مجله علوم و فنون باغباني ايران جلد ۱۱ شماره ۲ صفحه هاي ۱۷۵ تا ۱۸۶ (۱۳۸۹)

تغييرهاي كيفي پس از برداشت ميوه گوجه‌فرنگي در شرايط كم آبي[۱]

CHANGES IN POSTHARVEST QUALITY OF TOMATOES UNDER WATER DEFICIENCY

مريم حقيقي و محمدحسين بهبوديان[۲]

چكيده

كاهش ميزان آب آبياري مي تواند باعث صرفه‌جويي در آب و هزينه‌هاي توليد و در بعضي شرايط افزايش كيفيت ميوه گوجه‌فرنگي شود. اما آگاهي در مورد اثرهاي كاهش ميزان آبياري بر ويژگي هاي كيفي ميوه مانند از دست دهي آب ميوه پس از برداشت، رنگ، تراوايي غشا و كيفيت پس از برداشت ميوه ضروري است. در اين ارتباط مطالعه گلخانه‌اي جهت كشت گوجه‌فرنگي و اعمال تيمار خشكي جزئي منطقه ريشه (PRD)[۳] (ميزان آب آبياري نسبت به روش متداول كاهش يافته و در هر نوبت آبياري يک سمت ريشه اعمال مي شود) در مقايسه با آبياري كامل انجام شد و ويژگي هاي كيفي ميوه پس از برداشت مورد بررسي قرار گرفت. نتايج نشان داد ويژگي هاي كيفي گوجه فرنگي مانند رنگ، مواد جامد محلول كل، پتانسيل اسمزي ميوه، سرعت قرمز شدن ميوه ها به ازاي تعداد روز پس از كاشت (نرخ قرمز شدن) در تيمار PRD بيشتر از شاهد بود. نتايج به دست آمده سير نزولي تراوايي غشا و ميزان از دست دهي آب ميوه با گذشت زمان را نشان داد و هر دو اين ويژگي ها در تيمار شاهد مقادير بالاتري نسبت به تيمار PRD داشت. درصد توزيع ميوه‌هاي داراي عارضه پوسيدگي گلگاه و محتواي آب ميوه‌ها بين دو تيمار تفاوت معني داري نداشت. نيتروژن در تيمار PRD و كلسيم، آهن، منگنز و بر در تيمار شاهد بيشتر بود. ميزان سديم، روي، مس، منيزيم، گوگرد، پتاسيم، فسفر بين دو تيمار تفاوت معني‌داري نداشت. با توجه به ويژگي هاي كيفي مطلوب شامل كاهش سير نزولي تراوايي غشا و ميزان از دست دهي آب ميوه در تيمار PRD و ذخيره آب آبياري در تيمار PRD به دليل كاهش مصرف آب نسبت به روش متداول، استفاده از اين روش در مديريت آبياري در كاشت گوجه‌فرنگي منطقي به نظر مي رسد.

واژه هاي كليدي: آب از دست دهي، پتانسيل اسمزي، تراوايي غشا، تنش خشكي، گوجه فرنگي، PRD.

مقدمه

يكي از بزرگترين مصارف آب، استفاده در بخش كشاورزي جهت آبياري است (۱۰). كاهش ميزان آب آبياري و آب‌دهي فقط بخشي از ريشه (PRD) نه تنها باعث كاهش هزينه‌هاي توليد مي شود، بلكه باعث صرفه‌جويي

۱- تاريخ دريافت: ۸۸/۷/۱۳ تاريخ پذيرش: ۸۹/۳/۵

۲- به ترتيب استاديار بخش علوم باغباني، دانشكده كشاورزي، دانشگاه شيراز، ايران (Haghighi@shirazu.ac.ir) و استاد گروه باغباني، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه مسي، نيوزلند

۳- Partioal rootzone drying (PRD)

در آب و كاهش آبشويي مواد غذايي و ورود آن ها به آب زيرزميني نيز مي شود. از آنجايي كه گوجه‌فرنگي يكي از سبزي هاي ميوه‌اي پرمصرف است، بنابراين در سطح وسيعي نيز در جهان كشت مي شود و سالانه آب زيادي صرف رشد آن مي‌گردد (۱۵). اما قبل از اين كه روش PRD به عنوان يک روش سودمند معرفي شود بايد اثرهاي آن بر كميت و كيفيت محصول مورد بررسي قرار گيرد. تاكنون پژوهش هايي مبني بر اثر استفاده از اين روش بر تغييرهاي كمي و كيفي ميوه گوجه فرنگي صورت گرفته است (۱۵). پژوهش هاي صورت گرفته در شرايط شبيه مزرعه بوده وPRD در بعضي مراحل فيزيولوژيكي رشد ميوه اعمال شد. نتايج اين پژوهش ها افزايش ميزان رنگ، مواد جامد محلول، سرعت بلوغ و عدم تغيير در وزن خشک و تر ميوه‌ها هم زمان با كاهش ميزان مصرف آب را نشان داد. افزايش كيفيت ميوه در شرايط كم آبي توسط زقبه و بهبوديان (۱۳) نيز نشان داده شد. اما گزارشي درباره اثر استفاده از PRD در تمامي مراحل رشد گوجه‌فرنگي در شرايط گلخانه وجود ندارد، بنابراين در اين پژوهش با ايجاد چنين شرايطي به بررسي اثر استفاده از اين روش بر تغييرهاي كيفي پس از برداشت ميوه پرداخته شد و ويژگي هاي كيفي ميوه به صورت مصرف تازه‌خوري و فراوري براي اولين بار مورد بررسي قرار گرفت. يكي از اثرهاي احتمالي استفاده از روش PRD كاهش جذب عناصر غذايي است كه به كاهش مواد معدني ميوه به عنوان يک ويژگي كيفي موثر در سلامتي انسان مي انجامد. همچنين كاهش عناصري چون كلسيم باعث ايجاد عوارض فيزيولوژيكي مانند پوسيدگي گلگاه در ميوه مي‌شود (۱۳). اگرچه ناكاجيما و همكاران (۸) تغييرهاي عناصر ضروري ميوه تحت شرايط كم آبياري را مطرح كردند اما اطلاعات كافي و كاملي در مورد اثر كاهش آبياري بر كليه عناصر ميوه گوجه‌فرنگي تحت تيمار PRD موجود نيست، بنابراين در اين پژوهش به اثر تيمار كاهش آبياري بر ويژگي هاي كيفي ميوه پس از برداشت و عناصر ميوه گوجه‌فرنگي و تغييرهاي پتانسيل اسمزي نيز پرداخته شده است.

مواد و روش ها

پژوهش در گلخانه‌هاي پژوهشي دانشگاه مسي[۱] نيوزلند و اتاقک رشد مركز پژوهش باغباني پالمرستون[۲] نيوزلند انجام شد. نشاها پس از رسيدن به مرحله رشدي مناسب به بستر اصلي شامل پوست درخت، پاميس و پيت با نسبت حجمي ۶:۳:۱ منتقل شد. تيمارها به صورت شاهد (آبياري توسط ۴ ليتر آب در هر بار آبياري كه به كل حجم ريشه داده مي شد) و PRD (آبياري توسط ۲ ليتر آب فقط به يک سمت ريشه در هر دور آبياري) بر اساس نياز آبي گياه (۱۳) ترتيب داده شد. براي جلوگيري از حركت جانبي آب در بخش مركزي و انتهاي جعبه‌ها، قطعه چوبي جهت جداسازي بخش پايين جعبه‌ها و هدايت آب فرورفته از هر سمت ريشه قرار داده شد (شكل۱). در ضمن اين كه بستر سبک به كار رفته از حركت جانبي آب بين دو بخش ريشه جلوگيري مي‌كرد و باعث حركت عمودي آب به پايين مي‌شد. جهت بررسي فاكتورهاي پس از برداشت، ميوه ها به اتاقک كنترل دمايي با شرايط كنترل شده بسيار دقيق با دماي ۲۲ درجه سلسيوس، فشار بخار ۰/۹ كيلوپاسكال، رطوبت نسبي ۶۵% و ميزان دي‌اكسيدكربن ۳۵۰ ميلي ليتر در ليتر در روز و دماي ۱۷ درجه سلسيوس، فشار بخار ۰/۷ كيلوپاسكال، رطوبت نسبي ۶۵% و ميزان دي‌اكسيدكربن ۳۵۰ ميلي ليتر در ليتر در شب منتقل شد (شكل۲).

۱- Massey University ۲- HortResearch Palmerstone North

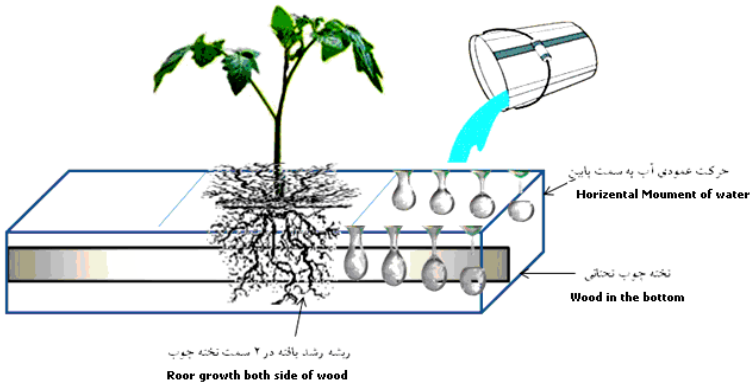

Fig. 1. Applying PRD treatment and water movment in the boxes.

شكل١- نحوه پياده كردن تيمار PRD و جهت حركت آب در جعبه هاي كاشت.

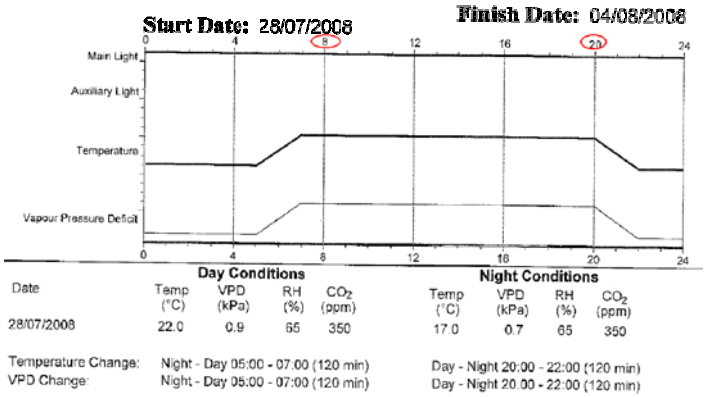

Fig. 2. Enviromental conditions of control room in the postharvest experiment.

شكل٢ – شرايط محيطي اتاقک كنترل دمايي در آزمايش پس از برداشت.

براي تعيين ميزان از دست دهي آب[1] ميوه پس از برداشت، ١٢ ميوه هم شكل و در مرحله فيزيولوژيكي مشابه (تغيير رنگ[2]) از هر تيمار به طور تصادفي انتخاب شد و هر يک از ميوه ها با دقت ده هزارم در زمان مشخصي بر حسب ثانيه توزين شد و به عنوان وزن اوليه و زمان اوليه در نظر گرفته شد و به اتاقک كنترل دما منتقل شد. وزن ميوه‌ها هر ٢۴ ساعت در زمان مشخصي (با دقت در حد ثانيه)، نسبت به زمان اوليه اندازه‌گيري شد. ميزان از دست دهي آب بر حسب درصد كاهش آب ميوه بر زمان محاسبه شد.

محاسبه تراوايي غشا[3] ميوه بر اساس ميزان تبخير آب به ازاي واحد سطح ميوه بر حسب تفاوت فشار بخار آب موجود بين پوست ميوه و محيط مي باشد (١٢). جهت محاسبه تراوايي غشا ميوه گوجه‌فرنگي، ميوه‌هايي كه در

١- Water loss ٢- Color break ٣- Permanence

اتاقک کنترل دمايي قرار داشتند روي ميزهاي توري‌دار جهت حرکت هوا و به طور تصادفي قرار گرفت و هر ۲۴ ساعت چرخانده شد. براي از بين بردن لايه بخار آب اطراف ميوه از پنکه‌هايي براي ايجاد جريان هوا به صورت طبيعي و با شدت کم با فاصله از ميوه‌ها استفاده شد و توزين ميوه‌ها هر ۲۴ ساعت (زمان مشخص بر حسب ثانيه) پس از اولين توزين روزانه انجام شد و از فرمول زير جهت محاسبه تراوايي غشا استفاده شد:

$$P_{H_2O} = \frac{r_{H_2O}}{A.VPD}$$

در اين فرمول ميزان تراوايي غشا نسبت به بخار آب (P_{H_2O}) بر حسب مول بر ثانيه بر متر مربع بر پاسکال، نرخ از دست دهي آب (r_{H_2O}) بر حسب مول بر ثانيه و سطح ميوه (A) بر حسب متر مربع و تفاوت فشار بخار آب (VPD) بر حسب پاسکال است که از تفاوت فشار بخار آب سطح ميوه که اشباع فرض مي شود با فشار بخار محيط که در شرايط اتاقک کنترل دما به طور دقيق ثبت شد، محاسبه گرديد (۶). براي محاسبه سطح ميوه از مدلي که توسط کلايتون و همکاران (۳) در سال ۱۹۹۵ براي سيب ارائه شد، استفاده گرديد:

$$A = 0.0575\ W^{0.687}$$

سطح ميوه (A) بر حسب متر مربع و(W) وزن ميوه بر حسب کيلوگرم است.

ميزان نيتروژن با استفاده از روش کجلدال از ۱۰ نمونه در هر تيمار اندازه‌گيري شد. ميزان منيزيوم، کلسيم و پتاسيم پس از هضم نمونه‌ها توسط نيتريک اسيد با دستگاه جذب اتمي (مدلAASi Model GBC 904AA) توسط آزمايشگاه هيل در هميلتون نيوزلند اندازه‌گيري شد.

پس از برداشت هر ميوه جهت تعيين مواد جامد محلول ميوه از رفرکتومتر (مدل-Atago, Japan (ATC استفاده شد. رنگ پوست ميوه با استفاده از کرومومتر (مدل (Chromameter: CR-200: Minolta,Osaka, Japan در ۴ جهت ميوه به فاصله هر ۲ روز پس از برداشت ميوه‌ها اندازه‌گيري شد.

برداشت محصول در زمان‌هاي ۵۸، ۶۴، ۶۵، ۶۹، ۷۲، ۷۳ روز از شروع ميوه‌دهي پس از تعيين مرحله فيزيولوژيکي (سبز[۱]، سبز بالغ[۲]، قرمز[۳]) و اندازه‌گيري تعداد ميوه قرمز جهت تعيين نرخ قرمزي ميوه ها به ازاي روز صورت گرفت. در هر مرحله برداشت، کليه ميوه‌ها وزن شده و وجود عارضه پوسيدگي گلگاه در آن ها ثبت شد و با استفاده از کوليس (مدل Mitutoyo Crop.,Japan) قطر در دو جهت هر ميوه اندازه‌گيري شد. سپس ميوه‌ها به آون با دماي ۷۱ درجه سلسيوس منتقل شد. پس از ثابت شدن وزن، جهت تعيين وزن خشک توزين مجدد صورت گرفت و محتواي آب بر اساس تفاضل وزن تر و خشک محاسبه شد. براي تعيين پتانسيل اسمزي ميوه از دستگاه Wescor dew point hygrometer (وسکور) استفاده شد. براي اين منظور ديسک‌هايی از قسمت گوشتي ميوه به اندازه جايگاه استقرار نمونه در دستگاه تهيه و در هر محفظه دستگاه گذاشته و ۱۵۰ دقيقه پس از کاليبره شدن دستگاه، نمونه‌ها به نيتروژن مايع منتقل و جهت اندازه‌گيري پتانسيل اسمزي دوباره به دستگاه وسکور منتقل شد.

آزمايش به صورت طرح کاملاً تصادفي با ۶ تکرار و ۴ واحد آزمايشي در هر تکرار پياده شد. آناليز داده ها با نرم افزارهاي SAS و Statistix و مقايسه ميانگين‌ها توسط T-test صورت گرفت.

۱- Green ۲- Mature green ۳- Red

نتايج

وزن ميوه‌ها در زمان برداشت نهايي نشان داد كه وزن ميوه‌هاي قرمز بين دو تيمار تفاوت معني‌داري ندارد و ميانگين ميوه‌هاي قرمز تيمار PRD بيش از شاهد است اما وزن ميوه‌هايي كه در مرحله سبز بالغ و سبز بودند در تيمار شاهد بيشتر بود و به طور كلي وزن تر محصول در تيمار شاهد بيشتر بود كه اين افزايش مربوط به ميوه‌هاي سبز و سبز بالغ بود (شكل۳).

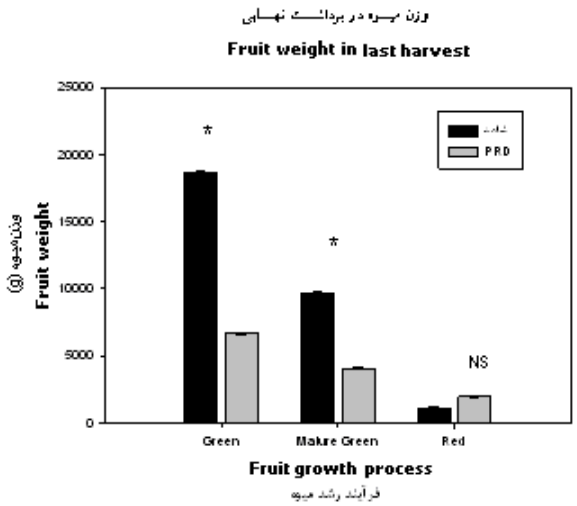

Fig. 3. Fruit weight in last harvest on the PRD treatment.
* Shows significant difference in 5% level.

شكل۳ - وزن ميوه در برداشت نهايي تحت تيمار PRD در مقايسه با شاهد.

علامت * سطح معني داري در سطح ۵% را نشان می دهد.

رنگ ميوه‌ها در طول يک هفته هر ۲ روز اندازه‌گيري شد. اولين روز پس از برداشت رنگ ميوه‌هاي دو تيمار تفاوت معني‌داري نداشت اما در روز ۳ و ۵ ميزان رنگ ميوه‌هاي تيمار PRD كمتر از شاهد بود و به طور كلي ميزان رنگ ميوه‌هاي هر دو تيمار با گذشت زمان كاهش يافت. به ويژه اين كاهش در روز ۲ نسبت به ۱ بيشتر از ساير روزها بود (شكل۴).

تا ۱ هفته پس از برداشت، ميزان آب از دست دهي ميوه اندازه‌گيري شد. نتايج، كاهش روز افزون آب ميوه در طول ۱ هفته در هر دو تيمار را نشان داد و اين ميزان در ميوه‌هايي كه در دوره رشد آب كمتري دريافت كرده بودند (PRD)، كمتر بود (شكل ۵).

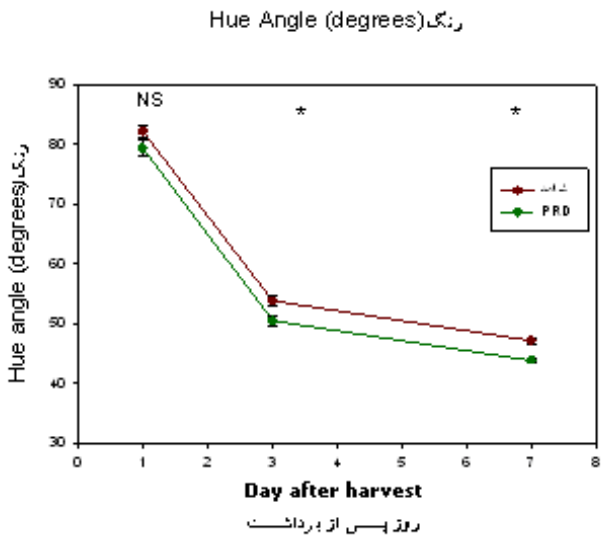

Fig. 4. Fruit color change under PRD and control.
* Shows significant difference in 5% level.

شكل۴ - تغييرهاي رنگ پس از برداشت ميوه تحت تيمار PRD در مقايسه با شاهد
علامت * سطح معني داري در سطح ۵% را نشان می دهد.

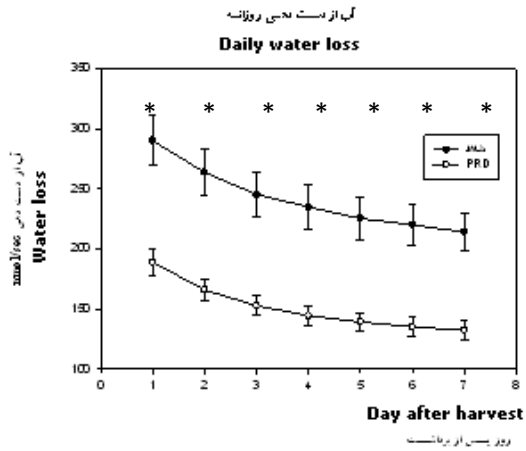

Fig. 5. Fruit water loss in postharvest under PRD and control.
* Shows significant difference in 5% level.

شكل۵ – آب از دست دهي ميوه پس از برداشت تحت تيمار PRD در مقايسه با شاهد
علامت * سطح معني داري در سطح ۵% را نشان می دهد.

همزمان با از دست دهي آب ميوه ميزان تراوايي غشا ميوه نيز اندازه‌گيري شد. ميزان تراوندگي غشا در طول زمان افزايش يافت و تراوش آب از غشا در تيمار PRD كمتر از شاهد بود (شكل ۶).

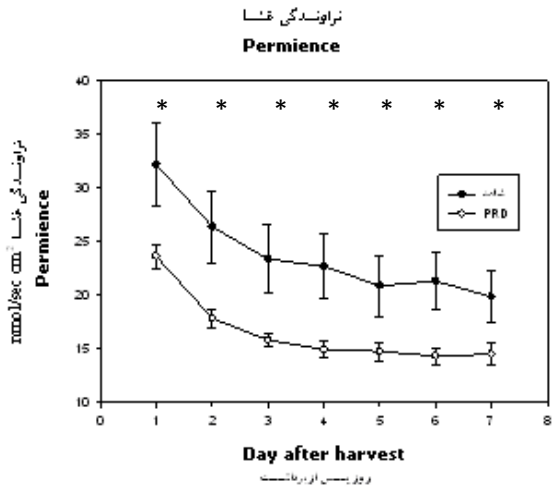

Fig. 6. Permience changes in postharvest under PRD and control.
* Shows significant difference in 5% level.

شکل۶ - تغییرهاي تراوندگي غشا پس از برداشت میوه تحت تیمار PRD در مقایسه با شاهد.

علامت * سطح معني داري در سطح ۵% را نشان می دهد.

اندازه‌گیري پتانسیل اسمزي با وسکور ۵ روز در میوه انجام شد. پتانسیل اسمزي میوه در تیمار PRD منفي تر از شاهد ($P<0.01$) بود و میانگین پتانسیل اسمزي میوه پس از ۵ روز در تیمار شاهد۷/۷- و در تیمار PRD ۱۴/۰۵- مگا پاسکال بود (شکل ۷).

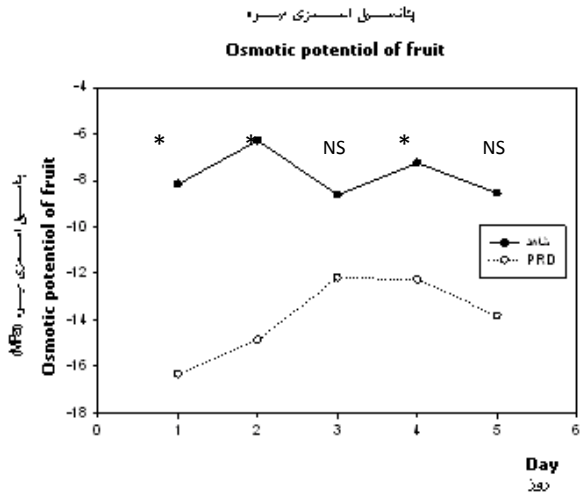

Fig. 7. Changes of osmotic potential of fruit under PRD and control.
* Shows significant difference in 5% level.

شکل۷ - تغییرهاي پتانسیل اسمزي میوه تحت تیمار PRD در مقایسه با شاهد.

علامت * سطح معني داري در سطح ۵% را نشان می دهد.

ميزان مواد جامد محلول در تيمار PRD بيشتر و نرخ قرمز شدن، محتواي آب ميوه‌ها، توزيع ميوه‌هاي داراي عارضه پوسيدگي گلگاه و قطر ميوه‌هاي بازارپسند بين دو تيمار تفاوت معني داري نداشت (جدول ۱).

ميزان نيتروژن، كلسيم، آهن، منگنز و بر تحت تاثير شرايط كمبود آب قرار گرفت به اين شكل كه نيتروژن در تيمار PRD و كلسيم، آهن، منگنز و بر در تيمار شاهد بيشتر بود. ميزان سديم، روي، مس، منيزيم، سولفور، پتاسيم، فسفر بين دو تيمار تفاوت معني‌داري نداشت (جدول ۲).

جدول ۱- جدول درصد توزيع ميوه قرمز و پوسيدگي گلگاه و محتواي آب ميوه در تيمار PRD.

Table 1. Red fruit distribution, blossom end rot and fruit water control under PRD.

تيمار Treatment	درصد توزيع ميوه قرمز Red fruit distribution percentage	درصد توزيع پوسيدگي گلگاه BER distribution percentage	محتواي آب ميوه (%) Fruit water content	درصد مواد جامد محلول Total souloble solid percentage
شاهد Control	2b†	2a	93.069a	5.9b
PRD	6a	8a	91.21a	7.44a
سطح معني داري Significancy	0.004	0.09	0.09	0.000

† Same word shows similare significant in T-test.

†حروف يكسان سطح معني داري مشابهي را توسط آزمون T-test را در هر ستون نشان مي دهد.

جدول ۲- جدول مقدار عناصر ميوه در تيمار PRD و شاهد.

Table 2. Elemen content of fruit under PRD and control.

	نيتروژن N (%)	فسفر P (%)	پتاسيم K (%)	گوگرد S (%)	كلسيم Ca (%)	منيزيوم Mg (%)	سديم Na (%)	آهن Fe (mg kg^{-1})	منگنز Mn (mg kg^{-1})	روي Zn (mg kg^{-1})	مس Cu (mg kg^{-1})	بر B (mg kg^{-1})
شاهد	3.04	0.59	3.82	0.25	0.09	0.17	0.06	80.86	32.71	28.43	10.57	16.14
PRD	3.70	0.54	4.04	0.26	0.06	0.17	0.06	52.14	29.29	78.00	9.29	14.71
سطح معني داري	0.003	0.068	0.714	0.719	0.001	0.712	0.730	0.04	0.05	0.29	0.37	0.032

بحث

ميزان رنگ پس از برداشت در ۲ تيمار پس از ۳ و ۵ روز نسبت به زمان برداشت كاهش داشت. توليد رنگ با تغييرهاي اتيلن و تنفس همبستگي داشته و در فلفل افزايش ميزان اتيلن داخلي همزمان با افزايش رنگ افزايش يافت

(۴). اما از آن جايي كه در گوجه‌فرنگي توليد اتيلن و تنفس پس از برداشت تغيير محسوسي نداشت (داده‌ها نشان داده نشده است) بنابراين تنها اتيلن دروني دليل بر افزايش رنگ ميوه‌ها و افزايش سرعت رسيدگي ميوه‌ها مانند آنچه در فلفل گزارش شده است، نمي‌باشد (۱۱). پژوهش ثابت كرده است كه غلظت آبسايسيک اسيد [۱] در فلفل هنگام تنش آبي افزايش يافت و اهميت نقش آبسايسيک اسيد در افزايش رنگ و رسيدگي فلفل را ثابت كرد (۹) بنابراين افزايش آبسايسيک اسيد در تيمار PRD و نقش آن در افزايش رنگ در گوجه فرنگي نيز محتمل است.

ميزان از دست‌دهي آب ابتدا زياد و سپس از شدت آن كاسته شد. پژوهش ها نشان داده است كه ميوه‌هاي گوجه‌فرنگي و آلو هر چه نارس‌تر باشند سرعت از دست‌دهي آب در آن ها بيشتر است (۱). از طرفي ياخته‌هاي پوست و ديوارۀ ميوه‌ها با گذشت زمان در انبار و همچنين تيمار كم آبي طي رشد، خشک تر مي شود و مقاومت آن ها به انتشار گازها افزايش مي يابد. از طرفي در شرايط كمبود تفاوت فشار بخار و رطوبت كافي، ياخته‌هاي سطح ميوه به شكل كروي و گرد خواهد بود كه مقاومت اندكي در برابر انتشار دارد و خشكي و افزايش فشار بخار باعث مي شود ياخته‌ها به شكل پهن و گسترده شود و مقاومت آن ها در برابر انتشار افزوده شود (۱).

تفاوت تراوايي غشا بين تيمار PRD و شاهد ۶۹/۵۲% و تفاوت ميزان از دست دهي آب بين اين دو تيمار ۶۱/۸۹% بود. تفاوت در ميزان تراوايي غشا و از دست دهي آب ميوه بين دو تيمار مي تواند ناشي از تفاوت در ساختار يا مواد تشكيل دهنده كوتيل بيروني پوست يا مواد تشكيل دهنده آن باشد. پوست ميوه و مواد تشكيل دهنده آن به عنوان موانع حركت نسبي آب از ميوه به اتمسفر هستند (۵). تغيير كوتيكول در اثر تيمار كم آبي در سيب توسط كيليلی و همكاران (۶) نيز مشاهده شد. او كاهش از دست رفتن آب در سيب در شرايط كاهش ميزان آبياري را گزارش كرد و دليل آن را افزايش ضخامت كوتيكول و تريكوم هاي [۲] غشا دانست (۶). از طرفي كاهش وزن ميوه در انبار زماني افزايش مي يابد كه تراوايي غشا و ترک هاي ريز غشا [۳] زياد باشد (۷) اين ويژگي در ميوه‌هاي گوجه‌فرنگي در طول انبارداري باعث كاهش قابليت بازارپسندي به دليل حالت چروكيدگي و عدم ظاهر مورد پسند مي شود، به ويژه زماني كه براي رساندن گوجه‌فرنگي به بازار مصرف مسافتي صرف شود (۱۶). در سيب نيز كاهش تراوايي غشا و ترک هاي غشايي تحت تيمار PRD مشاهده شد (۱۶). با توجه به پژوهش هاي موجود اگرچه ميزان ترک هاي غشا اندازه‌گيري نشد اما به احتمال افزايش آن ها تحت تيمار PRD صورت نگرفته است. چون ميزان از دست دهي آب در تيمار PRD كمتر از شاهد بوده است و از طرفي رابطه ميزان آب از دست رفته به وسيله غشا با تراوندگي غشا در تيمار PRD بيش از شاهد ($R^2_{cont} \leq R^2_{PRD}$) است بدين معنا كه آب از دست رفته در اين تيمار بيشتر موثر و تراوندگي غشا نسبت به شاهد است.

ميزان تراواي غشا بر حسب زمان طبق مدل $Permanence_{Cont} = 32.21 - 1.320 \times Time$ در شاهد و در تيمار PRD طبق مدل $Permanence_{PRD} = 23.31 - 1.093 \times Time$ تغيير مي كند. با توجه به تغييرهاي مورفولوژيكي ياد شده در تيمار PRD نسبت به شاهد تراوايي غشا كمتر بود.

جهت تخمين ميزان از دست رفتن آب ميوه در طي زمان فرمول $Water\ loss_{Cont} = 290.1 - 11.99 \times Time$ در تيمار شاهد و $Water\ loss_{PRD} = 186.4 - 8.744 \times Time$ در تيمار PRD مي توان استفاده كرد. اين مدل‌ها نيز نشان مي‌دهد كه در زمان هاي نزديكتر به زمان برداشت ميزان تراوايي غشا و از دست دهي آب توسط غشا بيشتر

۱- ABA ۲- Trichomes ۳- Microcracks

است و با گذشت زمان كاهش مي‌يابد. با توجه به رسيده تر شدن ميوه‌ها در انبار و گزارش هايي مبني بر كاهش آب از دست دهي ميوه با رسيده‌تر شدن ميوه، ميزان از دست رفتن آب در ميوه‌هاي هر دو تيمار پس از گذشت زمان بيشتر كاهش يافت.

ميانگين از دست دهي آب در تيمار PRD ۱۶/۵۷ و در شاهد ۲۳/۸۴ مول بر ثانيه بر سطح ميوه بود و در مورد تراوايي غشا به ترتيب ۱۳۲/۶۶ و ۲۱۴/۳۵ مول بر ثانيه بر متر مربع بر پاسكال در تيمار PRD و شاهد بود. تفاوت درصد تراوايي غشا و درصد از دست دهي آب در هر تيمار نشان مي دهد ميزان تراوايي غشا بيش از مقدار آب از دست رفته به صورت بخار است اما اين كه چه عاملي باعث كاهش از دست رفتن آب از غشا به صورت بخار با وجود پتانسيل تراوايي غشا شده است، هنوز به طور دقيق مشخص نيست. بر اساس ساير نتايج دو دليل محتمل است:

اول اين كه با توجه به بالاتر بودن پتانسيل اسمزي ميوه نسبت به ساير بخش هاي گياه، به احتمال خاصيت اسمزي عامل موثري در حفظ آب درون ياخته اي ميوه است و در اين ميوه‌ها آب تبخير شده، آب موجود در فضاهاي موجود در بين رشته هاي سلولزي ديواره ياخته و كوتيكول است البته اين آب هم با محتويات درون ياخته اي در تعادل فعال است و توسط كشش سطحي و فشار نگهداري مي‌شود (۱). پژوهش ها در ميوه آناناس نشان داد كه در انبارداري به دليل افزايش قند ميوه پتانسيل اسمزي گوشت ميوه افزايش يافت و مقداري از آب پوست ميوه به سمت گوشت هدايت شد و پوست اندكي خشک تر شده و مانعي جهت افزايش انتشار گازها شد (۱). به طور مشابه چون مقدار مواد جامد محلول و پتانسيل اسمزي در گوشت ميوه‌هاي تحت تيمار PRD بيش از شاهد بود اين تفاوت (ميزان تراوايي غشا و از دست دهي آب ميوه) در تيمار PRD بيشتر بود.

از سوي ديگر تفاوت در ميزان تراوايي غشا و از دست دهي آب ميوه، نشان دهنده مصرف آب در متابوليزم ميوه در انبار مي‌باشد. تفاوت ميزان تراوايي غشا و ميزان از دست دهي آب در تيمار شاهد بيشتر از PRD بود كه نشان داد مصرف آب در متابوليزم در تيمار شاهد بيشتر از PRD است اندازه‌گيري هاي دقيق وزن، كاهش وزن محصول را با كاهش وزن خالص محصول كه به علت آزادسازي دي‌اكسيدكربن و جذب اكسيژن روي داده، منطبق مي نمايد (۱). از آن جايي كه ميزان قند ميوه در تيمار شاهد كمتر است تبديل نشاسته به قند بيش از ميوه‌هاي تيمار PRD در اين ميوه‌ها در انبار صورت مي گيرد و بنابراين اين ميوه‌ها متابوليزم مضاعفي دارند.

كمبود آب آبياري بر كاهش غلظت عناصري كه تحرک كمتري در گياه دارند (كلسيم، آهن، بر) اثر بيشتري داشت و باعث كاهش غلظت آن ها در ميوه شد. بنابراين محلول پاشي آن ها روي گياه باعث از بين رفتن كمبود آن ها نسبت به شاهد مي‌شود.

افزايش نرخ توليد ميوه هاي قرمز در ميوه هاي تحت تيمار PRD نشان داد كه ميوه هاي تحت اين تيمار سريعتر رسيده و قرمز مي شود و استفاده از اين روش در توليد ميوه زودرس و فرستادن زودتر آن به بازار مفيد مي باشد در عين اين كه امكان رسيدن همزمان ميوه ها افزايش يافته و در نيروي كار لازم براي برداشت صرفه‌جويي مي شود.

اگر ميوه براي توليد رب گوجه‌فرنگي به كار رود، ميزان رنگ و درصد مواد جامد محلول از اهميت بيشتري در اين صنعت برخوردار است و از طرفي كاهش محتواي آب ميوه انرژي لازم براي تغليظ گوجه‌فرنگي و توليد رب را كاهش مي دهد.

در اين آزمايش نيز اگرچه تفاوت پوسيدگي گلگاه مشاهده شده بين دو تيمار معني دار نبود اما مي‌توان نتيجه گرفت كه ميزان ۲/۶% پوسيدگي گلگاه در تيمار شاهد نشان دهنده حساسيت اين رقم به اين عارضه است و افزايش آن به ۷/۸% در تيمار PRD به احتمال به خاطر كاهش غلظت كلسيم تحت تاثير شرايط كمبود آب است (۲).

REFERENCES منابع

۱. فلاحي، م. ۱۳۷۱. فيزيولوژي پس از برداشت سبزي‌ها. ترجمه. جلد اول. انتشارات بارثاوا. ايران.

2. Adam, P. and L.C. Ho. 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom end rot in relation to salinity. J. Hort. Sci. 67:827-839.
3. Clyton, M., N.D. Amos, N.H. Banks and R.H. Morton. 1995. Estimation of apple fruit surface area. New Zealand Hort. and Crop Sci. 23:345-349.
4. Gross, K., A.E. Watada, M.S. Kang, S.D. Kim and S.W. Lee. 1986. Biochemical change associate with the ripening of hot pepper fruit. Physiol. Plant. 66:31-36.
5. Horrocks, R.L. 1964. Wax and water vapor permeability of apple cuticle. Nature 203:547.
6. Kilili, W.A., M.H. Behboudian and T. Mills. 1996. Postharvest performance of ‘Braeburn’ apples in relation to withholding of irrigation at different stage of the growing season. J. Hort. Sci. 7:693-701.
7. Maguire, K.M., N.H. Bank and L.U. Opara. 2001. Factor affecting weight loss of apples. Hort. Rev. 25:197-234.
8. Nakajima, H., M.H. Behboudian, M. Greven and J.A. Zeghbe. 2004. Mineral content of grape, olive, apple and tomato under reduced irrigation. J. Plant. Nutr. Soil. Sci. 167:91-92.
9. Serrano, M., M.C. Martinez-Madrid, F. Riquelme and F. Romojaro. 1995. Endogenous level of polyamines and abscisic acid in pepper fruit during growth and ripening. Physiol. Plant. 95:73-76.
10. Van Schilfgaarde, J. 1994. Irrigation a blessing or a curse. Hort. Sci.31:926-929.

11. Villavicencio, L.E., S.M. Blankenship, D.C. Sanders and W.H. Swallow. 2001. Ethylene and carbon dioxide concentration in attached fruits of pepper cultivars during ripening. Sci. Hort. 91:24-71.
12. Wood, J.L. 1990. Moisture loss from fruits and vegetables. Postharvest News and Information 1:195-199.
13. Zeghbe, J.A. and M.H. Behboudian. 2006. Response of Petopride processing tomato to partial rootzoone drying at different physiological stage, Irrig. Sci. 24:203-210.
14. Zeghbe, J.A. and M.H. Behboudian and B.E. Clothier. 2007. Reduced irrigation maintains photosynthesis, growth yield and fruit quality in Pacific Rose apple. J. Sust. Agr. 30:125-136.
15. Zeghbe, J.A., M.H. Behboudian and B.E. Clothier. 2004. Partial rootzoone drying is feasible option for irrigation processing tomatoes. Agr. Water Manage 68:195-206.
16. Zeghbe, J.A. and M.H. Behboudian. 2008. Postharvest performance of pacific rose apple grown under partial rootzoon drying. HortScience 43:952-954.