



## پاسخ های فیزیولوژیکی بلوبری امرالد (*Vaccinium corymbosum* 'Emerald') به سرما و طول دوره نوری در کشت درون شیشه ای: ارغوانی شدن برگ و فعال سازی هیداتودها

لیلا قبادپور<sup>۱</sup>، عباس یداللهی<sup>۱\*</sup>، سید فرهاد صابری<sup>۲</sup>، محبوبه رحیمی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، شهر تهران (yadollah@modares.ac.ir)

<sup>۲</sup> گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، شهر تهران

### نتایج و بحث

جدول ۱، نشان می‌دهد که همسو با تحقیقات پیشین (Zhang et al., 2021) هر دو عامل سرما و طول دوره نوری به طور چشمگیری بر سازوکارهای فیزیولوژیکی بلوبری امرالد تأثیر می‌گذارند.

جدول ۱- مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) پاسخ‌های فیزیولوژیکی بلوبری امرالد به سرما و طول دوره نوری، به همراه اندازه اثر (Cohens d)

تیمار	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	پرولین (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	ارغوانی شدن (مقیاس ۱ تا ۵)	فعال شدن هیداتودها (حد/برگ)
بدون سرما	۲/۵۵±۰/۳۵a	۰/۸±۰/۰۷b	۱/۲±۰/۳۵b	۲/۰±۰/۲۲b	۲/۰±۰/۳۵b
سرما	۱/۸±۰/۳۵b	۱/۵±۰/۰۷a	۳/۵±۰/۳۵a	۳/۵±۰/۲۲a	۴/۰±۰/۳۵a
اندازه اثر (Cohens d)	۲/۵ (۱/۹, ۳/۱)	۱/۲ (-۰/۸, ۱/۶)	۱/۸ (۱/۳, ۲/۳)	۲/۰ (۱/۵, ۲/۵)	۱/۵ (۱/۰, ۲/۰)
[۹۵ درصد CI]					
طول عادی	۲/۳±۰/۳۵a	۱/۰±۰/۰۷b	۱/۳±۰/۳۵b	۲/۵±۰/۲۲b	۳/۵±۰/۳۵b
روز طولانی	۲/۰±۰/۳۵b	۱/۳±۰/۰۷a	۲/۴±۰/۳۵a	۳/۰±۰/۲۲a	۵/۵±۰/۳۵a
اندازه اثر (Cohens d)	۰/۸ (۰/۲, ۱/۳)	۰/۵ (۰/۱, ۰/۹)	۰/۷ (۰/۲, ۱/۲)	۰/۴ (-۰/۰, ۰/۸)	۰/۹ (۰/۴, ۱/۴)
[۹۵ درصد CI]					

حروف کوچک مشابه در یک ستون برای هر عامل (اثر سرما یا اثر طول روز) نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ است. کونتن دی (Cohens d) یک شاخص اندازه اثر استاندارد شده است که بزرگی تفاوت بین میانگین دو گروه را نشان می‌دهد.

مقادیر معمول برای تفسیر Cohens d عبارتند از: ۰/۲ برای اندازه اثر کوچک، ۰/۵ برای اندازه اثر متوسط و ۰/۸ برای اندازه اثر بزرگ. (۹۵ درصد CI)

نشان‌دهنده بازه اطمینان ۹۵ درصدی برای Cohens d است که دقت برآورد اندازه اثر را مشخص می‌کند.

بر اساس جدول ۲، دو عامل سرما و طول روز به صورت متقابل بر گیاه تأثیر می‌گذارند. عامل سرما و طول روز (نور طولانی) به طور معنی‌داری بر صفات فیزیولوژیکی مورد آزمون از جمله کلروفیل کل، آنتوسیانین، پرولین، ارغوانی شدن برگ و فعال سازی هیداتودها تأثیر می‌گذارند. مهم تر از آن، اثر متقابل این دو عامل نیز در تمامی صفات معنی‌دار بود که حاکی از یک هم‌افزایی قوی بین سرما و نور طولانی در القای پاسخ‌های تنشی در گیاه است (Ma et al., 2025).

جدول ۲- مقایسه میانگین (± خطای استاندارد) اثر متقابل پاسخ‌های فیزیولوژیکی بلوبری امرالد به سرما و طول دوره نوری به همراه اندازه اثر (Cohens d)

تیمار	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	پرولین (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	ارغوانی شدن (مقیاس ۱ تا ۵)	فعال شدن هیداتودها (حد/برگ)
بدون سرما	۸/۵±۰/۳۵a	۰/۴۵±۰/۰۶c	۱/۵±۰/۲۲d	۱/۲±۰/۲۲c	۲/۰±۰/۳۵d
بدون سرما طولانی	۶/۲±۰/۳۵b	۰/۴۵±۰/۰۶c	۲/۸±۰/۳۵c	۲/۵±۰/۲۲bc	۳/۵±۰/۳۵c
بدون سرما عادی	۶/۸±۰/۳۵b	۰/۶۰±۰/۰۷b	۳/۵±۰/۳۵a	۳/۰±۰/۲۲a	۴/۰±۰/۳۵b
سرما	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما عادی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲a	۶/۰±۰/۳۵a
سرما طولانی	۵/۵±۰/۳۵c	۰/۸۵±۰/۰۸a	۵/۰±۰/۴۵a	۴/۵±۰/۲۲	