

## اثر پایه و مقادیر مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلشز

### Effects of Rootstock and Different Irrigation Levels on Yield and Fruit Quality of Apple c.v. Golden Delicious

قاسم حسنی<sup>۱</sup>، امیر نوریجو<sup>۱</sup> و شهید هناره<sup>۱</sup>

۱- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۲/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۹/۷

#### چکیده

حسینی، ق.، نوریجو، ا.، و هناره، م. ۱۳۸۸. اثر پایه و مقادیر مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلشز. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۵: ۶۲-۵۱.

این آزمایش با هدف بررسی اثر پایه‌های رویشی سیب و مقادیر مختلف آبیاری بر میزان رشد، باردهی و کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلشز، به صورت اسپلیت بلوک و در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ اجرا شد. پایه های رویشی سیب شامل MM111، M26 و MM106 و مقادیر مختلف آبیاری شامل ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ بر اساس تبخیر از طشتک تبخیر بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر پایه بر صفاتی نظیر رشد رویشی سالیانه در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود. اثر مقدار آب آبیاری بر روی صفاتی نظیر مواد جامد محلول (TSS) و وزن میوه در سطح احتمال ۵٪ و بر میزان رشد رویشی سالیانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین میزان TSS مربوط به تیمار ۵۰٪ نیاز آبی، بالاترین میزان رشد رویشی در تیمار ۱۰۰٪ و بیشترین وزن میوه به میزان ۱۶۵/۱۳ گرم از تیمار ۱۰۰٪ حاصل شد. اثر متقابل پایه در مقدار آب آبیاری بر صفاتی نظیر سفتی بافت میوه، عملکرد میوه در درخت و در هکتار معنی‌دار بود، به طوری که بالاترین میزان سفتی بافت میوه روی پایه M26 و در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی به دست آمد. بیشترین عملکرد میوه در درخت و در هکتار روی پایه M26 در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی به دست آمد. کارآیی مصرف آب در تمام تیمارها با کاهش مصرف آب و اعمال کم آبیاری افزایش نشان داد و در پایه MM111 با اعمال ۵۰٪ کم آبیاری، بیشترین بود. تیمار پایه M26 در ۷۵٪ نیاز آبی از نظر کارآیی مصرف آب و صفات کمی و کیفی میوه برتر از تیمارهای دیگر بود.

واژه های کلیدی: سیب، پایه رویشی، کم آبیاری، کارایی مصرف آب، کمیت و کیفیت میوه.

## مقدمه

سیب یکی از مهم‌ترین محصولات باغی است که سالانه حدود دو میلیون تن در ایران تولید می‌شود و استان آذربایجان غربی از نظر سطح زیر کشت (۴۱۷۵۸ هکتار) و مقدار تولید آن (۷۶۹۰۱۹ تن) مقام اول را در کشور دارد (Anonymous, 2004). هر اقدامی در جهت ارتقاء کمی و کیفی میوه و کاهش مصرف آب، تاثیر قابل توجهی در افزایش تولید، درآمد و صرفه‌جویی در مصرف آب خواهد داشت. آییدو و همکاران (Ido et al., 1991) اثر ۹ پایه رویشی سیب را روی سیب رقم دلشز آزمایش و اظهار کردند که کمترین و بیشترین رشد رویشی روی پایه‌های M27 و MAC-24 بود.

پیتر و دیوید (Peter and David, 1995) اثر ۱۷ پایه رویشی سیب را روی برخی خصوصیات رویشی سیب رقم دلشز مطالعه و اظهار کردند که بیشترین و کمترین رشد طول شاخه به ترتیب مربوط به پایه‌های Ant.313 و P.22 بود. جلینی (Joleini, 2005) نشان داد که تیمار آبی ۱۰۰٪ آب مصرفی، با میزان عملکرد ۴/۳۲۳ تن سیب در هکتار بیشترین عملکرد را تولید کرد و تیمارهای ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. میلز و بهبودیان (Mills and Behboudian, 2003) تاثیر کم آبیاری بر کیفیت و عمر انبارداری سیب روی پایه MM106 قبل و بعد از برداشت را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که تغییرات

معنی‌داری در صفاتی نظیر وزن میوه و عملکرد بین تیمارها مشاهده نشد. در نمونه‌های قبل از آخرین برداشت میزان TA، TSS، ساکارز، فروکتوز، سوربیتول و قند کل در تیمار بدون آبیاری بیشتر از تیمار آبیاری کامل بود. ترکیبات میوه تیمارها قبل از برداشت و در طول انبارداری نشان از بهبود برخی صفات کیفی میوه در تیمارهای کم آبیاری داشت. مپلاسوکا و همکاران (Mpelasoka et al., 2000) رژیم‌های مختلفی از کم آبیاری را در دوره‌های مختلف رشد به منظور بهبود صفات کیفی میوه و عمر انبارداری سیب مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق آبیاری رایج، کم آبیاری زودهنگام (۶۳ تا ۱۱۸ روز پس از تمام گل) و کم آبیاری در ۱۱۸ روز پس از گل‌دهی تا برداشت نهایی (۲۱ روز پس از تمام گل) مورد مقایسه قرار گرفتند. هر دو تیمار کم آبیاری موجب بهبود صفات کیفی میوه شدند. در این تیمارها سفتی، مواد جامد قابل حل و قند کل هنگام برداشت و همچنین در مدت انبارداری نسبت به تیمار شاهد افزایش داشتند. وزن میوه در تیمارهای کم آبیاری کمتر از آبیاری کامل بود ولی اختلاف آن‌ها معنی‌دار نبود. گالی و همکاران (Gally et al., 2003) تاثیر کم آبیاری تنظیم شده بر کیفیت و عمر انبارداری هلو را مورد بررسی قرار دادند. تیمارهای کم آبیاری تاثیر معنی‌دار در افزایش غلظت مواد جامد محلول داشت و قرمزی بیشتر در رنگ میوه این تیمارها نسبت به تیمار شاهد (آبیاری کامل)

مشاهده شد.

برابر افزایش داده ولی اندازه میوه‌ها و اسیدیته نسبت به شاهد تغییری نداشته است. گارسیا و همکاران (Garcia et al., 1995) تأثیر عوامل مؤثر در حساسیت به آسیب دیدگی شامل زمان برداشت، رطوبت نسبی و آبیاری را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که تیمار قطع آبیاری دو هفته قبل از برداشت بر سفتی سیب مؤثر است و برداشت زودتر سبب سفتی بافت می‌شود و حساسیت به آسیب دیدگی را کم می‌کند.

فرناندز و همکاران (Fernandez et al., 1996) عکس‌العمل سه پایه سیب را نسبت به تنش خشکی آزمایش کرده و اظهار کردند که رقم سیب Imperial Gala پیوند شده روی پایه‌های M9، MM111 و Mark (MAC9) مقاومت‌های مختلفی نسبت به خشکی نشان داده و پایه M9 مقاوم‌ترین پایه، M111 حد واسط و پایه Mark (MAC9) حساس‌ترین پایه به خشکی ارزیابی شد.

با توجه به این که کمبود آب یکی از عوامل اصلی کاهش در تولید محصولات باغی در مناطق خشک و نیمه خشک است (Alizadeh, 1993) و همچنین به دلیل محدودیت منابع آبی در کشور ضروری است تا پایه‌های مقاوم سیب نسبت به مقادیر مختلف آبیاری مورد استفاده قرار گیرند تا بدین وسیله حداکثر استفاده از منابع محدود آب به عمل آید. این تحقیق تلاشی در به کارگیری پایه‌های رویشی مناسب سیب و مدیریت کم آبیاری در

فیلا و همکاران (Filla et al., 1990) ارتباط بین کلسیم و تنش آبی را با عارضه بیتریپت بررسی کردند. در این مطالعه تیمارهای مختلف آبیاری کامل و تنش کم آبیاری روی سیب رقم گرانی اسمیت در فصل رشد اعمال شد. نتایج نشان داد که در مرحله اول رشد میوه، کم آبیاری باعث کاهش رشد برگ و میوه‌ها شد، غلظت کلسیم در برگ‌ها کاهش یافت و در میوه‌ها عارضه بیتریپت مشاهده شد. کم آبیاری در مرحله دوم رشد باعث کاهش عرض برگ‌ها و رشد میوه‌ها شد، مقدار کلسیم در برگ‌ها افزایش و عوارض بیتریپت را در میوه‌ها کاهش یافت. ایبل و پروبستینگ (Eibl and Probesting, 1993) مطالعه‌ای روی افزایش کیفیت و انبارداری سیب با استفاده از کاهش آبیاری انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که درختانی که با این روش آبیاری شده بودند، دارای میوه کوچک‌تر ولی مواد جامد محلول بیشتر بودند و اسیدیته آن‌ها کاهش یافت ولی در رنگ میوه تاثیری دیده نشد. در دوره انبارداری نیز میزان مواد جامد محلول تیمارها بالا، اما میزان اسیدیته، سفتی و رنگ مشابه روش آبیاری معمولی بود. ایروینگ و دروست (Irving and Drost, 1987) تأثیر کم آبیاری را بر رشد میوه و کیفیت سیب در وارنیه کوکس اورنج طی چهار سال در نیوزلند مطالعه کردند. نتایج نشان داد که کم آبیاری میزان مواد جامد محلول را ۰/۸ درصد و ترک میوه‌ها را ۲ تا ۳

Kc = ضریب گیاهی در دوره زمانی

مشخص

Eto = تبخیر و تعرق مرجع در دوره زمانی

مشخص

ضرایب گیاهی سیب در منطقه ارومیه بر اساس مطالعات موسسه تحقیقات خاک و آب (Farshi et al., 1997) منظور شد.

روش آبیاری برای اعمال تیمارهای آبیاری، قطره‌ای با آرایش لوپ و با استفاده از قطره‌چکان‌های داخل خط (W164) بود. تعداد درخت در هر کرت چهار اصله بود. نهال‌های پیوندی از ابتدا به صورت اسپندل تربیت شدند. در طول دوره رشد رویشی از صفاتی همچون میزان رشد رویشی شاخه‌ها و تاریخ جوانه‌زنی درختان یادداشت‌برداری و در زمان گلدهی علاوه بر صفات فوق، تاریخ شکوفه‌دهی، میزان عملکرد میوه در درخت و واحد سطح، میزان مواد جامد محلول (TSS)، pH و استحکام میوه اندازه‌گیری شد. درختان در زمان رکوردگیری (۱۳۸۳ و ۱۳۸۴) به ترتیب ۴ و ۵ ساله بودند.

میزان TSS با استفاده از دستگاه رفرکترومتر اندازه‌گیری شد به این صورت که پس از نمونه‌گیری میوه از هر تیمار (۳ کیلوگرم) به طور جداگانه و تهیه عصاره از آن‌ها با دستگاه آب میوه‌گیری و کاغذ صافی، چند قطره از عصاره صاف شده روی دستگاه قرار داده شد و با دوربین مستقر روی دستگاه میزان TSS نمونه‌ها قرائت شد. باقیمانده عصاره میوه صاف شده برای اندازه‌گیری pH میوه‌ها با دستگاه

باغات سیب پاکوتاه جدیدالاحداث استان آذربایجان غربی به منظور مصرف بهینه آب و افزایش کیفیت میوه بدون کاهش عملکرد بود.

#### مواد و روش‌ها

این تحقیق با کاشت نهال سیب رقم گلدن دلشز پیوند شده روی سه پایه رویشی M26، MM106 و MM111 در فواصل ۳×۴ متر انجام شد. آزمایش به صورت اسپلت بلوک در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دکتر نخبجوانی (که‌ریز) در استان آذربایجان غربی اجرا شد. این ایستگاه با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۲۵ متری از سطح دریا واقع و در ۴۲ کیلومتری شهر ارومیه قرار گرفته است. بافت خاک لوم سیلتی و کیفیت آب آبیاری در کلاس C2S1 قرار داشت. نیاز آبی کامل درخت بر اساس تبخیر و تعرق پتانسیل و ضریب گیاهی در طول فصل زراعی، محاسبه و با توجه به دور آبیاری و سطوح مختلف آبیاری در تیمارها، میزان آب هر تیمار معین و به صورت حجمی در تیمارهای مختلف اعمال شد. نیاز آبی در طول فصل زراعی بر اساس رابطه Etc = Kc.Eto محاسبه شد که در آن:

Etc = تبخیر و تعرق گیاه در دوره زمانی

مشخص

pH متر مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه گیری میزان سفتی میوه از دستگاه پنترومتر استفاده شد. برای اینکار ابتدا پوست میوه در دو طرف میوه به مساحت تقریبی ۲ سانتی متر مربع و به ضخامت ۲ تا ۳ میلی متر با کارد برداشته شده و سپس با سطح مقطع ۱ سانتی متر مربع به سطح عاری از پوست فشار وارد شد و از روی بخش مدرج دستگاه میزان سفتی میوه‌ها بر اساس کیلوگرم بر سانتی متر مربع قرائت شد. کار آئی مصرف آب بر اساس واحد کیلوگرم میوه تولید شده به ازاء مصرف یک متر مکعب آب در هکتار محاسبه شد و از تقسیم مقدار میوه تولید شده (کیلوگرم) در هکتار بر مقدار آب مصرف شده (متر مکعب) در هکتار به دست آمد. میزان رشد رویشی شاخه‌های سال جاری پس از خزان برگ‌ها به وسیله خط کش اندازه گیری شد. صفات اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل آماری شدند.

#### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال بر صفاتی نظیر TSS و رشد رویشی سالیانه در سطح آماری ۵٪ معنی دار و بر صفات عملکرد میوه در درخت و در هکتار در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان TSS در سال ۱۳۸۳ (سال اول رکوردگیری) و بیشترین میزان رشد رویشی سالیانه در سال ۱۳۸۴ (سال دوم رکوردگیری) بود (جدول ۲). بالاترین میزان

عملکرد میوه در درخت و در هکتار مربوط به سال ۱۳۸۴ بود که می‌تواند به دلیل شرایط متفاوت محیطی در دو سال رکوردگیری از صفات مورد نظر بوده باشد. بیشترین میزان TSS در سال اول رکوردگیری و بالاترین میزان رشد رویشی در سال دوم به دست آمد. در سالی که بیشترین میزان TSS میوه حاصل شد، میزان رشد رویشی حداقل بود. پائین بودن میزان TSS در سال دوم رکوردگیری می‌تواند ناشی از رشد رویشی بیشتر در این سال باشد که در اثر رقابت شاخه‌ها برای جذب کربوهیدرات‌ها با میوه بوجود می‌آید. کاهش فتوسنتز ناشی از سایه‌انداری بیشتر در نتیجه رشد رویشی بیشتر نیز می‌تواند باعث کاهش TSS شود. بالا بودن عملکرد در سال دوم می‌تواند ناشی از افزایش سطح باردهی درختان باشد و در واقع به دلیل این که میوه سیب روی شاخه‌های مسن تر تولید می‌شود، لذا افزایش عملکرد در سال دوم ناشی از افزایش شاخه‌های مسن تر است. بر اساس جدول تجزیه واریانس مرکب، اثر پایه بر رشد رویشی سالیانه در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱) و بیشترین میزان رشد رویشی (۵۰/۶ سانتی متر) مربوط به رقم پیوند شده روی پایه MM111 بود (شکل ۱). این با نتایج آیدو و همکاران (Ido et al., 1991) و پیترو و همکاران (Peter et al., 1995) مطابقت دارد به دلیل این که پایه مذکور از پایه‌های نسبتاً پر رشد است.

اثر فاکتور مقدار آبیاری بر صفاتی نظیر

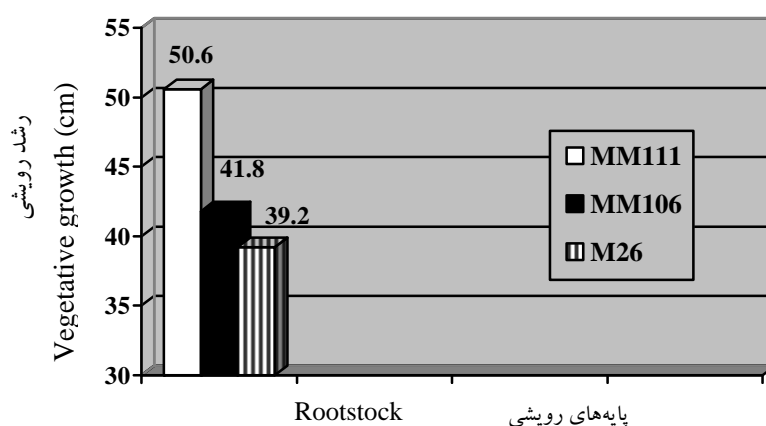
جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف سیب

Table 1. Combined analysis of variance for different characteristics of apple

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS							
			وزن میوه Fruit weight	رشد رویشی Vegetative growth	سفتی میوه Fruit firmness	pH	اسیدیتته کل TA	مواد جامد محلول TSS	عملکرد درخت Yield per tree	عملکرد در هکتار Yield per hectare
Year (Y)	سال	1	1060.3 <sup>ns</sup>	1047.40 <sup>*</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	0.617 <sup>ns</sup>	0.018 <sup>ns</sup>	54.200 <sup>*</sup>	81.950 <sup>**</sup>	118.600 <sup>**</sup>
Error	خطا (سال)	4	3117.0 <sup>ns</sup>	100.31 <sup>ns</sup>	0.946 <sup>ns</sup>	0.081 <sup>ns</sup>	0.116 <sup>ns</sup>	4.615 <sup>ns</sup>	2.283 <sup>ns</sup>	3.267 <sup>ns</sup>
Rootstock (R)	پایه	2	25.9 <sup>ns</sup>	25.82 <sup>*</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.048 <sup>ns</sup>	0.038 <sup>ns</sup>	0.537 <sup>ns</sup>	0.675 <sup>ns</sup>	0.978 <sup>ns</sup>
Y×R	سال در پایه	2	19.8 <sup>ns</sup>	20.55 <sup>ns</sup>	0.250 <sup>ns</sup>	0.024 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	3.596 <sup>ns</sup>	1.485 <sup>ns</sup>	2.144 <sup>ns</sup>
Error(a)	خطا (پایه)	8	635.8 <sup>ns</sup>	11.21 <sup>ns</sup>	0.173 <sup>ns</sup>	0.009 <sup>ns</sup>	0.025 <sup>ns</sup>	0.817 <sup>ns</sup>	3.727 <sup>ns</sup>	5.378 <sup>ns</sup>
Irrigation (I)	آبیاری	2	1963.8 <sup>*</sup>	74.83 <sup>**</sup>	0.033 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	0.011 <sup>ns</sup>	4.644 <sup>*</sup>	1.743 <sup>ns</sup>	2.531 <sup>ns</sup>
Y×I	سال در آبیاری	2	836.4 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	0.262 <sup>ns</sup>	0.041 <sup>ns</sup>	0.010 <sup>ns</sup>	10.640 <sup>**</sup>	6.603 <sup>*</sup>	9.550 <sup>*</sup>
Error (b)	خطا (آبیاری)	8	193.4 <sup>ns</sup>	4.72 <sup>ns</sup>	0.096 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	0.027 <sup>ns</sup>	0.798 <sup>ns</sup>	1.297 <sup>ns</sup>	1.874 <sup>ns</sup>
R×I	پایه در آبیاری	4	192.1 <sup>ns</sup>	4.02 <sup>ns</sup>	0.397 <sup>**</sup>	0.012 <sup>ns</sup>	0.017 <sup>ns</sup>	0.516 <sup>ns</sup>	1.607 <sup>**</sup>	2.321 <sup>**</sup>
Y×R×I	سال در پایه در آبیاری	4	202.8 <sup>ns</sup>	2.04 <sup>ns</sup>	0.336 <sup>*</sup>	0.008 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.653 <sup>ns</sup>	1.147 <sup>**</sup>	1.653 <sup>**</sup>
Error	خطا	16	146.5 <sup>ns</sup>	1.72 <sup>ns</sup>	0.073 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	0.025 <sup>ns</sup>	0.572 <sup>ns</sup>	0.065 <sup>ns</sup>	0.094 <sup>ns</sup>
C.V. %	ضریب تغییرات		7.91	3.34	2.96	2.74	19.05	4.53	4.64	7.53

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% probability leves, respectively.



شکل ۱- اثر پایه‌های رویشی بر میزان رشد رویشی شاخه فصل جاری

Fig.1. Effect of rootstock on current vegetative growth

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات سیب در دو سال آزمایش

Table 2. Mean comparison for some characteristics of apple in two years of experiment

سال	عملکرد در هکتار	عملکرد میوه در درخت	رشد رویشی	مواد جامد محلول
Year	Yield/ha (ton)	Yield/tree (kg)	Vegetative growth (cm)	TSS (%)
First year	4.27b	5.12b	34.88b	17.69a
Second year	6.73a	8.09a	43.69a	15.68b

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% levels (DMRT).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف میوه در تیمارهای آبیاری

Table 3. Mean comparison for different characteristics of fruit in irrigation treatments

تیمار آبیاری	مواد جامد محلول	وزن میوه	رشد رویشی سالیانه
Irrigation treatment	TSS (%)	Fruit weight (g)	Annual vegetative growth (cm)
50%	17.27a	146.24b	37.18b
75%	16.33b	147.96b	39.43ab
100%	16.46b	165.13a	41.25a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% levels (DMRT).

در درخت به مقدار ۸/۷۶ کیلوگرم در سال دوم و حداکثر عملکرد به میزان ۷/۳۱ تن در هکتار نیز از ترکیب تیماری ۱۰۰٪ نیاز آبی در سال دوم حاصل شد (جدول ۴).

اثر متقابل پایه در مقدار آب آبیاری بر صفاتی نظیر سفتی بافت میوه، عملکرد میوه در درخت و در هکتار معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان سفتی بافت میوه روی پایه M26 و در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی به دست آمد (جدول ۵). حداکثر عملکرد میوه در درخت به میزان ۷/۵۳ کیلوگرم و بالاترین میزان عملکرد میوه در هکتار به مقدار ۶/۲۷ تن نیز روی پایه M26 و در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی به دست آمد (جدول ۵). قابل ذکر است که پائین بودن عملکرد در این تیمار و تیمارهای دیگر به علت کم بودن سن درختان در زمان رکوردگیری بود. اثر متقابل سال در پایه در مقدار آب آبیاری بر روی صفاتی نظیر سفتی میوه در سطح ۵٪ و عملکرد میوه در درخت و در هکتار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان سفتی میوه از ترکیب تیماری پایه MM106 در مقدار آبیاری ۷۵٪ در سال اول به دست آمد (جدول ۶). حداکثر عملکرد میوه در درخت و در هکتار از ترکیب تیماری پایه M26 در مقدار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی در سال دوم به دست آمد (جدول‌های ۴ و ۵). افزایش عملکرد میوه در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی با نتایج جلینی (Joleini, 2005)، ایسل و پروبستینگ (Ebel and Probesting, 1993) و فیلا و

TSS، وزن میوه و میزان رشد رویشی سالیانه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان مربوط به تیمار ۵۰٪ نیاز آبی و بالاترین میزان رشد رویشی در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی حاصل شد (جدول ۳). بیشترین وزن میوه به میزان ۱۶۵/۱۳ گرم نیز از تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی به دست آمد. این موضوع با نتایج میلز و بهبودیان (Mills and Behboudian, 2003)، مپلاساوکا و همکاران (Mpelasoka et al., 2000)، فیلا و همکاران (Filla et al., 1990) ایسل و پروبستینگ (Ebel and Probesting, 1993) و ایروینگ و دروست (Irving and Drost, 1987) مطابقت نشان می‌دهد. در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی کمترین میزان رشد رویشی سالیانه و وزن میوه حاصل شد که از این نظر نیز با نتایج محققین مذکور مطابقت دارد. معمولاً در شرایط کم آبیاری حجم و تعداد سلول‌ها در میوه کمتر از شرایط طبیعی است و این می‌تواند یکی از دلایل کاهش وزن میوه در شرایط تنش کم آبی باشد. در شرایط کم آبیاری به دلیل این که مقدار آب میوه نسبت به شرایط نرمال کمتر است غلظت مواد جامد محلول در میوه افزایش می‌یابد.

اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر TSS و در سطح ۵٪ بر عملکرد میوه در درخت و در هکتار معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان TSS در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی و در سال ۱۳۸۳ به دست آمد (جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین میزان عملکرد میوه



جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مختلف سیب در ترکیب تیمارهای سال در آبیاری

Table 4. Mean comparison for different characteristics of apple in different year and irrigation combination treatments

تیمار Treatment	عملکرد میوه در درخت Yield/tree (kg)	درصد مواد جامد محلول TSS(%)	عملکرد در هکتار Yield/ha (ton)
First year×50%	5.53bc	17.58a	4.60bc
First year×75%	5.09c	17.18ab	4.24c
First year×100%	4.83c	17.3ab	3.96c
Second year×50%	6.83b	16.95b	5.69b
Second year×75%	8.65a	15.47bc	7.20a
Second year×100%	8.76a	14.63c	7.31a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% levels (DMRT).

جدول ۵ - مقایسه میانگین صفات مختلف سیب در ترکیب تیمارهای پایه در آبیاری

Table 5. Mean comparison for different characteristics of apple in different rootstock and irrigation combination treatments

تیمار Treatment	عملکرد در هکتار Yield/ha (ton)	عملکرد میوه در درخت Yield/tree (kg)	سفتی میوه Fruit firmness (kg/cm <sup>2</sup> )
MM111×50%	5.69bc	6.83bc	9.29a
MM111×75%	5.45cd	6.54cd	9.27ab
MM111×100%	5.14de	6.18de	8.77b
M26×50%	4.84e	5.81e	8.97ab
M26×75%	6.06ab	7.28ab	9.07ab
M26×100%	6.27a	7.53a	9.30a
MM106×50%	4.92e	5.90e	8.94ab
MM106×75%	5.66bc	6.79bc	9.12ab
MM106×100%	5.50cd	6.61cd	9.24ab

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% levels (DMRT).

دلیل متفاوت بودن شرایط محیطی و رقم پیوندی بوده باشد. اثر متقابل پایه در مقدار آبیاری در سال بر میزان سفتی بافت میوه معنی‌دار و ترکیب تیماری سال اول در پایه MM106 در مقدار ۷۵٪ نیاز آبی تیمار برتر بود (جدول ۶). افزایش سفتی بافت میوه

همکاران (Filla *et al.*, 1990) و میلز و بهبودیان (Mills and Behboudian, 2003) مطابقت دارد ولی با نتایج ابروینگ و دورست (Irving and Drost, 1987) که هیچ تغییری در عملکرد میوه در تیمارهای کم آبی مشاهده نکردند، تا حدودی مغایرت دارد و این شاید به

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مختلف سیب در ترکیب تیمارهای مختلف سال در پایه در آبیاری  
Table 6. Mean comparison for different characteristics of apple in different year, rootstock and irrigation combination treatments

تیمار Treatment	عملکرد میوه در هکتار Yield/ha (ton)	عملکرد میوه در درخت Yield/tree (kg)	سفتی میوه Fruit firmness (kg/cm <sup>2</sup> )
First year × MM111 × 50%	4.80efg	5.76efg	9.41ab
First year × MM111 × 75%	4.35ghi	5.22ghi	9.21abcd
First year × MM111 × 100%	3.97hi	4.76hi	8.56f
First year × M26 × 50%	4.40ghi	5.28ghi	8.64ef
First year × M26 × 75%	4.16ghi	5.00ghi	9.03abcdef
First year × M26 × 100%	3.91i	4.70i	9.33ab
First year × MM106 × 50%	4.61fgh	5.54fgh	8.76cdef
First year × MM106 × 75%	4.21ghi	5.06ghi	9.55a
First year × MM106 × 100%	4.01hi	4.82hi	9.35ab
Second year × MM111 × 50%	6.57cd	7.90cd	9.17abcde
Second year × MM111 × 75%	6.55cd	7.86cd	9.32ab
Second year × MM111 × 100%	6.32d	7.60d	8.97bcdef
Second year × M26 × 50%	5.27e	6.30e	9.29abc
Second year × M26 × 75%	7.96b	9.56b	9.10abcde
Second year × M26 × 100%	8.63a	10.36a	9.26abc
Second year × MM106 × 50%	5.22ef	6.26ef	9.13abcde
Second year × MM106 × 75%	7.10c	8.53c	8.69def
Second year × MM106 × 100%	6.99c	8.40c	9.12abcde

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% levels (DMRT).

موضوع با تحقیقات سایر محققین مطابقت دارد ولی روند کاهش مصرف آب بیش از کاهش عملکرد بود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با اعمال کم آبیاری می‌توان در مصرف آب صرفه‌جویی کرد و آب ذخیره شده می‌تواند برای منظوره‌های دیگر استفاده شود. در تیمار آبیاری ۵۰٪، بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به پایه MM111 بود ولی در این تیمار خصوصیات کیفی میوه پائین بود. در سطح آبیاری ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی پایه M26 بیشترین کارایی مصرف آب را داشت و با توجه به مصرف آب کمتر در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی

سیب در تیمار کم آبی ۷۵٪ در این آزمایش با نتایج ملاسوکا و همکاران (Mpelasoka *et al.*, 2000) مطابقت دارد.

#### کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب در پایه‌های مختلف و سطوح مختلف آبیاری در جدول ۷ نشان داده شده است. در کلیه تیمارها با کاهش میزان آب آبیاری نسبت به آبیاری کامل، کارایی مصرف آب افزایش پیدا کرد. بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار آبیاری ۵۰٪ و کمترین آن در تیمار آبیاری کامل حاصل شد. کاهش آب آبیاری موجب کاهش عملکرد نیز شد که این

جدول ۷- کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری و پایه سیب

Table 7. Water use efficiency in different treatments of irrigation and apple rootstock

تیمار Treatment	کارایی مصرف آب Water use efficiency (kg/m <sup>3</sup> )	مصرف آب Water consumption (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	عملکرد در هکتار Yield/ha (ton)
MM111 × 50%	3.0 a	1880	5.69
MM111 × 75%	1.9 b	2820	5.45
MM111 × 100 %	1.4 c	3758	5.14
M26 × 50%	2.6 ab	1880	4.84
M26 × 75%	2.1 b	2820	6.06
M26 × 100%	1.7 bc	3758	6.27
MM106 × 50%	2.6 ab	1880	4.92
MM106 × 75%	2.0 b	2820	5.66
MM106 × 100%	1.5 c	3758	5.50

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% levels (DMRT).

به تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی از طرف دیگر، می‌توان تیمار آبیاری ۷۵٪ نیاز آبی را در پایه M26 به عنوان تیمار برتر معرفی کرد. راندمان تولید میوه در ترکیب تیماری مذکور به ازاء مصرف یک متر مکعب آب، ۲/۱ کیلوگرم میوه بود. در این تیمار خصوصیات کیفی میوه شامل میزان مواد جامد محلول یا TSS و سفتی بافت میوه نیز در حد مطلوب بود.

می‌توان این تیمار را در پایه M26 از نظر کارآئی مصرف آب به عنوان تیمار برتر معرفی کرد. به طور کلی با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل پایه در مقدار آبیاری بر عملکرد میوه و اختلاف ناچیز بین اثر تیمارهای ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی بر عملکرد میوه از یک طرف و راندمان مصرف آبی بیشتر در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی نسبت

#### References

- Alizadeh, A. 1993.** Irrigation System Design. Astan-e-Qodse Razavi Publications. Mashhad, Iran. 539pp. (in Farsi).
- Anonymous 2004.** Agricultural Statistics. West Azarbaijan Jihad-e-Agriculture Organization. Orumieh, Iran (in Farsi).
- Eibl, R. C., and Probesting, E.G. 1993.** Regulated deficit irrigation may alter apple maturity, quality and storage life. HortScience 28: 141-143.
- Farshi, A. A., Shariati, M. R., Jaroliahi, R., Ghaemi, M. R., Shahabifar, M and Tavaliaei, M. M. 1997.** An Estimate of Water Requirement of Main Field Crops

- and Orchards in Iran (Field Crops). Agriculture Education Publication, Karaj, Iran. 900pp. (in Farsi).
- Fernandez, R. T., Perny, R. L., and Flore, J. A. 1997.** Drought response of young apple three rootstocks: growth and development. *Journal of American Society of Horticultural Science* 122: 14-19.
- Filla, O., Poma, T. C., and Mignani, L. 1990.** Water status growth and calcium nutrition of apple in relation to bitterpit. *Scientia Horticulturae* 42(112): 55-64.
- Gally, M., Recasens, I., Mata, M., Arbones, A., Rufat, J., Girona, J., and Marsal, J. 2003.** Effects of water deficit during stage II of peach fruit development and postharvest on fruit quality and ethylene production. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78: 324-330.
- Garcia, Y. L., Rwiz, U., and Barrerio, A. 1995.** Factors influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apple and pears. *Journal of Agricultural Gngng Research* 61: 11-18.
- Ido, S., Elfving, D. C., and Proctor, J. T. A. 1991.** Rootstock affects vegetative growth characteristics and productivity of Delicious apple. *HortScience* 26: 1145-1148.
- Irving, D. E., and Drost, J. H. 1987.** Effects of water deficit on vegetative growth, fruit growth and fruit quality in Cox Orange pippin apple. *Journal of Horticultural Science* 62: 427-432.
- Joleini, M. 2005.** Using of pressurized irrigation system in dwarf apple orchards. The first National Festival of Extension Pressurized Irrigation System. Mashhad, Iran. Page 77 (in Farsi).
- Mills, T. M., and Behboudian, M. H. 2003.** Water relation, growth, and the composition of Braburn apple fruit under deficit irrigation. *Journal of American Society of Horticultural Science* 121: 283-291.
- Mpelasoka, B. S., Behboudian, M. H., Dixont, J., Neal, S. M., and Caspari, H. W. 2000.** Improvement of fruit quality and storage of “Breaburn” apple through deficit irrigation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75: 615-621.
- Peter, M. H., and David, C. F. 1995.** Rootstock effects on shoot morphology and spur quality of delicious apple, a relationships with precocity and productivity. *Journal of American Horticultural Science* 120: 622-634.

