

## اثر $GA_3$ و $GA_{4+7}$ بر کنترل زنگار در برخی از رقم های تجاری سیب در شرایط کشت متراکم در منطقه کرج<sup>۱</sup>

### EFFECTS OF $GA_3$ AND $GA_{4+7}$ ON RUSSETING CONTROL OF SOME COMMERCIAL APPLE CULTIVARS UNDER INTENSIVE PLANTING SYSTEM IN KARAJ, IRAN

علیرضا طلایی، زینب حمزه ئی و محمدعلی عسکری<sup>۲</sup>

#### چکیده

زنگار پوست یک عارضه فیزیولوژیکی است که به محصول های باغبانی به ویژه سیب در مناطقی با شرایط آب و هوایی مرطوب خسارت زیادی وارد می کند و موجب کاهش کیفیت ظاهری و بازارپسندی و افزایش ضایعات میوه می شود. این پژوهش به منظور بررسی اثرهای جیبرلین ها بر زنگار سیب در رقم های تجاری و شناسایی انواع رقم های مقاوم و حساس آن ها به عارضه زنگار در منطقه کرج انجام شد. در این پژوهش اثرهای  $GA_3$  و  $GA_{4+7}$  روی چهار رقم تجاری سیب ('پرایم رز'، 'استارکینگ'، 'دلباراستیوال' و 'فوجی') که روی پایه M9 پیوند شده بود در سیستم متراکم Y شکل در قالب طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. محلولپاشی اول در زمان ریزش گلبرگ ها و محلولپاشی دوم و سوم با فاصله زمانی ۱۰ روز از محلولپاشی اول انجام شد. میوه رقم های مختلف بعد از برداشت از نظر میزان ابتلا به زنگار پوست مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در میوه های تیمار شده با  $GA_{4+7}$  کاهش معنی دار از نظر میزان ابتلا به زنگار نسبت به میوه های تیمار شده با  $GA_3$  و شاهد وجود داشت. همچنین مشخص شد که در بین رقم های مورد آزمایش رقم 'دلباراستیوال' مقاوم ترین رقم به عارضه زنگار است، رقم 'پرایم رز' نیمه مقاوم و در رتبه دوم و رقم 'استارکینگ' یک رقم حساس به عارضه زنگار در رتبه سوم و در نهایت رقم 'فوجی' حساس ترین رقم به عارضه زنگار پوست در شرایط این پژوهش معرفی گردید.

واژه های کلیدی: جیبرلین، زنگار، عارضه فیزیولوژیکی.

#### مقدمه

سیب (*Malus domestica* Borkh) یکی از محصول های مهم باغبانی است. قابلیت ماندگاری بالای آن به مدت طولانی امکان عرضه طولانی مدت این محصول را در ماه های پس از برداشت فراهم می سازد و چنین مزیت منحصر به فردی با داشتن کیفیت مناسب و بازار پسند، حمل میوه به بازارهای دوردست و صادرات آن را ممکن می سازد (۱۳). رضایت مصرف کننده یکی از اهداف تولید، حمل و نقل، انبارمانی و توزیع میوه سیب است که در ارتباط مستقیم با کیفیت میوه سیب می باشد (۱۵).

۱- تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۵

تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۴

۲- به ترتیب استاد (atalaii@ut.ac.ir) گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم و تحقیقات و مربی گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران، تهران، جمهوری اسلامی ایران.

کیفیت ظاهری و بازارپسندی میوه سیب یک شاخص مهم در جهت صادرات این محصول و کاهش ضایعات آن می باشد که در بعضی مناطق تولید سیب این شاخص توسط عارضه زنگار پوست زیر تاثیر قرار می گیرد (۱۶). زنگار در سیب یک اختلال اپیدرمی در پوست میوه است که به صورت یک لایه چوب پنبه ای روی قسمت های مختلف پوست میوه ظاهر می شود که باعث تولید بافتی به رنگ قهوه ای متمایل به قرمز، کرکی و شبکه ای در سطح پوست در شکل ها و شدت های مختلف می شود (۲۳). در حقیقت زنگار، فساد کیفی محصول است که باعث کاهش بازارپسندی آن می شود و میزان پذیرش مصرف کننده را در زمان خرید زیر تاثیر قرار می دهد (۱۶).

میوه ها در زمان شکوفه دهی، تا ۳۰ تا ۴۰ روز پس از آن در حساس ترین و مستعدترین زمان برای ابتلا به زنگار قرار می گیرند. این زمان با رشد کوتیکول مصادف می باشد، در صورتی که کوتیکول میوه در طول گلدهی و یا زمان کوتاهی بعد از آن به صورت فیزیکی آسیب ببیند و یا اگر یاخته های اپیدرمی زیرین به سرعت تقسیم شوند موجب پارگی کوتیکول شده و یک کرک کامبیوم فعال در ناحیه اپیدرمی زیری تشکیل می گردد و یاخته های کرک توسعه می یابند، کوتیکول از بین رفته و سرانجام لایه کرک به صورت یک لایه غالب تمام سطح میوه و یا قسمتی از سطح میوه را می پوشاند (۲۴).

عوامل متعددی مانند حساسیت ژنتیکی (۵)، ضخامت لایه کوتیکول، تشکیل و ترکیب لایه واکس روی کوتیکول و ساختار آن (۱۹)، رطوبت نسبی بالا، بارش های مکرر در هفته های اول بعد از گلدهی، دماهای پایین و شرایط یخبندان در طول زمان شکوفه دهی (۱۸)، گرما و دمای هوای شب (۱۷)، تغذیه (۲۳)، نوع پایه (۲)، ارتفاع محل احداث باغ از سطح دریا (۱)، موقعیت میوه روی درخت (۴)، آبیاری (۹)، استفاده از بعضی از افشانه های حفاظتی گیاه (۱۸) و سم ها و تکنیک های سم پاشی (۲۱) می تواند موجب ایجاد عارضه زنگار پوست گردد.

گزارش شده است که تنظیم کننده های رشد گیاهی با تاثیر در رشد منظم یاخته های اپیدرم به عنوان یک عامل تقویت کننده عمل می کنند تا اپیدرم کمتر در برابر تقسیم نامنظم قرار گیرد. مشخص شده است که رشد یاخته های پوستی سیب به مقدار کافی جیبرلین نیاز دارد، اگر سیب در مراحل اولیه نمو افزایش طولی نیابد اغلب سطح آن ترک خورده و منجر به ایجاد زنگار می شود (۲). ممکن است میزان هورمون ها در مراحل مختلف رشد میوه تغییر نماید به گونه ای که استخراج و تجزیه هورمون ها در شش مرحله رشد میوه های جوان به صورت هفتگی از یک هفته پس از میوه بندی نشان داد که وجود دو نوع جیبرلین  $GA_4$  و  $GA_7$  در شکل میوه سیب از نظر نسبت طول به قطر تاثیر معنی دار دارند (۱). همچنین  $GA_4$  و  $GA_7$  به طور معمول در بالاترین غلظت در سیب یافت می شوند (۹). در حالی که اکسین در مراحل مختلف رشد میوه دارای نوسان خاصی می باشد (۲). نتیجه پژوهش ها نشان داده است که استفاده از تنظیم کننده های رشد گیاهی  $GA_3$ ،  $GA_4$ ،  $GA_7$  و  $GA_{4+7}$  با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر در زمان ریزش گلبرگ با فاصله ۱۰ روز در میان در سیب 'گلدن دلشس'، که بیشترین تاثیر از لحاظ کاهش میزان ابتلا به عارضه زنگار مربوط به تیمار  $GA_{4+7}$  و  $GA_4$  بوده است و تیمار  $GA_3$  با تیمار شاهد تفاوت معنی دار نشان نداد (۲۶). مطالعه تاثیر تیمار  $GA_3$  و  $GA_{4+7}$  روی سیب 'گلدن دلشس' در میزان کاهش ابتلا به عارضه زنگار میوه نسبت به میوه های شاهد مثبت نشان داده است که اثر تیمار  $GA_{4+7}$  در کاهش عارضه زنگار بیشتر از  $GA_3$  بوده است (۲۰).

تیمار  $GA_{4+7}$  با تحریک توسعه یاخته باعث، طولی شدن یاخته های اپیدرم شده (۱۲) و زنگار را کاهش می دهد (۱۸). همچنین گزارش شده است که تیمار  $GA_{4+7}$  و 6-BA در زمان ریزش گلبرگ در مناطقی با آب و هوای گرم و خشک در زمان تشکیل میوه و تقسیم یاخته ای در سیب، موجب کاهش زنگار در رقم های سیب

حساس به این عارضه می شود (۱۱). بررسی ها نشان داده که بیوسنتز  $GA_4$  در مقطع زمانی دو تا سه هفته پس از تشکیل میوه افزون بر شکل ظاهری، بر کیفیت محصول به ویژه از نظر براقی پوست تاثیر دارد و عارضه زنگار پوست را به شدت کاهش می دهد (۸).

بنابراین با ورود رقم های تجاری جدید در باغ های سیب و همچنین تبدیل باغ های سنتی به باغ هایی با کشت مترکم لازم است تا رقم های مقاوم و حساس به عارضه زنگار پوست در هر منطقه و در سیستم های مختلف کاشت شناسایی شود و به کاشت رقم های مقاوم زیر شرایط آب و هوایی هر منطقه پرداخته شود. کشور ایران با داشتن شرایط آب و هوایی متنوع قابلیت تولید سیب مرغوب را دارد و تولید سیب مرغوب و بازاریابند صادرات این محصول را بهبود می بخشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرهای  $GA_3$  و  $GA_{4+7}$  در کاهش عارضه زنگار در رقم های سیب در شرایط اقلیمی کرج می باشد.

## مواد و روش ها

در این پژوهش از درختانی که در سال ۱۳۸۴ در قالب طرح صنعت تولید سیب در ایران با استفاده از فناوری های نوین در مرکز پژوهشی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در کرج کشت شده بودند استفاده شد.

### مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

خاک محل ایستگاه پژوهشی از نوع لومی-رسی و دارای پروفیل عمیق می باشد که pH و درصد آهک آن نیز به نسبت بالا می باشد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.

Table 1. Physiochemical characteristics of soil.

K	P	Nitrogen	Texture	Sand	Silt	Clay	O.C	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	Depth
جذب	قابل	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(dS/M)		(cm)
	mg kg <sup>-1</sup>										
745	31.14	0.05	Loam	37	37	26	0.49	7.9	2.14	8.1	0-60

### موقعیت آب و هوایی منطقه آزمایشی

در شرایط اقلیمی منطقه کرج (شکل های ۱، ۲ و ۳) در سال ۸۸ میزان رطوبت نسبی و بارندگی ماهانه بیشتر و میزان دما در زمان شروع گلدهی و تمام گل تا حدود یک ماه بعد از آن در رقم های مورد آزمایش به مراتب کمتر از سال ۸۷ بوده است.

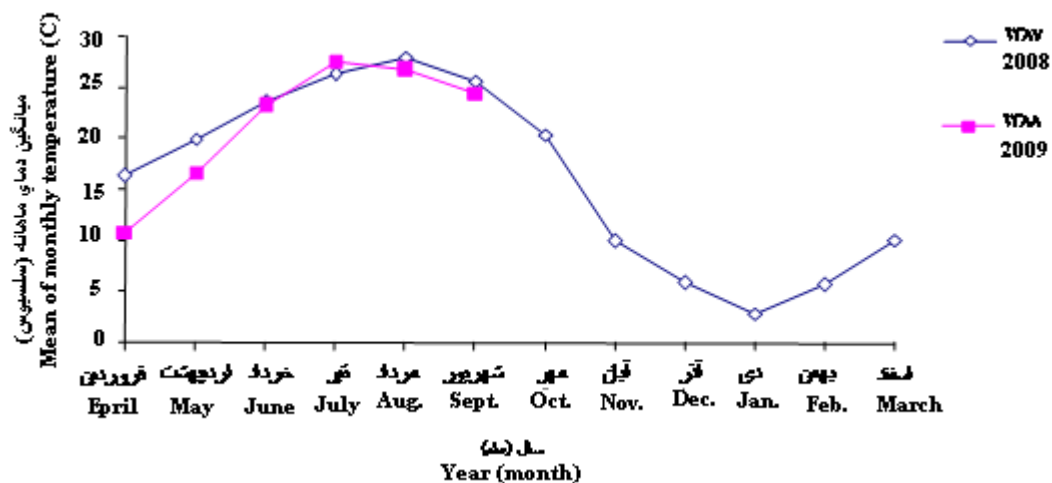


Fig 1. Mean of monthly temperature in 2008-2009.

شکل ۱- میانگین دمای ماهانه در دو سال ۸۷-۸۸.

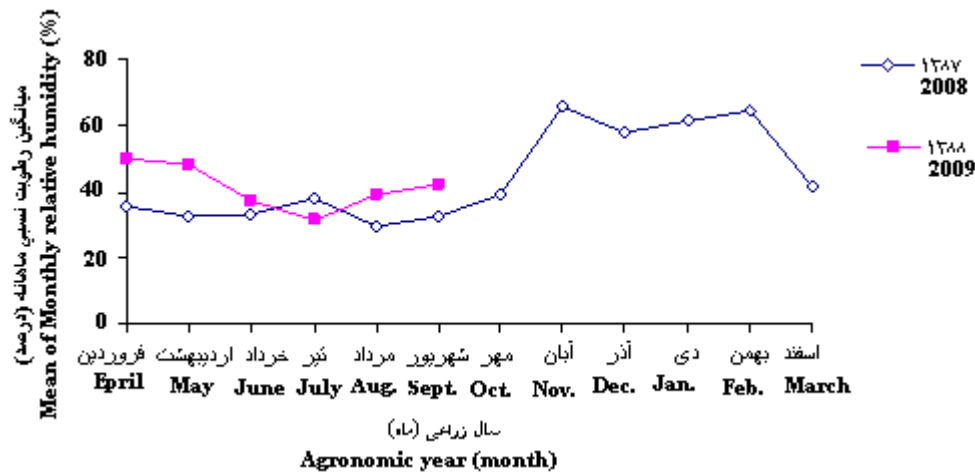


Fig 2. Mean of monthly relative humidity in 2008-2009.

شکل ۲- میانگین رطوبت نسبی ماهانه در دو سال ۸۷-۸۸.

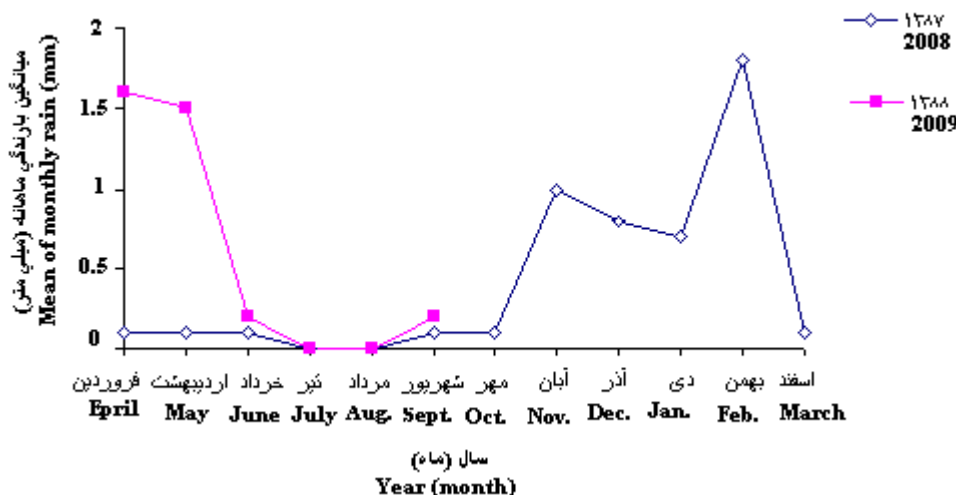


Fig 3. Mean of monthly rain in 2008-2009.

شکل ۳- میانگین بارندگی ماهانه در دو سال ۸۷-۸۸.

در این پژوهش تاثیر دو تنظیم کننده رشد  $GA_3$  و  $GA_{4+7}$  به منظور کنترل زنگار میوه روی چهار رقم تجاری سیب ('پرایم رز'، 'استارکینگ'، 'دلباراستیوال' و 'فوجی') روی پایه پاکوتاه M9 در سیستم متراکم Y در قالب طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار در سال های ۱۳۸۷-۱۳۸۸ انجام شد. فاصله درختان روی ردیف یک متر و بین ردیف ها ۳/۵ متر بود. در این پژوهش از سه تیمار ( $GA_3$  و  $GA_{4+7}$ ) روی ۴۸ درخت که به صورت تصادفی در چهار تکرار و از بین چهار رقم انتخاب شدند، استفاده شد. در هر درخت سه شاخه در جهت غرب به منظور تیمار با  $GA_3$  و سه شاخه در جهت شرق برای تیمار با  $GA_{4+7}$  انتخاب گردید و تا انتهای آزمایش تمام یادداشت برداری ها از شاخه های انتخاب شده صورت گرفت. از آن جایی که شروع گلدهی و مرحله تمام گل رقم ها با هم متفاوت بودند انتخاب تاریخ اولین محلولپاشی در زمانی که به تقریب ریزش گلبرگ ها در تمام رقم ها اتفاق افتاد، صورت گرفت. اولین محلولپاشی در زمان ریزش گلبرگ در چهار رقم مورد آزمایش در تاریخ دو اردیبهشت انجام شد، دومین محلول پاشی با فاصله زمانی ۱۰ روز از محلولپاشی اول در ۱۲ اردیبهشت و سومین محلولپاشی با فاصله زمانی ۱۰ روز از محلولپاشی دوم در ۲۲ اردیبهشت انجام شد. غلظت تنظیم کننده های رشد گیاه در محلولپاشی اول ( $GA_3$ ، ۱۰ میلی گرم در لیتر و  $GA_{4+7}$ ، ۵ میلی گرم در لیتر) بود. در دومین محلولپاشی نیز غلظت های اعمال شده همانند اولین محلولپاشی بود و در محلولپاشی سوم غلظت ( $GA_3$ ، ۲۰ میلی گرم در لیتر) و ( $GA_{4+7}$ ، ۱۰ میلی گرم در لیتر) (۲۰) در نظر گرفته شد. عملیات محلولپاشی در ساعت های ابتدایی روز انجام شد و به منظور عدم تداخل تیمارها، روی هر درخت ابتدا تمام شاخه های انتخاب شده در جهت غرب درخت به وسیله  $GA_3$  محلولپاشی شدند و سپس تیمار شاخه ها در جهت شرق درخت به وسیله  $GA_{4+7}$  انجام شد.

برداشت هر رقم در تاریخ های معین انجام شد و میوه های مربوط به هر واحد آزمایشی به طور جداگانه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. به منظور اندازه گیری پارامترهای مورد نظر تعداد ۱۵ میوه از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و اندازه گیری ها روی آن ها انجام شد. برای تعیین اثرهای تنظیم کننده های رشد گیاهی افزون بر تعیین درجه ابتلا میوه هر رقم به زنگار،

ویژگی هایی مانند وزن تک میوه، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه نیز اندازه گیری شد. به منظور اندازه گیری میزان ابتلا میوه به زنگار، میوه های انتخاب شده از هر واحد آزمایشی بر اساس درجه شدت و ضعف در ابتلا به زنگار طبقه بندی شدند.

طبقه بندی میوه بر اساس میزان درجه ابتلا به زنگار به صورت زیر انجام شد (۶):

Extra class: میوه هایی با پوست کاملا صاف و بدون زنگار

Class I: زنگار کم، ۱۰-۱٪ پوست میوه به وسیله زنگار پوشیده شده

Class II: زنگار متوسط، ۳۰-۱۱٪ پوست میوه به وسیله زنگار پوشیده شده

Class III: زنگار سنگین، بیشتر از ۳۳٪ پوست میوه به وسیله زنگار پوشیده شده

بعد از قرار گرفتن میوه ها در طبقه بندی بالا، شاخص زنگار<sup>۱</sup> از طریق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$RI = \frac{(1 \times n_1) + (3 \times n_2) + (5 \times n_3) + (7 \times n_4)}{N}$$

n<sub>1</sub>: تعداد میوه در Extra class

n<sub>2</sub>: تعداد میوه در Class I

n<sub>3</sub>: تعداد میوه در Class II

n<sub>4</sub>: تعداد میوه در Class III

N: تعداد کل میوه ها

نتایج به دست آمده از آزمایش ها با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند، نمودارها به وسیله نرم افزار EXCEL رسم شدند و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده گردید.

## نتایج

مقایسه میانگین اثر تیمار جیبرلین و رقم بر ویژگی های کمی و کیفی میوه سیب رقم های مختلف در جدول ۲ آمده است. در مقایسه اثر تیمار بر شاخص زنگار، بین تیمارهای GA<sub>3</sub> و GA<sub>4+7</sub> و شاهد از نظر کاهش زنگار میوه تفاوت معنی دار وجود داشت. بیشترین میزان کاهش زنگار مربوط به تیمار GA<sub>4+7</sub> (۱/۹۲٪) بود. در حالی که در تیمار GA<sub>3</sub> (۲/۹۰٪) و در تیمار شاهد (۴/۵۶٪) می باشد. مقایسه اثر رقم بر شاخص زنگار نشان می دهد که در بین رقم های مورد آزمایش تفاوت معنی دار در میزان ابتلا به زنگار وجود دارد به گونه ای که حساس ترین رقم به زنگار، رقم 'فوجی' (۴/۵۹٪) بوده است بعد از آن رقم 'استارکینگ' (۴/۰۷٪) در رتبه بعدی و سپس رقم 'پرایم رز' (۲/۹۴٪) و در آخر رقم 'دلباراستیوال' (۲/۲۳٪) می باشد که مقاومترین رقم به زنگار در بین چهار رقم مورد آزمایش ارزیابی شد. در برهمکنش تیمار در رقم مشاهده شد که در رقم 'فوجی' تیمار GA<sub>3</sub> با تیمار شاهد در کاهش میزان ابتلا به زنگار تفاوت معنی دار وجود دارد که ممکن است به نوع رقم مربوط باشد.

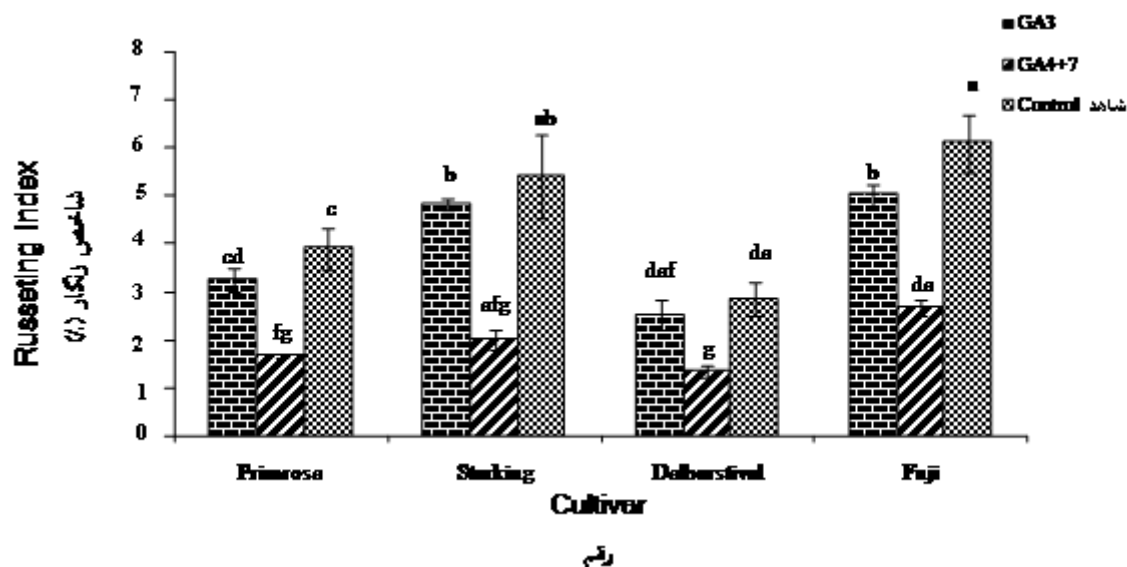


Fig 4. The effect of GA treatment on mean's russeting index of apple cultivars.

شکل ۴- اثر تیمار جیبرلیک اسید بر میانگین شاخص زنگار میوه رقم های مختلف سیب.

### بحث

اثر  $GA_{4+7}$  به عنوان یک عامل تقویت کننده و تنظیم کننده رشد یاخته های اپیدرم است آن چنان که موجب می شود تا اپیدرم کمتر دستخوش تقسیم های نامنظم شود. تقسیم های نامنظم در اپیدرم و وجود یاخته های غیر یکنواخت به ترک برداشتن کوتیکول و به دنبال آن تشکیل یاخته های چوب پنبه ای منتهی می شود در حالی که میوه های تیمار نشده در اپیدرم خود دارای رگه هایی از یاخته های نامنظم هستند که حدس زده می شود این رگه ها محل های ضعیفی بوده که ممکن است شکاف ها در این محل رخ دهند. همچنین مشخص شده است که تیمار جیبرلین باعث کاهش تنش های رشدی در میوه چه گردیده که این تنش ها در مراحل اولیه رشد میوه منجر به ایجاد زنگار می گردند. نحوه عمل  $GA_{4+7}$  به توانایی آن در افزایش تقسیم و بزرگ شدن یاخته های اپیدرم مربوط می شود (۱۹). بنابراین محلولپاشی میوه ها با جیبرلین از زنگارزدگی جلوگیری می کند و باعث درازتر شدن طول میوه می شود. در آب و هوای خشک به علت خنک تر بودن هوا به هنگام شب زنگار رخ نمی دهد. میوه ها طویل تر می شوند و آب روی سطح میوه جمع نمی شود (۲).

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار  $GA_{4+7}$  به طور معنی دار موجب کاهش زنگار در مقایسه با تیمارهای  $GA_3$  و شاهد شده است (شکل ۴). که با نتایج دیگر پژوهشگران روی سیب 'گلدن دلشس' (۱۲ و ۲۶) و کاهش میزان ابتلا به عارضه زنگار در میوه های تیمار شده با  $GA_{4+7}$  مطابقت دارد و همچنین در این مطالعه بین تیمار  $GA_3$  و شاهد تفاوت معنی دار در کاهش میزان ابتلا به زنگار وجود نداشت. در حالی که در گزارش دیگری اعلام شده که  $GA_3$  روی سیب 'گلدن دلشس' اثر داشته که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد (۲۰). این امر شاید ناشی از شرایط آزمایش ناشی شده باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار جیبرلین و رقم بر ویژگی های کمی و کیفی میوه سیب.

Table 2. Mean comparison of effect of GA treatment and cultivars on quantitative and qualitative characteristics of apple fruit.

تیمار Treatment	شاخص زنگار (درصد) Russeting index (%)	وزن تک میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتیمتر) Fruit length (cm)	قطر میوه (سانتیمتر) Fruit diameter (cm)	نسبت طول به قطر (L/D) L/D ratio	سفتی بافت میوه (Kgcm <sup>-2</sup> ) Fruit firmness
GA3	3.90b ± 0.29	150.07a ± 7.48	6.11a ± 0.14	7.18a ± 0.15	0.85a ± 0.007	12.71ab ± 0.73
GA4+7	1.92c ± 0.14	160.96 ± 7.74	6.31a ± 0.10	7.32a ± 0.13	0.86a ± 0.009	12.07b ± 0.5
شاهد Control	4.56 ± 0.46	133.69b ± 3.95	5.81b ± 0.08	6.90b ± 0.08	0.84a ± 0.006	12.99a ± 0.64

رقم Cultivar	شاخص زنگار (درصد) Russeting index (%)	وزن تک میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتیمتر) Fruit length (cm)	قطر میوه (سانتیمتر) Fruit diameter (cm)	نسبت طول به قطر (L/D) L/D ratio	سفتی بافت میوه (Kgcm <sup>-2</sup> ) Fruit firmness
'پرایم رز'	2.94c ± 0.32	133.12c ± 3.78	5.71b ± 0.10	6.71c ± 0.07	0.85ab ± 0.011	15.75a ± 0.33
'استارکینگ'	4.07b ± 0.55	151.27b ± 5.36	6.32a ± 0.12	7.26b ± 0.10	0.87 ± 0.008	9.70d ± 0.42
'دلباراستیوال'	2.23d ± 0.25	31.33c ± 7.17	5.92b ± 0.14	6.91c ± 0.14	0.86a ± 0.009	13.21b ± 0.41
'فوجی'	4.59a ± 0.49	177.24a ± 8.13	6.37a ± 0.10	7.66a ± 0.12	0.83b ± 0.005	11.69c ± 0.12

Means with the same letters are non-significantly different using DMRT test.

میانگین هایی که دارای حروف یکسانی هستند دارای تفاوت معنی داری در آزمون دانکن نمی باشند.



وزن، طول و قطر میوه های تیمار شده با  $GA_3$  و  $GA_{4+7}$  به طور معنی دار از میوه های شاهد بیشتر بوده است. چرا که جیبرلین ها موجب افزایش اندازه یاخته و طول شدن یاخته می شوند (۲). به طور کلی میوه هایی که طول یا قطر بیشتری دارند، مقدار وزن بیشتر و سفتی کمتری نیز دارند. در رابطه وزن و سفتی میوه مشاهده می شود که میوه های سنگین تر (درشت تر) سفتی کمتر و در مقابل میوه های کم وزن تر (ریزتر) سفتی بیشتری دارند (جدول ۲). این امر مطابق با روال مورد انتظار و مشهور در مورد سیب می باشد و به طور عمده از آنجا ناشی می شود که هر چه میوه بزرگ تر می گردد یاخته ها درشت تر می شوند و تعداد یاخته، نسبت فشردگی یاخته و مقدار دیواره یاخته ای در واحد حجم میوه ها کمتر است (۱۴).

در شرایط آب و هوایی و منطقه ای که آزمایش در آن انجام شد رقم های 'فوجی' و 'استارکینگ' حساس به زنگار معرفی شدند. اندازه میوه در این دو رقم به طور ژنتیکی بزرگتر از رقم های 'پرایم رز' و 'دلباراستیوال' می باشد، بنابراین سفتی پوست میوه نیز در آن ها کمتر است (جدول ۲). دلیل حساسیت رقم ها به زنگار را باید در تفاوت نوع لایه های محافظ آن ها جستجو کرد، چرا که ضخامت لایه کوتیکول (۱۸) در بروز زنگار بسیار حائز اهمیت است. پوست میوه شامل یک کوتیکول ضخیم همراه با یک لایه واکس، یک لایه اپیدرم و یک لایه هیپودرم با یاخته هایی با دیواره ضخیم می باشد. توسعه زنگار زمانی اتفاق می افتد که واکس های کوتیکولی و اپی کوتیکولی زیر شرایط یخبندان، آسیب های شیمیایی و صدمه های ناشی از بیماری و یا به وسیله عوامل درونی مانند رشد سریع اپیدرم که موجب پاره شدن کوتیکول حفاظتی می شود، آسیب دیده باشند. در این شرایط یک لایه کرک کامبیوم توسعه می یابد و به سمت خارج فشار وارد کرده و به عنوان یک لایه بیرونی حفاظتی میوه جایگزین کوتیکول می شود. بر خلاف کوتیکول واکسی که نرم، هموار و صاف است کرک کامبیوم دارای بافت خشن بوده و ظاهر زنگارمانندی به میوه می دهد. در رقم های حساس ضخامت کوتیکول نازک و شکل آن طوری است که قابلیت انعطاف نداشته و به آسانی شکاف های ریزی در آن ایجاد و در نتیجه لایه چوب پنبه ای در زیر این شکاف ها تشکیل شده و سطح میوه به ویژه در قسمت هایی که کوتیکول آن ها نازکتر است سطحی ناصاف به خود می گیرند. همچنین نقش واکس، حفظ یاخته های اپیدرمی از جذب بیش از حد آب می باشد چنان چه واکس موجود روی سطح میوه حذف گردد، یاخته های اپیدرمی با جذب رطوبت هوا شکاف برداشته و در نهایت از بین می روند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که ضخامت این لایه در این دو رقم کمتر و یا واکس روی پوست میوه کمتر بوده است (۱۹). بنابراین دو رقم 'فوجی' و 'استارکینگ' کوتیکول نازک، بی شکل و نامنظم دارند که موجب معرفی آن ها به عنوان رقم های حساس به زنگار شد.

استخراج هورمون های  $GA_3$ ،  $GA_4$  و  $GA_7$  و آنالیز آن ها نشان داده است که عامل اصلی مقاومت به زنگار در میوه های مقاوم، بیوسنتز  $GA_4$  در سطح بالاتری نسبت به بقیه جیبرلین ها در ۲ تا ۳ هفته اول بعد از گلدهی می باشد (۷). بنابراین می توان نتیجه گرفت که شاید در این دو رقم میزان سنتز  $GA_4$  نسبت به دو رقم دیگر که به زنگار پوست مقاوم هستند کمتر اتفاق می افتد.

مشاهده پوست رقم های 'فوجی' و 'استارکینگ' به وسیله بینوکولر (شکل ۵) نشان داد که در رقم 'فوجی' چوب پنبه ای شدن پوست سطحی، به نحوی که به بافت های زیرین پوست نفوذ نکرده بود. در حالی که در رقم 'استارکینگ' چوب پنبه ای شدن بسیار عمیق بوده و به لایه های زیرین پوست نفوذ کرده، همچنین مشاهده میکروسکوپی در ناحیه ای از پوست میوه که دچار زنگار شده بود شکاف هایی را در لایه کوتیکول و لایه های زیرین آن نشان داد (۳). بنابراین می توان نتیجه گرفت که لایه کوتیکول در رقم 'فوجی' از ضخامت بیشتری نسبت به رقم 'استارکینگ' برخوردار است.

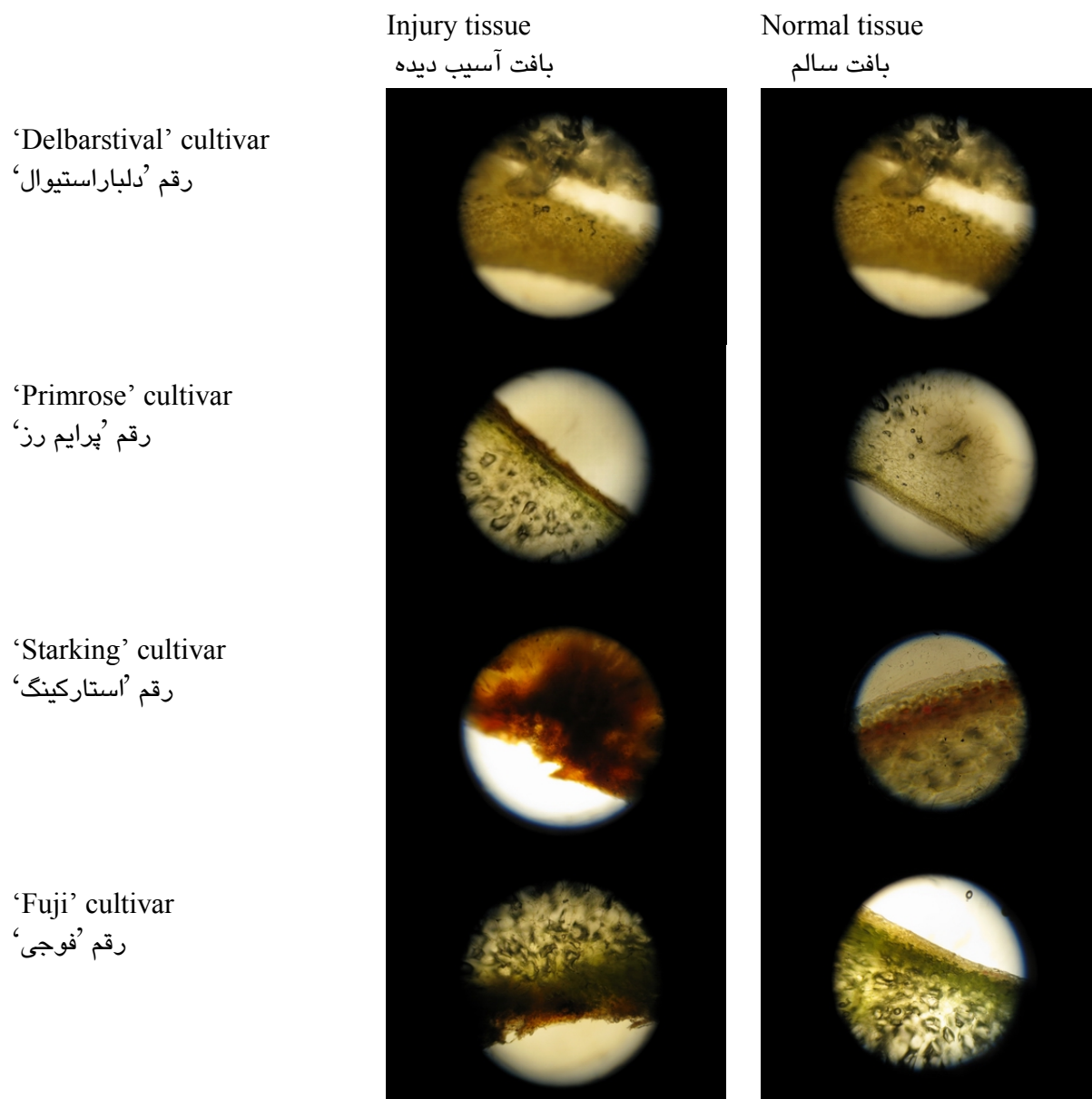


Fig. 5. Observation of skin apple cultivars by binoculars.

شکل ۵- مشاهده پوست میوه رقم های سیب به وسیله بینوکیولر.

همچنین در شرایط مورد آزمایش، رقم های 'پرایم رز' و 'دلباراستیوال' دو رقم مقاوم به زنگار معرفی شدند. این دو رقم از لحاظ ژنتیکی وزن تک میوه کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشتند که موجب سفتی پوست میوه می گردد (جدول ۲) بنابراین ضخامت لایه کوتیکول بیشتر و دارای یاخته های منظم و یکنواخت هستند. با توجه به واکنشی بودن شدید رقم 'دلباراستیوال' در درجه اول و سپس رقم 'پرایم رز' می توان چنین برداشت نمود که این دو رقم در برابر شکاف های ایجاد شده در پوست خود در اثر پوشش محافظ زیاد آن، مقاومت نشان می دهند.

مشاهده پوست رقم های 'دلباراستیوال' و 'پرایم رز' به وسیله بینوکیولر (شکل ۵) نشان داد که چوب پنبه ای شدن در پوست آن ها بسیار سطحی و اندک است به گونه ای که در بافت های سالم رنگ سبز کلروپلاست کاملاً مشهود بود.

همچنین نوع زنگار، در رقم های مورد آزمایش متفاوت بوده است. رقم 'دلباراستیوال' یکی از مقاوم ترین رقم ها به زنگار معرفی شد که میزان ابتلا به زنگار در این رقم در ناحیه فوقانی میوه بسیار ناچیز بوده به گونه ای که می توان آن را نادیده گرفته و در رتبه بندی میوه ها طبق استاندارد بین المللی سازمان خوار و بار کشاورزی در سال ۲۰۰۸، در Extra class قرار می گیرد (۱۰).

رقم 'پرایم رز' نیز یک رقم نیمه مقاوم به زنگار معرفی شد اما بعد از رقم 'دلباراستیوال' قرار می گیرد. در این رقم زنگار بیشتر در ناحیه گلگاه<sup>۱</sup> میوه مشاهده شد.

در رقم 'استارکینگ' که رقم حساس به زنگار می باشد، بیشتر ناحیه دمگاه<sup>۲</sup> میوه به این عارضه مبتلا می شود. در این رقم زنگار کمربندی<sup>۳</sup> نیز در سیستم کاشت متراکم Y شکل مشاهده شده است، در حالی که در سیستم کاشت Y شکل این نوع زنگار وجود نداشت (مشاهده شخصی). شاید بتوان نوع موقعیت قرار گرفتن میوه روی شاخه و در برابر رطوبت قرار گرفتن آن در سیستم V را توجیهی برای ایجاد زنگار کمربندی در این سیستم کاشت دانست.

رقم 'فوجی'، حساس ترین رقم به زنگار در میان رقم های مورد آزمایش معرفی شد که زنگار در آن یا به صورت شبکه ای<sup>۴</sup> بوده و یا تمام سطح میوه<sup>۵</sup> را به طور نامنظم آلوده می کند.

بنابراین انجام هرس جهت باز کردن شاخه ها در درخت برای استفاده از انرژی خورشیدی مفید خواهد بود که به موجب آن رنگ و کیفیت میوه به وسیله کاهش سایه اندازی و بهره مندی از نور خورشید در ساعت های بعد از بارندگی که موجب خشک شدن زودتر سطح میوه شده و از قرار گرفتن آب باران در سطح میوه و بروز زنگار و به دنبال آن ورود حشره ها و عوامل بیماری زا در سطوحی از میوه که شکاف در آن ایجاد شده است، جلوگیری خواهد شد.

آفتاب باعث ضخامت بیشتر کوتیکول ولایه مومی در سطح پوست (واکس) می گردد که به همین دلیل تعرق میوه کمتر می شود (۲۵) و میوه نسبت به بعضی عارضه ها مانند زنگار پوست مقاوم خواهد شد و همچنین میوه نسبت به پلاسیدگی مقاوم می گردد. بنابراین کیفیت ظاهری و عمر انباری سیب هایی که نور کافی دریافت کرده اند بیشتر از سیب هایی است که در شرایط هوای ابری و رطوبت رشد کرده اند. در سیستم های کاشت متراکم مانند سیستم Y شکل، در مقایسه با درختانی که شاخساره فشرده دارند که موجب عدم ورود مناسب و کافی جریان هوا به داخل شاخساره می شود، در سیستم Y شکل میوه به دلیل سایه اندازی کمتر توسط برگ ها و میوه های دیگر، از بیشترین میزان نور استفاده می کند (۲۲) و همچنین به دلیل هوادهی بهتر می تواند موجب کاهش بروز زنگار گردد، چرا که میوه در برابر هوا قرار می گیرد، آب روی میوه تبخیر می شود و از تجمع قطره های آب روی میوه جلوگیری خواهد شد. بر خلاف تدابیری که از نظر جریان هوا در سیستم کشت متراکم Y شکل و به احتمال بروز کمتر زنگار در پوست میوه ایجاد می شود، برای نتیجه قطعی لازم است پژوهش های گسترده ای در مقایسه سیستم های کاشت متراکم صورت گیرد. همچنین لازم است برای تعیین رقم های مقاوم و حساس به عارضه زنگار در شرایط آب و هوایی و منطقه مشابه با شرایط این پژوهش، پژوهش های بیشتری انجام شود.

## سیاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه تهران و صندوق حمایت از پژوهشگران که با حمایت مالی و علمی این پژوهش که بخشی از "طرح مطالعات کاربردی صنعت تولید سیب در ایران با استفاده از فناوری های نوین" است تشکر می نمایم.

## REFERENCES

## منابع

۱. حاج نجاری، ح. ۱۳۸۲. اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بر متابولیسم جیبرلین ها در سیب. پایان نامه دکترای زیست شناسی و تولیدات گیاهی، دانشگاه میلان، ایتالیا.
۲. طلایی، ع. ۱۳۷۷. فیزیولوژی درختان میوه مناطق معتدله (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۳ صفحه.
3. Ashizawa, M., Y. Horigome and T. Chuji. 2005. Histological studies on the cause of russet in 'Golden Delicious' apple. Hort. Sci. 30:47-52.
4. Babadoost, M. 2008. Important apple diseases of 2008 and their management. University of Illinois. Retrieved from <http://veg-fruit.cropsci.uiuc.edu>
5. Camilo, A.P. and F. Denardi. 2001. Effect of carbaryl on russetting apple (*Malus domestica* Borkh.), cultivars 'Gala', 'Fuji' and 'Golden Delicious'. J. Revista Brasileira de Fruticultura. Rev. Bras. Frutic. 23:280-283.
6. de Jong, P.F. and M.P. van der Mass. 2007. Reducing russetting of organically grown 'Elstar' to increase quality. Applied Plant Research Fruit, Wageningen University and Research Centre, the Netherlands.
7. Eccher, T. and H. Hajnajari. 2006. Fluctuation of endogenous gibberellin A<sub>4</sub> and A<sub>7</sub> content in apple fruits with different sensitivity to russet. Acta Hort. 727:537-544.
8. Eccher, T., H. Hajnajari, S. Di Lella and A. Elli. 2008. Gibberellin content of apple fruit as affected by genetic and environmental factors. Acta Hort. 774:221-228.
9. Ferree, D.C. and I.J. Warrington. 2003. Apples: Botany, Production and Uses. CABI Publishing. 660 p.
10. FAO of the United Nations. 2008. Codex Alimentarius Commission & Codex Committee on Fruits and Vegetables. Retrieved from [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
11. Fogelman, E., G. Redel, I. Doron, A. Naor, E. Ben-Yashar and I. Ginzberg. 2009. Control of apple russetting in a warm and dry climates. Hort. Sci. Biotechnol. 84:279-284.

12. Greene, D.W. 1993. Effects of  $GA_4$  and  $GA_7$  on flower bud formation and russet development on apple. Hort. Sci. Biotechnol. 68:171-176.
13. Harker, F.R., F.A. Gunson and S.R. Jaeger. 2003. The case for fruit quality: An interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. Postharvest Biolo. Technol. 28:333-347.
14. Johnston, J.W. and E.W. Hewett. 2002. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: A review. Crop, Hort. Sci. 30:145-160.
15. Kader, A.A. 2002. Quality and set factors: Definition and evaluation for fresh horticultural crops. In: Kader, A.A., (ed.) Postharvest Technology of Horticultural Crops. 279-285.
16. Kader, A.A. 2005. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. Acta Hort. 682: 2169-2175.
17. Kevin, R.D. and H.C. Carlos. 1994. Apple russetting. Cooperative extention. Pomology, UC Davis/Kearney Agr. Center. University of California. Central Valley Postharvest Newsletter. 3:4-6.
18. McArtney, S. 2009. Development and control of russet and scarf skin. Preharvest skin disorders of apple fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:283-290.
19. McNall, L.R. (1998). Factors affecting fruit russet. Nutr. Technol., Austral. J. Agr. Res. 12: 600-611.
20. Nejatizadeh, F. and A.R. Talaie. 2009. The effect of gibberellins on russetting in 'Golden Delicious' apples. Hort. Forestry, 1:061-064.
21. Pscheidt, J.W. 2007. Apple fruit russetting. An online guide to Plant Disease Control, Oregon State University Extension.
22. Robinson, T.L. 2007. Effects of density and tree shape on apple orchard performance. Acta Hort. 732: 405-411.
23. Sanchez, E., Soto, J.M., Uvalle, J.X., Hernandez, A., Ruiz, J.M., Romero, L. 2001. Chemical treatments in 'Golden Delicious Spur' fruits in relation to russetting and nutritional status. Plant Nutr. 24:191-202.
24. Smith, K.L. 2001. Apple russetting. Compendium of Apple and Pear Diseases, The American Phytopathological Society. Fruit ICM News. Vol. 5, No. 31.

25. Veraverbeke, E.A., Lammertyn, J., Saevels, S., Nicolai, B.M. 2001. Change in chemical wax composition of three different apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 23:197-208.
26. Werthien, S.J. 1973. Fruit set and June drop in 'Cox's orange pippin' apple as affected by pollination and treatment with a mixture of gibberellins A<sub>4</sub>+A<sub>7</sub>. *Sci. Hort.* 19:85-105.

**EFFECTS OF GA<sub>3</sub> AND GA<sub>4+7</sub> ON RUSSETING CONTROL OF SOME COMMERCIAL APPLE CULTIVARS UNDER INTENSIVE PLANTING SYSTEM IN KARAJ, IRAN**

**A. TALAEI, Z. HAMZEAI AND M.A. ASKARI<sup>1</sup>**

Russeting is one of the most important physiological skin disorders of apple, particularly when the humidity and rainfall are high. It can account for significant loss in crop value in marketing. Apple russeting is also considered as an epidermis disorder that appears as suberin layer on different parts of the fruit surface. The main cause of russeting is mostly genetical trait. In order to avoid this problem, it is essential to select the most resistant cultivars. In this research, It was tried to find out how russeting could be controlled by GA<sub>3</sub> and GA<sub>4+7</sub> application during flower petal fall with two concentrations in three times on four commercial apple cultivars ('Delbarstival', 'Starking', 'Primrose' and 'Fuji') on M<sub>9</sub> rootstock under intensive planting system (Y- shaped trellis) that were grown in Karaj. Randomized complete block design with four replications was used for statistical analysis. The treated fruits were classified according to their russeting degree. Results showed that GA<sub>4+7</sub> has a significant reduction in russeting of treated fruits comparing to GA<sub>3</sub> and control trees and there was no significant difference between GA<sub>3</sub> and control treatments. It was also found that 'Fuji' is the most sensitive one to russeting and after that cvs. 'Starking', 'Primrose' and 'Delbarstival', respectively.

**Key words:** GA<sub>4+7</sub> and GA<sub>3</sub>, *Malus domestica*, Physiological disorder, Russeting,

---

1. Professor (atalaii@ut.ac.ir), Department of Horticultural Science, M.Sc. Student Tehran Azad University, Instructor Department of Horticultural Science, College of Horticultural and Plant Protection, Karaj Agriculture and Natural Resources Campus, Tehran University, Tehran , I.R. Iran, respectively.