

اثر کم آبیاری بر کمیت، کیفیت میوه و بهره‌وری مصرف آب سه رقم انگور

Effect of Deficit Irrigation on Quantitative and Quality Traits of Fruit and Water Productivity of Three Grapevine Cultivars

حامد دولتی‌بانه و امیر نوریجو

اعضا هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۳۰

چکیده

دولتی‌بانه، ح. و نوریجو، ا. ۱۳۹۰ اثر کم آبیاری بر کمیت، کیفیت میوه و بهره‌وری مصرف آب سه رقم انگور. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۷ (۴): ۴۵۰-۴۳۵.

به منظور بررسی اثر مقادیر آبیاری بر صفات کمی و کیفی و بهره‌وری مصرف آب در انگور، این تحقیق با استفاده از طرح استریپ بلوک در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار بر روی سه رقم انگور تجاری تربیت شده با سیستم کوردون اجرا شد. تیمارهای آبیاری در سه سطح شامل آبیاری کامل، ۲۵٪ کم آبیاری و ۵۰٪ کم آبیاری با سیستم آبیاری قطره‌ای روی ارقام انگور قزل اوزوم، ریش‌بابا و رشه در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در ایستگاه کهریز ارومیه اعمال شد. در زمان رسیدن میوه‌ها صفاتی شامل وزن، طول و عرض حبه و خوشه و صفات کیفی میوه شامل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH و حجم آب میوه و عملکرد میوه اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که سطوح آبیاری بر صفات مواد جامد محلول، مقدار اسید، pH، حجم آب میوه، وزن حبه، عرض حبه، عرض خوشه، وزن خوشه، رشد رویشی سالیانه و عملکرد اثر معنی‌دار داشت. بیشترین و کمترین میزان عملکرد به ترتیب در تیمارهای آبیاری کامل و تامین ۵۰٪ نیاز آبی حاصل شد. ولی اثر ۲۵٪ کم آبیاری در کاهش عملکرد معنی‌دار نبود. با اعمال کم آبیاری میزان آب میوه، وزن حبه و ابعاد حبه کاهش یافت. مصرف آب در تیمارهای ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد تامین نیاز آبی به ترتیب ۴۰۸۶، ۳۰۶۴ و ۲۰۴۳ متر مکعب در هکتار بود. شاخص بهره‌وری مصرف آب در آبیاری کامل و در تیمارهای ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی گیاه به ترتیب ۲/۷۶، ۳/۵۹ و ۴/۰۴ کیلوگرم انگور به ازای یک متر مکعب آب آبیاری بود. بنابراین به منظور افزایش بهره‌وری مصرف آب در تاکستانهای استان آذربایجان غربی، اعمال ۲۵٪ کم آبیاری قابل توصیه می‌باشد. با کاهش ۲۵٪ در مصرف آب بهره‌وری مصرف آب ۳۰٪ افزایش یافت، بدون اینکه عملکرد کاهش معنی‌داری داشته باشد. بهره‌وری مصرف آب در ارقام انگور متفاوت بود. رقم رشه بیشترین بهره‌وری مصرف آب را داشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، عملکرد میوه، کیفیت، قزل اوزوم، ریش‌بابا و رشه.

مقدمه

اغلب گیاهان عالی دارای سازوکارهای مختلفی برای اجتناب و یا تحمل تنش آبی و افزایش کارایی مصرف آب می‌باشند. سازوکارهای مقاومت به خشکی در انگور گونه *V. vinifera* شامل کاهش سطح برگ، افزایش اندام‌های ذخیره‌ای گوشتی، توانایی بالای حفظ و نگهداری آب، تراکم روزنه بالا، کاهش هدایت روزنه‌ای، سازوکارهای تنظیم اسمزی و استفاده از منابع آبی موجود در آپوپلاست برای حفظ فعالیت‌های متابولیکی گزارش شده‌اند (Colapietra, 1989).

آبیاری از مهمترین عملیات مدیریت باغی است که ترکیبات شیمیایی حبه‌ها و کیفیت محصولات پس از برداشت انگور را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (Bravdo *et al.*, 1985; Gomez Del Campo *et al.*, 2004; Esteban *et al.*, 2001). زیادی و کمی آبیاری هر دو برای پرورش انگور نامطلوب می‌باشند. زیادی آب باعث القاء رشد رویشی شدید و در نتیجه کاهش تولید، ایجاد تاج بسیار متراکم، حبه‌های درشت بی کیفیت، خوشه‌های فشرده و در نهایت تشدید خسارت آفات و بیماری‌ها می‌شود. از طرف دیگر تنش شدید خشکی باعث کندی رشد، تاخیر در رسیدگی میوه، کاهش کیفیت میوه، به هم خوردن تناسب تعداد برگ و میوه و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود (Du *et al.*, 2008). رشد شاخه و رشد اولیه حبه به علت سرعت بالای تقسیم سلولی

بسیار حساس به تنش آب می‌باشند در حالی که رشد بعد از مرحله تغییر رنگ حبه‌ها کاملاً مقاوم به این تنش می‌باشند (Escalona *et al.*, 2003). کم آبیاری یک راهکار بهینه برای تولید محصولات کشاورزی در شرایط کم آبی است گرچه همراه با کاهش محصول در واحد سطح می‌باشد (Sepaskhah *et al.*, 2006). در کم آبیاری بطور آگاهانه به گیاهان اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را کاهش دهند (Chiltivaichelan *et al.*, 1987). کم آبیاری در باغهای انگور ناحیه خشک جنوب غربی چین به عنوان راهکاری مناسب برای کاهش مصرف آب، بهبود کارایی مصرف آب و افزایش کیفیت محصول بدون کاهش عملکرد توصیه شده است. نتایج تحقیقات در این ناحیه نشان داد که با اعمال کم آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای، کارایی مصرف آب بطور متوسط ۳۶/۵٪ بهبود یافته و نسبت مواد جامد محلول به اسید تارتاریک ۲۸/۷٪ افزایش می‌یابد (Du *et al.*, 2008). مدیریت کم آبیاری تنظیم شده جهت کاهش میزان رشد رویشی، افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی میوه در استرالیا گزارش شده است (Goodwin and Jerie, 1992). با اعمال کم آبیاری در انگور و تحت سیستم آبیاری قطره‌ای می‌توان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد، ضمن بهبود صفات کیفی میوه با کاهش ۵۰ درصدی مصرف آب، کارایی مصرف آب را دو برابر

تنش آب باعث کاهش عملکرد و اندازه حبه شد. بیشترین مقدار قند در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری مشاهده شد (Di Vaio et al., 2001). در تحقیقی تاثیر مقادیر آب آبیاری (۱۵۰۰، ۳۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ متر مکعب در هکتار) و بدون آبیاری (شاهد) روی انگور در سیستم پرگولا (Pergoulla) مورد مطالعه قرار گرفت. با افزایش مقدار آبیاری تا میزان ۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار، عملکرد افزایش یافت. اما آبیاری بیش از ۱۵۰۰ متر مکعب در هکتار موجب کاهش مقدار قند و افزایش اسیدیته شد (Colapietra, 1989). با توجه به اینکه کمبود آب یکی از عوامل اصلی کاهش تولید محصولات باغبانی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد و همچنین به علت محدودیت آب در کشور و بروز احتمال بیشتر این معضل در آینده، ضروری است تا واکنش ارقام انگور نسبت به مقادیر آبیاری سنجیده شود، تا ضمن استفاده از ارقام با کارایی مصرف آب بهتر در شرایط کم آبی، حداکثر استفاده از منابع محدود آب به عمل آید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تیمارهای آبیاری روی عملکرد و صفات کمی و کیفی انگور این پروژه در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات باغبانی کهریز ارومیه اجرا شد. طرح آزمایشی بصورت استریپ بلوک در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه رقم انگور بعنوان عامل

افزایش داد (Chaves et al., 2007). در تحقیقی اثر مقادیر آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی روی صفات کمی و کیفی انگور رقم پیکانی بررسی گردید. نتایج نشان داد که تیمارهای آبیاری روی عملکرد تاثیر داشتند. بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری منظم از زمان قبل از گلدهی تا پس از برداشت، با دور آبیاری ۲۰ روز و کمترین آن در اعمال تنش آبی قبل و بعد از گلدهی بود (Zabihi and Azarpajouh, 2004). با بررسی اثر زمان آبیاری روی صفات انگور رقم مولر تورگو (Muller Tourgur) گزارش شده است که تیمارهای آبیاری روی میزان قند و اندازه حبه تاثیر داشته ولی اثر معنی‌داری روی عملکرد نداشت (Ruhi and Alleweldet, 1985). در مطالعه‌ای تاثیر سطوح آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب انگور در روش آبیاری قطره‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد که مقادیر آبیاری تاثیر معنی‌دار بر عملکرد محصول دارد به طوری که اعمال ۲۵ و ۵۰ درصد کم آبیاری به ترتیب موجب کاهش ۱۳ و ۴۳ درصدی عملکرد شد و بیشترین کارایی مصرف آب با اعمال ۲۵٪ کم آبیاری (۱/۸۴ کیلوگرم انگور به ازای یک متر مکعب آب) بدست آمد (Jolaini, 2006). اثر سه رژیم آبیاری شامل ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی روی صفات رویشی و زایشی انگور کابرننت ساویون (Cabernet sauvignon) مطالعه گردید و مشخص شد که علاوه بر کاهش رشد رویشی،

$$ET_0 = 1.0322 \times E_p^{0.8522} \quad \text{رابطه (۲)}$$

مقدار تبخیر و تعرق روزانه مرجع با استفاده از مقادیر روزانه تبخیر از تشتک و رابطه ۲ برآورد گردید. سپس با اعمال ضریب گیاهی، مقدار تبخیر و تعرق روزانه محاسبه شد. با توجه به سن تاک و درصد سایه‌انداز، تبخیر و تعرق بدست آمده با استفاده از رابطه ۳ تعدیل شد.

$$T_e = Et_c [P_s + 0.15(1-P_s)] \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن T_e تبخیر و تعرق تعدیل شده و P_s درصد پوشش گیاهی می‌باشد که با اندازه‌گیری سطح سایه‌انداز و آرایش کاشت (۳×۲) تعیین شد. نیاز ناخالص آبیاری با کسر باران موثر از مقدار آب مورد نیاز درخت و در نظر گرفتن راندمان آبیاری (۹۰٪) محاسبه شد و مقدار آب مورد نیاز تیمارهای آبیاری با توجه به درصد کم آبیاری برآورد گردید. آرایش لاترال‌ها خطی بوده و از قطره‌چکان‌های داخل خط با آبدهی ۴ لیتر در ساعت، تحت فشار یک بار استفاده شد. دور آبیاری با توجه به بافت خاک و امکانات موجود سه تا هفت روز در نظر گرفته شد. تیمارهای آبیاری پس از استقرار نهال‌ها و رسیدن به مرحله میوه‌دهی از سال ۱۳۸۳ به مدت دو سال اعمال گردید. در تیمارهای آبیاری کامل، ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز کامل به ترتیب ۲۴۵۱، ۱۸۳۹ و ۱۲۲۶ لیتر برای هر نهال و ۴۰۸۶، ۳۰۶۴ و ۲۰۴۳ متر مکعب درهکتار در سال آب داده شد.

در زمان رسیدن میوه‌ها صفاتی شامل وزن، طول و عرض حبه و خوشه، رشد رویشی و

فرعی و سه سطح مقدار آب آبیاری بعنوان عامل اصلی و در سه تکرار اجرا گردید. ارقام انگور شامل ریش بابا قرمز، رشه (سیاه سردشت) و قزل‌اوزوم بودند که در هر واحد آزمایشی چهار بوته از هر رقم با سیستم تربیت کوردون دو طرفه با فواصل ۲×۳ متر وجود داشتند. تیمارهای آبیاری شامل: (۱) آبیاری به میزان ۱۰۰٪ نیاز آبی (آبیاری کامل)، (۲) آبیاری به میزان ۷۵٪ نیاز آبی (اعمال ۲۵٪ کم آبیاری)، (۳) آبیاری به میزان ۵۰٪ نیاز آبی (اعمال ۵۰٪ کم آبیاری) بودند، که از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای و به طور یکسان در تمام فصل رشد اعمال گردید. نیاز آبی درخت در شرایط بدون تنش آبی بر اساس تبخیر و تعرق مرجع و ضریب گیاهی در طول فصل، محاسبه و با توجه به دور و سطوح آبیاری در تیمارها، میزان آب هر تیمار تعیین و بصورت حجمی اعمال گردید. نیاز آبی خالص در طول فصل بر اساس رابطه یک محاسبه شد:

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن ET_c تبخیر و تعرق گیاه اصلی، K_c ضریب گیاهی و ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع در دوره زمانی مشخص می‌باشد. ضرایب گیاهی انگور در طول فصل متغیر بوده و مقادیر آن در منطقه اجرای تحقیق بر اساس مطالعات موسسه تحقیقات خاک و آب (Farshi et al., 1997) برآورد گردید.

برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع از مدل زیراستفاده گردید.

مقدار اسید (TA)، pH و وزن حبه اثر معنی دار داشت (جدول ۱ و ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار مواد جامد محلول در تیمار ۵۰ درصد آبیاری ثبت گردید و سایر تیمارها تفاوت معنی دار نداشتند (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقدار اسید میوه به ترتیب در تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد آبیاری بدست آمد. تنش آبی اثر معنی داری بر روی مواد جامد محلول و اسید تارتاریک میوه داشت که با نتایج کلایپترا (Colapietra, 1989) و دو و همکاران (Du et al., 2008) مطابقت دارد. آنها نیز گزارش دادند که کم آبیاری باعث افزایش مقدار قند و کاهش اسید میوه شد. در شرایط تنش خشکی ملایم تولید هورمون اسید آبسزیک زیاد شد. این هورمون از طرق مختلف باعث افزایش مقدار قند میوه‌ها می‌شود (Nadal and Arola, 1995). از طرف دیگر تعدادی از محققان گزارش داده‌اند که در شرایط تنش آبی میزان فتوسنتز و تولید مواد قندی کاهش یافته و با تداوم تنش شدید احتمال نرسیدن میوه انگور نیز وجود دارد. چیلتی و ایچیلان و همکاران (Chiltivaichelan et al., 1987) نشان دادند که تیمارهای آبیاری تأثیری بر مواد جامد محلول نداشت. در مورد اسیدهای آلی میوه، گزارش شده است که اعمال تنش آبی سبب کاهش مقدار اسیدهای آلی انگور می‌شود (Miali, 1984) که با نتایج این تحقیق

صفات کیفی میوه شامل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، حجم آب میوه و عملکرد اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری صفات کیفی ابتدا نمونه ترکیبی از چند خوشه آب‌گیری و صاف شدند، سپس میزان مواد جامد محلول با رفرآکتومتر دستی، pH با دستگاه pH متر و مقدار اسید میوه با روش تیتراسیون اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری رشد رویشی نیز طول شاخه‌های فرعی یک سوم انتهایی تاک‌ها در فصل خزان اندازه‌گیری شدند. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار Mstat-c و از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای صفات کیفیت و کمی میوه انگور به ترتیب در جداول ۱ و ۲ برای سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ آورده شده است.

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که مقدار اسید میوه (TA)، طول خوشه و وزن ۱۰۰ حبه در طی دو سال مطالعه تفاوت داشتند. این احتمالاً به دلیل شرایط متفاوت محیطی و افزایش سن تاک‌های مورد مطالعه در طی دو سال یادداشت‌برداری بود. اثر مقدار آب آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر مواد جامد محلول (TSS)، حجم آب میوه، عرض حبه، عرض خوشه، وزن خوشه، رشد رویشی سالیانه، وزن ۱۰۰ حبه و عملکرد و در سطح ۰.۵٪ بر صفات

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس مرکب برای صفات کیفیت میوه انگور
Table 1. Summary of combined analysis of variance for quality traits of fruit of grapevine

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS				
			مواد جامد محلول Total soluble sugar	اسید میوه Titrable acidity	pH	حجم آب میوه Juice volume	وزن حبه Berry weight
Year (Y)	سال	1	0.482 ^{ns}	0.214 ^{**}	0.035 ^{ns}	51.2 ^{ns}	0.75 ^{ns}
Replication/Y	تکرار/سال	4	22.68	0.008	0.214	19.22	0.424
Irrigation (I)	آبیاری	2	10.22 ^{**}	0.024 [*]	0.486 [*]	23.16 ^{**}	1.39 [*]
Y × I	سال × آبیاری	2	8.65 ^{**}	0.006 ^{ns}	0.022 ^{ns}	1.5 ^{ns}	0.49 ^{ns}
Error a	خطای الف	8	0.575	0.005	0.07	0.34	0.246
Cultivar (C)	رقم	2	25.48 ^{**}	0.046 ^{ns}	0.191 ^{ns}	43.04 ^{**}	30.0 ^{**}
Y × C	سال × رقم	2	4.11 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.006 ^{ns}	4.4 ^{ns}	3.8 ^{**}
Error b	خطای ب	8	2.59	0.016	0.07	2.37	0.032
I × C	آبیاری × رقم	4	1.29 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.017 ^{ns}	0.66 ^{ns}	0.08 ^{ns}
Y × I × C	سال × آبیاری × رقم	4	0.646 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.05 ^{ns}	2.247 [*]	0.3 ^{ns}
Error c	خطای ج	16	1.22	0.014	0.055	0.47	0.182
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)		5.46	17.5	7.05	1.58	11.96

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.
ns: غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.
ns: Not significant.

نداشت. اعمال تنش ۵۰ درصد کم آبیاری موجب کاهش عرض حبه و خوشه شد در حالی که تفاوت این صفات در سایر تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). این نتایج با روند کاهش حجم میوه حبه‌ها مشابه است به طوری که با کاهش حجم آب وارد شده به حبه‌ها ابعاد آنها نیز کاهش می‌یابد. وزن خوشه در تیمار تامین ۷۵٪ نیاز آبی گیاه با ۳۰۷ گرم بیشتر از سایر تیمارها بود و ۵۰ درصد کم آبیاری باعث کاهش شدید وزن خوشه گردید (جدول ۳). دی وایو و همکاران (Di vaio et al., 2001) نیز اثر کاهنده کم آبیاری را بر صفات اندازه حبه و عملکرد انگور رقم کابرننت ساوینون

هم‌خوانی دارد در حالیکه ذبیحی و آذر پژوه (Zabihi and Azarpajouh, 2004) گزارش دادند که تنش رطوبتی باعث افزایش مقدار اسیدها شد. بیشترین مقدار آب میوه مربوط به تیمارهای آبیاری کامل و تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی (۲۵ درصد کم آبیاری) بود و کمترین حجم آب میوه مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (۵۰ درصد کم آبیاری) بود (جدول ۳). بیشترین وزن حبه مربوط به تاکهایی بود که به طور کامل آبیاری شدند اما با اعمال کم آبیاری از مقدار وزن حبه‌ها کاسته شد گرچه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی وجود

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات رشد رویشی و میوه انگور
Table 2. Summary of combined analysis of variance for characteristics of vegetative growth and fruit of grapevine

S.O.V.	منبع تغییرات	df.	MS میانگین مربعات					عملکرد میوه
			عرض جبهه Berry width	طول خوشه Bunch length	عرض خوشه Bunch width	وزن خوشه Bunch weight	رشد رویشی Vegetative growth	
Year (Y)	سال	1	0.015 ^{ns}	0.065*	0.593 ^{ns}	1749.9 ^{ns}	4902.04 ^{ns}	4.2 ^{ns}
Replication/Y	تکرار/سال	4	0.036	2.55	2.758	1637.6	14243.3	16.31
Irrigation (I)	آبیاری	2	0.071**	2.51 ^{ns}	7.256**	3339.4**	20511.49**	54.52**
Y × I	سال × آبیاری	2	0.02 ^{ns}	0.974**	0.048**	177.11 ^{ns}	347.07 ^{ns}	0.009 ^{ns}
Error a	خطای الف	8	0.005	1.65	0.405	184.74	162.068	0.8
Cultivar (C)	رقم	2	0.059*	22.85**	25.508**	5509.98**	21413.1**	46.7**
Y × C	سال × رقم	2	0.019 ^{ns}	11.088*	7.63 ^{ns}	807.35 ^{ns}	119.016 ^{ns}	0.029 ^{ns}
Error b	خطای ب	8	0.014	1.99	2.377	496.67	1696.66	0.813
I × C	آبیاری × رقم	4	0.017 ^{ns}	0.82 ^{ns}	1.367 ^{ns}	291.8 ^{ns}	1405.9**	0.467 ^{ns}
Y × I × C	سال × آبیاری × رقم	4	0.015 ^{ns}	0.539 ^{ns}	0.875 ^{ns}	66.68 ^{ns}	289.8 ^{ns}	0.013 ^{ns}
Error c	خطای ج	16	0.01	0.674	0.807	189.77	177.9	0.253
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)		6.34	4.27	7.8	4.69	8.06	5.03

* and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. * و **: معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: Not significant

ns: غیر معنی دار

انگور حائز اهمیت می‌باشد.

گزارش دادند.

بیشترین عملکرد میوه تاک‌ها مربوط به تیمار آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار تامین ۵۰٪ نیاز آبی حاصل شد. به عبارتی اعمال کم آبیاری موجب کاهش وزن جبهه‌ها و عملکرد میوه شد که با گزارش سپاسخواه و همکاران (Sepaskhah *et al.*, 2006) و ذبیحی و آذرپژوه (Zabihi and Azarpajouh, 2004) مبنی بر کاهش عملکرد بر اثر اعمال کم آبیاری مطابقت دارد. عملکرد میوه با ۷۵٪ نیاز آبی (اعمال ۲۵٪ کم آبیاری) تفاوت معنی دار با عملکرد میوه در شرایط آبیاری کامل نداشت

بیشترین میزان رشد رویشی شاخه‌ها در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی حاصل شد و با کاهش میزان آب آبیاری از رشد رویشی شاخه‌ها کاسته شد. بطوریکه کمترین رشد در تاک‌هایی مشاهده شد که نصف نیاز آبی دریافت کرده بودند (جدول ۴). این امریست طبیعی که برای تقسیم و انبساط سلول‌های گیاهی آب مورد نیاز است و در صورت محدودیت تقسیم و انبساط سلولی رشد رویشی نیز کاهش خواهد یافت. تناسب بین رشد رویشی و زایشی و تناسب بین تعداد برگ و خوشه در تولید کمی و کیفی مناسب

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات میوه در سطوح مختلف آبیاری
Table 3. Mean comparison of fruit traits in different irrigation levels

Fruit traits	صفات میوه	Irrigation level			LSD 5%
		تامین ۵۰٪ نیاز آبی 50% water requirement	تامین ۷۵٪ نیاز آبی 75% water requirement	تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی 100% water requirement	
Total soluble sugar (%)	مواد جامد محلول (%)	21.12a	20.07b	19.66b	0.84
Titrate acidity (%)	مقدار اسید میوه (%)	0.65b	0.67b	0.72a	0.07
pH	اسیدیته	3.47a	3.33ab	3.14b	0.29
Juice volume (ml)	آب میوه (میلی‌لیتر)	42.36b	44.02a	44.52a	0.65
Berry weight (g)	وزن حبه (گرم)	3.34b	3.48b	3.88a	0.38
Berry width (cm)	عرض حبه (سانتی‌متر)	1.51b	1.63a	1.59a	0.08
Bunch width (cm)	عرض خوشه (سانتی‌متر)	10.8b	12.01a	11.74a	0.71
Bunch weight (g)	وزن خوشه (گرم)	279.8b	307a	294.3ab	15.2
Vegetative growth (cm)	رشد رویشی (سانتی‌متر)	129.5c	170.6b	196.5a	14.24
Fruit yield (ton/ha)	عملکرد میوه (تن در هکتار)	8.25b	11.0a	11.27a	0.765

میانگین‌هایی، در هر ردیف، که دارای حرف مشابه می باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each row, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Rang Test.

می‌باشد که این ریزش در تاک‌های با رشد رویشی بالا زیاد می‌باشد و با توجه به رشد رویشی زیاد تاک‌ها در شرایط آبیاری کامل ریزش حبه نیز زیاد بود و میانگین وزن خوشه را کاهش داد (Araujo *et al.*, 1995b).

ارقام مورد بررسی از لحاظ اسید میوه (TA) و pH تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱). بیشترین مقدار مواد جامد محلول کل (TSS) در رقم قزل اوزوم و کمترین در رقم رشه بود (جدول ۴). حجم آب میوه در انگور رشه حداکثر و دو رقم دیگر از این لحاظ تفاوت معنی‌دار نداشتند. حبه رقم قزل از ابعاد بزرگتری در مقایسه با دو رقم دیگر برخوردار بود. در حالی که اندازه خوشه در انگور رشه بیشتر بود. وزن خوشه در دو رقم انگور قزل اوزوم و ریش بابا، تفاوت معنی‌دار نداشت ولی

(جدول ۴). معمولاً در شرایط کم آبیاری حجم سلولهای میوه کمتر از شرایط طبیعی بوده و همچنین بدلیل رشد رویشی کم، سطح برگگی تاک و در نتیجه مقدار مواد فتوسنتزی کمتر از شرایط آبیاری کامل می‌باشد و این یکی از دلایل کاهش وزن میوه و عملکرد آن در شرایط تنش کم آبی می‌باشد (Mattews and Anderson, 1988). کاهش آب خاک در شروع فصل رشد که رشد رویشی انگور در بیشترین مقدار خود می‌باشد باعث کاهش سطح برگ کل تاک می‌شود.

علی‌رغم اینکه بیشترین عملکرد میوه در تیمار آبیاری کامل بدست آمد ولی بیشترین وزن خوشه مربوط به تیمار تامین آب ۷۵٪ نیاز آبی گیاه بود. یکی از دلایل ممکن برای آن ریزش گل و حبه‌ها در مرحله تشکیل میوه

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات رویشی و میوه در ارقام انگور

Table 4. Mean comparison of vegetative growth and fruit characteristics in grapevine cultivars

Cultivar	رقم	مواد جامد محلول TSS (%)	حجم آب میوه (مترمکعب) Juice volume (m ³)	وزن حبه (گرم) Berry weight (g)	طول حبه (سانتیمتر) Berry length (cm)	طول خوشه (سانتیمتر) Bunch length (cm)	وزن خوشه (گرم) Berry weight (g)	رشد رویشی (سانتیمتر) Vegetative growth (cm)	عملکرد میوه (تن/هکتار) Fruit yield (Ton/ha)
Rishbaba	ریش بابا	20.55ab	42.6b	3.07b	2.34a	20.0	306.4a	177.2a	8.84b
Rasha	رشه	18.9b	45.4a	2.58c	1.66b	19.6a	273.9b	126.7b	11.82a
Qzel-ouzum	قزل اوزوم	21.3a	42.9b	5.05a	2.29a	17.9b	301.0	192.7a	9.85b
LSD 5%		1.8	1.7	0.2	0.31	1.57	24.9	46.07	1.008

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Rang Test.

ریش بابا و کمترین میزان رشد مربوط به رقم رشه بود (جدول ۵). با تشدید تنش آبی از طریق کاهش میزان آب آبیاری، میزان رشد رویشی در هر سه رقم کاهش یافت اما روند کاهش رشد رویشی در انگور رشه کمترین و در انگور ریش بابا بیشترین مقدار بود (جدول ۵). به عبارت دیگر، در مقایسه با دو رقم دیگر، رشد رویشی در انگور رشه کمتر تحت تاثیر کاهش مقدار آب آبیاری قرار گرفت اما رشد رویشی در انگور ریش بابا به شدت با کم شدن مقدار آب کاهش نشان داد (جدول ۵).

بیشتر از انگور رشه بود. کمترین میزان رشد رویشی سالیانه در انگور رشه و بیشترین رشد در دو رقم دیگر، که تفاوت معنی‌دار نداشتند، بدست آمد. بیشترین عملکرد میوه مربوط به انگور رشه و کمترین آن نیز در دو رقم قزل و ریش بابا بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۴).

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح آبیاری × ارقام انگور فقط بر صفت رشد رویشی بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان رشد رویشی در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد مربوط به ارقام انگور قزل اوزوم و

جدول ۵- اثر متقابل آبیاری × رقم بر رشد رویشی انگور
Table 5. Irrigation × cultivar interaction effect on vegetative growth in grapevine

Irrigation level	سطح آبیاری	رقم Cultivar	رشد رویشی (سانتیمتر) Vegetative growth (cm)
50% water requirement	تامین ۵۰٪ نیاز آبی	Rishbaba	ریش بابا 122.8de
		Rasha	رشه 106e
		Qzel-ouzum	قزل اوزوم 159.8c
75% water requirement	تامین ۷۵٪ نیاز آبی	Rishbaba	ریش بابا 189.3b
		Rasha	رشه 128.5de
		Qzel-ouzum	قزل اوزوم 194.1b
100% water requiremen	تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی	Rishbaba	ریش بابا 219.7a
		Rasha	رشه 145.6cd
		Qzel-ouzum	قزل اوزوم 224.1a

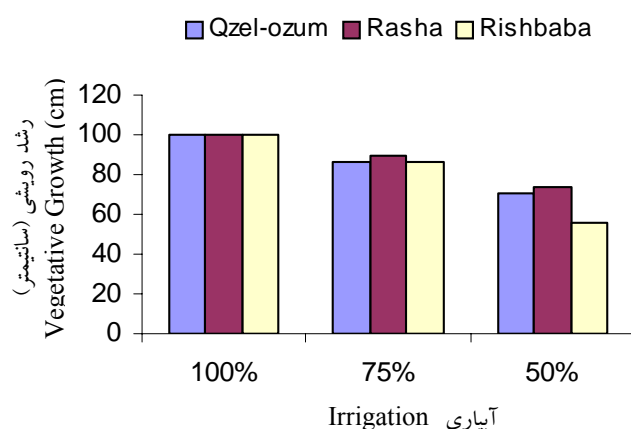
میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Rang Test.

درصد کم آبیاری) تقریباً یکسان بود، اما با تشدید تنش تا ۵۰ درصد نیاز آبی (۵۰ درصد کم آبیاری)، میزان رشد در انگور ریش بابا به شدت

انگور قزل اوزوم از این لحاظ رفتاری حدواسط داشت. روند کاهش رشد در هر سه رقم انگور تا تامین ۷۵ درصد نیاز آبی (۲۵

کاهش یافت در حالیکه رشد در ارقام رشه و قزل اوزوم به ترتیب کمتر متاثر گردید (شکل ۱).



شکل ۱- اثر سطوح آبیاری بر رشد رویشی سه رقم انگور
Fig. 1. Effect of irrigation levels on vegetative growth of three grapevine cultivars

اینکه کاهش ۲۵٪ در مصرف آب منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد نشد (جدول ۳)، بنابراین با اطمینان کافی اعمال ۲۵٪ کم آبیاری (۷۵ درصد نیاز آبی) جهت استفاده بهینه از منابع آب در هر سه رقم انگور تجاری منطقه قابل توصیه می‌باشد. در صورت محدودیت منابع آب و لزوم استفاده بهینه از آب، کشت انگور رقم رشه در اولویت اول و قزل اوزوم در اولویت دوم قرار دارد. شاخص بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای کم آبیاری افزایش یافت (جدول ۶). طوریکه بهره‌وری مصرف آب در تیمار آبیاری کامل کمتر از دو تیمار دیگر شد. بدین ترتیب با اعمال ۲۵ و ۵۰ درصد کم آبیاری بهره‌وری مصرف آب به ترتیب ۳۰ و ۴۶ درصد نسبت به آبیاری کامل افزایش یافت. نرخ افزایش بهره‌وری مصرف آب با افزایش شدت کم

بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای آبیاری در جدول ۶ ارائه داده شده است. اعمال کم آبیاری موجب کاهش عملکرد شد که با تحقیقات سایر محققان مطابقت دارد (Sepaskhah *et al.*, 2006). اما آنچه مهم است کم بودن نرخ کاهش عملکرد در مقایسه با مقدار مصرف آب می‌باشد (جدول ۶). بطوریکه کاهش عملکرد محصول با کاهش ۲۵٪ و ۵۰٪ مصرف آب به ترتیب ۲/۴٪ و ۲۶/۸٪ بود. بنابراین می‌توان ادعا نمود که روش کم آبیاری در پرورش انگور در منطقه اجرای این تحقیق با موفقیت قابل اعمال بوده و می‌تواند اقدام موثری در کاهش مصرف و استفاده بهینه از منابع آب باشد. با افزایش شدت کم آبیاری نرخ کاهش عملکرد نیز افزایش یافته و جهت حصول تولید مناسب بایستی در اعمال مقادیر بیشتر تنش آبی با احتیاط عمل نمود. با توجه به

جدول ۶- بهره‌وری مصرف آب برای سطوح آبیاری و ارقام انگور
Table 6. Water productivity for irrigation levels and grapevine cultivars

	عملکرد میوه (تن در هکتار) Fruit yield (ton/ha)	مصرف آب (متر مکعب در هکتار) Water consumption (m ³ /ha)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب آب) Water productivity (kg/m ³)
سطح آبیاری Irrigation level			
50% water requirement	تامین ۵۰٪ نیاز آبی	8.25b	4.04a
75% water requirement	تامین ۷۵٪ نیاز آبی	11.00a	3.59a
100% water requirement	تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی	11.27a	2.76c
رقم Cultivar			
Rishbaba	8.84b	3064	2.88c
Rasha	11.82a	3064	3.88a
Qzel-ouzum	9.85b	3064	3.21b

میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Rang Test.

بیشترین کارایی مصرف آب با ۴/۸۸ کیلوگرم به متر مکعب آب و کمترین آن در رقم ریش بابا با آبیاری کامل بدست آمد. در کلیه ارقام مورد بررسی اعمال کم آبیاری به میزان ۲۵٪ موجب افزایش قابل توجه بهره‌وری مصرف آب شد ولی این افزایش خطی نبوده و با اعمال مقادیر بیشتر کم آبیاری، رشد بهره‌وری مصرف آب کاهش یافت (جدول ۷). طوریکه در رقم قزل اوزوم آبیاری ۷۵٪ آبیاری کامل موجب افزایش ۲۴/۳ درصد بهره‌وری مصرف آب نسبت به آبیاری کامل شد. با ادامه عملیات کم آبیاری، بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی نسبت به ۷۵ درصد نیاز آبی به مقدار ۸/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۷). علت کاهش روند بهره‌وری مصرف آب در مقادیر بیشتر کم آبیاری، تاثیر تنش آبی در عملکرد محصول می‌باشد. در رقم رشه،

آبیاری کاهش یافته و علیرغم اینکه در تیمار آبیاری ۵۰٪ بیشترین بود ولی منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد نسبت به دو تیمار دیگر شد (جدول ۶). بنابراین به منظور افزایش بهره‌وری مصرف آب در تاکستان‌های استان آذربایجان غربی و حصول حداکثر عملکرد، اعمال ۲۵٪ کم آبیاری توصیه می‌شود. جلینی (2006, Jolaini) نیز ۲۵٪ کم آبیاری را برای افزایش بهره‌وری مصرف آب در باغ‌های انگور منطقه مشهد توصیه نموده است. بهره‌وری مصرف آب در ارقام انگور متفاوت بود (جدول ۶). رقم رشه بیشترین و ارقام قزل اوزوم و ریش بابا به ترتیب کمترین بهره‌وری مصرف آب را به خود اختصاص دادند.

بهره‌وری مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری و بر اساس نوع رقم در جدول ۷ آورده شده است. در رقم رشه با تامین ۵۰٪ نیاز آبی،

جدول ۷- اثر متقابل آبیاری × رقم بر بهره‌وری مصرف آب در انگور

Table 7. Irrigation × cultivar interaction effect on water productivity in grapevine

Irrigation	رقم آبیاری Cultivar	عملکرد میوه (تن در هکتار) Yield (ton/ha)	مصرف آب (متر مکعب در هکتار) Water consumption (m ³ /ha)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب آب) Water productivity (kg/m ³)
50% water requirement	ریش بابا Rishbaba	7.105	2043	3.48cd
	تامین ۵۰٪ نیاز آبی رشه Rasha	9.974	2043	4.88a
	قرل اوزوم Qzel-ouzum	7.662	2043	3.75c
75% water requirement	ریش بابا Rishbaba	9.738	3064	3.18de
	تامین ۷۵٪ نیاز آبی رشه Rasha	12.700	3064	4.28b
	قرل اوزوم Qzel-ouzum	10.554	3064	3.44cd
100% water requirement	ریش بابا Rishbaba	9.767	4086	2.39f
	تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی رشه Rasha	12.800	4086	3.22de
	قرل اوزوم Qzel-ouzum	11.325	4086	2.77ef

نیازهای واقعی گیاه باشد منجر به تولید مطلوب میوه و اجتناب از هدر رفتن آب و هزینه‌های زیاد و مشکلات جانبی دیگر می‌شود. امروزه روش‌های متعدد آبیاری به منظور افزایش عملکرد میوه استفاده می‌شود اما در تولید انگور بایستی دقت زیادی در تعادل بین کمیت و کیفیت میوه مد نظر قرار گیرد. بر این اساس نیاز به توسعه برنامه‌های آبیاری مانند کم آبیاری تنظیم شده جهت بهبود کارایی مصرف آب، تولید محصول و کیفیت انگور در مناطق نیمه خشک وجود دارد (Goodwin and Jerie, 2005; Cifre *et al.*, 2005).

در کم آبیاری ملایم کاهش عملکرد میوه در مقابل کاهش مصرف آب کمتر بود و

بهره‌وری مصرف آب در سطوح آبیاری ۷۵٪/ نیاز آبی نسبت به آبیاری کامل ۳۲/۸ درصد افزایش یافت ولی با ادامه کم آبیاری بهره‌وری مصرف آب در تیمار آبیاری ۵۰ درصد در مقایسه با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی به میزان ۱۴ درصد افزایش نشان داد. بنابراین اعمال حداکثر ۲۵٪ کم آبیاری در این رقم قابل توصیه می‌باشد. در رقم ریش‌بابا کاهش ۲۵ درصد در مقدار آب آبیاری نسبت به نیاز کامل آبیاری، بهره‌وری مصرف آب ۳۳ درصد افزایش یافت ولی با اعمال ۵۰ درصد کم آبیاری، بهره‌وری مصرف آب ۹/۴ درصد افزایش یافت (جدول ۷). آب یکی از عوامل مهم در تولید انگور می‌باشد و چنانچه مقدار آن بر اساس

آب و لزوم اعمال مقادیر بیشتر کم آبیاری می‌توان از رقم رشه در توسعه باغات جدید استفاده کرد. البته با توجه به نیاز آبی متفاوت تاک در طول فصل رشد بهتر است از راهکار کم آبیاری تنظیم شده (Regulated Deficit Irrigation= RDI) و پس از بررسی‌های منطقه‌ای برای آبیاری تاکستانها استفاده نمود (Goodwin and Jerie, 1992).

موجب افزایش چشمگیر کارآیی مصرف آب شد و با افزایش میزان کم آبیاری و در واقع شدت تنش آبی به تاک عملکرد کاهش بیشتری یافت و روند افزایش کارآیی مصرف آب با کندی مواجه شد (جدول ۷). بر این اساس می‌توان برای انگورهای رقم ریش بابا و رشه موجود در استان آذربایجان غربی در سیستم ایستاده کوردن دو طرفه در سن باردهی و تحت سیستم آبیاری قطره‌ای کم آبیاری ۲۵٪ را توصیه نمود. در صورت محدودیت منابع

References

- Araujo, F., Williams, L. E., Grimes, D. W., and Matthews, M. A. 1995.** A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. II. Growth, water use efficiency and nitrogen partitioning. *Scientia Horticulturae* 60: 251-265.
- Bravdo, B. A., Hepner Y., Loigner, C., Cohen S., and Tabacman, H. 1985.** Effect of irrigation and crop level on growth, yield, and wine quality of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture* 36: 132-139.
- Chaves, M. M., Santos, T. P., Souza, C. R., Ortun, M. F., Rodrigues, M. L., Lopes, C. M., Maroco, J. P., and Pereira, J. S. 2007.** Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annual Applied Biology* 150: 237-252.
- Chiltivaichelan, R., Shikhamang, S. D., and Chudhu, K. L. 1987.** Effects of preharvest irrigation cut off on bunch size, ripening and quality of Anab Shahi grape. *Indian Journal of Horticulture* 44 (2): 9-13.
- Cifre J., Bota J., Escalona J. M., Medrano H., and Flexas, J. 2005.** Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.). An open gate to improve water-use efficiency. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 159-170.
- Colapietra, M. 1989.** Productivity response of grapes to different seasonal irrigation

rates. Irrigazine-e-Drenaggio 36: 179-182.

- Di Vaio, C., Cirillo, C., Boselli, M., and Masi, E. 2001.** Dry matter accumulation and partitioning of Cabernet Sauvignon pot-grown vines under different water regimes. *Advanced in Horticulture Science* 15: 25-30.
- Du, T. S., Kang, S. Z., Zhang, J. H., Li, F. S., and Yan, B. U. 2008.** Water use efficiency and fruit quality of table grape under alternate partial root-zone drip irrigation. *Agricultural Water Management* 95: 659- 668.
- Escalona, L. M., Flexas, J., Bota, J., and Medrano, H. 2003.** Distribution of leaf photosynthesis and transpiration within grapevine canopies under different drought conditions. *Vitis* 42: 57-64.
- Esteban, M. A., Villanueva, M. J., and Lissarrague, J. R. 2001.** Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of *cv. Tempranillo (Vitis vinifera L.)* grape berries during ripening. *Journal of Science Food Agriculture* 81: 409-420.
- Farshi, A. A., Shariati, M. R., Jarollahi, R., Ghaemi, M. R., Shahabifar, M., and Tavallaee, M. M. 1997.** An estimate of water requirement of main field and horticulture crops in Iran. Vol 2: *Horticulture Crops*. Nashr-e-Amozesh. 900 pp. (In Persian).
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J., and Taboada, C. 2008.** Introducing deficit irrigation to stabilize yields of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *European Journal of Agronomy* 28: 427-436.
- Gomez Del Campo, M., Baeza, P., Ruuiz, C., and Lissarrague, R. 2004.** Water stress induced physiological changes in leaves of four container grown grapevine cultivars. *Vitis* 43 (2): 99-105.
- Goodwin, I., and Jerie, P. 1992.** Regulated deficit irrigation: from concept to practice. *Wine Industry Journal* 7: 258-261.
- Jolaini, M. 2006.** Investigation on the effect of drip irrigation methods and different levels of water on yield and water use efficiency of grape. *Journal of Agricultural Engineering Research* 7 (28): 69-78. (In Persian)
- Mattews, M. A., and Anderson, M. M. 1988.** Fruit ripening in *Vitis vinifera L.*: responses to seasonal water deficits. *American Journal of Enology and Viticulture*

39: 313-320.

Miali, G. 1984. The effect of time of irrigation on most quality in four wine grapes cultivars in Tavoliere Dipuylia. *Vigenevini* 11(7), 23-31.

Nadal, M., and Arola, L. 1995. Effects of limited irrigation on the composition of must and wine of Cabernet Sauvignon under semi-arid conditions. *Vitis* 34: 151-154.

Ruhi, E., and Alleweldet, G. 1985. Investigation into the influence of time of irrigation on yield and quality of grapevine. *Acta Horticulture* 171: 457-462.

Sepaskhah, A. R., Tavakkoli, A. R., and Mousavi, S. F. 2006. Principles and applications of deficit irrigation. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Ltd. 288 pp.(In Persian).

Zabihi, H. R., and Azarpajouh., E. 2004. Grape response to different soil moisture regims. *Journal of Soil and Water Science* 18 (10): 34-39.