تأثیر کاربرد اپی براسینولید، روی و بور بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور خلیلی

محمد سعید تدین، غلامرضا معاف پوریان و لادن جوکار
اعضاء هیئت علمی بخش تحقیقات خاک و آب و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

شرایط نامساعد آب و هوایی در زمان گلدهی و میوه بندی از جمله دمای بالا، خشکی و نارسایی های تغذیه ای از جمله عوامل تأثیرگذار بر گرده افشانی و نمو تخمدان و حبه های انگور هستند. این مطالعه به منظور بررسی اثرات ساده و متقابل کاربرد اپی براسینواستروئید، بور و روی در عملکرد زایشی انگور رقم خلیلی در شهرستان بوانات استان فارس انجام پذیرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر کرت تعداد پنج تاک در دو فصل رشد پیاپی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. نتایج آزمایش نشان دهنده اثر معنی دار کاربرد ۰/۴ میلی گرم در لیتر اپی براسینولید، ۲ گرم در لیتر سولفات روی و ۰/۵ گرم در لیتر اسیدبوریک بر افزایش درصد جوانه زنی دانه گرده، میوه بندی و عملکرد انگور رقم خلیلی بود. همچنین کاربرد این ترکیب تیماری موجب بهبود معنی دار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه شد.

واژه های کلیدی: اپی براسینولید، انگور، بور، روی، عملکرد زایشی

مقدمه

عملکرد زایشی ضعیف، به دلیل ریزش و پارتنوکارپی (Keller, 2010) و بازداشته شدن تبدیل تخمدان به حبه های کامل دانه دار در خوشه عامل اصلی خسارت اقتصادی در موستان ها می باشد (Dry et al. 2010). براسینواستروئیدها ساختار زایشی اندام نر گل از جمله تشکیل و نمو دانه گرده و پرچم را تحت تأثیر قرار می دهند(Ye et al., 2010). همچنین نقش مثبت در ساختارهای اندام ماده در طی توسعه تخمک و تخمدان دارند (Perez-Espanaetal, 2011). داده ها نشان دهنده نقش کاربرد براسینواستروئیدها در نمو و تحریک رسیدن و افزایش کل مواد قابل حل (بریکس) میوه غیرفرازگرای انگور رقم Cabernet Sauvignon می باشد(Symons et al., 2006). براسینواستروئیدها کارایی فتوسنتز و آلی سازی دی اکسید کربن و انتقال مواد به اندام زایشی (مخزن) را بهبود می بخشد (Long et al., 2006)، همچنین سوخت و ساز قندها، تجمع نشاسته، سوکروز و بسیاری از آمینواسیدها به ویژه گلیسین و پرولین کنترل می کنند (Oh et al., 2011). کمبود دو عنصر بور و روی به دلیل تحرک کم آن ها در بیشتر گونه ها به ویژه به دلیل نقش ویژه آن ها در رشد زایشی اهمیت بسزایی دارد (Marschner, 2012). روی و بور جزء عناصر غذایی مهم در میوه بندی و نمو میوه تاکستان ها می باشند و تشکیل میوه های پارتنوکارپ در ارتباط با کمبود بور و روی است (Vasconcelos et al. 2009). کمبود بور موجب کاهش تقسیم سلولی و نمو دانه گرده و باروری آن می شود (Creasy and Creasy, 2009). از طرف دیگر روی به دلیل نقش مهم در سنتز هورمون اکسین و نیز تولید دانه گرده نقش مهمی در عملکرد بازی می کند (Pandey et al., 2009). به دلیل نقش مهم براسینواستروئید و نیز بور و روی در عملکرد زایشی، فتوسنتز و نیز متابولیسم قندها، رسیدن میوه و عملکرد، این آزمایش برای نخستین بار اثرات ساده و برهمکنش متقابل کاربرد اپی براسینولید و عناصر غذایی بور و روی را بر نمو میوه و عملکرد کمی و کیفی انگور رقم خلیلی مورد بررسی قرار داد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ تجاری انگور رقم خلیلی با سن ۱۸ ساله واقع در شهرستان بوانات استان فارس در دو فصل رشد پیاپی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. قبل از انجام آزمایش نمونه مرکب خاک از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر کرت تعداد پنج تاک در دو فصل رشد پیاپی ۹۳-۱۳۹۲

انجام شد. فاکتور اول آزمایش شامل محلول پاشی سه سطح ۰، ۰/۲ و ۰/۴ میلی گرم در لیتر اپی براسینولید در سه مرحله قبل از گلدهی، گلدهی و قبل از شروع رسیدن میوه و فاکتور دوم محلول پاشی ترکیب دو سطح ۰ و ۲ گرم در لیتر سولفات روی و ۰ و ۰/۵ گرم در لیتر اسید بوریک در دو مرحله دو هفته و چهار روز قبل از شروع گلدهی، بود.

غلظت بور و روی در نمونه های دمبرگ سومین گره مقابل خوشه ها پس از حذف سریع پهنک اندازه گیری شد. روی توسط دستگاه اتمیک ابزورپشن و بور به روش آزومتین H اندازه گیری شد. خاک منطقه آزمایش آهکی با پی اچ بالا و غلظت قابل دسترس عناصر بور و روی در حد بهینه بود (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	TNV (٪)	OC (٪)	P (ppm)	K (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)	Cu (ppm)	بافت خاک
۳۰-۰	۱/۸۴	۸/۶۶	۳۹	۱/۸۶	۱۷/۲	۳۲۶	۱/۳	۶/۲	۰/۴۵	۰/۶۵	لومی رسی
۶۰-۳۰	۱/۸۶	۸/۷۸	۴۲	۱/۶۴	۱۷/۱	۳۱۲	۱/۴	۵/۸	۰/۵	۰/۵۴	لومی رسی

۲۵ خوشه بر روی گره مشابه در هر کرت آزمایش برای ارزیابی عملکرد زایشی انتخاب و علامت گذاری شدند. بعد از اعمال تیمارها پنج گل آذین جهت تعیین تعداد گل ها و میوه های ریزش یافته در پاکت قرار داده شدند و بعد از چهارهفته از گلدهی پاکت ها برداشته شدند. درصد میوه بندی از تقسیم تعداد حبه ها در زمان برداشت به کل گل ها در گل آذین محاسبه گردید. نسبت حبه های فاقد دانه به حبه های دانه دار نیز تعیین گردید (Dry et al. 2010). شاخص های عملکرد از جمله تعداد خوشه ها و عملکرد به ازاء هر تاک در زمان برداشت تعیین و نمونه های تصادفی از ۱۵ خوشه دارای علامت در هر کرت برای تعیین وزن و طول خوشه، تعداد حبه ها در خوشه، طول و وزن حبه، تعداد دانه در حبه و اندازه دانه ها به آزمایشگاه منتقل شد. جهت تعیین درصد جوانه زنی دانه گرده، توده گرده از ده گل آذین برداشت شده در زمان ریزش کلاهک علامت گذاری شده از پنج تاک در هر کرت جمع آوری شد (Ebadi et al. 1995). برای جداسازی گرده، به آرامی به گل ها ضربه وارد شد و نمونه یکنواختی از مخلوط دانه های گرده تهیه شد. گرده ها در پتری دیش های حاوی محیط کشت گرده حاوی ۱ میلی مول کلرور کلسیم، ۱۵ درصد سوکروز با پی اچ ۵/۸ و یک درصد آگار توزیع گردید و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت به منظور جوانه زنی نگهداری شدند (Baby et al. 2016). درصد دانه های گرده جوانه زده و جوانه نزده با میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۲/۵ شمارش و درصد جوانه زنی گرده تعیین گردید. خواص شیمیایی شامل کل مواد جامد قابل حل (بریکس)، پی اچ آب میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون در عصاره نمونه استخراج شده از ۱۰۰ عدد حبه تصادفی از هر کرت تعیین شد. کل مواد جامد قابل حل توسط رفرکترومتر، پی اچ آب میوه توسط پی اچ متر و اسیدیته قابل تیتراسیون توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا زمان قرائت ۸/۲، انجام شد. تجزیه آماری بر روی داده های درصدی پس از نرمال کردن آنها صورت گرفت. آنالیز واریانس مرکب دوساله داده ها توسط نرم افزار SAS 9.13 و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان دهنده تأثیر معنی دار در سطح یک درصد محلول پاشی برگی اپی براسینولید، بور و روی بر غلظت بور و روی نمونه دمبرگ، درصد جوانه زنی دانه گرده، میوه بندی، زمان شروع رسیدن میوه و عملکرد و خصوصیات فیزیکی میوه از جمله طول و وزن خوشه ها، تعداد حبه در خوشه (بجز اثر اپی براسینولید)، طول و وزن حبه ها، تعداد حبه های دانه دار و بدون دانه و نسبت بین آن ها و تعداد دانه در حبه و اندازه دانه بود. همچنین صفات شیمیایی میوه از جمله پی اچ آب میوه، اسیدیته، کل مواد جامد قابل حل و نسبت آن با اسیدیته تحت تأثیر معنی دار فاکتورهای آزمایش قرار گرفت. اثر فاکتورهای آزمایش بر تعداد خوشه در تاک معنی دار نبود. برهمکنش متقابل فاکتورهای آزمایش بر غلظت روی، اسیدیته قابل تیتراسیون، شروع رسیدن میوه در سطح ۵ درصد و غلظت بور، اندازه دانه، پی اچ آب میوه، کل مواد قابل حل و جوانه زدن دانه گرده در سطح یک درصد معنی دار شد. کاربرد اپی براسینولید، کارایی محلول پاشی بور و روی در افزایش غلظت این عناصر را افزایش داد

(جدول ۲ و ۳). نشان داده شده است که تغذیه برگی بور و روی به همراه براسینواستروئیدها موجب افزایش معنی دار عناصر غذایی در گوجه فرنگی می شود (Suhathiya and Singaravel, 2010).

جدول ۲- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر غلظت روی (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک)

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	27.64g	32.13f	43.59d	48.40c	37.94 B
EB1	30.59f	35.48e	45.49d	49.73bc	40.32B
EB2	32.36f	36.11e	50.73b	55.18a	43.60A
Mean	30.20D	34.57C	46.60B	51.10A	

جدول ۳- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر غلظت بور (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک)

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	33.14f	74.13d	38.65ef	85.03c	57.74B
EB1	38.47ef	89.09bc	42.07e	91.64bc	65.32AB
EB2	41.83e	93.93b	41.95e	103.53a	70.31A
Mean	37.81C	85.72B	40.89C	93.40A	

طول و وزن خوشه ها به طور معنی دار با کاربرد اپی براسینولید افزایش یافت (جدول ۴). اثر معنی دار 22S, 23S-homobrassinolide بر افزایش طول خوشه گزارش شده است (Işçi and Gökbayrak, 2015). طول و وزن حبه ها نیز به طور معنی دار با کاربرد اپی براسینولید افزایش یافت، که خود همبستگی مثبت و معنی دار با وزن خوشه دارد. افزایش طول خوشه می تواند فضای مناسب برای رشد و توسعه حبه ها را فراهم کرده باشد. اثر کاربرد اپی براسینولید بر تعداد حبه در خوشه معنی دار نشد.

اثر کاربرد بور و روی نیز بر طول و وزن خوشه و تعداد حبه در خوشه و طول حبه ها معنی دار بود (جدول ۵). برهمکنش بور و روی موجب افزایش معنی دار وزن حبه ها شد. احتمالاً روی و بور نقش مثبت در تقسیم و اندازه سلولی (Khayyat et al., 2007) موجب افزایش طول خوشه و حبه ها شدند. نتایج نشان دهنده نقش کلیدی روی در توسعه حبه ها و افزایش کل مواد جامد قابل حل و اسید کل از زمان شروع رسیدن میوه تا بلوغ می باشد (Song et al. 2015). بور اثر معنی دار بر تعداد حبه در خوشه داشت. کمبود روی و بور موجب کاهش انتقال اسیمیلات های فتوسنتزی توسط آوند آبکش و کاهش تقاضا در نقاط مخزن می شود (Marschner et al. 1996). اثر کاربرد اپی براسینولید، بور و روی و نیز برهمکنش بور و روی موجب افزایش میوه بندی و عملکرد شدند. افزایش میوه بندی و عملکرد به نقش مهم بور در جوانه زنی و رشد لوله دانه گرده ارتباط دارد (Wojcik and Wojcik, 2003). برهمکنش معنی دار بین کاربرد اپی براسینولید، بور و روی بر میوه بندی و عملکرد مشاهده نشد. کاربرد اپی براسینولید، بور و روی موجب کاهش حبه های بدون دانه و نسبت آن با حبه های دانه دار شد. همچنین کاربرد اپی براسینولید، بور و روی موجب افزایش معنی دار تعداد و اندازه دانه در حبه شدند (جدول ۶). روی نقش موثرتری در افزایش اندازه دانه در حبه داشت. حبه های فاقد دانه از پدیده پارتنوکارپی به وجود می آید که به دلیل عدم تلقیح موثر تخمک به دلیل مشکل در رشد لوله گرده ایجاد می گردند. کمبود بور در اندام زایشی و محدودیت رشد دانه های گرده می تواند در ارتباط با ایجاد حبه های پارتنوکارپ توسط جیبرلین باشد (Alva et al. 2015). نقش بور در افزایش تعداد دانه می تواند به دلیل افزایش تلقیح تخمک ها در تخمدان باشد(Sotomayor et al., 2010).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کاربرد اپی براسینولید بر خصوصیات زایشی و شیمیایی انگور رقم خلیلی

Epi-BL	Cluster length (cm)	Cluster weight (g)	Berry length (mm)	Berry weight (g)	Seeded berry no.	Seedless berry no.
EB0	24.20 b	214.18 b	15.93 c	1.63 c	96.54 a	25.35 a
EB1	27.60 ab	239.13 ab	16.86 b	1.77 b	104.01 a	21.15 ab
EB2	29.82 a	254.17 a	18.25 a	1.94 a	109.55 a	15.30 b

ادامه جدول ۴-

Epi-BL	seedless berries/ seeded berries	Seed number per berry	Brix/ Titratable acidity ratio	Fruitset (%)	Yield/vine (kg)
EB0	29.80 a	1.87 b	9.28 b	40.24 b	19.87 b

EB1	23.48 ab	1.95 ab	9.99 ab	49.58 ab	22.43 ab
EB2	15.97 b	2.05 a	10.71 a	54.31 a	24.25 a

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر کاربرد ترکیبات روی و بور بر خصوصیات زایشی و شیمیایی انگور رقم خلیلی

Zn-B	Cluster length (cm)	Cluster weight (g)	Berry Number per cluster	Berry length (mm)	Berry weight (g)	Seeded berry no.
Zn0B0	22.57 c	205.92 c	111.08 c	16.14 c	1.69 b	75.29 c
Zn0B1	26.59 b	241.81 b	133.23 a	16.71 b	1.69 b	118.43 a
Zn1B0	27.84 b	226.58 b	120.84 b	16.70 b	1.73 b	101.97 b
Zn1B1	31.83 a	269.00 a	130.95 a	18.51 a	2.00 a	117.78 a

ادامه جدول ۵-

Zn-B	Seedless berry no.	seedless berries/ seeded berries	Seed number per berry	Brix/ Titratable acidity ratio	Fruitset (%)	Yield/vine (kg)
Zn0B0	35.79 a	48.40 a	1.51 c	8.48 b	36.32 c	19.88 d
Zn0B1	14.69 bc	13.19 b	2.15 a	11.26 a	53.06 a	22.86 b
Zn1B0	18.86 b	19.16 b	1.93 b	9.01 b	44.25 b	21.33 c
Zn1B1	13.06 c	11.59 b	2.22 a	11.23 a	58.53 a	24.67 a

جدول ۶- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر اندازه دانه (میلی متر) انگور رقم خلیلی

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	3.59g	4.29de	4.64ab	4.48bcd	4.25A
EB1	3.93f	4.31de	4.55abc	4.55abc	4.34A
EB2	4.13ef	4.37cd	4.52abcd	4.7 a	4.43A
Mean	3.88C	4.32B	4.57A	4.58A	

نتایج نشان دهنده تأثیر معنی دار محلول پاشی برگی اپی براسینولید، بور و روی بر افزایش پی اچ آب میوه (جدول ۷)، کاهش اسید کل (جدول ۸)، افزایش کل مواد جامد قابل حل (جدول ۹) بود. نقش روی در تجمیع پیوندهای DNA می تواند افزایش نمو و توسعه اندام زایشی در انگور را توجیه نماید (Jackson, 2006). بور نقش موثرتری بر صفات فوق داشت. کاربرد بور و برهمکنش آن با روی موجب افزایش معنی دار نسبت کل مواد قابل حل به اسید شد. محلول پاشی اپی براسینولید، بور و برهمکنش بور و روی موجب تسریع زمان شروع رسیدن میوه شد (جدول ۱۰). نتایج قبلی نیز نشان دهنده اثر کاربرد براسینواستروئیدها در تحریک رسیدن و افزایش مواد جامد قابل حل در انگور بود (Symons et al., 2006).

جدول ۷- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر پی اچ آب میوه

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	2.98f	3.44c	3.20e	3.46bc	3.27C
EB1	3.39cd	3.61a	3.29de	3.57ab	3.47B
EB2	3.46bc	3.61a	3.44c	3.63a	3.54A
Mean	3.28B	3.55A	3.31B	3.55A	

جدول ۸- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر اسید کل (گرم بر ۱۰۰ میلی لیتر)

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	2.72a	2.13d	2.48b	2.31bcd	2.41A
EB1	2.40bc	2.18d	2.48b	2.22cd	2.32A
EB2	2.33bcd	2.17d	2.32bcd	2.16d	2.25A
Mean	2.48A	2.16C	2.43AB	2.23BC	

جدول ۹- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر کل مواد جامد قابل حل (بریکس)

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	18.94g	22.64e	20.88f	24.07cd	21.63C
EB1	21.33f	23.90d	22.07e	24.72bc	23.01B
EB2	22.26e	24.99b	22.46e	25.94a	23.91A
Mean	20.84C	23.84B	21.80C	24.91A	

جدول ۱۰- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر زمان شروع رسیدن میوه (روز)

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	68.42a	55.48d	61.83b	55.34d	60.27A
EB1	60.21bcd	52.41e	58.39c	52.66e	55.92B
EB2	58.37c	51.84e	55.40d	50.38e	54.00B
Mean	62.33A	53.24B	58.54A	52.79B	

کاربرد اپی براسینولید، بور و روی موجب افزایش معنی دار جوانه زنی دانه گرده شد (جدول ۱۱). زنده بودن و جوانه زنی دانه گرده مهمترین عامل موثر در میوه بندی و تفاوت بین ارقام انگور می باشد (Baby et al. 2016). برهم کنش براسینولید، بور و روی و نیز بور و روی بر افزایش درصد جوانه زنی دانه گرده معنی دار بود. بالاترین میزان درصد جوانه زنی دانه گرده به ترتیب متعلق به ترکیب سطوح $EB_2Zn_1B_1$ و $EB_2Zn_0B_1$ بود. بور نقش اساسی در پیوندهای زنجیره ای رامنوگالاکترونان II Rhamnogalacturonan II (RG-II) chains ، به عنوان پلی ساکارید پکتیکی دیواره های سلولی برای نمو لوله دانه گرده، دارد، بنابراین کمبود بور موجب بازداشته شدن رشد زایشی، به دلیل کاهش جوانه زنی و رشد لوله دانه گرده، میوه بندی و تشکیل دانه، می گردد (Kobayashi et al. 2011). روی در تقسیم سلولی، متابولیسم اسیدهای هسته ای و ساخت پروتئین ها نقش دارد و برای کنترل نسخه برداری ژن ها و هماهنگی سایر فرایندهای تنظیمی DNA ضروری می باشد (Broadley, 2007).

جدول ۱۱- برهمکنش اثر محلول پاشی اپی براسینولید و ترکیبات مختلف روی و بور بر درصد جوانه زنی دانه گرده

	Zn0B0	Zn0B1	Zn1B0	Zn1B1	Mean
EB0	24.39h	46.84ef	37.93g	51.60cd	40.19C
EB1	39.34g	53.81bc	44.04f	56.95b	48.54B
EB2	48.07de	63.64a	50.44cde	62.14a	56.07A
Mean	37.27D	54.76B	44.14C	56.90A	

با توجه به نتایج آزمایش بهترین ترکیبات سطوح فاکتورهای آزمایشی از نظر افزایش ویژگی های زایشی (کمی) و شیمیایی (کیفی) انگور رقم خلیلی به ترتیب EB2Zn1B1، EB2Zn0B1، EB1Zn1B1، EB1Zn0B1 و EB0Zn1B1 بودند. این تیمارها به طور معنی دار مقادیر میوه بندی، درصد جوانه زنی دانه گرده، کملکرد تاک و غلظت بور دمبرگ را افزایش دادند. بور بیشترین تأثیر را بر هر دوی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی میوه داشت، این در حالی است که روی بیشترین تأثیر را بر خصوصیات فیزیکی میوه دارا بود. این مطالعه نشان داد که محلول پاشی ۰/۴ میلی گرم در لیتر اپی براسینولید در سه مرحله قبل و در زمان گلدهی و قبل از شروع رسیدن میوه و محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی و ۰/۵ گرم در لیتر اسید بوریک دو هفته قبل و با فاصله ۱۰ روز پس از آن قبل از شروع گلدهی می تواند وجب بیشترین میزان محصول با بالاترین کیفیت را برای محصول انگور رقم خلیلی فراهم آورد.

منابع

Alva O., Roa-Roco R.N., Pérez-Díaz R., Yáñez M., Tapia J. and Moreno Y. 2015. Pollen Morphology and Boron Concentration in Floral Tissues as Factors Triggering Natural and GA Induced Parthenocarpic Fruit Development in Grapevine. PLoS ONE, 10: 125-132.

Baby T., Gilliham M., Tyerman S.D. and Collins C. 2016. Differential fruitset between grapevine cultivars is related to differences in pollen viability and amine concentration in flowers. Australian Journal of Grape and Wine Research 22: 149–158.

Broadley M.R., Philip J.W., John P.H., Ivan Z. and Alexander L. 2007. Zinc in plants. New Phytologist, 173

Creasy G.L. and Creasy L.L. 2009. Grapes, CABI, 295.

Dry, P.R., Longbottom, M.L., McLoughlin, S., Johnson, T.E. and Collins, C. 2010. Classification of reproductive performance of ten winegrape varieties. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16: 47–55.

Ebadi, A., May, P., Sedgley, M. and Coombe, B. 1995. Effect of low temperature near flowering time on ovule development and pollen tube growth in the grapevine (*Vitis vinifera* L.), cvs Chardonnay and Shiraz. Australian Journal of Grape and Wine Research 1: 11–18.

Işçi B. and Gökbayrak Z. 2015. Influence of brassinosteroids on fruit yield and quality of table grape'Alphonse Lavallée'. Vitis, 54: 17–19.

Jackson R. 2006. Wine Science. Principles and Applications. Burlington, USA: Academic Press, Elsevier.
Keller M. 2010. The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology. London: Academic Press.
Khayyat M., Tafazoli E., Eshghi S. and Rajaee S. 2007. Effect of Nitrogen, Boron, Potassium and Zinc Sprays on Yield and Fruit Quality of Date Palm. American-Eurasian Journal Agriculture & Environ. Sciences. 2(3): 289-296.
Kobayashi, M., Kouzu, N., Inami, A., Toyooka, K., Konishi, Y. and Matsuoka, K. 2011. Characterization of Arabidopsis CTP:3-deoxyD-manno-2octulosonate cytidylyltransferase (CMP-KDO synthetase), the enzyme that activates KDO during rhamnogalacturonan II biosynthesis. Plant Cell Physiol. 52: 1832–1843.
Long, S.P., Zhu, X.G., Naidu, S.L., and Ort, D.R. 2006. Can improvement in photosynthesis increase crop yields? Plant Cell Environ. 29: 315–330.
Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego. Marschner, P. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego, 651 pp.
Marschner, H., Kirkby, E.A., and Cakmak, I. 1996. Effect of mineral nutritional status on shootroot partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. J. Exp. Biol. 47: 1255–1263.
Oh, M.H., Sun, J., Oh, D.H., Zielinski, R.E., Clouse, S.D., and Huber, S.C. 2011. Enhancing Arabidopsis leaf growth by engineering the brassinosteroid insensitive1 receptor kinase. Plant Physiol. 157: 120–131.
Pandey, N., Pathak G.C. and Sharma C.P. 2009. Impairment in reproductive development is a major factor limiting yield of black gram under zinc deficiency. Biologia Plantarum, 53:723-727.
Pérez-España V.H., Sánchez-León N., Vielle-Calzada J.P. 2011. CYP85A1 is required for the initiation of female gametogenesis in Arabidopsis thaliana. Plant Signal. Behav. 6: 321–326.
Song C.Z., Liu M.Y., Meng J.F., Chi M., Xi Z.M. and Zhang Z.W. 2015. Promoting Effect of Foliage Sprayed Zinc Sulfate on Accumulation of Sugar and Phenolics in Berries of Vitis vinifera cv. Merlot Growing on Zinc Deficient Soil. Molecules, 20: 2536-2554.
Sotomayor C., Norambuena P. and Ruiz R. 2010. Boron dynamics related to fruit growth and seed production in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv. Hayward). Cien. Inv. Agr. 37(1):133-141.
Suhathiya, K. and Singaravel, R. 2010. Effect of brassinosteroids and micronmutrients on the yield and nutrients uptake by tomato. Asian J. Soil Sci., 5(2): 415-418.
Symons, G.M., Davies C., Shavrukov Y., Dry I.B., Reid J.B. and Thomas M.R. 2006. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. Plant Physiology, 140: 150–158.
Vasconcelos M., Greven M., Winefield C., Trought M. and Raw V. 2009. The flowering process of Vitis vinifera: A review. American Journal of Enology and Viticulture, 60: 411–434.
Wojcik P., and Wojcik M. 2003. Effects of boron fertilization on conference pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storabi lity. Plant and Soil, 256: 413-421.
Ye, Q., Zhu, W., Li, L., Zhang, S., Yin, Y., Ma, H., and Wang, X. 2010. Brassinosteroids control male fertility by regulating the expression of key genes involved in Arabidopsis anther and pollen development. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 107: 6100–6105.

Effects of Exogenous epi-brassinolid, zinc and boron application on fruit qualitative and quantitative characteristics of 'Khalili' grapevine

M. S .Tadayon, G. Moafpourian and l. Jokar

Soil and Water Research Department and Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

Unfavorable climate condition during flowering and fruit set, such as temperature extremes and drought, and nutrition disorder are the major influence factors on fertilization and the subsequent development of an ovary to a berry fruit in grapes. This study was conducted to investigate the simple and interaction impacts of Exogenous epi-brassinolid and zinc and boron on fruit development, yield and quality characteristics of grapevine cultivar 'Kalili' in Bavanat region, located in north of Fars province. The experiment was set up in a Factorial Complete Randomized Block Design with two factors and three replications and five vine per plots over two consecutive seasons, 2013 and 2014. Results showed the application of 0.4 mgL^{-1} epi-brassinolide with 2 gL^{-1} zinc sulfate and 0.5gL^{-1} boric acid had the highest impact on pollen germination, fruit set percentage and yield of 'Kalili' grapevine. Also, this combination of treatments significantly improved the fruit physical and chemical characteristics.

Keywords: Boron, Epi-brassinolid, Grapevine, Reproductive performance, Zinc