نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۶۲۰-۶۱۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 610-620
ISSN: 2008 - 4730

اثر تیمارهای کم آبیاری بر خصوصیات رویشی وکمیت و کیفیت سیب رقم گلدن دلیشز

عیسی ارجی[1*]- بنفشه حسنی[2]- هوشنگ قمرنیا[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۳

چکیده

از آنجائی‌که کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده است، اتخاذ روش‌های مدیریتی مناسب جهت افزایش کارائی مصرف آب می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. افزایش کارائی مصرف آب با روش‌های مختلف صورت می‌گیرد. کم آبیاری یکی از روش‌های افزایش کارائی مصرف آب می‌باشد. به همین منظور تاثیر کم آبیاری بر رشد رویشی، کمیت و کیفیت درختان ۱۰ ساله سیب رقم "گلدن دلیشز" در منطقه گهواره در استان کرمانشاه با شرایط اقلیمی معتدل در آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در طی فصل زراعی سال ۱۳۸۵ انجام شد و هر واحد آزمایشی سه اصله درخت را شامل شد. تیمارهای آبیاری شامل ۱- کم آبیاری اولیه ۴۰ درصد نیاز آبی (T1)، ۲- کم آبیاری اولیه ۶۰ درصد نیاز آبی (T2)، ۳- کم آبیاری ثانویه ۴۰ درصد نیاز آبی (T3)، ۴- کم آبیاری ثانویه ۶۰ درصد نیاز آبی (T4) و ۵- شاهد ۱۰۰ درصد نیاز آبی (T5) بودند. کم آبیاری اولیه ۵۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ خرداد ماه) شروع و به مدت۶۰ روز (تا ۲۵ مرداد ماه) ادامه یافت در حالی‌که کم آبیاری ثانویه ۱۱۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ مرداد ماه) شروع و حدود ۴۰ روز (اوایل مهر ماه) یعنی تا زمان برداشت به طول انجامید و درختان تحت تیمار شاهد هم در طول فصل رشد تا زمان برداشت به‌صورت کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) آبیاری شدند. نتایج نشان داد که صفات رویشی مانند سطح مقطع تنه تحت تاثیر تیمار کم آبیاری قرار نگرفت اما طول شاخه فصل جاری در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. حجم و وزن میوه درختان تحت تیمارهای کم آبیاری به استثنای تیمار۴۰ درصد ثانویه در مقایسه با درختان شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. عملکرد درختان تحت تیمار کم آبیاری ۶۰ درصد اولیه و ثانویه نسبت به درختان شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. تنش کم آبیاری اثرات مثبتی بر خصوصیات کیفی میوه داشت به‌طوری‌که میزان قند کل و مواد جامد محلول کل میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری در مقایسه با شاهد افزایش نشان دادند. میزان عناصر معدنی میوه از قبیل فسفر و پتاسیم تحت کم آبیاری قرار نگرفت. اما در میزان ازت میوه درختان تحت تنش کاهش معنی‌داری نسبت به درختان شاهد مشاهده شد و در میزان کلسیم بین میوه درختان شاهد و تیمار ۴۰ درصد کم آبیاری اولیه تفاوت معنی‌دار شد. کم آبیاری منجر به کاهش ۴۱، ۲۷، ۱۸و ۱۲ درصدی میزان آب مصرفی در تیمارهای ۴۰ درصد، ۶۰ درصد اولیه و ۴۰ درصد، و ۶۰ درصد ثانویه به ترتیب در مقایسه با شاهد گردید. به طور کلی کم آبیاری در درختان سیب رقم گلدن دلیشز باعث افزایش کیفیت میوه می‌گردد. لذا اعمال ۶۰ درصد نیاز آبی برای این رقم قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عناصر غذایی، عملکرد، مواد جامد محلول

مقدمه

آب یکی ازعوامل محدود کننده است که بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تاثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که کمبود آن بیشتر از سایر عوامل و تنش‌های محیطی، رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌نماید (۱۸). گاهی اوقات تنش ملایم آب اثرات سودمندی بر درخت دارد، به‌طوری‌که می‌تواند تعادل رشد رویشی را بطرف رشد زایشی تغییر دهد و همچنین مقاومت به سرما را افزایش دهد (۴). از اینرو وضعیت آب گیاه را با اتخاذ روش‌های مدیریتی مناسب می‌توان به شکلی کنترل نمود که نه تنها صدمه‌ای به گیاه وارد نگردد بلکه از نظر اقتصادی (هزینه‌های هرس، تولید با کیفیت بالا و صرفه جویی در مصرف آب) نیز بسیار با اهمیت است (۴ و ۱۵).

کم آبیاری در ابتدا به عنوان روشی برای کنترل رشد رویشی درختان میوه توسعه پیدا نمود که می‌تواند تحت شرایط محیطی مناسب مفید واقع گردد. زمان و طول دوره کم آبیاری خیلی اهمیت

۱- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه
(*- نویسنده مسئول: Email: issaarji@gmail.com)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳ - استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه

دارد یعنی شرایط باید به‌نحوی باشد که درآمد اقتصادی بیش‌تری در زمان اعمال تنش آب حاصل گردد. کم آبیاری می‌تواند اثرات سودمند دیگری مانند جلوگیری از شستشوی مواد غذایی خاک و همچنین جلوگیری از انتقال این مواد و حشره‌کش‌ها به آبهای زیرزمینی داشته باشد. معمولاً زمان اعمال کم آبیاری تنظیم شده بایستی قبل از شروع رشد سریع میوه باشد تا تنها رشد شاخه‌ها و ساختارهای رویشی درخت را کاهش دهد (۴، ۱۷، ۲۱ و ۲۶).

در آزمایشی کمبود آب (۵۰ درصد گیاهان شاهد) در مراحل اولیه رشد درختان سه ساله سیب رقم برابرن در شرایط گلخانه در نیوزیلند منجر به کاهش ۳۷ درصدی رشد شاخه‌های درختان سیب در مقایسه با درختان شاهد شد (۱۸). نتایج تحقیقات کم آبیاری اول فصل رشد تا زمان تشکیل جوانه انتهایی در شاخه بر روی سیب رقم رد دلیشز در ایالت واشینگتن نشان داد کاهش آب منجر به کاهش حدود ۵۰ درصدی در رشد شاخه‌ها گردید (۱۰).

مهم‌ترین تأثیر میزان آب بر اندازه میوه می‌باشد و عموماً میوه درختان آبیاری شده، بزرگتر هستند. در آزمایش‌هایی مشخص شد که اندازه میوه در ابتدای اعمال کم آبیاری در درختان هلو و گلابی کاهش یافت ولی با شروع آبیاری کامل رشد میوه تحریک شده و عملکرد نهائی با تیمارهای آبیاری کامل برابر گردید و در بعضی موارد عملکرد نهائی عملاً افزایش یافت (۷ و ۸).

در تحقیقی اعمال تیمار ۶۵ درصد تبخیر و تعرق آب آبیاری بر درختان سیب رقم Anna نشان داد که عملکرد حدود ۴۱/۲ و۳۸/۲ درصد به ترتیب طی سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ در مقایسه با درختان شاهد کاهش نشان داد درحالی‌که تیمار ۱۳۵ درصد تبخیر و تعرق منجر به افزایش ۷/۱ و ۶/۲ درصد عملکرد در دو سال مذکور در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال (۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق) نداشت (۱۰).

عکس‌العمل درختان به کم آبیاری بسته به نوع درخت، زمان و میزان تنش و حتی نوع سیستم آبیاری متفاوت است. به‌طوری‌که در آزمایشی روی درختان سیب محققین به این نتیجه رسیدند که اعمال تنش آب در طول فاز دوم رشد میوه سیب یعنی بزرگ شدن سلول‌های میوه، کاهش معنی‌داری در عملکرد ایجاد نمود ولی در فاز اول یعنی تقسیم سلولی بهترین عملکرد را ایجاد کرد (۲۴). در آزمایشی تحت شرایط تنش خشکی میزان اسیدیته سیب افزایش نشان داد (۲۰) در حالی‌که دیگر محققین عکس این قضیه را مشاهده نمودند. بعضی از دیگر محققین هیچ تغییری در اسیدیته میوه‌های تحت تیمارهای تنش خشکی مشاهده ننمودند (۴).

در آزمایشی تیمارهای کم آبیاری تأثیری بر مواد معطر کل و غلظت مواد معدنی میوه سیب رقم Braeburn نداشتند (۲۲ و ۲۳). در آزمایش دیگر غلظت پتاسیم در میوه‌های درختان سیب تحت تنش اولیه بیشتر از تیمار شاهد و تیمار تنش ثانویه بود (۱۸). بطور کلی اعمال کم آبیاری از چندین جهت برای درختان سیب مناسب است به طوریکه تحقیقات نشان می‌دهد این عامل باعث کاهش در رشد رویشی، افزایش در کمیت و کیفیت میوه می‌گردد از این‌رو استفاده از کم آبیاری در کشور ایران که کشوری کم آب می‌باشد هم باعث صرفه جویی در مصرف آب می‌گردد و هم می‌تواند باعث افزایش در کیفیت محصول گردد. لذا در این تحقیق اثرات تنش آب در مراحل مختلف رشدی درختان سیب (رقم گلدن دلیشز) مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این آزمایش بررسی اثرات کم آبیاری در مراحل اولیه و انتهایی رشد میوه بر صفات رویشی و زایشی درختان سیب گلدن دلیشز و در نهایت تعیین بهترین تیمار کم آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در طی فصل رویشی از خرداد تا اوائل مهرماه سال ۱۳۸۵ در باغی واقع در منطقه گهواره از شهرستان دالاهو استان کرمانشاه (ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا) در ۱۲۰ کیلومتری شهرستان کرمانشاه انجام گردید. در این باغ درختان سیب رقم گلدن دلیشز ۱۰ ساله تربیت شده به صورت جامی با پایه بذری و فواصل ۴×۴ متر کشت شده بودند. نحوه آبیاری بصورت نهری بود. این منطقه از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی جزء مناطق معتدل کوهستانی به حساب می‌آید که متوسط بارندگی ۴۷۶ میلی‌متر و متوسط دمای حداقل و حداکثر در آن به ترتیب ۳۱ و ۸- درجه سانتی‌گراد در سال می‌باشد. حداقل و حداکثر دما در طول تحقیق به ترتیب ۱۳/۵ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد بود. خصوصیات خاک باغ به شرح جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک باغ مورد آزمایش
Table 1- Some of soil properties of experimental orchard

مشخصات Properties	پارامترها Parameters
Clayرسی	Soil Texture بافت خاک
22	Sand (%) درصد شن
35.8	Silt (%) درصد سیلت
42.2	Clay (%) درصد رس
14.8	P (ppm) فسفر
430	K (ppm) پتاسیم
2.76	Organic Carbon(%) درصد کربن آلی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در طی فصل زراعی سال ۱۳۸۵ انجام شد و هر واحد آزمایشی سه اصله درخت را شامل شد. تیمارهای آبیاری شامل ۱- کم آبیاری اولیه،۴۰ درصد نیاز آبی (T1)، ۲- کم آبیاری اولیه،۶۰ درصد نیاز آبی (T2)، ۳- کم آبیاری ثانویه، ۴۰ درصد نیاز آبی (T3)، ۴- کم آبیاری ثانویه،۶۰ درصد نیاز آبی (T4) و ۵- شاهد ۱۰۰ درصد نیاز آبی (T5)

بوند. کم آبیاری اولیه ۵۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ خرداد ماه) شروع و به مدت۶۰ روز (تا ۲۵ مرداد ماه) ادامه یافت در حالی‌که کم آبیاری ثانویه ۱۱۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ مرداد ماه) شروع و حدود ۴۰ روز (اوایل مهر ماه) یعنی تا زمان برداشت به طول انجامید و درختان تحت تیمار شاهد هم در طول فصل رشد تا زمان برداشت بصورت کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) آبیاری شدند.

برای اعمال کم آبیاری و تشخیص دبی و بر آورد آب مورد نیاز از اطلاعات سند ملی مدیریت آب کشور استفاده شد (۱) که در آن نیاز خالص آبیاری محصولات باغی و زراعی برای هر استان و شهرستان در ماه‌های مختلف در هر دهه از ماه مشخص شده است. در این تحقیق از نیاز خالص آبیاری استان کرمانشاه و دشت اسلام آبادغرب استفاده شد. نحوه عمل بدین صورت بود که در ابتدا دبی آبی که در هر دور آبیاری وارد باغ می‌شد با استفاده از سرریز بدست می‌آمد. با اندازه‌گیری ارتفاع آب عبور نموده از روی سرریز (H) و قرار دادن آن (H) در فرمول زیر دبی آب محاسبه می‌شد.

$$Q=0.0184.L.H^{3/2}$$

Q=دبی آب برحسب لیتر در ثانیه

L=طول تاج سریز بر حسب سانتی‌متر

H= ارتفاع آب بر حسب سانتی‌متر

سپس از روی دبی و نیاز خالص آبیاری (سندملی) مدت زمان لازم برای آبیاری تیمار مورد نظر بدست می‌آمد:

$$Q.t = di.a$$

Q= دبی آب (متر بر ثانیه)

t= ثانیه

di= نیازخالص آبیاری (متر)

a = مساحت تیمار مورد نظر (مترمربع)

بنابراین در هر دور آبیاری دبی برای همه تیمارها ثابت بود فقط زمان آبیاری برای هر تیماری متغیر بود. لازم بذکر است که ۱۰۰ درصد میزان آب مورد نیاز تعیین شده درسند ملی در فرمول بالا، برای تیمار شاهد منظور می‌شد. برای اعمال تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد کم آبیاری اولیه و ثانویه به ترتیب ۴۰ و ۶۰ درصد مقدار شاهد در فرمول قرار داده و بدین ترتیب تنش اعمال می‌شدند.

به منظور بررسی اثرات مقادیر مختلف آب در طول و انتهای دوره آزمایش صفت‌های رشدی مانند طول شاخه، سطح مقطع تنه، حجم میوه، وزن میوه و عملکرد اندازه گیری شدند. محتوای نسبی آب برگ (RWC)، مواد جامد محلول کل (TSS) با استفاده از رفراکتومتر، قندکل (TSC) با تیتراسیون میزان قند قبل از هیدرولیز و بعد از هیدرولیز، عناصرغذائی ازت، فسفر، پتاسیم و کلسیم موجود در میوه سیب مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن به انجام رسید و از نرم افزار Excel برای تهیه گراف‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

رشد رویشی

نتایج این پژوهش نشان داد که طول شاخه‌های فصل جاری درختان، تحت تاثیر کم آبیاری در مقایسه با درختان شاهد کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۲) و با افزایش شدت تنش میزان رشد شاخه‌ها، کاهش معنی‌داری در مقایسه با درختان شاهد نشان دادند به‌طوری‌که در هر دو نوع تنش (کم آبیاری اولیه و ثانویه) درصد کاهش رشد شاخه در تیمارهای ۴۰ درصد اولیه و ثانویه بیشتر بود و نکته دیگر اینکه درصد کاهش رشد شاخه در درختان تحت کم آبیاری اولیه بیشتر از ثانویه بود، از اینرو علاوه بر شدت تنش، زمان اعمال کم آبیاری در کاهش رشد شاخه می‌تواند موثر باشد. در این پژوهش کم آبیاری اولیه مصادف با اوائل تابستان و اوج رشد رویشی و کم آبیاری ثانویه مصادف با بزرگ شدن اندازه میوه و شروع رسیدن بود. از اینرو تنش اولیه تأثیر بیشتری در کاهش رشد شاخه‌ها داشت. کنترل رشد رویشی درخت از جمله رشد شاخه‌ها از طریق کم آبیاری امکان پذیر است. نتایج بدست آمده در این پژوهش با اظهارات میلز و همکاران (۱۸) در خصوص تاثیر کم آبیاری بر کاهش رشد شاخه در درختان سیب مطابقت داشت. چنین پدیده‌ای برای درختان گلابی (۳)، نارنگی کلمانتین (۱۱) و هلو (۵) نیز گزارش شده است.

بر خلاف رشد شاخه، رشد تنه در سراسر فصل ادامه دارد اگرچه میزان آن بطئی می‌باشد. بنابراین کمبود شدید آب در هر زمانی از فصل ممکن است رشد تنه را کاهش دهد (۱۸). با توجه به کند بودن رشد تنه رژیم‌های مختلف آبیاری بر سطح مقطع تنه تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول۲). تاثیر کم آبیاری بر سطح مقطع تنه در این پژوهش با نتایج دو ساله تحقیقات دومینگو و همکاران (۹) روی لیمو و نتایج سال اول آزمایش چالمرز (۷) روی گلابی مطابقت داشت، اما با نتایج چند ساله میلز و همکاران (۱۸) روی سیب و اینتریالیولو و کستل (۱۳) روی آلوی ژاپنی مغایرات داشت. با توجه به این‌که این نتایج در یک سال بوده است لذا میزان کم آبیاری برای کاهش سطح مقطع تنه آنقدر زیاد نبوده که تأثیر معنی‌داری داشته باشد.

حجم میوه

حجم میوه درختان تحت کم آبیاری اولیه در مقایسه با درختان تحت کم آبیاری ثانویه و شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند. بیشترین درصد کاهش حجم میوه در درختان تحت کم آبیاری ثانویه در مقایسه با شاهد مشاهده گردید به‌طوری‌که حجم میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری ۴۰ و ۶۰ درصد اولیه و ۴۰ و ۶۰ درصد ثانویه نسبت به شاهد به ترتیب ۴/۳۴، ۱/۰۵، ۱۱/۸۳ و ۷/۲۶ درصد کاهش یافتند (شکل۱).

جدول ۲- تاثیر میزان کم آبیاری بر رشد طول شاخه و سطح مقطع تنه درختان سیب گلدن دلیشز در طی آزمایش

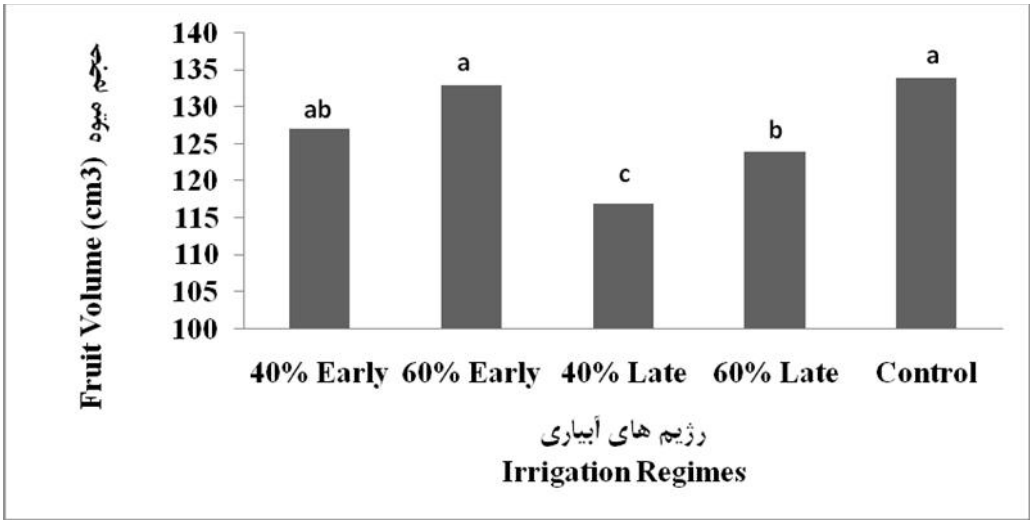
Table 2- Effect of deficit irrigation on shoot growth and trunk cross sectional area in Golden delicious apple trees during experiment

تیمارTreatment	طول شاخه (cm) Shoot Length			سطح مقطع تنه(cm^2) Trunk Cross Sectional Area		
	۲۵ خرداد 15 Jun	۲۵ مرداد 16 Aug	۵ مهر 27 Sept	۲۵ خرداد 15 Jun	۲۵ مرداد 16 Aug	۵ مهر 27 Sept
40% Early	6.26 e	6.36 e	7.16 cde	365.9 f	373 ef	373 ef
40% Late	6.35 e	7.09 de	8.37 b	485.09 b	495.5 ab	508.8 b
60% Early	6.18 e	6.59 e	8.07 bcd	377.1 ef	384.6 def	384.6 ef
60% Late	6.56 e	8.32 b	8.79 b	333.5 g	343.75 g	343.75 g
Control 100%	6.41 e	8.17 bc	11.74 a	385.35 cde	398.2 cd	400.15 c

* اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

این کاهش در تیمارهای ۴۰ درصد و ۶۰ درصد اولیه در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار نبود درحالی‌که کاهش حجم میوه تحت تیمارهای ۴۰ درصد و ۶۰ درصد ثانویه در مقایسه با شاهد و دو تیمار کم آبیاری اولیه معنی‌دار بود. رشد میوه به مقدار زیادی به میزان آب قابل دسترس بستگی دارد و جذب آب بوسیله میوه ها بستگی به اختلاف پتانسیل آب بین میوه و گیاه دارد (۱۴). نتایج بدست آمده از این پژوهش با گزارش ایبل و همکاران (۱۰) روی سیب مطابقت داشت، آنها اظهار داشتند که تیمارهای کم آبیاری (تنش آبی) حجم میوه را کاهش می‌دهند بجز زمانی که درختان محصول سبک داشته باشند زیرا بار محصول روی حجم میوه درختان تاثیر می‌گذارد، همچنین این نتایج با نتایج بدست آمده توسط دومینگو و همکاران (۹) روی لیمو مطابقت داشت. از آنجائی‌که در درختان میوه رشد رویشی درخت در زمان رشد اولیه میوه زیاد است و رشد میوه در این زمان کم است، لذا اعمال کم آبیاری در رشد نهایی میوه زیاد موثر نیست (۷)، از اینرو تیمارهای کم آبیاری اولیه تاثیر کمتری در مقایسه با تیمارهای ثانویه داشتند و بعد از رفع کم آبیاری و اعمال آبیاری کامل سرعت رشد در میوه‌های تحت کم آبیاری اولیه بیشتر بوده و در مقایسه با شاهد کاهش حجم میوه کمتری مشاهده گردید.



شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر حجم میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 1- Effects of irrigation regimes on fruit volume (cm^3) (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

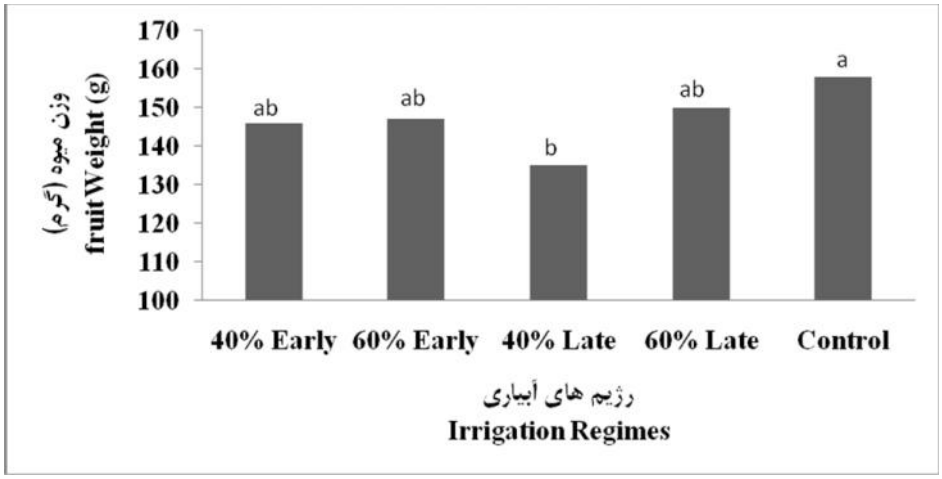
وزن میوه

مطابق شکل (۲) تأثیر تیمار آبیاری بر وزن میوه بسیار معنی‌دار بود. وزن میوه تحت تاثیر کم آبیاری ۴۰ درصد ثانویه نیاز آبی در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد، درحالی‌که تیمارهای کم آبیاری اولیه و همچنین تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. درصد کاهش وزن میوه در تیمارهای تحت کم آبیاری اولیه، ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و تیمارهای کم آبیاری ثانویه ۴۰ درصد و ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به شاهد به ترتیب ۷/۶۹، ۶/۵۵، ۱۳/۹۹، ۴/۹۶ درصد بود. درصد کاهش وزن میوه در تیمارهای کم آبیاری شدید ثانویه نسبت به تیمارهای کم آبیاری شدید اولیه نیز بیشتر بود که نشان می‌دهد در صورت این‌که کم آبیاری در مراحل اولیه رشد میوه تاثیر معنی‌داری بر رشد میوه ندارد. بیشترین وزن میوه را آب تشکیل می‌دهد بنابراین اعمال کم آبیاری متوسط و ملایم‌تر در اوائل فصل به درختان، نسبت آب میوه را کاهش داده و همین امر باعث کاهش کمتر وزن میوه شده است، که در نتیجه جذب آب بیشتر بعد از رفع اعمال تنش می‌باشد (۱۸). نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط میلز و همکاران (۱۹) روی درختان گلابی مطابقت داشت. آنها اظهار داشتند که درصد کاهش وزن میوه در درختان تحت کم آبیاری ثانویه بیشتر از کم آبیاری اولیه می‌باشد. به‌طوری‌که در این پژوهش تحت تنش شدیدتر چنین حالتی پیش آمد ولی با نتایج میلاسوکا و همکاران (۲۲) و میلز و همکاران (۱۸) و (۲۰) روی درختان سیب از جهاتی مطابقت و در برخی جهات مغایرت داشت آنها هم به این نتیجه رسیده بودند که میوه درختان سیب تحت کم آبیاری وزن میوه آن‌ها نسبت به شاهد کاهش بیشتری دارد و همچنین درصد کاهش وزن میوه در درختان تحت تنش اولیه بیشتر از تنش ثانویه بود. اما در این پژوهش مشاهده شد که این پدیده تحت شرایط تنش شدید حاکم بود درحالی‌که تحت تنش ملایم‌تر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تنش ملایم منجر به افزایش پدیده اسمز در گیاه شده و بعد از رفع کم آبیاری درختان مجدداً آب بیشتری را جذب نموده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اختیار میوه‌ها قرار داده به طوری‌که از رشد بهتری برخوردار خواهند شد.

عملکرد

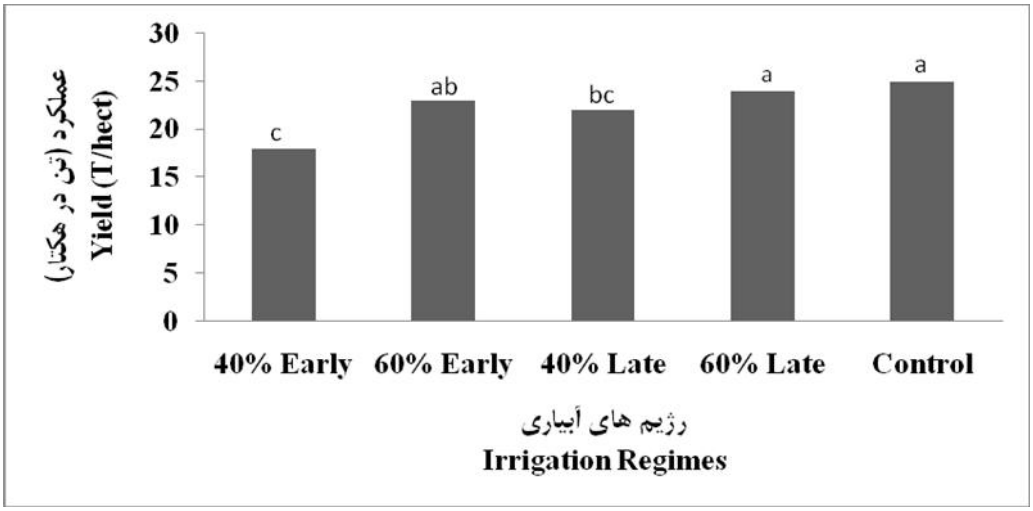
عملکرد درختان تحت شرایط کم آبیاری در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌دار داشتند (شکل۳). کمترین عملکرد در تیمار ۴۰ درصد اولیه و ثانویه بود و دارای تفاوت معنی‌دار با شاهد و تیمار ۶۰ درصد ثانویه بودند. درصد کاهش عملکرد در تیمارهای ۴۰ درصد اولیه،۴۰ درصد ثانویه ۶۰ درصد اولیه،۶۰ درصد ثانویه نسبت به شاهد به ترتیب ۲۸، ۱۲، ۸ و ۴ درصد بود.

زمان اعمال تنش کم آبیاری و میزان آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و اثرات مختلفی بر درختان میوه دارد، به‌طوری‌که اعمال تنش آب در فاز اول رشد میوه با شدت زیاد منجر به کاهش معنی‌دار نسبت به شاهد می‌گردد، درحالی‌که تنش ملایم‌تر در فاز اول رشد میوه منجر به تفاوت معنی‌دار نسبت به شاهد نمی‌شود. چنین پدیده‌ای با شدت کمتری با اعمال کم آبیاری در طول فاز دوم رشد میوه یعنی بزرگ شدن سلول‌های میوه وجود دارد، به‌طوری‌که تنش شدید باعث کاهش معنی‌دار و تنش ملایم‌تر بی‌معنی بود. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج و گزارشات نصر و میچلیا (۲۴) میلاسوکا و همکاران (۲۲) روی درختان سیب و ژینستار و کستل (۱۱) روی درختان نارنگی کلمانتین، بهبودیان و لاوز (۳) روی درختان گلابی آسیایی و گلدهامر و ویورو (۱۲) روی درختان بادام مطابقت داشت.



شکل ۲- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر وزن میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 2- Effects of irrigation regimes on fruit weight (g) (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۳- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 3- Effects of irrigation regimes on yield (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

محتوی نسبی آب برگ

تغییرات محتوای نسبی آب برگ در طول دوره کم آبیاری و پس از آبیاری مجدد برای هر کدام از تیمارها نشان از تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد با درختان شاهد داشت (جدول ۳). مطابق جدول (۳) محتوای نسبی آب برگ در طی سه مرحله اندازه‌گیری در طی فصل رویشی نشان داد، در مرحله اول اندازه‌گیری که در طی کم آبیاری اولیه و به فاصله ۹ روز پس از آبیاری صورت گرفت تیمارهای تحت کم آبیاری اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) کاهش معنی‌داری در محتوای نسبی آب برگ در سطح یک درصد در مقایسه با تیمارهای تحت کم آبیاری ثانویه و شاهد نشان دادند، چرا که تیمارهای ثانویه و شاهد به طور ۱۰۰ درصد نیاز آبی آبیاری می‌شدند. دو مرحله دیگر اندازه‌گیری همزمان با اعمال کم آبیاری ثانویه بود به‌طوری‌که میزان آب برگ در درختان تحت تیمارهای کم آبیاری ثانویه (۴۰ و ۶۰ درصد ثانویه) کاهش معنی‌داری در صفت مذکور در مقایسه با تیمارهای تحت کم آبیاری اولیه و شاهد نشان دادند. با انجام آبیاری مجدد تیمارهای کم آبیاری اولیه هنگام اعمال کم آبیاری ثانویه، محتوای آب برگ این درختان به حد گیاهان شاهد رسید. در مرحله اول اندازه‌گیری بیشترین کاهش در محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۴۰ درصد اولیه مشاهده گردید و در مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری، بیشترین کاهش در محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۴۰ درصد ثانویه مشاهده شد.

همچنین درختان سیب تحت تیمارهای کم آبیاری قدرت بهبود بالایی در میزان نسبی آب برگ بعد از آبیاری مجدد داشتند به‌طوری‌که در دوره اعمال کم آبیاری ثانویه، محتوای نسبی آب برگ درختان تحت کم آبیاری اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد اولیه) به حد گیاهان شاهد رسید.

جدول ۳- تاثیر میزان کم آبیاری بر محتوای نسبی آب برگ درختان سیب گلدن دلیشز در طی آزمایش

Table 3- Effect of deficit irrigation on relative water content in Golden delicious apple trees during experiment

تیمار Treatment	درصد محتوای نسبی آب برگ Leaf Relative Water Content%		
	۲۵ خرداد 15 Jun	۲۵ مرداد 16 Aug	۵ مهر 27 Sept
40% Early	58 e*	83.67 ab	85 a
40% Late	78.33 abc	63.33 de	65.33 de
60% Early	65.33 de	83.67 ab	85 a
60% Late	78.33 abc	71.67 cd	76.33 bc
Control 100%	78.33 abc	83.67 ab	85 a

* اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

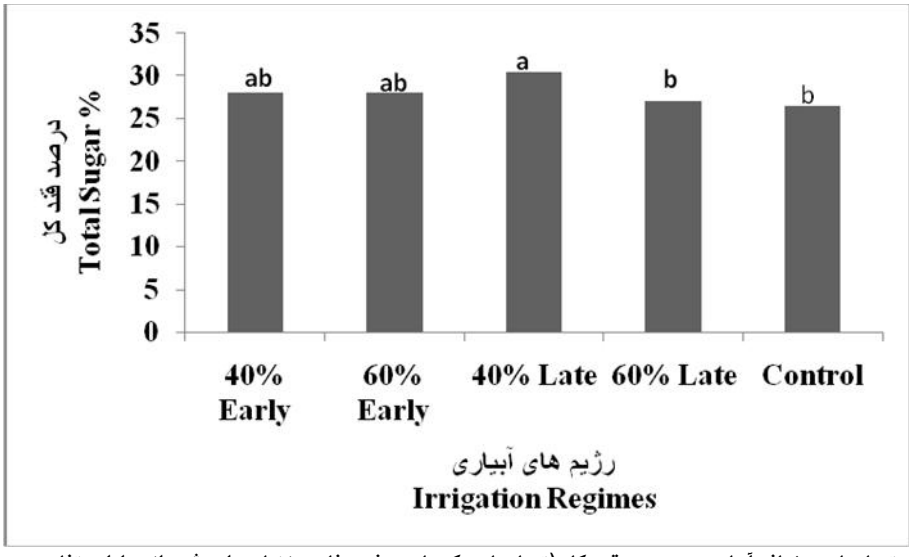
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

میزان قند

میزان قند کل میوه درختان تحت تاثیر کم آبیاری اولیه و ثانویه در مقایسه با شاهد در سطح یک درصد افزایش معنی‌دار نشان دادند، به‌طوری‌که میوه‌های تحت تیمار ۴۰ درصد ثانویه بیشترین و میوه‌های تحت تیمار شاهد دارای کمترین درصد قند بودند و بطور کلی کم آبیاری بین ۱/۸ تا ۱۵ درصد باعث افزایش میزان قند کل در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۴). با افزایش شدت تنش، میزان قند کل نیز افزایش بیشتری یافت، همچنین درصد میزان قند میوه در درختان شاهد نسبت به تنش اولیه و ثانویه کمتر بود. تغییر در میزان کربوهیدرات‌ها در گیاهان نشان دهنده آن است که تنش تاثیر مهمی بر میزان کربوهیدرات‌ها در گیاهان دارد، به‌طوری‌که تنش آب باعث می‌شود که کربوهیدرات‌های مرکب به کربوهیدرات‌های ساده تجزیه شوند یعنی تبدیل نشاسته به قندهای ساده تحت این شرایط تسریع خواهد شد، این می‌تواند دلیل بر افزایش قند کل در میوه درختان تحت تنش نسبت به شاهد باشد (۱۶). اصولاً تجمع کربوهیدرات‌ها باعث تنظیم اسمزی سلول‌ها می‌شود، با این عمل سبب نگهداری آماس سلول‌ها در کمبود آب می‌گردد. در حقیقت یک نوع پاسخ به تنش آب محسوب می‌شود (۲). نتایج این پژوهش درمورد قند کل میوه با گزارش نصر و میچلیا (۲۴) و مپلاسوکا و همکاران (۲۳) و میلز و همکاران (۱۸) روی میوه درختان سیب و همچنین با نتایج بهبودیان و میلز (۴) روی میوه درختان گلابی مطابقت دارد.

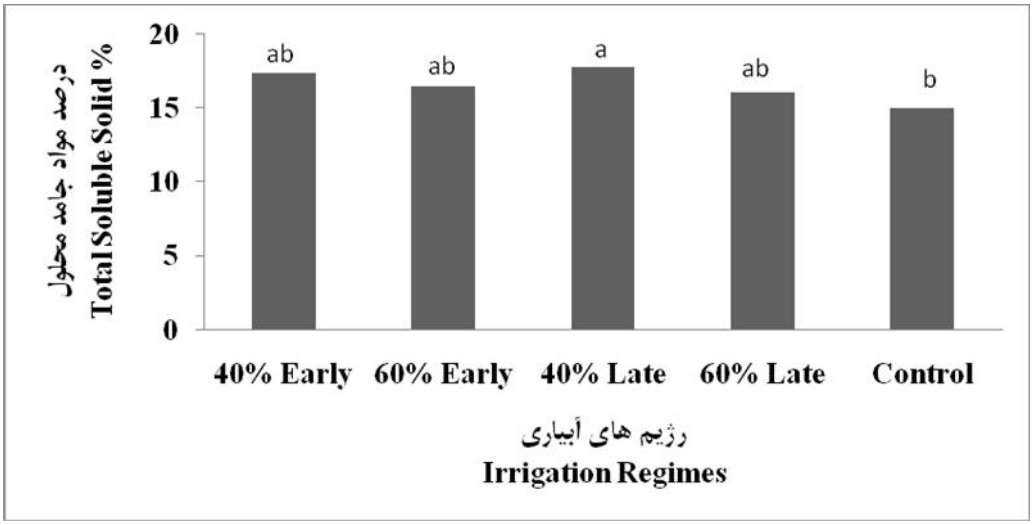
میزان مواد جامد محلول میوه (TSS)

میزان مواد جامد محلول میوه (TSS) درختان تحت تاثیر کم آبیاری اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) و ثانویه (۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۶، ۱۰، ۱۸/۶ و ۷/۳ درصد افزایش یافت. بیشترین میزان مواد جامد محلول (TSS) در میوه تحت تیمار ۴۰ درصد ثانویه و کمترین میزان آن تحت تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۵). مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته بطور قابل ملاحظه روی چشایی سیب تأثیر دارد، در این پژوهش تیمارهای کم آبیاری تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول میوه در مقایسه با شاهد به استثنای تیمار ۴۰ درصد ثانویه نداشت. اما مطابق شکل (۵) درصد مواد جامد محلول میوه درختان تحت تنش اولیه و ثانویه نسبت به شاهد بیشتر بود. نتایج این پژوهش در میزان مواد جامد محلول سیب با نتایج میلز و همکاران (۱۹) روی سیب و بهبودیان و میلز (۴) روی گلابی آسیایی مغایرت داشت، اما با اظهارات چالمرز و همکاران (۸) روی درختان هلو مطابقت داشت. از آنجائی‌که کم آبیاری منجر به کاهش رشد در میوه می‌گردد و از طرفی میوه به خاطر مقابله به تنش کم آبی مقادیر بیشتری از کربوهیدرات‌ها را در خود تجمع می نماید، لذا میزان مواد جامد محلول در میوه افزایش می‌یابد. در این پژوهش چنین پدیده‌ای مشاهده گردید.



شکل ٤- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر درصد قند کل (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 4- Effects of irrigation regimes on total sugar (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۵- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر درصد مواد جامد محلول (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

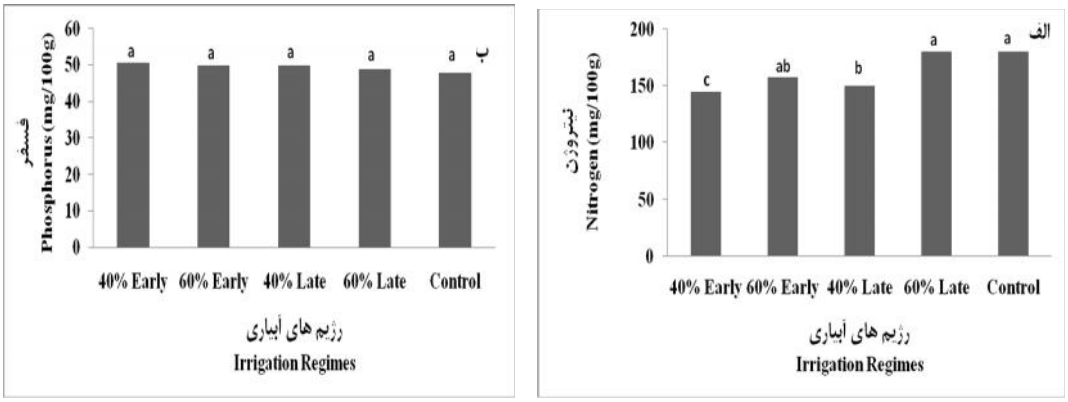
Figure 5- Effects of irrigation regimes on total soluble solid (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

عناصر غذایی

میزان نیتروژن میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد در مقایسه با میوه درختان شاهد نشان داد به‌طوری‌که این میزان تحت تیمارهای اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد) و ثانویه (۴۰ و ۶۰ درصد) در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۲، ۱۳/۲، ۱۶/۵ و ۱/۷ درصد کاهش یافت (شکل ۶ الف). کمترین میزان نیتروژن در تیمار ۴۰ درصد اولیه و بیشترین میزان در تیمار شاهد مشاهده گردید.

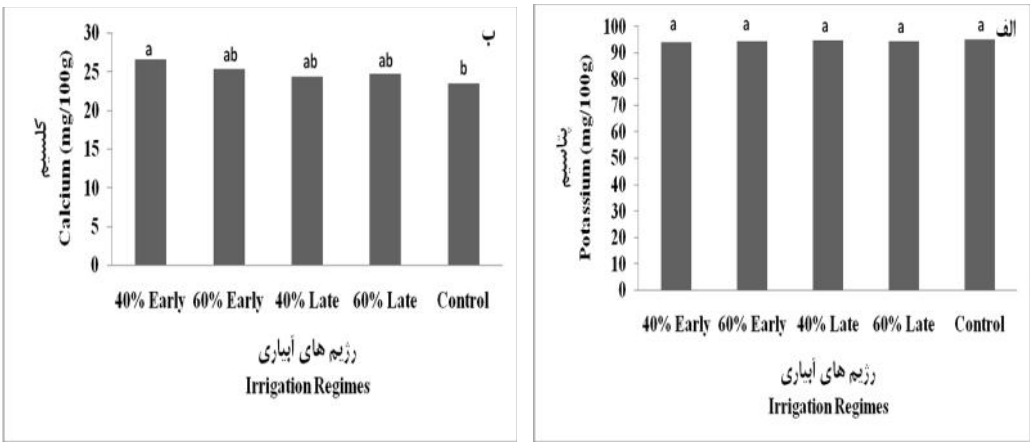
اما درخصوص میزان فسفر بر عکس در تیمارهای تنش مقدار فسفر بالاتر از شاهد بود ولی این افزایش معنی‌دار نبود (شکل ۶ ب).

تیمارهای کم آبیاری بر میزان پتاسیم تاثیر معنی‌داری نداشتند، اما در مورد کلسیم این پدیده حاکم نبود و میزان کلسیم در میوه درختان شاهد کمتر از بقیه تیمارها بود و در حالت شدید تر نسبت به تیمار شدید ۴۰ درصد اولیه کاهش معنی‌دار نشان داد.



شکل ٦- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان عناصر ازت (الف) و فسفر (ب) میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

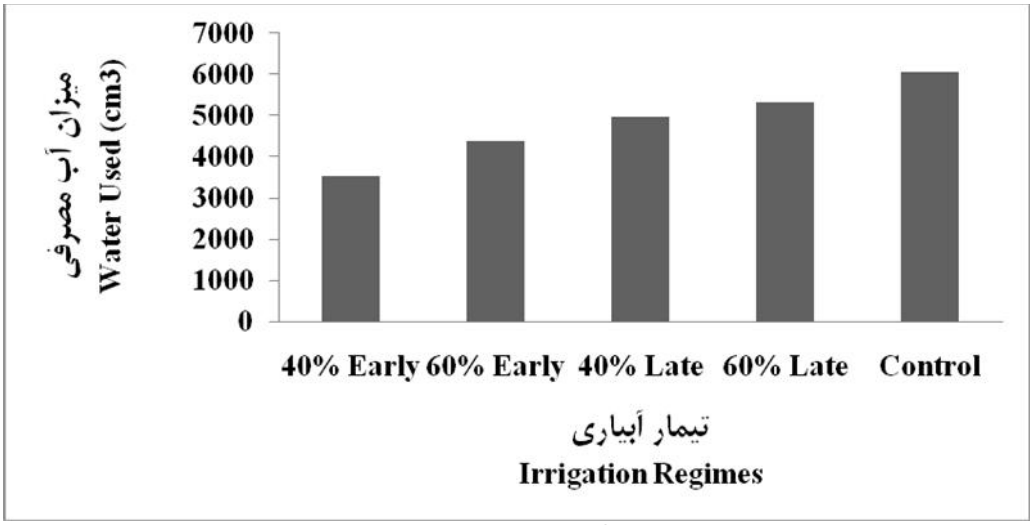
Figure 6- Effects of irrigation regimes on Nitrogen (a) and Phosphorus (b) content of fruit (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)



شکل ۷- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان عناصر پتاسیم (الف) و کلسیم (ب) میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 7- Effects of irrigation regimes on Potassium (a) and Calcium (b) content of fruit (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

نتایج بدست آمده در مورد عناصر مذکور با نتایج گزارش شده میلز و همکاران (۱۹) و میلاسوکا و همکاران (۲۲) بر روی درختان سیب و همچنین گزارشات بهبودیان و لاوز (۳) روی درختان گلابی مطابقت داشت. آنها اظهار داشتند که تاثیر تیمارهای آبیاری بر تغییرات میزان عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم تاثیر معنی‌داری ندارد. نتایج بدست آمده در مورد نیتروژن در این پژوهش با گزارشات میلز و همکاران (۱۹) روی درختان سیب و گلابی مطابقت داشت آن‌ها اظهار نمودند که تیمارهای آبیاری تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن میوه می‌گذارد. نتایج این پژوهش در مورد نیتروژن با اظهارات میلاسوکا و همکاران (۲۲) روی درختان سیب مغایرت داشت، به گفته آن‌ها تیمارهای آبیاری تاثیر معنی‌داری بر عناصر معدنی از جمله نیتروژن ندارند.



شکل ۸- میزان مصرفی آب (m^3) در یک هکتار باغ تحت تیمارهای مختلف آبیاری

Figure 8- Water used (cm3) in a hectare under different irrigation regimes

نتایج متغییری در تاثیر کم آبیاری بر میزان کلسیم به دلیل زمان اعمال کم آبیاری و یا سیستم انتقال آن در درخت مشاهده شده است. نتایج تحقیقات کم آبیاری روی گلابی نشان داد که میوه درختان تحت سیستم کم آبیاری دارای میزان ازت پایین و کلسیم بالاتری در مقایسه با درختان شاهد بودند (۶ و ۲۵). از آنجائی‌که کم آبیاری منجر به کاهش رشد رویشی می‌گردد، قدرت جذب میوه برای کلسیم بیشتر

شده به‌طوریکه این پدیده در گلابی مشاهده شده است (۲۵). از این‌رو نتایج این پژوهش با یافته‌های برون و همکاران (۶) و رائز (۲۵) مطابقت داشت.

میزان آب مصرفی برای یک هکتار باغ در تیمار شاهد طی خرداد تا شهریور ۶۰۷۰/۹۱ متر مکعب بود، اما با اعمال کم آبیاری این میزان مصرف کاهش یافت. میزان کاهش آب مصرفی برای تیمارهای کم آبیاری ۴۰ و ۶۰ درصد اولیه، ۴۰ و ۶۰ درصد ثانویه به ترتیب۴۱/۷، ۲۷/۸، ۱۸/۳ و ۱۲/۲ درصد نسبت به شاهد بود که کاهشی قابل ملاحظه بود (شکل ۸). میزان آب مصرفی در شکل نشان داده شده است به‌طوری‌که از ۳۵۳۸ متر مکعب در تیمار ۴۰ درصد اولیه تا حدود ۶۰۷۱ متر مکعب در تیمار شاهد متغییر بود. بنابراین با بکارگیری سیستم کم آبیاری می‌توان سطح زیرکشت باغات را افزایش داده و مصرف آب را بهینه سازد.

نتیجه گیری کلی

بطورکلی با توجه به بررسی‌ها و نتایج بدست آمده و بر اساس شرایط کم آبی حاکم بر کشور پیشنهاد می‌گردد از کم آبیاری ملایم در پرورش درختان سیب استفاده شود، که می‌تواند کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب آبیاری درختان سیب داشته باشد. از اینرو بر اساس اینکه در پژوهش حاضر درختان تحت تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی اولیه و ثانویه تفاوت معنی‌داری از لحاظ صفات وزن میوه، عملکرد میوه در هکتار در مقایسه با درختان شاهد نداشتند و همچنین افزایش صفات کیفی مانند میزان قند و مواد جامد محلول میوه و کاهش مصرف آب در مقایسه با تیمار شاهد داشتند، لذا اعمال ۶۰ درصد آبیاری نه تنها برای درختان سیب مضر نیست بلکه می‌تواند مفید باشد.

منابع

1- Anon. 2008. Plant water requirement, cultivation pattern and irrigation efficiency. Iranian national water document. Jehad Agricultural Minstry.

2- Atkinson J.C., Policarpo M., Webster A.D., and Kuden A.M. 1999. Drought tolerance of apple rootstocks: production and partitioning of dry matter. Plant and Soil, 206: 223- 235.

3- Behboudian M.H., and Lawes G.S. 1994. Fruit quality in Nijisseiki Asian pear under deficit irrigation. Horticultural Science, 22: 393 – 400.

4- Behboudian M.H., and Mills T.M. 1997. Deficit irrigation in deciduous orchard. P. 105-131. In J. Janik (ed.) Horticultural Review, Vol. 21, John Wiley & Sons, Inc. New York.

5- Boland A.M., Mitchell P.D., Jerie P.H., and Goodwin I. 1993. The effect of regulated deficit irrigation on tree water use and growth of peach. Journal of Horticultural Science, 68(2): 261 – 274.

6- Brun C.A., Raese J.T., and Stahly E.A. 1985. Seasonal response of ‘Anjou’ pear trees to different irrigation regimes. II. Mineral composition of fruit and leaves, fruit disorder and fruit set. Journal of the American Society of Horticultural Science, 110:835-840.

7- Chalmers D.J. 1989. A physiological examination of regulated deficit irrigation. New Zealand Journal of Agricultural Science, 23: 44- 48.

8- Chalmers D.J., Mitchell P.D., and Jerie P.H. 1985. The relation between irrigation growth and productivity of peach trees. Acta Horticulturae, 173: 283 – 288.

9- Domingo R., Ruiz- Sanchez M.C., Sanches-Blanco M.J., and Torrecillas A. 1996. Water relation, growth and yield of Finolemon trees under regulated deficit irrigation. Irrigation Science, 16(3):115 – 123.

10- Ebel R.C., Proebsting E.L., and Evans G. 1995. Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation. HortScience, 30(6): 1229 – 1232.

11- Ginestar C., and Castel J.R. 1996. Responses of young Clementine citrus trees to water stress during different phonological periods. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 71(4): 551- 560.

12- Gold Hamer D.A. and Vivero M. 2000. Effect of preharvest irrigation cut off duration and post harvest water deprivation on almond tree performance. Irrigation Science, 19(3): 125 – 131.

13- Intrigliolo D.S., and Castel J.R. 2005. Effects of regulated deficit irrigation on growth and yield of young Japanese plum tree. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80(2): 177- 182.

14- Irving D.E., and Drost J.H. 1987. Effects of water deficit on vegetative growth and fruit quality in Cox s Orange Pippin apple. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 62(4): 427 – 432.

15- Jones H.G., Lakso A.N., and Syvertsen J.P. 1985. Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit tree. p. 301-344. In J. Janik (ed.) Horticultural Review, Vol. 7, John Wiley & Sons, Inc. New York.

16- Kramer P.J. 1983. Water deficits and plant growth. In: Water Relation of Plants, pp: 342 – 366.

17- Mannini P., and Zinoni F. 1993. The possibility of applying regulated deficit irrigation to peach orchards in the Emilia Romagna region. Acta Horticulturae, 335: 569- 573.

18- Mills T.M., Behboudian M.H. and Clothier B.E. 1996. Water relation growth and composition of Braeburn apple fruit under deficit irrigation. Journal of the American Society for Horticultural Science, 121(2): 286- 291.
19- Mills T.M., Behboudian M.H, Tan P.Y. and Clothier B.E. 1994. Plant water status and fruit quality in Braeburn apple. HortScience, 29(11): 1274- 1278.
20- Mills T.M., Clothier B.E. and Behboudian M.H. 1997. The water relations of Braeburn apple fruit grown under deficit irrigation.Acta Horticulturae, 446: 385- 392.
21- Monneweux P. and Belhassan E. 1996. The diversity of drought adaptation in the wide. Plant Growth regulation, 20: 85- 92.
22- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H., Dixon J., Neal S.M. and Caspari H.W. 2000. Improvement of fruit quality and storage potential of Braeburn apple through deficit irrigation. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(5): 615- 621.
23- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H. and Ganesh S. 2001. Fruit quality attributes and their interrelation ships of Braeburn apple in response to deficit irrigation and to crop load. Gartenbauwissenschaft, 66: 247- 253.
24- Nasr Z. and Michlia N.B. 2002. Deficit irrigation to reduce stalinizations in an apple orchard. Acta Horticulturae, 573: 283- 287.
25- Raese J.T. 1985. Nutrition practices to improve quality of “Anjou” pears discussed. Goodfruit Grower, 36:42-44.
26- Strabbioli G. 1992. The influence of regulated deficit irrigation (RDI) on the growth and productivity of peach trees. Acta Horticulturae, 315: 211- 217.