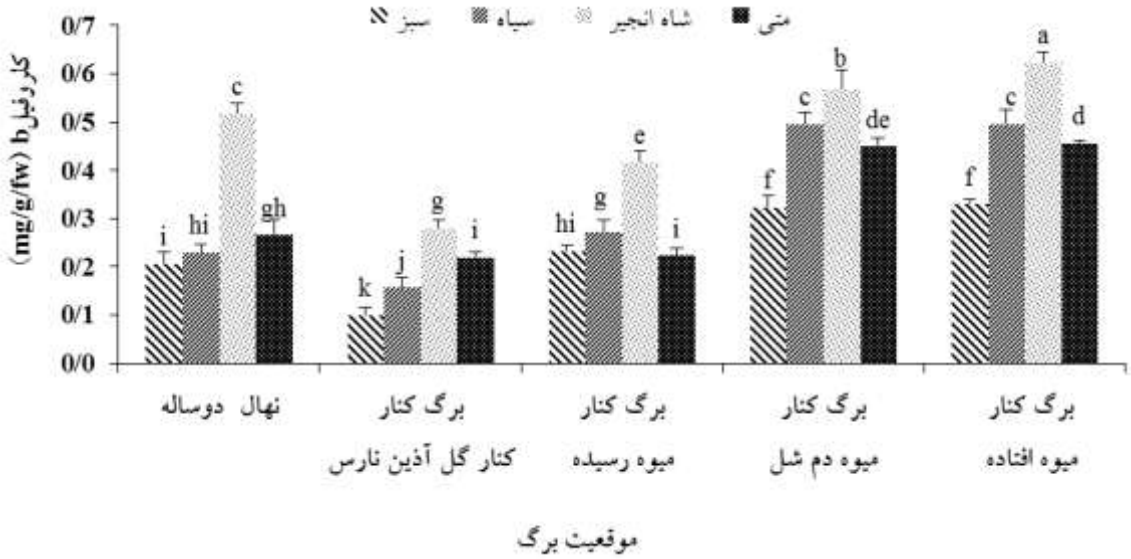
محتوای کلروفیل b: نتایج نشان داد که روند کاهش میزان کلروفیل b در برگ کنار گل‌آذین نارس و برگ کنار میوه رسیده در رقم‌های انجیر سبز، سیاه، شاه‌انجیر و متی مشاهده شد (شکل ۲). بیش‌ترین محتوای کلروفیل b در برگ کنار میوه افتاده رقم شاه‌انجیر (۰/٦۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که با اکثر موقعیت‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین محتوای کلروفیل در برگ کنار گل‌آذین نارس رقم سبز (۰/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد. در نهال دو ساله بیش‌ترین و کمترین محتوای کلروفیل b به‌ترتیب مربوط به رقم شاه‌انجیر (۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و رقم متی (۰/۲٦ میلی‌گرم بر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]



شکل ۱- اثر متقابل رقم و موقعیت برگ بر میزان کلروفیل a. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

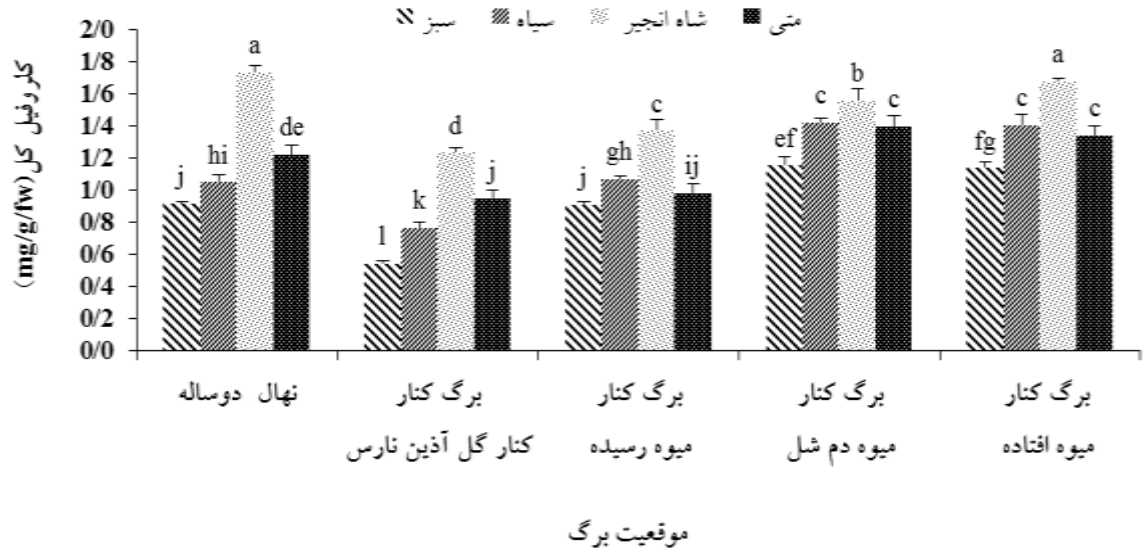


شکل ۲- اثر متقابل رقم و موقعیت برگ بر میزان کلروفیل b. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

گرم وزن تر) بود. همچنین کمترین محتوای کلروفیل b در نهال دو ساله، مربوط به رقم سبز (۰/۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که تفاوت معنی‌داری با رقم سیاه نداشت (شکل ۲).

در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس بیش‌ترین محتوای کلروفیل b در رقم شاه‌انجیر (۰/۲۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد و کمترین مربوط به رقم سبز (۰/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده بیش‌ترین میزان کلروفیل b مربوط به رقم شاه‌انجیر (۰/٤۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین مربوط به رقم متی (۰/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. همچنین در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل رقم شاه‌انجیر (۰/٥٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و رقم سیاه (۰/٤۹میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بیش‌ترین محتوای کلروفیل b

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]



شکل ۳- اثر متقابل رقم و موقعیت برگ بر میزان کلروفیل کل. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

را داشتند. کمترین محتوای کلروفیل b در این موقعیت برگ مربوط به رقم سبز (۰/۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. در موقعیت برگ کنار میوه افتاده بیش‌ترین محتوای کلروفیل b مربوط به رقم شاه‌انجیر (۰/٦۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و رقم سیاه (۰/٤۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. کمترین محتوای کلروفیل b در این موقعیت برگ در رقم سبز (۰/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد (شکل ۲).

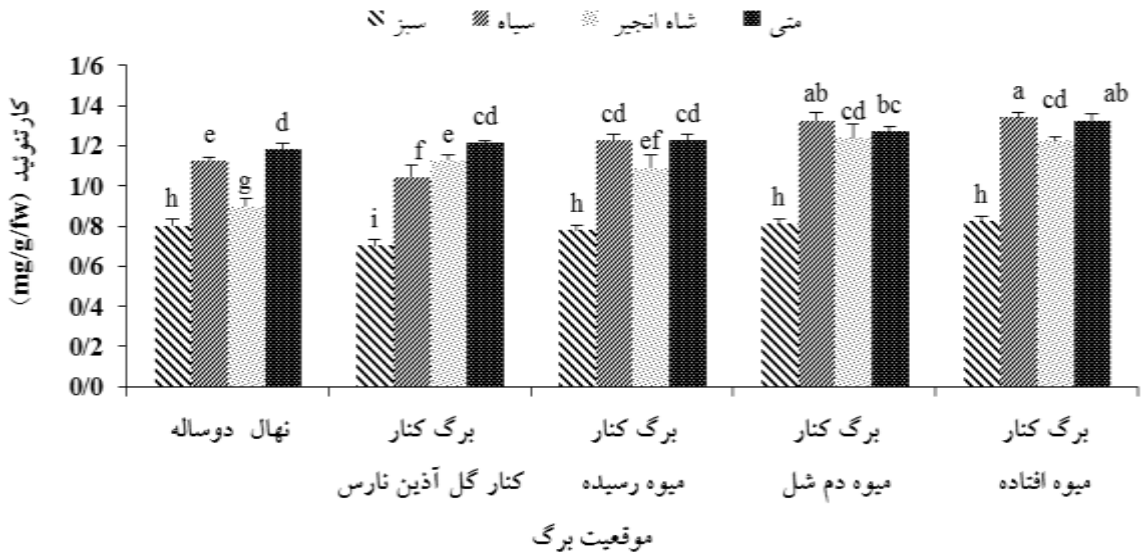
محتوای کلروفیل کل: کلروفیل کل در برگ کنار گل‌آذین نارس و برگ کنار میوه رسیده نیز در تمامی ارقام انجیر کمترین مقدار بود (شکل ۳). اثر متقابل رقم انجیر خوراکی و موقعیت برگ نشان داد که بیش‌ترین محتوای کلروفیل کل مربوط به نهال دو ساله رقم شاه‌انجیر (۱/۷۳ میلی‌گرم بر وزن تر) بود که با اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین کمترین محتوای کلروفیل کل در برگ کنار گل‌آذین نارس در رقم سبز (۰/٥٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد (شکل ۳).

میزان کارتنوئید: روند کاهش میزان کارتنوئید در برگ کنار گل‌آذین نارس و برگ کنار میوه رسیده انجیر رقم‌های سبز، سیاه و متی مشاهده گردید، در شاه‌انجیر کمترین میزان کارتنوئید مربوط به برگ نهال دو ساله و برگ کنار گل‌آذین نارس و برگ کنار میوه رسیده بود (شکل ٤). بیش‌ترین میزان کارتنوئید مربوط به برگ کنار میوه افتاده رقم سیاه (۱/٤۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که با اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین میزان کارتنوئید در برگ کنار گل‌آذین نارس رقم سبز ۰/۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مشاهده شد. در نهال دو ساله بیش‌ترین میزان کارتنوئید در رقم متی (۱/۱۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت. همچنین کمترین میزان کارتنوئید در نهال دو ساله مربوط به رقم سبز (۰/۸۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و رقم شاه‌انجیر (۰/۸۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (شکل ٤).

در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس بیش‌ترین میزان کارتنوئید مربوط به رقم متی (۱/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. همچنین کمترین میزان کارتنوئید در این موقعیت برگ در رقم سبز (۰/۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده بیشترین میزان کارتنوئید در رقم سیاه و متی (۱/۲۲میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت. همچین کمترین میزان کارتنوئید در این موقعیت برگ مربوط به رقم سبز (۰/۷۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود (شکل ٤).

میزان آنتوسیانین: کمترین میزان آنتوسیانین برگ در چهار رقم انجیر ارزیابی‌شده مربوط به نهال دو ساله بود (شکل ٥).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]



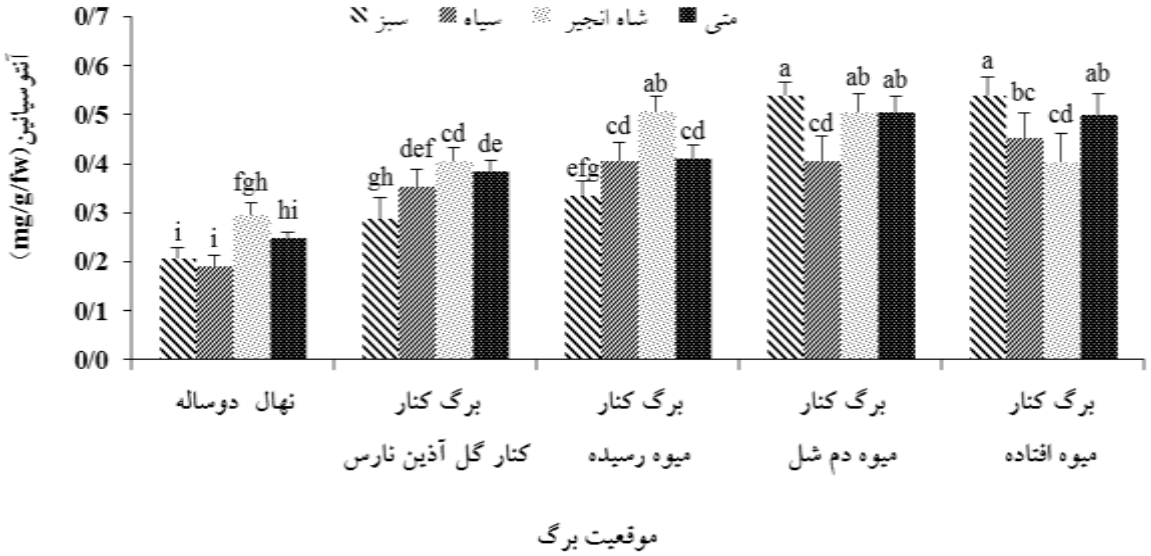
شکل ٤- اثر متقابل رقم و موقعیت برگ بر میزان کارتنوئید. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

اثر متقابل رقم انجیر خوراکی و موقعیت برگ نشان داد که بیش‌ترین میزان آنتوسیانین مربوط به برگ کنار میوه دم‌شل و افتاده در رقم سبز (۰/٥٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که با اکثر موقعیت‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به نهال دو ساله رقم سیاه (۰/۱۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در نهال دو ساله مربوط به رقم شاه‌انجیر (۰/۲۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. همچنین در نهال دو ساله تفاوت معنی‌داری در میزان آنتوسیانین رقم سبز، سیاه و متی وجود نداشت. در نهال دو ساله همه ارقام، میزان آنتوسیانین کمتر از سایر موقعیت‌های برگ بود. میزان آنتوسیانین در برگ کنار میوه رسیده، دم‌شل و افتاده در همه ارقام روند افزایشی داشت و کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به نهال دو ساله بود (شکل ۵).

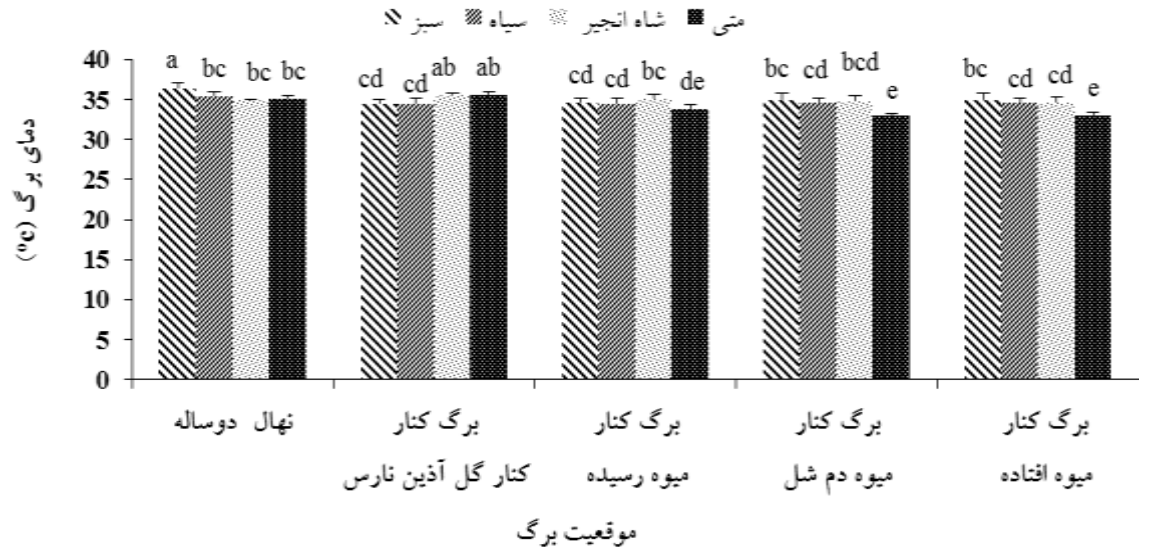
در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس بیش‌ترین میزان آنتوسیانین مربوط به رقم شاه‌انجیر۰/٤۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود که با اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین کمترین میزان آنتوسیانین در این موقعیت برگ مربوط به رقم سبز (۲۹/ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در رقم شاه‌انجیر (۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت. در این موقعیت برگ تفاوت معنی‌داری در میزان آنتوسیانین رقم سیاه و متی دیده نشد. همچنین کمترین میزان آنتوسیانین در این موقعیت برگ مربوط به رقم سبز (۰/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) است. در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل بیش‌ترین میزان آنتوسیانین مربوط به رقم سبز (۰/٥٤ میلی‌گرم برگرم وزن تر)، متی و شاه‌انجیر بود. همچنین کمترین میزان آنتوسیانین در این موقعیت برگ در رقم سیاه (۰/٤۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) وجود داشت. بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در موقعیت برگ کنار میوه افتاده در رقم سبز (۰/٥٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و رقم متی (۰/٥۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) دیده شد. همچنین در این موقعیت برگ رقم شاه‌انجیر (۰/٤۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) کمترین میزان آنتوسیانین را داشت (شکل ۵).

دمای برگ: تغییرات دمای برگ انجیر رقم سبز مشابه رقم سیاه بود و بیش‌ترین دمای برگ به‌ترتیب ۳٦ و ۳۵/۵ درجه سلسیوس در نهال دو ساله سبز و سیاه خوانده شد درحالی‌که در ارقام شاه‌انجیر و متی بالاترین دما (۳۵/۷ درجه سلسیوس) مربوط به برگ کنار گل‌آذین نارس بود (شکل ٦). رقم انجیر و موقعیت برگ بر دمای برگ تأثیر داشت، بیش‌ترین دمای برگ مربوط به برگ نهال دو ساله در رقم سبز بود که با موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس رقم شاه‌انجیر و متی تفاوت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]



شکل ۵- اثر متقابل رقم و موقعیت برگ بر میزان آنتوسیانین. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.



شکل ٦- اثر متقابل رقم انجیر خوراکی و موقعیت برگ بر دمای برگ. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

معنی‌داری نداشت ولی با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری بود. همچنین کمترین دمای برگ در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل و افتاده رقم متی مشاهده شد. در نهال دو ساله تفاوت معنی‌داری بین ارقام سیاه، شاه‌انجیر و متی در دمای برگ وجود نداشت. در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس، رقم سبز و سیاه تفاوت معنی‌داری در دمای برگ مشاهده نشد. در این موقعیت برگ در رقم شاه‌انجیر و متی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده در رقم سبز و سیاه تفاوت معنی‌داری در دمای برگ وجود نداشت. بیش‌ترین دمای برگ در این موقعیت مربوط به رقم شاه‌انجیر بود. در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل در ارقام سیاه و شاه‌انجیر تفاوت معنی‌داری در دمای برگ دیده نشد. دمای برگ در موقعیت برگ کنار میوه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

افتاده در ارقام سیاه و شاه‌انجیر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ٦).

هدایت روزنه‌ای: کمترین و بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای انجیر رقم سبز به‌ترتیب با ۳۱۱ و ۳۷۰ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه مربوط به برگ کنار میوه رسیده و برگ نهال دو ساله بود. درست برعکس، هدایت روزنه‌ای انجیر رقم سیاه کمترین و بیش‌ترین به‌ترتیب با ۱۱۸ و ۳۸۵ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه در برگ نهال دو ساله و برگ کنار میوه رسیده مشاهده شد. برگ نهال دو ساله شاه‌انجیر با ١٦٦ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه کمترین هدایت روزنه‌ای را نسبت به هدایت روزنه‌ای سایر برگ‌های این رقم داشت. در انجیر رقم متی هدایت روزنه‌ای برگ کنار میوه دم‌شل با ۱۲۰ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه نسبت به برگ‌های موقعیت دیگر کمتر شد (شکل ۷). رقم و موقعیت برگ بر هدایت روزنه‌ای تأثیر داشت، بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای مربوط به نهال دو ساله و برگ کنار گل‌آذین نارس رقم متی بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. همچنین کمترین میزان هدایت روزنه‌ای در نهال دو ساله رقم سیاه (۱۱۷/۹۷۰ میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه) مشاهده شد. در نهال دو ساله تفاوت معنی‌داری در هدایت روزنه‌ای، در ارقام سیاه و شاه‌انجیر وجود نداشت. در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس و میوه رسیده رقم سبز و شاه‌انجیر تفاوت معنی‌داری در هدایت روزنه‌ای مشاهده نشد. در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل رقم سیاه و شاه‌انجیر تفاوت معنی‌داری در هدایت روزنه‌ای وجود نداشت. در موقعیت برگ کنار میوه افتاده تفاوت معنی‌داری در ارقام مختلف در هدایت روزنه‌ای دیده نشد (شکل ۷).

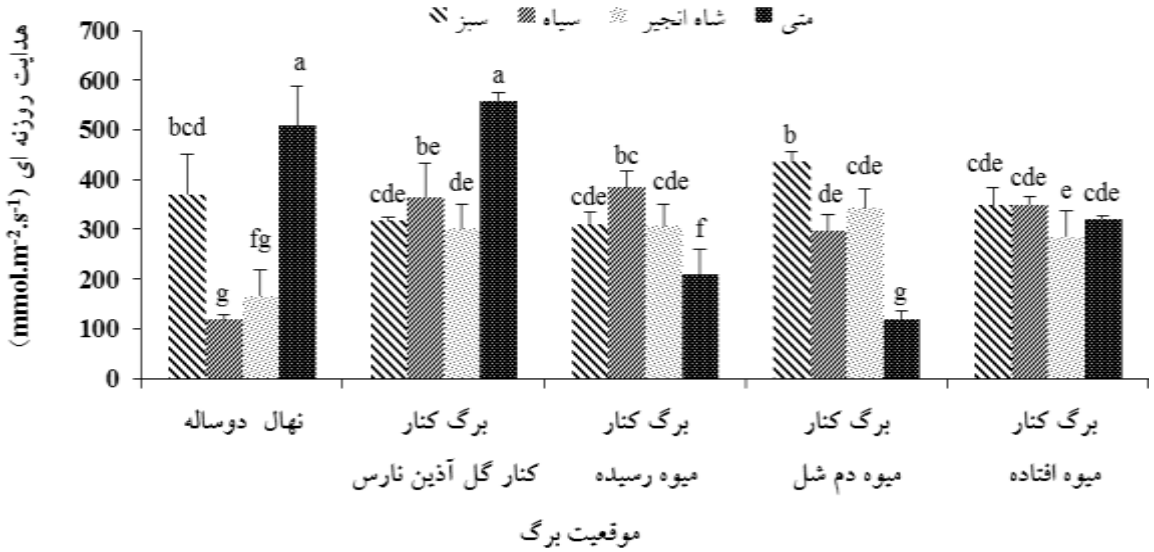
میزان قند برگ: با مقایسه میزان قند برگ در موقعیت‌های مختلف در درخت بالغ و برگ نهال کمترین میزان قند برگ در تمامی ارقام انجیر در نهال دو ساله به‌دست آمد (شکل ۸). نتایج نشان داد که بیش‌ترین قند در برگ کنار میوه افتاده رقم شاه‌انجیر (۲۲/۳۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود که با قند برگ کنار میوه دم‌شل اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین قند برگ در نهال دو ساله رقم سبز (١٢/٣٤ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد. در نهال دو ساله، رقم سیاه (١٥/٢٦ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بیش‌ترین و رقم سبز (١٢/٣٤ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) کمترین قند را داشت. قند برگ نهال دو ساله در همه تیمارها کمتر از سایر مراحل بود. همچنین در همه تیمارها قند در موقعیت برگ کنار میوه افتاده و دم‌شل نسبت به سایر موقعیت‌ها افزایش یافت ولی در اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری در قند برگ این دو موقعیت مشاهده نشد. در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس بیش‌ترین قند برگ در رقم سیاه (١٨/٤٥ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد و کمترین قند برگ مربوط به رقم سبز (١٥/٤١ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده بیش‌ترین قند برگ مربوط به رقم (۱۷/۵۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک) بود. کمترین قند برگ در این موقعیت در رقم سبز (١٦/١٠ میلی گرم بر گرم وزن خشک) دیده شد. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده در قند برگ رقم سبز و متی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیش‌ترین قند برگ در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل و افتاده مربوط به رقم شاه‌انجیر بود. کمترین قند برگ در این دو موقعیت برگ در رقم سبز (١٩/٠٤ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد. در قند برگ رقم شاه‌انجیر و متی در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل و افتاده، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۸).

نشاسته برگ: همان‌طور که در شکل ۹ نشان داده شده است، کمترین میزان نشاسته برگ نیز در نهال دو ساله همه ارقام انجیر مورد آزمایش تعیین شد. بیش‌ترین نشاسته برگ در برگ کنار میوه افتاده رقم سیاه (۲/۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود. کمترین نشاسته برگ در نهال دو ساله رقم متی (۰/۷۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد. در نهال دو ساله بیش‌ترین نشاسته برگ مربوط به رقم سیاه (١/٨٤میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود. رقم متی در نهال دو ساله کمترین نشاسته برگ ۰/۷۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) را داشت (شکل ۹).

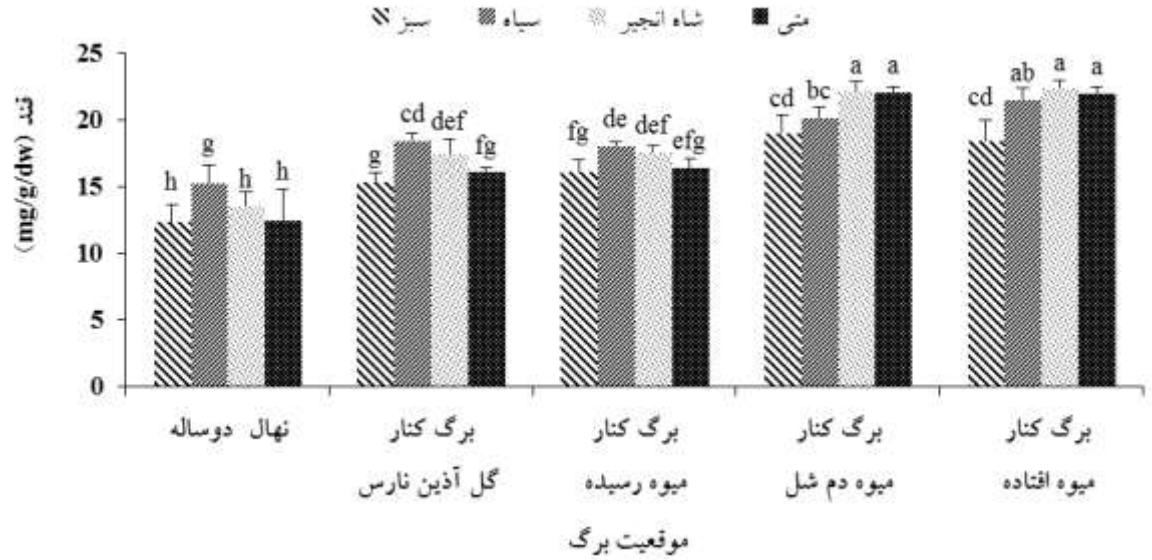
در موقعیت برگ کنار گل‌آذین نارس بیش‌ترین نشاسته در رقم سیاه (۲/۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]



شکل ۷- اثر متقابل رقم انجیر خوراکی و موقعیت برگ بر هدایت روزنه‌ای. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

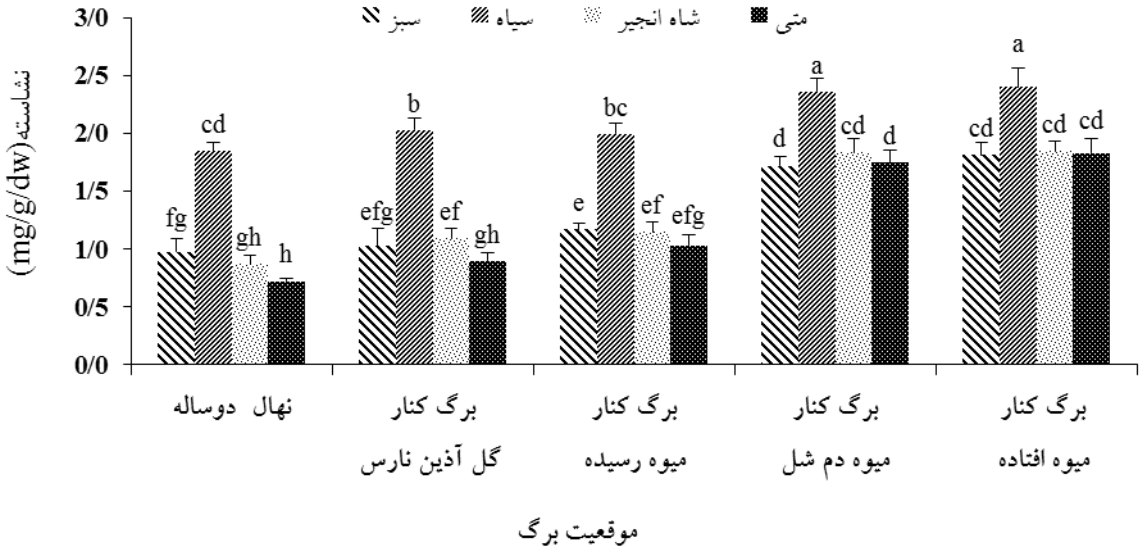


شکل ۸- اثر متقابل رقم انجیر خوراکی و موقعیت برگ بر قند برگ. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

مربوط به رقم متی (۰/۸۹میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود. در موقعیت برگ کنار میوه رسیده بیش‌ترین نشاسته در رقم سیاه (۱/۹۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) مشاهده شد. علاوه بر این کمترین نشاسته در برگ کنار میوه رسیده مربوط به رقم متی (۱/۰۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود. در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل و افتاده بیش‌ترین نشاسته برگ مربوط به رقم سیاه بود. کمترین نشاسته برگ در این دو موقعیت برگ در رقم سبز مشاهده شد. در موقعیت برگ کنار میوه دم‌شل تفاوت معنی‌داری در نشاسته رقم سبز و متی وجود نداشت. در موقعیت برگ کنار میوه افتاده تفاوت معنی‌داری در نشاسته برگ ارقام سبز، شاه‌انجیر و متی دیده نشد (شکل ۹).

قند پوست میوه: نوع رقم انجیر خوراکی بر میزان قند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]



شکل ۹- اثر متقابل رقم انجیر خوراکی و موقعیت برگ بر میزان نشاسته برگ. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن است.

جدول ۱- برخی صفات بیوشیمیایی ارقام انجیر خوراکی

رقم	قند پوست میوه	قند گوشت میوه	نشاسته میوه	TA%	TSS (Brix)	pH	TSS/TA
	(mg/g/dw)						
متی	۱۰۳/۸۷۰ d	٦٤/۰۱۳ c	٦/٥٥٣ b	۰/۰۲۸ b	۱٦/۳۳ b	٥/٥٨ a	٥٨٣/۲۱ b
شاه‌انجیر	۱۳۳/۳٤۰ b	۷٤/٦۲۷ b	٥/۹۲۳ c	۰/۰٤۳ a	۱٦/٦۷ b	٥/۱۲ b	۳۸۷/٦۷ c
سیاه	۱٦۰/٥٥۳ a	۸۲/۱۲۳ b	٦/۰۸۳ bc	۰/۰۳٤ ab	۲۰/٥۰ a	٤/٦۳ c	٦۰۲/۹٤ a
سبز	۱۱٥/۲۲۷ c	۹۲/۳۸۳ a	۸/۲۱۰ a	۰/۰۳٥ ab	۱۸/٥۰ ab	٥/٦٦ a	٥۲۸/٥۷ b

میانگین‌هایی که در هرستون دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

پوست تأثیر داشت. بیش‌ترین قند پوست مربوط به رقم سیاه (۱٦۰/٥٥ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین قند پوست مربوط به رقم متی (۱۰۳/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود (جدول ۱).

قند گوشت میوه: نوع رقم انجیر خوراکی بر میزان قند گوشت میوه تأثیر داشت. بیش‌ترین قند گوشت میوه مربوط به رقم سبز (۹۲/۳۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین در دو رقم سیاه و شاه‌انجیر تفاوت معنی‌داری در میزان قند گوشت میوه مشاهده نشد. کمترین میزان قند گوشت میوه مربوط به رقم متی ٦٤/۰۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود (جدول ۱).

نشاسته گوشت میوه: از نتایج این پژوهش مشخص شد، نوع رقم انجیر خوراکی بر میزان نشاسته گوشت میوه تأثیر داشت. بیش‌ترین میزان نشاسته گوشت میوه مربوط به رقم سبز (۸/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین در دو رقم سیاه و متی تفاوت معنی‌داری در نشاسته گوشت میوه مشاهده نشد. کمترین میزان نشاسته میوه مربوط به رقم شاه‌انجیر (٥/۹۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود (جدول ۱).

اسیدیته کل (TA): نوع رقم انجیر خوراکی بر میزان اسیدیته کل میوه تأثیر داشت، بیش‌ترین میزان اسیدیته کل مربوط به رقم شاه‌انجیر (۰/۰٤ درصد) بود که با بیش‌تر تیمارها

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

جدول ۲- ضریب همبستگی ساده بین صفات چهار رقم انجیر خوراکی

صفات	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	آنتوسیانین	قند برگ	نشاسته برگ
کلروفیل a	۱						
کلروفیل b	۰/۸۳ **	۱					
کلروفیل کل	۰/۹٦ **	۰/۹۵ **	۱				
کارتنوئید	۰/٤٤	۰/۵۰ *	۰/٤۹ *	۱			
آنتوسیانین	۰/۲٤	۰/٤۸ *	۰/۳۷	۰/۲۸	۱		
قند برگ	۰/۲۵	۰/٦۵ **	۰/٤۵	۰/۵٤ *	۰/۷٦ **	۱	
نشاسته برگ	۰/۰۹	۰/٤۳	۰/۲٦	۰/٤۳	۰/٤۲	۰/۷٦ **	۱

** و * اختلاف معنی‌دار به‌ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

تفاوت معنی‌داری داشت. در دو رقم سبز و سیاه تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدیته کل وجود نداشت. کمترین میزان اسیدیته کل مربوط به رقم متی (۰/۰۲ درصد) بود (جدول ۱).

میزان مواد جامد محلول (TSS): رقم انجیر خوراکی بر میزان میزان مواد جامد محلول میوه تأثیر داشت، بیشترین میزان TSS مربوط به رقم سیاه (۲۰/۵ بریکس) بود که با اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. همچنین در دو رقم شاه‌انجیر و متی تفاوت معنی‌داری در میزان TSS مشاهده نشد. رقم سبز تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت (جدول ۱).

شاخص طعم میوه (TSS/TA): نوع رقم انجیر خوراکی بر میزان شاخص طعم میوه تأثیر داشت، بیش‌ترین میزان TSS/TA مربوط به رقم سیاه (٦۰۲/۹٤) بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان TSS/TA در رقم شاه‌انجیر مشاهده شد (جدول ۱).

اسیدیته (pH): نوع رقم انجیر خوراکی بر میزان اسیدیته میوه تأثیر داشت، بیش‌ترین میزان pH مربوط به رقم سبز (۵/٦٦) بود که با اکثر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین میزان pH مربوط به رقم سیاه (٤/٦۳) بود (جدول ۱).

همبستگی بین صفات: در این بررسی بین کلروفیل a با کلروفیل b و کلروفیل کل، کلروفیل b با آنتوسیانین و قند، کلروفیل کل با کارتنوئید، کارتنوئید با قند برگ، قند برگ با آنتوسیانین برگ و قند با نشاسته برگ رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

بحث

پژوهش حاضر نشان داد که خصوصیت برگ متأثر از سن درخت و موقعیت برگ است. نهال دو ساله رقم شاه‌انجیر دارای بیش‌ترین میزان کلروفیل a و کل بود که به‌نظر می‌رسد این افزایش کلروفیل ناشی از جوان‌تربودن برگ‌ها و نهال باشد که سنتز سریع کلروفیل در کلروپلاست برگ باشد. در برگ‌های درخت بالغ آنتوسیانین بیش‌تر، در مقایسه با برگ‌های نهال، نتیجه اثر سایه‌ای برگ‌ها است که با تجمع آنتوسیانین‌ها در برگ‌های درون سایه باعث جذب قوی نور آبی - سبز و کاهش اثر نور ورودی به برگ‌ها می‌شوند. سایه میزان رشد و نمو را به تأخیر انداخته و درنتیجه میزان کلروفیل a را هم پایین نگه می‌دارد. برگ‌های سایه‌ای نازک‌تر بوده و غلظت پایینی از ترکیبات چرخه گزانتوفیل را هم نشان می‌دهند (Manetas *et al.*, 2003).

افزایش میزان آنتوسیانین و کارتنوئید در برگ می‌تواند به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی در انجیر مطرح شود که به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان، سرکوب‌کننده گونه فعال اکسیژن است. تفاوت در روند رنگیزه‌های آنتوسیانینی در آلو رقم استنلی در طول فصل رشد در طی سه سال بررسی شد و نتایج نشان داد که در سال ۲۰۰۸ میزان آنتوسیانین در طول فصل رشد افزایش و سپس کاهش داشته درحالی‌که در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ در تمام طول سال به روند افزایشی خود ادامه داده است. روند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

تغییرات در تجمع آنتوسیانین می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی، شرایط آب و هوایی، فصل رشد و عملیات باغبانی باشد (Bureau *et al*., 2009).

کاروتنوئیدها از خاموش‌کننده‌های مهم حالت یکتایی کلروفیل و اکسیژن یکتایی محسوب می‌شوند. حضور و افزایش تدریجی آنها با افزایش ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی برگ، باعث کاهش رادیکال‌های آزاد تولیدشده در برگ شده و از این طریق آسیب مراکز واکنشی و غشاها کاهش می‌یابد. از طرفی کاروتنوئیدها ازجمله سیستم‌های دفاعی هستند که به‌تدریج و با بلوغ برگ، جایگزین سیستم دفاعی آنتوسیانینی برگ جوان می‌شوند. کاهش میزان کاروتنوئیدها بعد از بلوغ برگی احتمال تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن را افزایش می‌دهد (Candan and Tarhan, 2003). در آفتابگردان، روند افزایش میزان کاروتنوئیدها از برگ جوان تا برگ بالغ گزارش شده است.

در این آزمایش، میزان هدایت روزنه‌ای در انجیر خوراکی بسته به رقم و موقعیت برگ متفاوت بود. رقم سبز و متی بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای را در بین ارقام خوراکی داشتند و کمترین هدایت مربوط به رقم سیاه بود. به‌طور احتمالی این خصوصیت یکی از ویژگی‌های کلیدی برای تعیین تحمل به تنش خشکی ارقام انجیر باشد. همان‌طور که گزارش شده رقم سبز در تنش خشکی متحمل‌تر از ارقام سیاه و شاه‌انجیر است (Gholami *et al*., 2012). درحالی‌که داوری‌نژاد و همکاران (۱۳۹٤) رقم سیاه را به‌عنوان یک رقم مقاوم به خشکی معرفی نمودند. دلیل تفاوت در این نتیجه‌گیری‌ها، شاید انتخاب برگ در موقعیت مختلف برای ارزیابی باشد. در تحقیق Lange و همکاران (۱۹۷۱) مشخص شد که تغییر سریع در باز و بسته‌شدن روزنه‌ها در واکنش به تعرق حاصل از سلول‌های محافظ است که این وضعیت یک حسن تلقی شده، زیرا باعث می‌شود قبل از اینکه پتانسیل آب سایر سلول‌های برگ کاهش یابد، تعرق نیز کاهش می‌یابد. با افزایش تبخیر هوا، کنترل در گیاه از طریق کاهش اندازه روزنه‌ها اعمال می‌شود و بنابراین هدایت روزنه‌ای افزایش می‌یابد. لذا ممکن است چنین اظهار نمود که هدایت روزنه‌ای بالاتر برگ کنار میوه نارس و برگ نهال انجیر با مقادیر بالاتر هدایت مزوفیلی مرتبط باشد. بسته‌شدن روزنه‌ها برای مدت طولانی می‌تواند به تخریب کلروپلاست و افزایش دما به میزان ٦-۵ درجه سانتی‌گراد منتهی شود و به همین سبب گفته می‌شود که بسته‌شدن روزنه‌ها در واکنش به تنش خشکی یک فرایند حفظ آب نیست بلکه با کاهش سلول‌های روزنه‌ای مرتبط است (Verona and Calcgno, 1991; Jones *et al*., 1981).

در این پژوهش میزان قند و نشاسته برگ در موقعیت‌های مختلف برگ و رشد میوه در ارقام مختلف متفاوت بود. در طی مراحل رشد میوه میزان قند و نشاسته برگ در ابتدای فصل رشد و مرحله نارس کاهش و سپس شروع به افزایش و تا مرحله دم‌شل این روند ادامه داشت. این روند در بیش‌تر ارقام وجود داشت علت وقوع این پدیده می‌تواند به‌دلیل افزایش رشد میوه و یا به‌عبارتی افزایش محل مصرف یا قدرت سینک به محل تولید باشد. در اوایل فصل رشد به‌دلیل بیش‌تربودن نسبت بخش رویشی گیاه به میوه همه مواد سنتزشده توسط برگ در اختیار خود برگ و اندام رویشی قرار می‌گیرد ولی در ادامه با افزایش مقدار میوه یا به‌عبارتی بخش زایشی گیاه این مواد ساخته‌شده به سمت میوه می‌رود. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج مشایخی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت. آنها گزارش کردند که در طول روند رسیدگی میوه و رشد رویشی درخت تغییرات محسوسی در وزن آنها و همچنین میزان مواد قندی مشاهده می‌شود. همچنین ارتباط مستقیمی بین تغییرات صورت گرفته در برگ و میوه شلیل دیده می‌شود و مقدار قند کل در دو هفته بعد از مرحله سخت‌شدن هسته کاهش چشم‌گیری داشت ولی دوباره افزایش پیدا کرد. با بررسی تغییرات فصلی کربوهیدارت‌ها و نشاسته در برگ‌ها و میوه‌های سه رقم انجیر مشخص شد که افزایش قندهای محلول و نشاسته در ابتدای فصل رشد، که برگ‌ها در حداکثر اندازه هستند و همچنین کاهش در میزان آن با تشکیل میوه اتفاق می افتد (Vemmos *et al*., 2013) که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش همخوانی داشت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میوه ارقام انجیر خوراکی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

در اسیدیته کل، مواد جامد محلول، اسیدیته و شاخص طعم میوه با هم تفاوت داشتند. هنگام رسیدن میوه به‌طور تقریبی همه نشاسته تبدیل به قند می‌شود و منجر به شیرین‌شدن میوه و نرم‌شدن بافت آن می‌شود. مقدار قند اهمیت زیادی در شیرینی و مرغوبیت میوه دارد. قسمت اعظم مواد محلول جامد که به‌وسیله رفراکتومتر دستی قابل اندازه‌گیری است قندها هستند (Crisosto *et al*., 2010). همچنین در میوه‌ها، بیش‌ترین ماده خشک در فرم محلول بوده که از قندها تشکیل شده است. نسبت قند به اسید یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده مزه میوه‌ها است که در انجیر به‌طور مؤثری با نسبت قند به اسید تخمین زده می‌شود. با وجود اینکه نسبت ترجیح داده‌شده در هر رقم متفاوت است، اما این نسبت به‌منظور انتخاب رقم برای کاربرد خاصی بکار می‌رود (Polat and Caliskan, 2008). گزارش شده که در انجیر تازه با کیفیت، می‌بایست مواد جامد محلول بین ۱۳ تا ۲۵ درجه بریکس باشد (Aksoy *et al*., 1991). رقم سیاه بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول را در بین ارقام داشت. بیش‌ترین اسیدیته کل مربوط به رقم شاه‌انجیر، بیش‌ترین قند گوشت در رقم سبز و بیش‌ترین شاخص طعم میوه را رقم سیاه داشت.

در پژوهشی گزارش شده که میزان مواد جامد محلول، اسیدیته، اسیدیته کل و شاخص طعم میوه در ارقام مختلف انجیر متفاوت است که نتایج حاصل از این تحقیق به‌غیر از اسیدیته کل و شاخص طعم میوه با آن مطابقت داشت و دلیل تفاوت می‌تواند رقم و شرایط آب و هوایی باشد (Caliskan and Polat, 2012). Sedaghat و Rahemi (۲۰۱۸b) بیان کردند که با ادامه رشد میوه میزان مواد جامد محلول در انجیر دیم رقم سبز افزایش سریعی پیدا کرد و در هنگام خشک‌شدن کامل میوه یعنی در مرحله پیری، به بیش‌ترین میزان خود، یعنی درجه ۲۵ بریکس رسید.

تفاوت در میزان قند میوه و سبزی‌ها به رقم، مرحله بلوغ، شرایط انبارکردن و سال باردهی محصول دارد (Polat and Caliskan, 2008). در این آزمایش مشخص شد، میزان قند و نشاسته گوشت و پوست میوه در ارقام مختلف انجیر خوراکی متفاوت بود. رقم سیاه دارای بیش‌ترین قند پوست و رقم سبز دارای بیش‌ترین قند و نشاسته میوه بود. در بررسی خصوصیات فیتوشیمیایی نه رقم میوه انجیر بیان کردند که میزان قند پوست میوه بیش‌تر از گوشت بود، که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مطابقت داشت (Pereira *et al*., 2017). همچنین گزارش شده است که تغییرات قندهای محلول و نشاسته یک روند کاهشی معکوس معنی‌داری در طول دوره رشد و نمو انجیر سبز داشت بدین صورت که در مرحله ابتدای رشد و نمو میزان قندهای محلول دارای کمترین میزان و در مرحله خشک‌شدن میوه روی درخت به بیشینه خود رسید که مبین هیدرولیز نشاسته و افزایش قندهای محلول در طی رشد و نمو میوه است (Sedaghat and Rahemi, 2018b,). همچنین آنها گزارش کردند که قندهای غالب میوه انجیر رقم سبز گلوکز و فروکتوز بوده و اسیدهای آلی غالب به‌ترتیب شامل سیتریک، مالیک، استیک و فرمیک اسید است. در این پژوهش مشخص شد که قند پوست میوه بیش‌تر از گوشت میوه است.

بالاترین ضریب همبستگی در صفات شش رقم انجیر خوراکی بین کلروفیل a با کلروفیل کل ($r = 0.96$) و کلرفیل b با کلروفیل کل ($r = 0.94$) و قابل انتظار بود. فهیمی خوبردی و شمشیری (۱۳۹۵) در مقایسه عملکرد فتوسیستم II در چهار رقم پایه‌ای پسته بیان کردند بین کلروفیل a و b با کلروفیل کل همبستگی وجود داشت که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت. همبستگی میان آنتوسیانین و قند برگ حاکی از پیش نیازبودن قندها در جهت ساختن آنتوسیانین است. زیرا آنتوسیانین‌ها از یک بخش قندی و یک ترکیب حلقوی که آنتوسیانیدین است تشکیل شده است و وجود قند به‌عنوان یک پیش‌ماده جهت سنتز آن‌ها ضروری است. عواملی که سبب افزایش محتویات قند در یک بافت گیاهی می‌شوند اغلب ساخته‌شدن آنتوسیانین‌ها در آن بافت را افزایش می‌دهند (Hapkins, 1999).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

موقعیت مختلف برگ‌ها و میوه با توجه به افزایش سن در ارقام مورد مطالعه تفاوت قابل توجهی را نشان داد. میزان قند و نشاسته در ارقام و موقعیت‌های مختلف برگ با تغییر سینک و قدرت آن به محل تولید متفاوت بود که در برگ کنار میوه افتاده بیش‌ترین میزان را در ارقام شاه‌انجیر و سیاه نشان داد. همچنین میزان کارتنوئید و آنتوسیانین با توجه به تغییر موقعیت برگ‌ها یک روند افزایشی را در ارقام نشان داد که با میزان کلروفیل برگ‌ها رابطه معکوسی داشت. بنابراین با افزایش سن برگ‌ها و موقعیت مختلف آنها روند تغییرات خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی متفاوت است.

منابع

احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.، عبادزاده، ح. م.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، عبدشاه، ه.، رضایی، م. م. و فضلی استبرق، م. (۱۳۹٦) آمارنامه کشاورزی، جلد ۳، محصولات باغی.

چاپارزاده، ن.، شفایی، ل.، دولتی، م. و برزگر، ا. (۱۳۹۲) تغییرات رنگدانه‌ای وابسته به سن در برگ‌های *Rosa hybrid*. مجله پژوهش‌های گیاهی ۲٦: ۲۸۹-۲۸۱.

داوری‌نژاد، غ. ح.، شیربانی، س. و زارعی، م. (۱۳۹٤) اثر رژیم‌های کم آبیاری روی برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چهار رقم انجیر. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹: ۵۱۷- ۵۰۱.

زارع، ح. و جعفری، م. (۱۳۹۷) ویژگی‌های ریخت‌شناسی برخی ارقام انجیر ایرانی. انتشارات مرجع علم، شیراز.

صداقت، س. (۱۳۹٦) بررسی رشد و نمو و تغییرهای شیمیایی جوانه و میوه انجیر (*Ficus carica* L.) رقم سبز در شرایط دیم. پایان نامه دکتری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

فهیمی خویردی، ف. و شمشیری، م. ح. (۱۳۹۵) مقایسه عملکرد فتوسیستم II در چهار رقم پایه‌ای پسته اهلی با استفاده از تکنیک فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش خشکی. فرآیند و کارکرد گیاهی ۵: ۱۰۸-۹۵.

مشایخی، ک.، صادقی، ح.، اکبرپور، و.، آتشی، ص.، قاسمی، ی. و موسوی‌نژاد، س. ج. (۱۳۹۲) تغییرات کربوهیدارات برگ و میوه شلیل رقم ردگلد در طول فصل رشد در شرایط آب و هوایی گرگان. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۸: ۹-۱.

Aksoy, U. (1991) Descriptors for fig (*Ficus carica* L. and related *Ficus sp*.). Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Izmir, Turkey.

Aksoy, U. (1997) Why figs? An old taste and a new perspective. First International Symposium on Fig 480: 25-26.

Ali, K., Koeda, K. and Nii, N. (1999) Changes in anatomical features, pigment content and photosynthetic activity related to age of Irwin Mango leaves. Journal of Japanese Society of Horticultural Science 68: 1090-1098.

Cevahir, G., Yentur, S., Yazgan, M., Unal, M. and Yilmazer, N. (2004) Peroxidase activity in relation to anthocyanin and chlorophyll content in juvenile and adult leaves of "MINI-STAR" *Gazania splendens*. Pakistan Journal of Botany 36: 603-609.

Bureau, S., Renard, C. M. G. C., Reich, M., Ginies, C. and Audergon, J. M. (2009) Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. LWT-Food Science Technology 42: 372-377.

Caliskan, O. and Polat, A. (2012) Effects of genotype and harvest year on phytochemical and fruit quality properties of Turkish fig genotypes. Spanish Journal of Agricultural Research 10: 1058-1048.

Candan, N. and Tarhan, L. (2003) Changes in chlorophyll-carotenoid contents, antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels in Zn-stressed *Mentha pulegium*. Turkish Journal of Chemistry 27: 21-30.

Crisosto, C. H., Bremer, V., Norton, M., Ferguson, F. and Einhorn, T. (2010) Preharvest ethephon eliminates first crop fig. Horticultural Technology 20: 173-178.

Fox, D. J. and Robyt, F. J. (1991) Miniaturization of three carbohydrate analyses using a micro sample plate reader. Analytical Biochemistry 195: 93-96

Gholami, M., Rahemi, M., Kholdebarin, B. and Rastegar, S. (2012) Biochemical responses in leaves of four fig cultivars subjected to water stress and recovery. Scientia Horticulturae 148: 109-117.

Hapkins, W. G. (1999) Introduction to Plant Physiology. 1st and 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York.

Hiscox, J. D. and Israelstam, G. F. (1979) A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany 57: 1332-1334.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

Hohen, E., Gasser, F., Gugyenbuhl, B. and Kunsch, U. (2003)Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements for firmness, varieties in comparison to consumer expectations. Postharvest Biology and Technology 7: 27-37.

Jones, M. N., Turner, N. C. and Osmond, C. B. (1981) Mechanisms of drought resistance. In: The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants (eds. Paleg, L. G. and Aspinal, A.) Pp. 15-35. Academic press.

Krizek, D. T., Brita, S. J. and Mewcki, R. M. (1998) Inhibitory effect of ambient level of solar UV-A and UV-B on growth of cv. New Red fire Lettuce. Physiology of Plant 103: 1-7.

Lange, O. L., Losch, R., Schulze, E. D. and Kappen, L. (1971) Responses of stomata to changes in humidity. Planta 100: 76-86.

Manetas, Y., Petropoulou, Y., Psaras, G. K. and Drinia, A. (2003) Exposed red (anthocyanin) leaves of *Quercus coccifera* display shade characteristics. Functional Plant Biology 30: 265-270.

Mawa, S., Husain, K. and Jantan, I. (2013) *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, traditional uses and biological activities. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2013.

McCready, R. M., Guggolz, J., Silviera, V. and Owens, H. S. (1950) Determination of starch and amylose in vegetables. Analytical Chemistry 22: 1156-1158.

Owino, W. O., Nakano, R., Kubo, Y. and Inaba, A. (2004) Alterations in cell wall polysaccharides during ripening in distinct anatomical tissue regions of the fig (*Ficus carica* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 32: 67-77.

Pereira Jimenez, C., Lopez Corrales, M., Martin Gonzalez, A., Villalobos Rivera, M. C., Cordoba Ramos, M. G. and Serradilla Sanchez, M. J. (2017) Physicochemical and nutritional characterization of brebas for fresh consumption from Nine fig varieties (*Ficus carica* L.) grown in extremadura. Journal of Food Quality1-12.

Polat, A. A. and Caliskan, O. (2008) Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the mediterranean region. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 36: 107-115.

Roussos, P. A., Sefferoun, V., Denaxa, N. K., Tasanitli, E. and Stathis, V. (2011) Apricot (*Pruns armenicace* L.) fruit quality attributes and phytochemical under different crop load. Scientia Horticulturae 129: 472-478.

Sedaghat, S. and Rahemi, M. (2018a) Effects of physio-chemical changes during fruit development on nutritional quality of fig (*Ficus carica* L. var. 'Sabz') under rain-fed condition. Scientia Horticulturae 237: 44-50.

Sedaghat, S. and Rahemi, M. (2018b) Enzyme activity regarding sugar and organic acid changes during developmental stages in rainfed fig (*Ficus carica* L. cv Sabz). International Journal of Fruit Science 18: 14-28.

Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F. and Veberic, R. (2011) Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59: 11696-11702.

Vemmos, S. N., Petri, E. and Stournaras, V. (2013) Seasonal changes in photosynthetic activity and carbohydrate content in leaves and fruit of three fig cultivars (*Ficus carica* L.). Scientia Horticulturae 160: 198-207.

Verona, C. and Calcagno, F. (1991) Study of stomatal parameters for selection of drought resistant varieties in *Triticum durum*. Euphytica 57: 275-283.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]

Physicochemical changes of leaf in different positions and fruit in four edible fig cultivars

Maryam Barzegar[1] and Hamid Zare[2*]

[1] Horticultural Department, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Shiraz, Iran. [2] Fig Research Station, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Estahban, Iran

(Received: 05/08/2019, Accepted: 12/05/2020)

Abstract

Fig is one of the first plants cultivated by humans that has great global distribution. This study was conducted to investigate the physicochemical changes in different positions of leaf (2 year cutting, Leaf next to immature syconium, Leaf next to ripe fruit, Leaf next to overripe fruit, Leaf next to fallen fruit) and fruit in four edible cultivars (Matti, Shah-Anjir, Sabz, Siah) as factorial experiment in framework of completely randomized block design in three replicates. Results indicated that leaf properties depended on its location. In all fig cultivars, chlorophylls of leaf next to immature syconium decreased, while as the fruits continued to grow, chlorophylls of leaf next to them increased. Two year cutting in Shah-Anjir cultivar had the highest chlorophyll a and total. Chlorophyll Leaf next to fallen fruit position in Shah-Anjir had the greatest content of chlorophyll b. The highest carotenoid content was recorded in leaf next to fallen fruit in Siah cultivar. Sabz cultivar obtained the highest anthocyanin content in positions of the leaf next to overripe fruit and leaf next to fallen fruit as well. Two-year cutting and leaf next to immature syconium had the greatest amount of stomatal conductivity in Matti cultivar. In Shah-Anjir and Siah cultivars, the highest sugar and starch was at the position of leaf next to fallen fruit. The highest content of skin sugar, total soluble solid (TSS) and TSS/TA in Siah cultivar fruit and the highest content of sugar and starch of fruit pulp and pH were observed in Sabz cultivar fruit. Shah-Anjir cultivar obtained the greatest total acidity of fig fruit.

Key words: Biochemical, Fig, Leaf location, Physiological.

Corresponding author, Email: hamidzare777@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.14.1]