مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۶ شماره ۲ صفحه‌های ۱۳۷ تا ۱۴۸ (۱۴۰۴)
مقاله پژوهشی

تاثیر تناوب باردهی و کاربرد خارجی پوتریسین بر برخی ویژگی های کمی و کیفی میوه زرشک بیدانه (*Berberis vulgaris L.*)

Effect of Alternate Bearing and Exogenously-Applied Putrescine on Some Fruit Characteristics in Seedless Barberry (*Berberis vulgaris* L.)

ندا محرری[۱]، بهرام عابدی[۱]* ، مجید راحمی[۲]، احمد بالندری[۳]

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۳. پژوهشکده علوم و صنایع غذایی مشهد.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (abedi@um.ac.ir).

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۶

چکیده

به منظور بررسی تاثیر پلی‌آمین پوتریسین بر خصوصیات کمی و کیفی میوه زرشک در دو سال پربار (۱۳۹۷) و کم‌بار (۱۳۹۸) طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار اجرا شد. تیمار پوتریسین در غلظت‌های ۰، ۰/۱ و ۱ میلی‌مولار تهیه شد. در مرحله تمام گل و مرحله تشکیل میوه محلول‌پاشی انجام شد. وزن تر و خشک میوه، طول و قطر حبه، اسیدیته، pH، محتوی آنتوسیانین و فنول حبه ها در دو سال اندازه‌گیری شد. کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده در دو سال پربار و کم بار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. محتوی اسیدیته، آنتوسیانین و فنول در سال پربار بیشتر از کم‌بار بود (به ترتیب۲/۹۸،۹/۵۲ و۲/۲۶ درصد). علاوه براین پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار موثرترین تیمار در افزایش کلیه صفات به استثنای محتوی اسیدیته و فنول بود. این تیمار به طور معنی‌داری pH، مواد جامد محلول، طول حبه، وزن تر و خشک حبه را در سال پربار افزایش داد (به ترتیب ۲۱/۵۹، ۹/۴۵، ۱۲/۴۷ و ۲۳/۵۸ درصد) اما اختلاف معنی‌داری در سال پربار و کم‌بار دیده نشد. تیمار پوتریسین ۱ میلی‌مولار، کاهش برخی خصوصیات کمی و کیفی در سال پربار را جبران کرد.

واژه های کلیدی : پلی‌آمین، آنتوسیانین، سال پربار، سال کم‌بار، فنول.

مقدمه

زرشک درختچه‌ای است خاردار، خودگرده افشان از تیره زرشکیان[۱] با نام علمی *Berberis vulgaris* L. که بیش از ۶۵۰ جنس دارد (Cadic & Decourtye, 1978). این درختچه بسیار به کم آبی مقاوم بوده و در ایران به طور طبیعی می‌روید. زرشک به علت داشتن ترکیبات با خواص غذایی، دارویی و پزشکی در صنایع گوناگون مورد توجه قرار گرفته است (Albrecht *et al.*, *2010*). با توجه به مقاومت بالای این درختچه به آفات و تنش‌های محیطی و همچنین خواص دارویی ریشه، برگ و ساقه آن، این درختچه نظیر بیشتر درختان میوه دارای عادت تناوب باردهی می‌باشد که علاوه بر خصوصیات ژنتیکی، عوامل متعددی در این امر دخیل می‌باشند(Lavee *et al.*, 1986). تناوب باردهی در درختان میوه از جمله مشکلات بسیاری از باغداران است که علاوه بر مسائل اقتصادی با ایجاد نوسان در بازار فروش (به دلیل باردهی زیاد در یک سال و محصول کم در سال دیگر)، کیفیت محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مکانیسم‌های سال‌آوری در درختان میوه متفاوت است. به عنوان مثال سال‌آوری در درخت

۱- Berberidaceae

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

گلابی به دلیل عدم تشکیل جوانه گل در سال پربار است که در سال بعد منجر به کاهش محصول می‌گردد. اما در درخت پسته تعداد زیادی جوانه گل تشکیل می‌شود که همزمان با باردهی به دلیل محصول زیاد جوانه گل قبل از بلوغ ریزش کرده و در نتیجه در سال بعد محصول کمی تولید می‌کند. اما در خصوص زرشک مکانیسم کمی متفاوت است. تشکیل میوه در سال پربار، از رشد شاخه‌های سال جاری که در سال بعد تولید میوه خواهند داشت، کاسته شده و در نتیجه محصول در سال بعد کاهش می‌یابد (Balandary & Kafi, 2001). باتوجه به پژوهش‌های گسترده بر افزایش و ارتقاء خصوصیات کمی، کیفی و عملکردی در درختان میوه، مواد و ترکیبات موثری شناسایی و معرفی شده‌اند که از آن جمله می‌توان به پلی‌آمین‌ها اشاره کرد. پلی‌آمین‌های هیدروکربن‌های آلیفاتیک با وزن مولکولی کم هستند. اغب دارای زنجیره راست ۳-۱۵ کربنه با انتهای آمینی می‌باشند که به عنوان تنظیم کننده‌های رشدی (Xu *et al*., 2014b) در بسیاری از فرآیندهای گیاهی از جمله طویل شدن، تقسیم سلولی، اندام زایی، تشکیل میوه و مقاومت‌ها اثر گذارند (Abbasi *et al*., 2019; Yang *et al*., 2022; Tyagi *et al*., 2023). پلی‌آمین پوتریسین از جمله دی آمین‌هاست که از اسیدهای آمینه آرژنین و اورنیتین به وجود می‌آید. گزارش‌های بسیاری در خصوص تاثیر پلی‌آمین پوتریسین بر افزایش درصد تشکیل میوه، تعداد حبه، اندازه حبه و وزن تر وجود دارد (Soubeyrand *et al*., 2014). کاربرد پوتریسین با تحریک تقسیم سلولی، رشد میوه سیب را افزایش می‌دهد (Costa & Bagni,1983). در مطالعه‌ای نشان داده شد کاربرد خارجی پوتریسین به طور معنی‌داری تشکیل میوه و محتوی کارتنوئیدهای کل میوه انبه را نسبت به شاهد افزایش داد (Malik & Singh, 2006). براساس گزارش Hudec و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای بر روی توت آرونیا[1] مشخص کردند کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های بیوسنتز پلی‌آمین‌ها بر محتوی پلی‌آمین‌های درونی میوه موثر بوده و به طور معنی‌داری سه پلی‌آمین پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. کاربرد خارجی پوتریسین با غلظت های ۲،۱،۰ و ۳ میلی مولار سرعت نرم شدگی، کاهش وزن میوه، محتوای اسیدآسکوربیک، مواد جامد محلول و اسیدیته را صرف نظر از غلظت مورد استفاده و زمان کاربرد در طول دوره انبارداری کاهش داده و مقاومت به سرما در میوه هلو را در طول این دوره افزایش داد (Abbasi *et al*. 2019). نتایج Saleem و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند کاربرد پوتریسین محتوی مواد جامد محلول، اسیدیته، رنگ پوست و عملکرد میوه پرتقال را در مقایسه با شاهد افزایش داد. همچنین کاربرد خارجی پوتریسین با غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر وزن ترمیوه، طول و قطر حبه انگور بیدانه را در مقایسه با شاهد افزایش داد (Shiozaki *et al*. 1997). کاربرد خارجی پوتریسین به طور قابل ملاحظه‌ای وزن تر ساقه، طول و قطر حبه انگور بیدانه تامسون[2] را در مقایسه با شاهد افزایش داد (Koukourikou *et al*. 2015). علاوه براین در پژوهش دیگری نیز گزارش شد، کاربرد خارجی پوتریسین بر افزایش وزن تر و اندازه میوه سرخالو[3] موثر بوده و این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار شد (Mitra & Sanyali,1990). این در حالی است که غلظت کمتر پوتریسین، درصد تشکیل میوه را افزایش داد و غلظت میانی بهترین کیفیت را از نظر محتوی مواد جامد محلول، قند، اسید آسکوربیک، نسبت قند به اسید و آنتوسیانین میوه سرخالو در مقایسه با شاهد تولید کرد.

از آنجا که پژوهش‌های مشابه در زرشک محدود بوده و باتوجه به اهمیت این گیاه، هدف از انجام این پژوهش بررسی کاربرد خارجی پلی‌آمین پوتریسین بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه زرشک بی‌دانه طی دو سال پربار و کم‌بار و تاثیر این تیمار بر کاهش تناوب باردهی طراحی گردید.

مواد وروش ها

اطلاعات آب و هوایی شامل دما، سرعت باد، رطوبت نسبی، بارش و ساعات آفتابی در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ جمع آوری و ثبت گردید (جدول ۱). این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۷ (پربار) و ۱۳۹۸ (کم بار) در یک باغ تجاری زرشک بی‌دانه واقع در جاده قدیم مشهد- نیشابور با عرض جغرافیایی ۳۶ و°۴۹ شمالی، طول جغرافیایی ۳۸ و°۷ شرقی اجرا شد. پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد.

درختچه‌ها ۱۲ ساله و با فاصله روی ردیف سه متر و بین ردیف چهار متر بود. در هر درختچه دو ضلع شمالی و جنوبی تعیین و برچسب‌گذاری شدند. پس از تهیه غلظت‌های ۰/۱،۰ و ۱ میلی‌مولار بر لیتر پوتریسین، طبق برچسب‌های هر درختچه، ابتدا در مرحله تمام گل(زمانی‌که ۸۰ درصد گل‌ها بازشدند) و سپس بر روی همان گل‌ها در مرحله تشکیل میوه محلول‌پاشی

۱- Black Chokeberry ۲- Thompson Seedless ۳- Litchi

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

انجام گردید. به منظور بازدهی هر چه بیشتر، محلول‌پاشی در صبح زود انجام شد. در طول دوره پژوهش هیچ گونه سم‌پاشی جهت مقابله با آفات و کوددهی صورت نگرفت. آبیاری درختچه‌ها از هفته آخر خرداد ماه تا هفته اول آبان ماه با فاصله هر ۱۰ روز بوده و بدین ترتیب تا زمان برداشت ۱۲ دور آبیاری ثقلی صورت گرفت. در طول دوره رشد گیاه به منظور تهویه مناسب و عدم تداخل شاخه ها، هرس انجام شد. نمونه‌برداری از حبه‌ها در انتهای فصل رشد (۱۵۵ روز پس از گلدهی کامل) و در دو ضلع شمالی و جنوبی انجام و نمونه‌های هر ضلع در هر تکرار با یکدیگر مخلوط شده و در جعبه یخ جهت انجام کارهای آزمایشگاهی به آزمایشگاه منتقل شدند. کلیه عملیات در سال اول عینا برای سال بعد نیز تکرار گردید. ویژگی‌های زیر در نمونه‌های برداشت شده در هر دو سال پژوهش اندازه‌گیری گردید.

به منظور اندازه‌گیری طول و قطر حبه‌ها در هر مرحله رشدی تعداد ۵ خوشه از هر تکرار در جهت ضلع شمالی و جنوبی درختچه (مجموعا ۲۰ خوشه) انتخاب و با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن تر حبه، تعداد ۱۰۰ حبه زرشک از دو شاخه شمالی و جنوبی (دو شاخه از ضلع شمالی و دو شاخه از ضلع جنوبی و از هر کدام ۵ خوشه) انتخاب شد و با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ وزن شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک میوه، تعداد حبه‌های توزین شده از وزن تر در دمای ۷۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار گرفتند و پس از توزین، وزن خشک هر نمونه به دست آمد. همچنین مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دیجیتال در دمای اتاق اندازه‌گیری انجام شد و بر حسب درجه بریکس گزارش گردید. جهت اندازه‌گیری اسیدیته از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال سود (هیدروکسید سدیم) استفاده شد و بر حسب اسید سیتریک در صد گرم آب میوه گزارش شد.

جهت تعیین pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل Metrohm اندازه گیری انجام شد. به منظور اندازه‌گیری آنتوسیانین میوه زرشک توسط دستگاه اسپکتوفتومتری مدل Cecil Bio Quest CE2002 در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر و با استفاده از فرمول زیر میزان آنتوسیانین محاسبه شد و به صورت میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر میوه گزارش شد (Burns *et al*. 2000).

$$A= (A_{520nm}-A_{700nm})_{pH=1} _ (A_{520nm}-A_{700nm})_{pH=4.5}$$

$$C= A/EL\times MW\times DF\times V/G\times 100$$

E= جذب مولی آنتوسیانین و برابر ۲۶۹۰۰،
L= طول مسیر طی شده در سل و برابر ۱ سانتی متر،
MW= وزن مولی آنتوسیانین و برابر ۴۴۹/۲،
DF= ضریب رقیق سازی، V= حجم نمونه و G= وزن نمونه بر حسب میلی‌گرم می باشد.

مقدار فنول کل با استفاده از روش فولین سیوکالتیو و دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر بدست آمد. جهت تهیه استاندارد از گالیک اسید استفاده شد و جهت تعیین مقادیر فنول کل پس از رسم منحنی استاندارد، برحسب میلی‌گرم بر اسید گالیک در صد گرم عصاره گزارش گردید(Hudec *et al*. 2006; Taghipour & Assar, 2022).

داده ها با استفاده از نرم افزار جامپ نسخه ۸ آنالیز آماری شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گشت. رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۶) انجام شد.

نتایج

داده‌های آب و هوایی

براساس اطلاعات جمع‌آوری شده، میانگین دمای هوا در سال ۱۳۹۷ بیشتر از سال ۱۳۹۸ بود (جدول ۱). میانگین رطوبت نسبی در سال ۱۳۹۷، ۴/۰۸ درصد کمتر از سال ۱۳۹۸ گزارش شد. ساعات آفتابی در سال۱۳۹۸، ۲/۳ درصد در مقایسه با سال قبل از خود افزایش داشت. بیشترین بارش در سال ۱۳۹۸ با ۲۷/۴ میلیمتر رخ داد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

جدول ۱- اطلاعات آب و هوایی منطقه مورد مطالعه در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 1. Weather information of studied area in ON (2018) and OFF years (2019).

سال Year	دما Temperature	سرعت باد Wind speed	رطوبت نسبی Relative humidity	بارش Rain	ساعات آفتابی Sunny hours
1397	21.1	10.7	49	17.42	2248.7
1398	20.8	9.5	51	27.4	2302.4

اثر پوتریسین بر خصوصیات کمی میوه زرشک

براساس نتایج به‌دست آمده، تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر در هر دو سال پربار و کم‌بار به طور معنی‌داری خصوصیات کمی مورد مطالعه میوه زرشک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. به طوری‌که در سال پربار و کم‌بار به ترتیب طول حبه ۹/۴۵ و ۳/۰۷ درصد، قطر حبه ۱۵/۸۹ و ۴/۴۰ درصد، وزن ترحبه ۱۲/۴۷ و ۳/۴۸ درصد و وزن خشک حبه را ۲۳/۵۸ و ۹/۸۲ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داشت (جدول۲). تیمار ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر پوتریسین نیز در سال پربار بر خصوصیات کمی میوه موثر بوده و به طور معنی‌داری صفات کمی مورد مطالعه را نسبت به شاهد افزایش داد. در سال کم‌بار به استثنای وزن تر حبه، بین شاهد و تیمار ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر پوتریسین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲).

جدول ۲- تاثیر تیمار پوتریسین بر برخی خصوصیات کمی میوه زرشک در سال پربار (۱۳۹۷) و کم بار (۱۳۹۸).

Table 2. Effect of Putrescin on some quantitative characteristics of barberry fruit in ON (2018) and OFF (2019) years.

تیمارها Treatment	طول حبه Berry length (mm)	قطر حبه Berry diameter (mm)	وزن تر میوه Berry fresh weight (g)	وزن خشک میوه Berry dry weight (g)
سال پر بار ON Year				
Control	11c	6.67 c	11.07 c	3.52 c
PUT 0.1(mM/l)	11.32 b	7.12 b	11.32 b	3.65 b
PUT 1(mM/l)	12.04 a	7.73 a	12.45 a	4.35 a
ضریب تغییرات C.V	4.017	6.46	5.48	10
سال کم بار OFF Year				
Control	11.72 b	7.49 b	12.08 c	3.97 b
PUT 0.1(mM/l)	11.75 b	7.51 b	12.11 b	3.99 b
PUT 1(mM/l)	12.08 a	7.82 a	12.50 a	4.36 a
ضریب تغییرات C.V	1.47	3.39	1.65	4.51

+ Means in the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability

+ ستون های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

اثر پوتریسین بر خصوصیات کیفی میوه زرشک

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداکثر محتوی pH (۳/۷۳ و ۳/۷۶)، مواد جامد محلول (۱۷/۲۱ و ۱۷/۲۴ درصد) و آنتوسیانین (۵۱۲/۶۶ و ۵۱۲/۲۶ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر میوه) به ترتیب در سال پربار و کم‌بار در تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر مشاهده شد (جدول ۳). این در حالیست که این تیمار محتوی اسیدیته (۱/۹۲ و ۱/۸۷) و فنول (۵۷/۴۷ و ۵۶/۵۶ میلی‌گرم اسید گالیک در عصاره میوه) میوه را در هر دو سال کاهش داد. به طوری‌که این کاهش در سطح ۵ درصد نسبت به شاهد معنی‌دار شد. اما در خصوص تاثیر تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر کمی متفاوت بود. این تیمار

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

(پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر) نیز در هر دو سال پربار و کم‌بار به ترتیب محتوی pH (۳/۱۴ و ۳/۲۸) و مواد جامد محلول (۱۴/۲۴ و ۱۵/۱۷ درصد) را در مقایسه با شاهد افزایش داد. اما برخلاف تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر بر محتوی آنتوسیانین میوه تاثیر معنی‌داری نداشت و با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر محتوی فنول میوه را در هر دو سال پربار وکم‌بار به ترتیب ۵۸/۸۴ و ۵۷/۶۵ میلی‌گرم اسید گالیک در عصاره میوه رساند که در مقایسه با شاهد در سطح ۵ درصد کاهش داشت.

جدول ۳- تاثیر تیمار پوتریسین بر برخی خصوصیات کیفی میوه زرشک در سال پربار (۱۳۹۷) و کم بار (۱۳۹۸).

Table 3. Effect of Putrescin on some quality characteristics of barberry fruit in ON (2018) and OFF (2019) years.

تیمارها Treatment	pH	اسیدیته Acidity	موادجامد محلول Brix(%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/100gFW)	فنول Phenol (mg Gallic acid /100gFW)
سال پر بار ON Year					
Control	3.08 c	2.50 a	14.15 c	454.61 b	59.73 a
PUT 0.1(mM/l)	3.14 b	2.49 a	14.24 b	454.83 b	58.84 b
PUT 1(mM/l)	3.73 a	1.92 b	17.21 a	512.66 a	57.47 c
ضریب تغییرات C.V	9.39	12.6	9.93	6.11	1.68
سال کم بار OFF Year					
Control	3.2 c	2.22 a	15.03 c	438.04 b	57.92 a
PUT 0.1(mM/l)	3.28 b	2.20 a	15.17 b	441.24 b	57.65 b
PUT 1(mM/l)	3.76 a	1.87 b	17.24 a	512.26 a	56.56 c
ضریب تغییرات C.V	1.087	8.08	6.79	7.83	1.087

+ Means in the same column followed by the same letter(s)are not significantly different at 5% probability

+ ستون های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

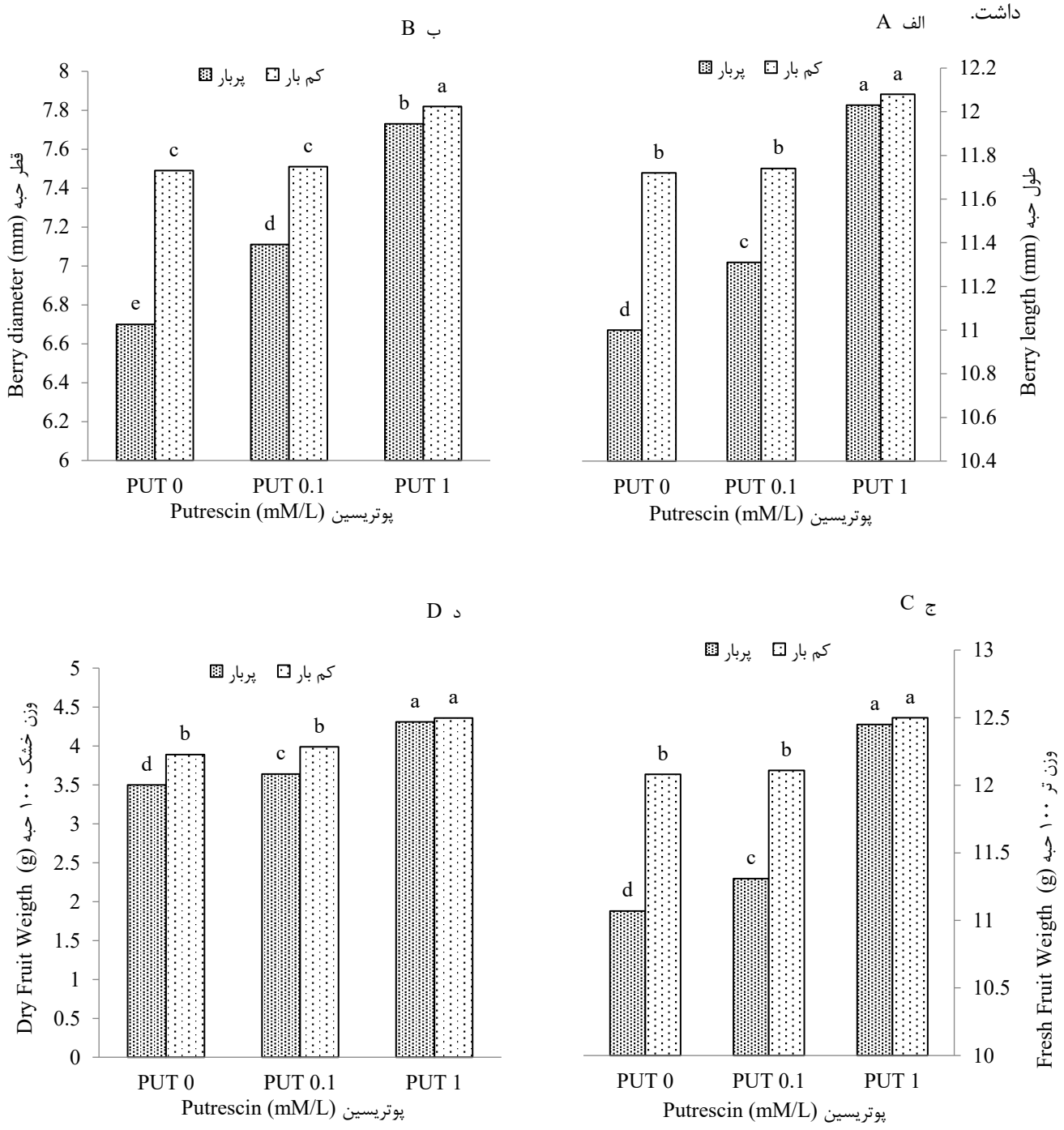
برهمکنش سال و تیمار پوتریسین بر خصوصیات کمی میوه زرشک

به طور کلی نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین سال پربار و کم‌بار نشان داد، خصوصیات کمی در سال کم‌بار بیشتر از سال پربار است (شکل ۱). تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر توانست کلیه صفات کمی مورد مطالعه در سال پربار را افزایش دهد (به استثنای قطر حبه) به میزانی که اختلاف معنی‌داری بین این صفات در سال پربار و کم‌بار دیده نشد. در حالی که تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر در سال کم‌بار موثر شناخته نشد زیرا با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. در صورتیکه همین تیمار اختلاف معنی‌داری در کلیه صفات مورد مطالعه در سال پربار ایجاد کرد و به ترتیب منجر به افزایش ۲/۸۲، ۶/۱۲، ۲/۱۷ و ۴ درصدی در طول، قطر، وزن تر و وزن خشک حبه در مقایسه با شاهد شد.

با مقایسه سال‌های پربار و کم بار (شکل۱- الف) مشاهده شد طول حبه در سال کم‌بار ۳/۴۹ درصد بیشتر از سال پربار است. علاوه بر این محلول‌پاشی با پوتریسین ۱ میلی‌مولار بر لیتر در سال کم‌بار (۱۲/۰۸ میلیمتر) توانست به طور معنی‌داری طول حبه را در مقایسه با شاهد (۱۱/۷۲ میلیمتر) افزایش دهد و مقدار افزایش طول حبه در سال پربار به میزانی بود که بین دو سال پربار و کم‌بار (به ترتیب با طول ۱۲/۰۳ و ۱۲/۰۸ میلیمتر) اختلاف معنی‌داری دیده نشد. تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی مولار بر لیتر، در طول حبه در سال کم‌بار اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد ایجاد نکرد اما در سال پربار بین کلیه تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

روند تاثیر تیمارها بر قطر حبه (شکل۱- ب) نیز مانند طول حبه بود، با این تفاوت که تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر نتوانست قطر حبه در زرشک را به میزان سال کم‌بار افزایش دهد و درنتیجه اختلاف معنی‌داری بین این دو سال وجود داشت.



شکل ۱- برهمکنش سال و پوتریسین بر برخی خصوصیات کمی میوه زرشک بیدانه.+ الف: طول حبه. ب: قطر حبه. ج: وزن تر صد حبه. د: وزن خشک صد حبه. + ستون های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Fig.1. Effect of Year and Putrescine on quantitative characteristics of barberry fruit, Length(A), diameter(B), fresh fruit weight (C) and dry weight (D). + Means in the same column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% probability

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

در خصوص وزن تر و خشک میوه، تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر بر افزایش وزن در سال پربار موثر بوده تا حدی که اختلاف معنی‌داری بین سال پربار و کم‌بار در این تیمار دیده نشد (شکل۱- ج و د). همانند سایر پارامترهای مورد مطالعه نیز تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر در سال کم‌بار با ۱۲/۱۱ و ۳/۹۹ گرم به ترتیب بر وزن تر و خشک حبه زرشک نسبت به شاهد تاثیر معنی‌داری نداشت. در حالی‌که همین تیمار در سال پربار وزن تر حبه به ۱۱/۳۱ گرم رساند و در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد. اما در خصوص وزن خشک حبه اختلاف معنی‌داری بین دو سال در تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر مشاهده نشد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۴) کلیه صفات اندازه‌گیری شده در هر دو سال اختلاف معنی‌داری داشتند. طول و قطرحبه، وزن تر و خشک حبه، درصد بریکس و pH در سال کم‌بار با مقادیر ۱۱/۸۵، ۷/۶۱، ۱۲/۲۳، ۴/۱۱، ۱۵/۸۱ و ۳/۴۱ بیشتر از سال پربار بوده و محتوی آنتوسیانین، فنول و اسیدیته به ترتیب با ۴۷۴/۵۵ (میلی‌گرم در صد گرم وزن تر میوه)، ۵۸/۶۸ (میلی‌گرم گالیک اسید در صد گرم وزن تر میوه) و ۲/۳۰ در سال پربار بیشتر بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه زرشک در سال پربار(۱۳۹۷) و کم‌بار(۱۳۹۸).

Table 4. Mean Comparison of some quantitative and qualitative characteristics of barberry fruit in ON (2018) and OFF (2019) years.

	pH	اسیدیته Acidity	موادجامد محلول Brix (%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/100gFW)	فنول Phenol (mg Gallic acid /100g FW)	طول حبه Berry length (mm)	قطر حبه Berry diameter (mm)	وزن تر میوه Berry FW (g)	وزن خشک میوه Berry DW (g)
سال پر بار ON Year	3.32 b	2.30 a	15.2 b	474.55 a	58.68 a	3.83 b	11.61 b	7.17 b	11.45 b
سال کم بار OFF Year	3.41 a	2.1 b	15.81 a	460.81 b	57.38 b	4.11 a	12.23 a	7.61 a	11.85 a

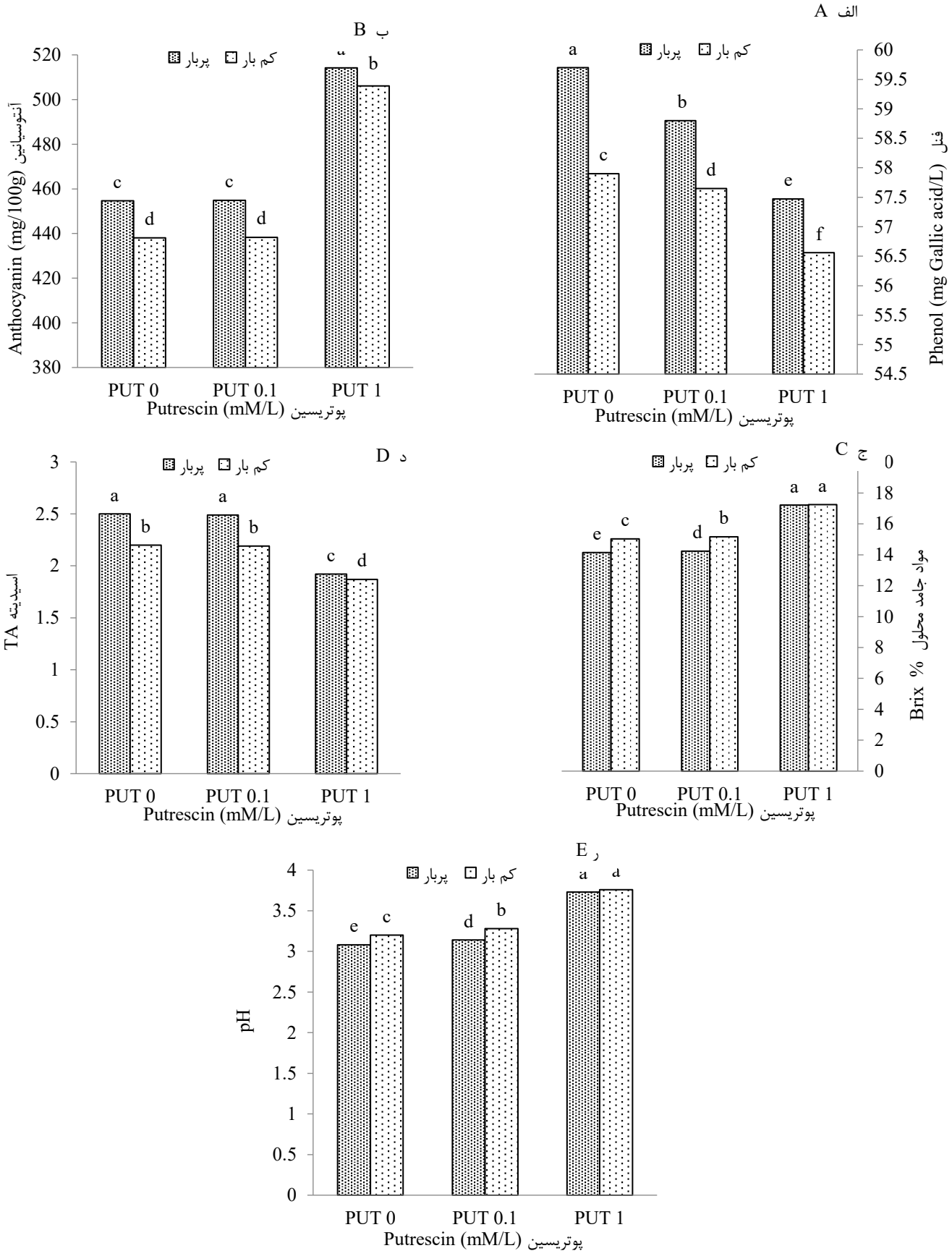
+ Means in the same column followed by the same letter(s)are not significantly different at 5% probability

+ ستون های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

برهمکنش سال و تیمار پوتریسین بر خصوصیات کیفی میوه زرشک

نتایج نشان داد (شکل۲- الف) تیمار پوتریسین در هر دو غلظت به طور معنی‌داری محتوی فنول میوه را در مقایسه با شاهد کاهش داد. تغییر در هر دو سال مشابه بود با این تفاوت که محتوی فنول در سال پربار به طور معنی‌داری بیشتر از سال کم‌بار بود. محتوی آنتوسیانین نیز به صورت مشابه در سال پربار (۵۱۴/۲۱ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر میوه) بیشتر از سال کم بار(۵۰۶/۱۱ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر میوه) بود. اگرچه تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر توانست محتوی آنتوسیانین میوه را افزایش دهد ولی تفاوت در این دو سال معنی‌دار شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]



[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

شکل ۲- برهمکنش سال و پوتریسین بر برخی خصوصیات کیفی میوه زرشک بیدانه. + الف: فنول (میلی‌گرم گالیک اسید در لیتر). ب: آنتوسیانین (میلی‌گرم در صد گرم).ج: مواد جامد محلول. د: اسدیته. ر: پی اچ. + ستون های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Fig. 2. Effect of Year and Putrescine on quality characteristics of barberry fruit, Phenol (A), Anthocyanin (B), Brix (C) Acidity TA (D), and in pH Fruit (E). + Means in the same column followed by the same letter(s)are not significantly different at 5% probability.

در تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر نیز بین دو سال اختلاف معنی‌دار به‌دست آمد ولی در هر سال اختلاف معنی داری بین شاهد و این تیمار دیده نشد. محتوی مواد جامد محلول و pH در سال کم‌بار بیشتر از سال پربار بود (شکل۲- ج و ر) و این اختلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. تیمار پوتریسین در هر دو غلظت، محتوی مواد جامد محلول و pH را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد در هر دو سال افزایش داد و این افزایش در غلظت یک میلی‌مولار بر لیتر پوتریسین اختلاف معنی‌داری در سال پربار و کم بار بر این ویژگی‌ها نداشت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اسیدیته میوه زرشک در سال پربار بیشتر از سال کم‌بار بوده(شکل۲- د) و این اختلاف در سطح ۵ درصد در هر دو سال معنی‌دار شد و تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر در هر سال اختلاف معنی‌داری در اسیدیته میوه با شاهد ایجاد نکرد. در حالی‌که تیمار پوتریسین با غلظت یک میلی‌مولار بر لیتر به طور معنی‌داری منجر به کاهش اسیدیته در هر دو سال گردید. هر چند این کاهش در سال پربار و کم بار به یکدیگر نزدیک شد اما اختلاف معنی‌داری به دست آمد.

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد بین سال پربار و کم‌بار در کلیه صفات اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر به طور معنی‌داری تقریبا بر کلیه صفات مورد مطالعه اثر مثبت داشت. نتایج ما همسو با یافته‌های دیگر پژوهشگران بود.

کاربرد تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر وزن تر و خشک صد حبه زرشک را افزایش داد. در یک مطالعه مشابه نیز مشخص شد، اعمال تیمار پوتریسین با غلظت ۸ میلی‌مولار بر لیتر، نیز وزن صد حبه انگور را به میزان ۲۴/۵۳ درصد در نسبت به شاهد افزایش داد (Marzouk & Kassem, 2011). با توجه به افزایش محتوی پلی‌آمین‌های درونی در مراحل اولیه رشد حبه که تقسیم سلولی و به تبع آن بهبود رشد و نمو میوه را بدنبال دارد و باعث طویل شدن سلول شده و به در نتیجه افزایش وزن حبه را اثبات می‌کند (Hudec *et al* , 2006). این موضوع در بسیاری از میوه‌ها نیز گزارش شده است (Marzouk & Kassem, 2011). علاوه بر این با توجه به ارتباط مثبت پلی‌آمین‌ها با تنظیم‌کننده‌های درون‌زای گیاهی (مانند جیبرلین و سایتوکینین) و همچنین مشارکت آن‌ها در تقسیم سلولی، در نتیجه دستیابی به حداکثر وزن میوه، موثر هستند (Roussos *et al*. 2004; Shiozaki *et al*. 1997).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد کاربرد پوتریسین در هر دو غلظت، طول و قطر حبه زرشک را افزایش می‌دهد. با توجه به نقش مستقیم پوتریسین در تحریک تقسیم سلولی و طویل شدن سلول می‌تواند افزایش طول حبه را توجیه کرد (Davies, 1995).

تیمار پوتریسین، اسیدیته میوه زرشک را در مقایسه با شاهد کاهش داد و این کاهش در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. کاهش اسیدیته می‌تواند به تامین تعداد آمین تیمارهای اعمال شده بستگی داشته باشد. این تاثیر پوتریسین در میوه زیتون نیز گزارش شده است (Ainsworth *et al*., 2007). علاوه براین نتایج، Hasnaa و همکاران نشان داد کاربرد پوتریسین در سه غلظت مختلف (۴۴، ۸۸ و ۱۳۲ میلی‌گرم بر لیتر) بر اسیدیته میوه زیتون تاثیر گذار بود. غلظت‌های ۸۸ و ۱۳۲ میلی‌گرم بر لیتر پوتریسین در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند اما تیمار ۴۴ میلی‌گرم بر لیتر محتوی اسیدیته میوه را کاهش داد و این کاهش به

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت مانند پژوهش حاضر که تیمار پوتریسین نسبت به شاهد محتوی اسیدیته میوه زرشک را کاهش داد.

تیمار پوتریسین در هر دو غلظت منجر به افزایش pH و مواد جامد محلول میوه زرشک می شود. این یافته با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (Lo Piero *et al*., 2005). نتایج Marzouk و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد کاربرد پوتریسین با غلظت ۸ میلی‌مولار محتوی مواد جامد محلول میوه انگور را در مقایسه با شاهد افزایش داده و این افزایش در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

تیمار پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر به طور معنی‌داری محتوی آنتوسیانین میوه زرشک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. در حالی‌که تیمار پوتریسین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار بر لیتر با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. پژوهش‌های پیشین، نتایج مشابهی در سایر محصولات مانند تاثیر پوتریسین بر افزایش آنتوسیانین میوه سرخالو (Mitra & Sanyal,1990) گزارش کرده‌اند. مطالعه بر روی بسیاری از گیاهان نشان داده است که محدودیت نیتروژن بر سنتز آنتوسیانین موثر است (Soubeyrand *et al*., 2014). لذا باتوجه به اینکه پلی‌آمین‌ها در ساختار خود نیتروژن دارند، می‌تواند بر محتوی آنتوسیانین موثر باشند. به نظر می‌رسد پوتریسین با تحریک افزایش بیان ژن‌های مسئول سنتز آنتوسیانین مانند فنیل آلانین آمونیالیاز[1] بر محتوی آنتوسیانین تاثیر می‌گذارد و از این طریق تولید متابولیت‌های ثانویه را کاهش می‌دهد. این تاثیر پوتریسین در شرایط انبارداری در دمای پایین در میوه پرتقال هم گزارش شده است (Lo Piero *et al*., 2005).

تیمار پوتریسین در هر دو غلظت محتوی فنول میوه زرشک را کاهش داد. برخی از پژوهش‌های دیگر نیز به کاهش محتوی فنول با اعمال تیمار پوتریسین اشاره داشته‌اند (Hasnaa *et al*., 2011). طبق گزارش Hasnaa و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند بالاترین غلظت پوتریسین در مرحله میوه سبز اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت اما در مرحله میوه بنفش، شاهد در مقایسه با کلیه غلظت‌های پوتریسین بالاترین محتوی فنول را به خود اختصاص داد (Hasnaa *et al*., 2011). به نظر می‌رسد با توجه به نقش آنتی اکسیدانی فنول‌ها که با آسیب‌های اکسیداتیو در گیاهان مقابله کرده و رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهند و همچنین امکان اتصال پلی‌آمین‌ها با ترکیبات فنولی، این کاهش در محتوی فنول را توجیه می‌کند. در راستای این نتایج، در پژوهشی مشابه نشان داده شد، کاتابولیت‌های پلی‌آمین به عنوان محرک‌های بیوسنتز پلی‌آمین‌ها، میزان فنول کل موجود در میوه توت آرونیا را کاهش می‌دهد در حالی که یک مهار کننده بیوسنتز پلی‌آمین[2] منجر به افزایش محتوی فنول میوه گردید (Hudec *et al*., 2006).

نتیجه گیری

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، صفات مورد مطالعه در سال پر بار و کم بار اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. طول و قطر حبه، وزن تر و خشک حبه، مواد جامد محلول و pH در سال کم‌بار بیشتر از سال پربار بود در حالی‌که اسیدیته، آنتوسیانین و فنول در سال پربار بیشتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، پوتریسین با غلظت ۱ میلی‌مولار بر لیتر بهترین تیمار در افزایش خصوصیات کمی و کیفی میوه زرشک شناخته شد. همچنین این تیمار در سال پربار بسیاری از صفات مورد مطالعه را افزایش داد به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری با سال کم‌بار دیده نشد. در واقع این تیمار توانست با توجه به بالا بودن عملکرد در سال پربار، سایر خصوصیات میوه را بهبود داده و از کاهش این خصوصیات به دلیل محصول بیشتر در این سال جلوگیری کرده و اختلاف معنی‌داری با سال کم‌بار نداشته باشد. اگرچه این تیمار محتوی فنول میوه را در مقایسه با شاهد کاهش داد اما می‌توان با بررسی غلظت‌های مختلف این تیمار، موثرترین غلظت را شناسایی کرد.

۱- (PAL) Phenylalanine ammonia lyase

۲- (ODC) Inhibitor Decarboxylase Ornithine

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

سپاسگزاری

نویسندگان از کلیه افرادی که با پیشنهادات ارزشمند و نظرات مفید خود محتوی مقاله را بهبود بخشیدند، تشکر می‌کنند. همچنین نویسندگان از پشتیبانی دانشگاه فردوسی مشهد سپاس‌گزارند.

References منابع

Abbasi, N. A., Ali, I., Hafiz, I. A., Alenazi, M. M., & Shafiq, M. (2019). Effects of putrescine application on peach fruit during storage. *Sustainability*, *11*(7), 2013.

Albrecht, C., Pellarin, G., Rojas, M. J., Albesa, I., & Eraso, A. F. (2010). Beneficial effect of *Berberis buxifolia* Lam, *Ziziphus mistol* Griseb and *Prosopis alba* extracts on oxidative stress induced by chloramphenicol. *Medicina*, *70*(1), 65–70.

Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. *Nature Protocols*, *2*(4), 875-877.

Balandary, A & Kafi, M. (2001). Berberis Production and Processing. Zaban va Adab Press, Mashhad, Iran. (In Persian)

Burns, J., Gardner, P. T., O'Neil, J., Crawford, S., Morecroft, I., McPhail, D. B., Lister, C., Matthews, D., MacLean, M. R., Lean, M. E., Duthie, G. G., & Crozier, A. (2000). Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity, and phenolic content of red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(2), 220–230.

Cadic, A., & Decourtye, L. (1978). Observation preliminaries concernant La biologie florale et la gentique du *Berberis*: Consequences pour la selection. *Ann Amelior Plants*, *26(2)*, 295-304.

Costa, G., & N. Bagni. (1983). Effect of polyamines on fruit set of apples. *Hortscience*, *18*, 59-61.

Davies, P. J. (1995). The plant hormone concept: concentration, sensitivity and transport. In *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology* (pp. 13-38). Dordrecht: Springer Netherlands.

Hasnaa, S., A. Ayad, R. M. Yousef & El-Moursi, A. (2011). Improving fruit and oil quality of picual olive through exogenous application of putrescine and stigmasterol. *New York Science, Journal, 4*(9), 40-45.

Hudec, J., Bakos, D., Mravec, D., Kobida, L., Burdová, M., Turianica, I., & Hlusek, J. (2006). Content of phenolic compounds and free polyamines in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) after application of polyamine biosynthesis regulators. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *54*(10), 3625–3628.

Koukourikou, M., Zioziou, E., Pantazaki, A., Nikolaou, N., & Kyriakidis, D. (2015). Effects of gibberellic acid and putrescine on 'Thompson Seedless' grapes. *American International Journal of Biology*, *3*(2), 19-29.

Lavee, S., Harshemesh, H., & Avidan, N. (1986). Endogenous control of alternate bearing. Possible involvement of phenolic acids. *Olea*, *17*, 61-66.

Lo Piero, A. R., Puglisi, I., Rapisarda, P., & Petrone, G. (2005). Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(23), 9083–9088.

Malik, A. U. & Singh, Z. (2004). Endogenous Free Polyamines of Mangos in Relation to Development and Ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *129*(3), 280–286.

Marzouk, H.A. & Kassem, H. (2011). Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Scientia Horticulturae Journal*, *130*(2), 425-430

Mitra, S.K. & Sanyal, D. (1990). Effect of putrescine on fruit set and fruit quality of Litchi. *Gartenbauwissenschft*. *55(2),* 83-84.

Roussos, P. A., Pontikis, C. A., & Zoti, M. A. (2004). The role of free polyamines in the alternate-bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Pontikis). *Trees*, *18(1)*, 61–69. DOI:10.1007/s00468-003-0281-z.

Saleem, B. A., Malik, A. U., Anwar, R., & Farooq, M. (2008). Exogenous application of polyamines improves fruit set, yield and quality of sweet oranges. *Acta Horticulturae*, *774*, 187-194.

Shiozaki, S., Miyagawa, T., Ogata, T., Horiuchi, S., & Kawase, K. (1997). Differences in cell proliferation and enlargement between seeded and seedless grape berries induced parthenocarpically by gibberellin. *Journal of Horticultural Science*, *72*(5), 705-712.

Shiozaki, S., Ogata, T., Horiuchi, S., & Zhuo, X. (1998). Involvement of polyamines in gibberellin-induced development of seedless grape berries. *Plant Growth Regulation*, *25*(3), 187-193.

Soubeyrand, E., Basteau, C., Hilbert, G., van Leeuwen, C., Delrot, S., & Gomès, E. (2014). Nitrogen supply affects anthocyanin biosynthetic and regulatory genes in grapevine cv. Cabernet-Sauvignon berries. *Phytochemistry*, *103*, 38-49.

Taghipour, L., & Assar, P. (2022). The effect of postharvest polyamine application on the physicochemical traits, bioactive compounds, and antioxidant activity of sweet lime fruit. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *23*(1), 167-178.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

Tyagi, A., Ali, S., Ramakrishna, G., Singh, A., Park, S., Mahmoudi, H., & Bae, H. (2023). Revisiting the role of polyamines in plant growth and abiotic stress resilience: mechanisms, crosstalk, and future perspectives. *Journal of Plant Growth Regulation*, *42*(8), 5074-5098.

Xu, L., S.T. Xing & Sun, X. (2014b). Effects of polyamines on hormones contents and the relationship with the flower bud differentiation in chrysanthemum. *Journal of Plant Physiology,50*(8), 1195–1202

Yang, X., Han, Y., Hao, J., Qin, X., Liu, C., & Fan, S. (2022). Exogenous spermidine enhances the photosynthesis and ultrastructure of lettuce seedlings under high-temperature stress. *Scientia Horticulturae*, *291*, 110570.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 26 (2): 137-148 (2025)
Research article

Effect of Alternate Bearing and Exogenous Putrescine on Some Fruit Traits in Seedless Barberry (*Berberis vulgaris L.*)

Neda Moharreri[1], Bahram Abedy[1*], Majid Rahemi[2], A. Balandari[3]
1. Horticultural Department of Ferdowsi University of Mashhad.
2. Horticultural Department of Shiraz University.
3. Research Institute of Food Science and Industry of Mashhad.
*Corresponding author, Email: (abedi@um.ac.ir).

In order to study the effect of Putrescine on some quantitative and qualitative traits of barberry in “on” (2018) and “off” (2019) years, an experiment was carried out in a completely randomized block design with factorial arrangement and three replications. Putrescine solution (0, 0.1, and 1 mM/L) sprayed at full bloom and the fruit set stage. Wet and dry fruit weight, length and diameter, pH, anthocyanin and phenol content of berry measured in two years. The results showed that all parameters differed significantly in the “on” and “off” years. The content of acids, anthocyanins, and phenols was higher (9.52, 2.98 and 2.26 percent, respectively) in the “on” year than in the “off” year. In addition, Putrescine at a concentration of 1 mM /L was the most effective treatment for increasing all parameters except acidity and phenolic content. In addition, this treatment increased pH, soluble solids content, length, and fresh and dry weight (21.59, 9.45, 12.47 and 23.58 percent, respectively) of berries in the “on” year. There was no significant difference between measured parameters in the “on” and “off” years. Putrescine treatment (1 mM /L) reduced some quantitative and qualitative traits in on year.

Keywords: Polyamine, fruit set, the 'on' year, the 'off' year, Phenol.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]