بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی
گروه باغبانی و گیاه‌پزشکی

عنوان پایان‌نامه ارشد:

بررسی تاثیر هیومیک اسید، کلسیم و بور،کائولین و تنش آبی بر میزان ترک خوردگی، کمیت و کیفیت میوه انار *(Punica granatum)*

دانشجو:
المیرا قنبرپور دیلمی

استاد راهنما:
دکتر مهدی رضایی

اساتید مشاور:
دکتر حسن خوش قلب
مهندس حسن قربانی قوژدی

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

ماه و سال انتشار:
فروردین ۱۳۹۴

دانشگاه شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه باغبانی و گیاه‌پزشکی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانم المیرا قنبرپور دیلمی **به شماره دانشجویی:** ۹۱۰۵۹۷۴

تحت عنوان:

بررسی تأثیر هیومیک اسید، کلسیم و بُر، کائولین و تنش آبی بر میزان ترک‌خوردگی و صفات کمی و کیفی میوه انار *(Punica granatum)*

در تاریخ ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی: دکتر مهدی رضایی		نام و نام خانوادگی: دکتر حسن خوش قلب	
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی: مهندس حسن قربانی قوژدی	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:	
نام و نام خانوادگی:			

تعهد نامه

اینجانب المیرا قنبرپور دیلمی **دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته** علوم باغبانی **دانشکده** کشاورزی **دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه** بررسی تأثیر هیومیک اسید، کلسیم و بُر، کائولین و تنش آبی بر میزان ترک‌خوردگی، کمیت و کیفیت میوه انار (*Punica granatum*) **تحت راهنمایی** دکتر مهدی رضایی **متعهد می‌شوم.**

- **تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.**
- **در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.**
- **مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.**
- **کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.**
- **حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.**
- **در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.**
- **در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.**

تاریخ بهمن ماه ۱۳۹۳ خورشیدی

امضای دانشجو– المیرا قنبرپور دیلمی

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت ...

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگی‌ام، چشمان پاک مادرم

به برادر و خواهرم همراهان همیشگی و پشتوانه‌های زندگی‌ام

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانی‌تان را سپاس نتوانم گفت.

امروز هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما

باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه غبار خستگی‌تان را بزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان

به‌رسم ادب بر خود لازم میدانم از استاد گران‌قدر جناب آقای دکتر مهدی رضایی که در کمال سعه‌صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی‌رسید؛ از اساتید صبور و باتقوا، جناب آقای دکتر حسن خوش‌قلب و جناب آقای دکتر حسن قربانی قوژدی که زحمت مشاوره این پایان‌نامه را بر عهده داشتند؛ و از اساتید فرزانه جناب آقای دکتر حمیدرضا اصغری و جناب آقای دکتر مصطفی حیدری که زحمت داوری این پایان‌نامه را متقبل شدند؛ جناب آقای مهندس حسن اسکندریان مدیریت محترم مجموعه تولیدی – کشاورزی چندران که بدون زحمات بی‌دریغ ایشان این مهم ممکن نمی‌شد؛ جناب آقای مهندس ابراهیم حسین پور کارشناس محترم آزمایشگاه گیاه‌شناسی و دیگر عزیزانی که در این عرصه مرا یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را به‌جا آورم.
باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

المیرا قنبرپور دیلمی
زمستان ۱۳۹۳

چکیده

یکی از مشکلات اصلی کشت و کار انار (*Punica granatum*) در کشور عارضه ترک‌خوردگی آن در هنگام رسیدن میوه است لذا به منظور بررسی تأثیر هیومیک اسید، کلسیم و بُر، کائولین و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی و نیز برخی صفات کمی و کیفی میوه انار آزمایشی به صورت آزمایش مرکب اسپلیت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال متوالی در منطقه سمنان و بر روی رقم پوست سفید درجزین اجرا گردید. هر کرت آزمایشی شامل دو درخت بود. تیمارهای آزمایشی (عوامل فرعی) شامل کائولین شش درصد، کلسیم و بُر (سه درصد کلسیم + یک درصد بُر)، هیومیک اسید در دو سطح (دو و پنج در هزار) بود و تنظیم دور آبیاری به عنوان عامل اصلی دو هفته قبل از اعمال اولین تیمار آغاز شد. محلول‌پاشی برگی طی سه مرحله پس از تمام گل (مرحله فندقی شدن) بر روی درختان اعمال شد. نتایج بررسی درصد ترک‌خوردگی نشان داد که آبیاری با دور ۱۴ روزه باعث افزایش میزان ترک‌خوردگی و کاربرد کائولین شش درصد در ترک‌خوردگی کل با کمترین میزان ترک‌خوردگی کل (۱/۲۶ درصد) و کائولین شش درصد به همراه کلسیم سه درصد و بُر یک درصد (۱/۱۶ درصد)، هیومیک اسید دو در هزار (۱/۲۴ درصد) و هیومیک اسید پنج در هزار (۱/۱۹ درصد) کمترین ترک‌خوردگی را در ماه شهریور داشتند که مهم‌ترین زمان از لحاظ آسیب به محصول و ایجاد این عارضه همین ماه است. نتایج آزمایشات اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی (طول میوه، قطر میوه، وزن ۱۰۰ آریل، وزن آبمیوه، وزن تک میوه، درصد آب‌میوه، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته آب‌میوه، نسبت قند به اسید) نشان داد اثر ساده و یا اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی در تمامی صفات ذکر شده اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند (p=۰/۰۵) و باعث بهبود صفات مورد آزمایش شدند. استفاده از کائولین شش درصد و هیومیک اسید پنج در هزار در افزایش میزان مجموع مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید آب‌میوه مؤثر بودند. از مطالب فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت کاربرد این مواد علاوه بر کاهش خسارت ترک‌خوردگی،می‌توانند کیفیت و بازارپسندی میوه را نیز افزایش دهند.

کلمات کلیدی: انار، ترک‌خوردگی، هیومیک اسید، کائولین، کلسیم، دور آبیاری.

مقالات مستخرج از پایان‌نامه:

- **"بررسی تأثیر هیومیک اسید و دور آبیاری و اثر متقابل آن‌ها بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار *(Punica granatum)*"** دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، صنایع غذایی و صنایع تبدیلی – دانشگاه تهران (اسفند ۱۳۹۳)
- **"بررسی تأثیر هیومیک اسید، دور آبیاری و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار *(Punica granatum)*"** دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، صنایع غذایی و صنایع تبدیلی – دانشگاه تهران (اسفند ۱۳۹۳)

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱-۱- انار ۲

۱-۱-۱-گیاه‌شناسی انار ۲

۱-۱-۲-ریخت شناسی انار ۲

۱-۱-۳-تاریخچه انار ۳

۱-۱-۴-اقلیم ۴

۱-۱-۵-نیازهای خاکی ۴

۱-۱-۶-سرمازدگی ۵

۱-۱-۷-عمر درخت انار ۶

۱-۱-۸-سطح زیر کشت و میزان تولید انار در جهان ۶

۱-۱-۹-سطح زیر کشت و میزان تولید انار در ایران ۶

۱-۱-۱۰-ارقام انار در ایران ۶

۱-۱-۱۱-ارزش غذایی و موارد مصرف انار ۱۰

۱-۱-۱۲-خواص دارویی و صنعتی انار ۱۱

۱-۱-۱۳-۳۱-عوارض فیزیولوژیکی انار ۱۱

۱-۱-۱۳-۱-آفتاب‌سوختگی (داغ زدگی) ۱۲

۱-۱-۱۳-۲-ترکیدگی میوه انار ۱۲

۱-۲- هیومیک اسید ۱۶

۱-۳- کلسیم ۲۰

۱-۳-۱-نقش کلسیم در فیزیولوژی گیاه ۲۰

۱-۳-۲-عوارض ناشی از کمبود کلسیم ۲۱

۱-۳-۳-وضعیت کلسیم در خاک ۲۲

۱-۳-۴-عوامل مؤثر در کمبود کلسیم: ۲۲

۱-۳-۶-زیاد بود کلسیم ۲۳

۱-۳-۷-راه‌های افزایش سطح کلسیم میوه ۲۳
۱-۴- بُر ۲۴
۱-۴-۱-نقش بُر در فیزیولوژی گیاه ۲۴
۱-۴-۲-وضعیت بُر در خاک ۲۴
۱-۴-۳-عوارض ناشی از کمبود بُر ۲۵
۱-۴-۴-بیش‌بود بُر ۲۶
۱-۴-۵-راه‌های افزایش بُر در میوه ۲۷
۱-۵-کائولین ۲۹
۲-۱- ترک‌خوردگی ۳۴
۲-۲- هیومیک اسید ۳۴
۲-۳- کلسیم ۳۶
۲-۴- بُر ۳۹
۲-۵- کائولین ۴۰
۳-۱- مشخصات محل و ارقام گیاه مورد استفاده ۴۴
۳-۲- مواد شیمیایی و ارگانیکی مورداستفاده ۴۴
۳-۳- تجهیزات ۴۴
۳-۴- تهیه محلول‌ها ۴۵
۳-۵- آماده‌سازی و اتیکت گذاری بلوک‌ها ۴۵
۳-۶- تیمارهای مورد استفاده ۴۵
۳-۷- زمان اعمال تیمارها ۴۵
۳-۸ صفات مورد اندازه‌گیری ۴۶
۳-۹- آنالیزهای آماری ۴۷
۳-۱۰- نرم‌افزارها ۴۸
۴-۱- ترک‌خوردگی میوه ۵۰
۴-۲- صفات کمی و کیفی میوه ۶۰

نتیجه گیری کلی ۶۹
پیشنهادات ۷۱
پیوستها ۷۲
منابع: ۷۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ رقم قرنجوک سمنان ۹

شکل ۱-۲ رقم شاهوار لاسجرد سمنان ۹

شکل ۱-۳ رقم پوست سفید درجزین سمنان ۹

شکل ۱-۷ عارضه آفتاب‌سوختگی در میوه انار ۱۳

شکل ۱-۸ عارضه ترک‌خوردگی در میوه انار ۱۳

شکل ۴-۱ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترکخوردگی میوه انار در تیرماه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۵۱

شکل ۴-۲ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترکخوردگی میوه انار در مردادماه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۵۲

شکل ۴-۳ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترکخوردگی میوه انار در شهریورماه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۵۳

شکل ۴-۴ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترکخوردگی کل میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۵۴

شکل۴-۵ تیمار محلول‌پاشی کائولین شش درصد و سه درصد کلسیم + یک درصد بور در دور آبیاری ۱۴ روزه ۵۸

شکل ۴-۶ تیمار محلول‌پاشی با اسید هیومیک دو در هزار ۵۸

شکل ۴-۷ تیمار شاهد در دور آبیاری هفت روز ۵۹

شکل ۴-۸ تیمار شاهد در دور آبیاری ۱۴ روز ۵۹

شکل ۴-۹ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان وزن میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۶۲

شکل ۴-۱۰ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان مواد محلول جامد میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۶۶

شکل ۴-۱۱ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان اسیدیته آبمیوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۶۶

شکل ۴-۱۲ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان نسبت قند به اسید آبمیوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۶۷

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱ سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصول انار ده استان تولیدکننده برتر در سال ۱۳۹۲ ۸

جدول ۱-۲ مهم‌ترین ارقام موجود در استان‌های عمده انار خیز کشور ۸

جدول ۱-۳ ترکیبات موجود در ۱۰۰ گرم قسمت خوراکی میوه انار (چاوان و همکاران، ۱۹۹۵) ۱۰

جدول ۱-۴ نیاز گیاهان به بُر (اومش، ۱۹۹۳) ۲۵

جدول ۱-۵ محدوده تحمل گیاهان به بُر، بر اساس میزان بر موجود در محلول خاک (میلی‌گرم در لیتر) (اومش، ۱۹۹۳). ۲۷

جدول ۳-۲: تیماری‌های محلول‌پاشی مورد استفاده ۴۶

جدول ۴-۱ تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۵۱

جدول ۴-۲ آمار هواشناسی تابستان سالهای ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ (آمارنامه سالیانه اداره هواشناسی سمنان) ۵۴

جدول ۴-۳ تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمّی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۶۱

جدول ۴-۴ مقایسه میانگین اثر تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انار ۶۲

جدول ۴-۵ مقایسه میانگین‌های اثرات دور آبیاری، تیمار محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انار ۶۳

جدول ۴-۶ تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۶۵

جدول ۴-۷ مقایسه میانگین‌های اثرات دور آبیاری، تیمار محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار ۷۲

جدول ۴-۸ مقایسه میانگین‌های اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۷۳

جدول ۴-۹ مقایسه میانگین‌های اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ۷۵

فصل اول:

مقدمه

۱-۱- انار

۱-۱-۱-گیاه‌شناسی انار

از نظر رده‌بندی گیاهی انار ابتدا در رده Angiosperms، زیررده Dicotyledoneae، راسته Myrtales و خانواده Myrtaceae قرار گرفته بود این خانواده دارای ۹۰ جنس و ۳۰۰۰ گونه است؛ اما در بررسی‌های بعدی به دلیل اختلافات آناتومیکی مثل نداشتن کیسه‌های مترشحه و لیبرهای داخلی که مختص گیاهان خانواده میرتاسه است آن را از تیره میرتاسه جدا نموده و در خانواده‌ای مستقل به نام Punicaceae قرار دادند. در حال حاضر کوچک‌ترین خانواده گیاهی با یک جنس و دو گونه به نام‌های *Punica granatum* (انارهای معمولی و خوراکی) و *Punica protopunica* (انارهای غیرخوراکی) می‌باشد. پایه کروموزومی انار x=۸ و تعداد کروموزوم آن ۱۶ است. تخمدان آن نیمه تحتانی است، میوه از نوع سته بوده و رنگ آریل از قرمز تیره تا صورتی روشن متغیر است (Levin, 2006; Watson and Dallwitz, 1992).

۱-۱-۲-ریخت شناسی[1] انار

انار درختچه‌ای است پرشاخ و برگ با شاخه‌های نامنظم، کم و بیش خاردار، تنه کوتاه و پاجوش دار (بهزادی، ۱۳۷۷). گل‌های انار به رنگ قرمز تا قرمز آتشی، قیفی شکل، دوجنسه، معمولاً انتهایی و یا روی اسپور به صورت تکی یا خوشه‌ای (بیش از پنج گل) دیده می‌شوند (El-Kassas et al., 1998; Llacer et al., 1994; Morton, 1987)، ارتفاع این درختچه بین ۹۰ سانتیمتر تا ۳ متر بوده و برگ‌های آن باریک و کشیده به طول ۷/۵-۲/۵ سانتیمتر که در اوایل بهار به رنگ برنز و در اواخر پاییز به رنگ زرد درمی‌آیند (Mars, 1994). کاسبرگ‌ها ضخیم، گوشتی، به شکل مثلثی که غالباً چهار تا هشت دندانه دارند. گلبرگ‌ها دارای قاعده باریک بوده و به دیواره داخلی نهنج چسبیده و تعداد آن‌ها مساوی

[1] Morphology

دندانه‌های کاسه گل می‌باشد و بعد از گرده‌افشانی می‌ریزند اما کاسبرگ‌ها عضو دائمی در گل و میوه هستند (بهزادی، ۱۳۷۷). میوه از رشد کاسبرگ حاصل‌شده و ۶-۷ ماه بعد از گلدهی می‌رسد (Stover and Mercure, 2007; Morton, 1987). گل‌ها بر روی درخت انار به دو شکل مثمر (کوزه‌ای شکل) و غیر مثمر (قیفی شکل) دیده می‌شوند (بهزادی، ۱۳۷۷). بعضی درختان یک بار و بعضی چند بار در سال گل می‌دهند و گل‌های تابستانه به بار نمی‌نشینند. میوه‌های انار ازلحاظ سختی دانه به دو گروه نرم دانه (بی‌دانه) و سخت دانه تقسیم می‌شوند که گونه نرم دانه فقط ارزش تازه خوری داشته و خاصیت انبارمانی ضعیفی دارد. میوه این گیاه دارای منحنی رشد سیگموئید ساده است (Saad, 1988). انار به‌صورت درختچه‌ای بوده که سعی می‌شود به شکل تک تنه تربیت شود اما در مناطق سردتر به دلیل جبران کاهش عملکرد شکل چند تنه ارجحیت دارد (Morton, 1987).

۱-۱-۳-تاریخچه انار

ایران و مناطق مجاور آن (فلات ایران) به‌عنوان منشأ این گیاه شناخته شده است (Bist et al., 1994). انار خوراکی حدود ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد توسط پارسیان اهلی شده است و سپس حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد توسط فنقی‌ها به کشورهای حاشیه مدیترانه، تونس و مصر برده شد و درست در همان زمان این میوه در غرب ترکیه و یونان و اسرائیل فعلی گسترش یافت و سپس ۸۰۰ سال قبل از میلاد از طریق اسپانیا به اروپا راه یافت و ۱۰۰ سال قبل از میلاد به چین و از صده ۱۴۰۰ میلادی به اندونزی و امریکای مرکزی و سپس به اقصی نقاط جهان برده شد (Morton, 1987; Larue, 1980; Anarinco, 2006). انار برای زرتشتیان سمبل باروری، ابدیت و نشانه کامیابی و الهه عشق (آفرودیت) بوده و پیش از میلاد به‌عنوان یک میوه لذیذ و گیاه زینتی شناخته می‌شده است (Panthaky, 2006; Encyclopedia Britannica, 2006a).

گونه دیگری از جنس انار یافت شده تحت عنوان *Punica protopunica* که فقط در منطقه یمن وجود داشته و به عنوان گونه اجدادی انار مطرح شده است (Shilikina, 1973). انار ارقام گوناگونی از ایران تا

شمال هندوستان دارد (Morton, 1987). این گیاه در کشورهایی از جمله ایران، افغانستان، هندوستان، ترکیه، تونس، اسرائیل، مصر، اسپانیا، مراکش، چین، ژاپن، روسیه و برخی از مناطق امریکا (کالیفرنیا) کشت می‌شود. در اغلب کشورها به آن سیب کارتاژی[1]، در هندوستان و خاورمیانه انار و در زبان عربی و عبری به آن رمان می‌گویند (Larue, 1980; Onur and Kaska, 1985).

۱-۱-۴-اقلیم

مطالعه روابط آب و انار بیشتر به مرحله رویشی این گیاه تمرکز دارد و انار به دلیل دارا بودن قابلیت تحمل تنش خشکی در رده گیاهان خشکی زی قرار دارد (Rodríguez et al., 2012) و به همین دلیل می‌تواند در مناطق خشک و نیمه‌خشک رشد کند (Sarkhosh et al., 2006; Aseri et al., 2008). انار در برابر تنش‌های آب و هوایی، خاک و شوری مقاوم بوده و بهترین محصول را در مناطقی با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد تولید می‌کند (Patil and Karale, 1990). این گیاه در مناطق معتدله، خزان کننده و در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری، همیشه‌سبز است. این گیاه در صورتی میوه شیرین تولید می‌کند که دوره‌ی طولانی و کافی گرما ببیند و آب و هوایی با رطوبت بیشتر باعث تولید میوه‌هایی با کیفیت پایین‌تر و شیوع امراض قارچی می‌شود (Llacer et al., 1994). در اکثر مناطق انار کاری دنیا، مثل ایران به دلیل خشک و نیمه‌خشک بودن ناحیه با محدودیت آب مواجهیم (Beaumont, 1993) و رشد و نمو گیاه با کمبود آب به تأخیر می‌افتد (Wright and Stark 1990). بااین‌حال درخت انار به‌عنوان یک گیاه مقاوم به کمبود آب در خاک مطرح‌شده است (Holland et al., 2009).

۱-۱-۵-نیازهای خاکی

درختچه انار در خاک‌های قلیایی بهترین رشد و میوه دهی را داراست، با این وجود خاک‌های اسیدی هم مانع رشد آن نمی‌شود (Singh and Singh, 2004). بهترین خاک جهت کشت انار خاک‌های رسی شنی یا شنی رسی با pH بین ۷/۵ تا ۸/۵ است. در خاک‌های شنی هرچند میوه دهی و رسیدن میوه

[1] Malus.Punicus

تسریع خواهد شد ولی محصول کمتر و رنگ میوه‌ها روشن‌تر می‌شود. خاک‌های عمیق با بافت متوسط برای رشد آن بهتر است و خاک‌های سنگین را در صورتی که زهکشی خوبی داشته باشد را به‌خوبی تحمل می‌کند. در خاک‌های رسی سنگین گیاه رشد و نمو بسیار کمی داشته، همیشه ضعیف، زرد و پژمرده باقی می‌ماند. در خاک‌های سبک مانند سایر گیاهان احتمال آلوده شدن ریشه‌های انار به نماتد بیشتر است. مقاومت انار به خاک‌های شور بالا است و ظاهراً یون‌های سدیم در انار از ریشه به قسمت‌های بالایی کمتر منتقل می‌شوند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۱-۶-سرمازدگی

سرمازدگی یکی از مشکلات اساسی و عمده در باغات انار محسوب می‌گردد. به‌طوری‌که هرساله با توجه به میزان سردی هوا بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد باغات را سرما می‌زند. سرمای زمستانه به تنه و شاخه‌های درختان آسیب وارد می‌سازد ولی سرمای زودرس بهاره به برگ و گل درختچه‌های انار خسارت وارد نموده و به‌نوبه خود باعث کاهش عملکرد می‌گردد.

حد مقاومت انار به سرمای زمستانه را در منابع مختلف مقادیر متفاوت ذکر کرده‌اند به‌طوری‌که از حدود منفی ۱۱ درجه سانتی‌گراد الی منفی ۱۵درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌گردد که مسلماً این اختلاف در رابطه با ارقام و شرایط آب و هوایی متفاوت می‌باشد.

مقاومت انار به گرمای هوا کمتر از خرما بوده و تا ۴۵+ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین دمای سالانه در نواحی مساعد کشت انار ۱۶ الی ۱۹ درجه سانتی‌گراد و یا اکثراً ۱۷/۵ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار دارد و در این مناطق حداقل مطلق درجه حرارت از منفی ۱۶ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر نرفته و همه ساله در زمستان حدود ۱ تا ۲/۵ ماه یخبندان در این مناطق وجود دارد. حساسیت انارهای شیرین به سرما نسبت به انارهای ترش بیشتر است (بهزادی، ۱۳۷۷).

۱-۱-۷-عمر درخت انار

درخت انار از سن ۵ سالگی شروع به باردهی اقتصادی می‌کند و این روند تقریباً تا ۷۰ سالگی ادامه می‌یابد، ولی در برخی از نوشته‌ها عمر این درخت را تا ۲۰۰ سال هم ذکر کرده‌اند (وزوایی، ۱۳۶۶).

۱-۱-۸-سطح زیر کشت و میزان تولید انار در جهان

در حال حاضر علاوه بر اینکه ایران یکی از کشورهایی است که بیشترین میزان سطح زیر کشت و تولید انار در جهان را به خود اختصاص داده است، در کشورهایی چون هندوستان، ترکیه، افغانستان، پاکستان، ارمنستان، گرجستان، تاجیکستان، اردن، مصر، ایتالیا، تونس، آذربایجان، لیبی، لبنان، فلسطین اشغالی، سودان، برمه، بنگلادش، موریتانی، مراکش، قبرس، اسپانیا، یونان، فرانسه، چین، ژاپن و آمریکا کشت این محصول مرسوم است و در بین کشورهای مذکور بالاترین سطح زیر کشت و تنوع ارقام انار مربوط به هندوستان، جمهوری‌های تازه استقلال‌یافته آسیای مرکزی، ماوراء قفقاز و اسپانیا می‌باشد (بهزادی، ۱۳۷۷). هندوستان با ۱۰۰,۰۰۰ هکتار بیشترین سطح زیر کشت انار (Yedage et al., 2013) و ایران با ۰/۴۹ میلیون تن بیشترین تولید را در جهان دارد (آمار نامه محصولات باغی سال ۱۳۹۲).

۱-۱-۹-سطح زیر کشت و میزان تولید انار در ایران

سطح زیر کشت باغات غیر بارور، باغات بارور، میزان تولید و عملکرد ده استان تولید کننده برتر انار به شرح جدول ۱-۱ می‌باشد (آمار نامه محصولات باغی سال ۱۳۹۲).

۱-۱-۱۰-ارقام انار در ایران

بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده طی سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۳۷۰، در حدود ۷۶۰ واریته انار اعم از انارهای اهلی، وحشی و زینتی در اقصی نقاط کشور شناسایی گردیده است که از این تعداد ۷۰۰ نوع آن از ارقام اهلی هستند که هر یک ازنظر رنگ، طعم، مزه، زودرسی، دیررسی، ترشی، شیرینی، تازه خوری، بازارپسندی، خاصیت انباری، مقاومت به امراض و آفات، ترکیدگی و غیره دارای صفات ویژه کلی

به شرح جدول ۱-۲ می‌باشند. به‌طورکلی نهال‌هایی که از انارهای ترش به عمل می‌آیند در برابر تغییرات عوامل جوی و شرایط محیطی مقاوم‌تر از نهال‌هایی هستند که از ارقام دانه شیرین به عمل می‌آیند.

مهم‌ترین ارقام تجاری انار که بیش از ۹۵ درصد صادرات را شامل می‌شود عبارت‌اند از: ملس ساوه، شیشه‌کپ فردوس، خزر بردسکن، رباب نی‌ریز، نادری بادرود، ملس یزدی، قجاق قم، اردستانی‌مه‌ولات و بجستانی و مهم‌ترین ارقام استان سمنان عبارتند از: قرنجوک (شکل ۱-۱)، شاهوار لاسجرد (شکل ۱-۲)، پوست سفید درجزین (شکل ۱-۳) و پوست قرمز درجزین که مهم‌ترین خصوصیات این ارقام عبارت است از پوست قرمز و نسبتاً کلفت، دانه قرمز و مزه ملس تا شیرین (بهزادی، ۱۳۷۷).

جدول ۱-۱ سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد محصول انار ده استان تولیدکننده برتر در سال ۱۳۹۲

ردیف	استان	سطح کشت باغات (هکتار)		میزان تولید (تن)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
		غیر بارور	بارور		
۱	اصفهان	۱۳۱۵/۵	۷۴۳۲/۸	۷۶۲۶۴/۲	۱۰۲۶۰/۵
۲	خراسان جنوبی	۶۹۵/۷	۳۱۷۹	۳۲۳۷۹	۱۰۱۸۵/۳
۳	خراسان رضوی	۲۱۳۵/۶	۷۷۶۴	۱۰۸۶۹۵	۱۳۹۹۹/۹
۴	سمنان	۱۲۰۱/۶	۲۶۹۷	۶۰۰۰۰	۲۲۲۴۶/۹
۵	فارس	۴۸۹۵	۱۴۹۳۹	۲۶۰۱۸۰	۲۰۷۵۵/۱
۶	قم	۱۰۲/۲	۲۶۶۰	۲۹۹۰۰	۱۱۲۴۰/۶
۷	کرمان	۴۰۶/۶	۲۵۹۳	۲۴۴۶۹	۹۴۳۶/۶
۸	لرستان	۱۴۷۳/۱	۱۵۵۲	۲۶۳۸۲	۱۶۹۹۸/۷
۹	مرکزی	۳۱۱/۷	۸۲۳۶	۱۳۴۲۴۵	۱۶۲۹۹/۸
۱۰	یزد	۴۰۰/۸	۵۶۵۶	۹۱۹۹۹	۱۶۲۶۵/۷
	جمع	۱۶۳۶۱/۷	۶۶۱۷۸/۷	۹۴۱۸۰۶	۲۳۰۳۰/۷

جدول ۱-۲ مهم‌ترین ارقام موجود در استان‌های عمده انار خیز کشور

استان	تعداد ارقام	ارقام عمده
اصفهان	۸۹	نادری، راوندی، ملس دانه قرمز، شیرین شهوار، آمنه خاتونی، زاغ، شیرین
ایلام	۹	کلم
تهران	۲۸	گلو باریک، ملس، قجاق، تقلید، قیاسی، شیرین، یزدی، عروسک
قزوین		شاه بار، ملس، قره گوز، سنگانی
قم		قجاق، شاه‌پسند (دختر حمومی)
خراسان جنوبی	۶۱	شیشه کپ
خراسان رضوی		شیشه کپ، بجستانی، خزر، اردستانی، قند (مشکی)، ملس، لیلی
خوزستان	۳۲	قرمز دو مزه، ملس دانه سیاه، سینه پهن، شیرین پوست نازک
زنجان	۱۱	دوستی، شاهوار، پوست کدوئی، ملس قرمز، میخوش، سیاه
سمنان	۲۱	گلو باریک، سرخک، شهوار، یزدی، اردستانی، ملس، قرنچوک
سیستان و بلوچستان	۳۵	میخوش، گلابی، بزمانی، کله‌گاوی، بی هسته، سنگانی، ساوه‌ای، لادیز
فارس	۸۷	رباب، بریت، فاروق، اتابکی، کدرو (زرده انار)، قجاق، ملس (میخوش)، سیاه، شیرین شهوار، ترش سبز، حسین آقایی، قلاتون، رمی، ابر، عروس
کرمان	۱۰۵	دانه قرمز راور، کیوانی، شاهی، سیاه ملس، شیرین عقدائی
کرمانشاه	۲۵	بریت سفید، ملس سوری، قمی، دانه قرمز، شیرین انار، ساوه
گیلان و مازندران	۳۳	کلباد (کاب دار)، شکر، ملس، لمسری (ترش که همان انار جنگلی می‌باشد)
مرکزی	۲۸	ملس (معمولی، تبریزی و یوسف خانی)، آقا محمدعلی، آلک (شیرین و ترش)، سیاه
یزد	۱۰۲	ملس، میخوش، شیرین شهوار، زاغ، گل، ملس دانه سیاه، طوق گردن، گرچ، سوسکی

شکل ۱-۱ رقم قرنجوک سمنان

شکل ۱-۲ رقم شاهوار لاسجرد سمنان

شکل ۱-۳ رقم پوست سفید درجزین سمنان

۱-۱-۱۱-ارزش غذایی و موارد مصرف انار

انار یکی از منابع با ارزش مواد معدنی، مواد مغذی و ویتامین‌ها محسوب می‌شود و محتوی اسید، قند، ویتامین، پلی ساکارید و پلی فنول است (Chavan et al., 1995; Gil et al., 2006). از انار به منظور تهیه شربت، آب‌میوه، مربا، ژله، رب انار، انار‌دانه و حتی شراب استفاده می‌شود (Adsule et al., 1992; Phandis, 1974; Saxena et al., 1984; Wealth of India, 1969; Siddappa and Bhatia, 1954). هسته انار به‌طور متوسط دارای ۲۵ درصد چربی می‌باشد. مقادیر هر یک از اسیدهای چرب غیراشباع در روغن هسته انار برابر است با: ۳۶/۸ درصد اولئیک اسید، ۴۲/۵ درصد لینولئیک اسید و ۱۶/۰ درصد سایر اسیدهای چرب ۱۸ کربنه و مقداری مواد غیر صابونی اسیدهای چرب فرار. روغن دانه انار تقریباً ۱۵ درصد وزن خشک بذر را تشکیل می‌دهد که به علت خواص آن دارای اهمیت صنعتی در گروه روغن‌های خشک می‌باشد.

مواد و ترکیبات موجود در میوه انار در ارقام مختلف اندکی متفاوت است که به‌طور متوسط به شرح جدول ۱-۳ می‌باشد (Chavan et al., 1995).

جدول ۱-۳ ترکیبات موجود در ۱۰۰ گرم قسمت خوراکی میوه انار (چاوان و همکاران، ۱۹۹۵)

مواد غذایی	واحد	مقدار	مواد غذایی	واحد	مقدار
آب	gr	۸۰-۸۲/۳	کربوهیدرات	gr	۱۶/۴
انرژی	kcal	۶۳-۷۸	فیبر	gr	۰/۲ -۰/۶
پروتئین	gr	۰/۵-۰/۹۵	خاکستر	gr	۰/۵
چربی	gr	۰/۳ -۰/۹	فسفر (p)	mg	۸
آهن (Fe)	mg	۰/۳	پتاسیم (k)	mg	۲۵۹
کلسیم (Ca)	mg	۳	منیزیم (Mg)	mg	۳
سدیم (Na)	mg	۳	روی (Zn)	mg	۰/۱۲
منگنز (Mn)	mg	۰/۱۵	مس (Cu)	mg	۰/۰۷
سلنیوم (Se)	µg	۰/۶	ویتامین B1	mg	۰/۰۳
ویتامین B2	mg	۰/۰۳	ویتامین B3	mg	۰/۳
ویتامین C	mg	۴-۶	پانتوتنیک اسید	mg	۰/۵۹۶

اسیدیته در انارهای ترش ۳/۶ درصد، در انارهای شیرین ۵ درصد و در انارهای وحشی تا ۳/۸ درصد می‌رسد و وزن مخصوص آب انار ۱/۱۵۱ گرم بر سانتیمتر مکعب و عصاره خشک آن ۱۴۵ گرم در یک کیلوگرم است (Chavan et al., 1995).

۱-۱-۱۲-خواص دارویی و صنعتی انار

انار یک منبع غنی از آنتوسیانین‌ها است که می‌تواند در صنایع غذایی به‌کار رود. ریشه، پوست و ساقه انار علاوه بر داشتن مقدار قابل ملاحظه‌ای تانن، دارای ترکیبات و مواد سودمندی است که در داروسازی سنتی و حتی پزشکی امروز از آن استفاده می‌شود (Rania et al., 2007).

پوست میوه انار دارای مقدار زیادی تانن و مقداری نیز رنگیزه‌های[1] رنگی می‌باشد که در رنگرزی سنتی نخ قالی‌های ایران از رنگیزه‌های رنگی آن جهت به دست آوردن رنگ ثابت و طبیعی حنایی، قهوه‌ای، زرد و قرمز استفاده می‌کنند. از تانن موجود در پوست انار که نوعی تانن طبیعی با کیفیت مرغوب می‌باشد در صنایع چرم‌سازی و دباغی استفاده می‌نمایند. از تانن پوست انار در صنایع شیمیایی و داروسازی استفاده می‌شود. آب انار هم می‌تواند در داروسازی نیز به‌عنوان یک فرآورده عالی و طبیعی تصفیه‌کننده خون، مبارزه علیه جوش‌های روی پوست، دمل، پایین آوردن چربی و فشارخون، خنک‌کننده و شادی‌بخش و آرام‌بخش استفاده نمود. همچنین روند پیشرفت سرطان را کند می‌کند (Adams et al., 2006).

انار برای درمان التهاب چشم، پوست، کمک به هضم غذا، دفع کرم، مارگزیدگی، دیابت، جذام، جلوگیری از اسهال و خون‌ریزی، برونشیت مؤثر است (Encyclopedia Britannica, 2006b; Lansky, 2000).

۱-۱-۱۳-عوارض فیزیولوژیکی انار

ترک‌خوردگی و آفتاب‌سوختگی دو عارضه مهم در میوه‌های مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است (شکل ۱-۷ و ۱-۸) (Aksoy, 1987).

[1] Pigment

۱-۱-۱۳-۱-آفتاب‌سوختگی (داغ زدگی)

ارقام بسیاری از انارهای موجود نسبت به تابش مستقیم نور خورشید حساس می‌باشند. پوست میوه انار در برابر تابش شدید و مداوم نور آفتاب‌سوخته و حالت شادابی خود را از دست می‌دهد، درنتیجه دانه‌های انار در آن قسمت رشد طبیعی نکرده و کوچک، کم آب و تا حدودی بی‌رنگ باقی می‌مانند و اکثراً به علت کم‌آبی در همان ناحیه نیز می‌ترکد (شاکری و همکاران، ۱۳۸۵). به همین جهت تنظیم فواصل آبیاری نسبت به احتیاجات آبی درختان انار و جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب به میوه، به خصوص در واریته‌های حساس، مؤثر است (Glenn et al., 2002).

۱-۱-۱۳-۲-ترکیدگی میوه انار

ترکیدگی میوه انار نتیجه چندین فاکتور شامل عوامل محیطی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و ژنتیکی است (Gharesheikhbayat, 2006) و یکی از مهم‌ترین مشکلات انار بوده و عمدتا و ناشی از کمبود برخی از عناصر مانند بر و کلسیم در میوه‌های جوان و تغییرات شدید دمای شب و روز در میوه‌های بالغ است. نامنظم بودن آبیاری در هنگام رسیدگی میوه، گذراندن یک دوره خشکی و به دنبال آن آبیاری سنگین یا بارندگی شدید (Jeyakumar, 2003; Mirchandani et al., 2010)، قدرت درخت، میزان محصول، اندازه میوه، رقم، تنش گرمایی، بادهای شدید گرم و سوزان، هرس نامناسب، بافت ضعیف و جنس خاک را از عوامل مؤثر در ترکیدگی انار و به عنوان عوامل بروز اختلالات فیزیولوژیکی دانسته‌اند (Raese, 1989). که موارد فوق تقریباً در تمام مناطق انار کاری کشور وجود داشته و میزان خسارت آن در بعضی از سال‌ها روی بعضی از ارقام ۲۵-۹۰ درصد گزارش‌شده است (Mirchandani et al., 2010). میزان مواد معدنی درون میوه برای جلوگیری از این اختلالات ضروری است (Perring, 1984).

شکل ۱-۷ عارضه آفتاب‌سوختگی در میوه انار

شکل ۱-۸ عارضه ترک‌خوردگی در میوه انار

۱- نامنظم بودن دور آبیاری یا فواصل آبیاری و همچنین عدم یکنواختی میزان رطوبت نسبی هوا: زمانی که در باغی آبیاری دیر انجام گیرد، میوه از رشد طبیعی خود بازمی‌ماند، بخصوص پوست میوه که مقداری از رطوبت طبیعی خود را در اثر خشکی هوا و نرسیدن آب از دست می‌دهد. در چنین وضعیتی هرگاه درخت آبیاری شود، در اثر جذب آب دانه‌ها متورم شده و در اثر نمو بعدی بر حجم دانه‌ها افزوده

می‌شود، درحالی‌که پوست میوه در اثر خشکی و بازماندن از رشد طبیعی قادر نیست به‌موازات قسمت داخلی به رشد و نمو خود ادامه دهد، درنتیجه فشار داخلی باعث شکاف خوردن پوست می‌گردد (خاقانی، ۱۳۶۶).

۲- بارندگی بی‌موقع و یا سرد شدن ناگهانی هوا تعادل رطوبت موجود بین میوه و شاخه و برگ را به هم زده و باعث ترکیدگی میوه می‌شود. در این دوره آب بیشتر وارد آوند آبکش می‌شود تا آوند چوب. آریل میوه بیشتر از پوست میوه متأثر از فشار تورژسانس است و این فشار باعث ترک‌خوردگی می‌گردد در تمام میوه‌ها در دوران تنش فشار تورژسانس پایین آمده و بارش باران باعث کاهش تنش شده اما در میوه با رشد نامتقارن در محل افزایش فشار (افزایش حجم آریل بدون افزایش حجم پوست) عارضه ترک‌خوردگی اتفاق می‌افتد (Galindoa et al., 2014).

۳- رقم: گرچه کلفتی پوست نمی‌تواند عامل بازدارنده از ترکیدگی میوه باشد ولی ارقام مختلف نسبت به این عارضه حساسیت‌های متفاوتی دارند. عده‌ای از محققان تأثیر رقم را در جلوگیری از ترکیدگی بین ۶/۵ تا ۳۸ درصد دانسته و عده دیگر آن را تا ۷۶ درصد مؤثر می‌دانند (خاقانی، ۱۳۶۶). به‌هرحال رقم کاملاً مقاوم به ترکیدگی تاکنون معرفی نشده است (خاقانی، ۱۳۶۶). رابطه مستقیمی بین ترک‌خوردگی و کلفتی پوست انار نیست اما بین ترک‌خوردگی میوه و حجم، شکل، رقم و نسبت وزن آریل به وزن پوست میوه رابطه خطی وجود دارد (Saei et al., 2014). پتانسیل آب‌میوه نیروی لازم جهت ترک‌خوردگی را فراهم می‌کند، دیواره سلولی و سایر ساختار سلولی باید مقاوم به این نیرو باشند تا میوه مقاوم به ترک‌خوردگی باشد (Lichter et al., 2002).

۴- بادهای شدید، گرم و سوزان یکی دیگر از عوامل ترکیدگی میوه انار است، زیرا در اثر وزش باد، آب بیشتری از درخت تبخیر شده، درنتیجه آب کافی به میوه نمی‌رسد و به همان دلیل که در مورد نامرتب بودن دفعات آبیاری گفته شد، این مسئله نیز سبب ترکیدن انار می‌گردد (خاقانی، ۱۳۶۶).

۵- تغییر ناگهانی درجه حرارت: در اواخر تابستان دمای محیط به حدود ۴۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، که البته میوه انار به این درجه حرارت عادت کرده است، لذا وقتی در پاییز درجه حرارت از ۲۰

درجه بالای صفر پایین‌تر می‌آید، سبب ترکیدن پوست انار می‌شود (Jeyakumar, 2003; Mirchandani et al., 2010). اگر رطوبت قابل استفاده خاک در طی تابستان ۲۵ درصد باشد ترک‌خوردگی میوه کمتر می‌شود (Sheikh and Manjula, 2012).

۶- کمبود بعضی از عناصر به خصوص عنصر کلسیم، روی و بر، هرس نامناسب، خسارت برخی از آفات به‌ویژه کنه‌ها نیز سبب ترکیدن میوه انار می‌شود (اخیانی، ۱۳۶۶).

۷- وجود عوارض دیگر روی پوست مانند سوختگی‌های موضعی در اثر آفتاب و یا رشد ضعیف در پوست میوه و یا هر نوع زمینه‌سازی به‌صورت نقاط ترک‌خورده بسیار ریز سطحی و عدم هرس مناسب و برخورد میوه‌ها با شاخه‌های خشک می‌تواند مبنای گسیختگی پوست در مراحل بعدی باشد (خاقانی، ۱۳۶۶).

در کل می‌توان گفت که اجتماع چند عامل به همراه متعادل نبودن آب منجر به ترک‌خوردگی می‌شود. ترک‌خوردگی پوست بعد از رسیدن میوه به‌صورت تصادفی رخ می‌دهد که ناشی از انبساط دیواره داخلی و بدون تغییر ماندن دیواره خارجی است. مکانیسم ترک‌خوردگی هنوز به‌طور کامل شناخته‌نشده و اطلاعات کمی درباره تأثیر صفات مورفولوژیکی بر ترک‌خوردگی انار وجود دارد (Saei et al., 2014). ترک‌خوردگی باعث می‌شود بخش اعظم میوه‌ها که حاصل گل اول هستند، از بین بروند (Hoda and Hoda, 2013).

سایه دهی، هرس باردهی، قیم زدن (Brown and Price, 1934; Emmons and Scott, 1977; Hausbeck, 2002). برداشت میوه در اوایل فصل پاییز، استفاده از ارقام مقاوم، استفاده از بُر (۵۰ پی پی ام) و جیبرلیک اسید (۴۰ و ۲۵۰ پی پی ام)، اسپری بوراکس ۰/۱ یا کلسیم هیدروکسید بر روی برگ یا میوه (بعد از میوه بستن بر روی میوه‌های نابالغ)، افزایش ظرفیت نگهداری آب در گیاه با استفاده از کودهای ارگانیک از مؤثرترین و عملی‌ترین راه‌های پیشگیری از ترکیدگی است (Jeyakumar, 2003; Mirchandani et al., 2010). البته استفاده از جیبرلیک اسید به دلیل به تأخیر انداختن شروع خواب و خطر سرمازدگی گیاه چندان توصیه نمی‌شود (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج تحقیقات از گذشته

تاکنون نشان می‌دهد که سطوح کلسیم و پتاسیم و حتی نسبت کلسیم به پتاسیم بازدارنده ترک‌خوردگی است (Aksoy et al., 1987).

۱-۲- هیومیک اسید[1]

مواد ارگانیکی خاک عمدتاً شامل هیومیک اسید و فولویک اسید[2] است که تحت عنوان مواد هیومینی شناخته می‌شوند (Schnitzer, 1982) که محصول نهایی تجزیه هر ماده آلی است و ابتدا به هوموس و سپس به این مواد تبدیل می‌شود و نام آن‌هم از هوموس گرفته‌شده است (Neri et al., 2002). مواد هیومینی عمدتاً از ترکیبات نیتروژنی مانند آمینواسیدهای تجزیه شده و ترکیبات آروماتیکی تشکیل‌شده‌اند (Andriesse, 1988). هیومیک اسید (پلیمریک پلی هیدروکسی اسید) به‌عنوان یک ماده آلی محلول در آب گزارش‌شده است. بخش اعظم این ماده شامل گروه‌های کربوکسیلی، فنولیک هیدروکسیلیک، الکل هیدروکسیلیک و کتون است (Russo and Berlyn, 1990). هیومیک اسید هم برای گیاه هم برای خاک بسیار مفید است، باعث افزایش فعالیت میکروبی می‌شود و به‌عنوان بیو محرک در افزایش کیفیت خاک معرفی شده است. موجب بهبود حاصلخیزی خاک شده و درنتیجه بر رشد و عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد؛ همچنین محرک جذب مواد مغذی و بهبوددهنده رنگیزه‌های برگ، صفات رویشی و صفات تغذیه‌ای است؛ قابلیت دسترسی گیاهان به عناصر غذایی، مقاومت به خشکی و گرما را افزایش می‌دهد (Russo and Berlyn, 1990; Schnitzer, 1992; Ismail et al., 2007; Senn and Kingman, 1973; Boyle et al., 1989; Sharif et al., 2002; Eissa, 2003). مواد هیومیکی مثل هیومیک اسید و فولویک اسید ۶۵-۷۰ درصد ترکیبات ارگانیکی خاک را تشکیل می‌دهند همچنین افزایش رشد گیاه در اثر استفاده این مواد ناشی از افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، تنفس، فتوسنتز، تأمین رشد سلولی ریشه، جذب اکسیژن و فسفر است (Cacco and Dell Agnolla, 1984; Russo and Berlyn, 1990).

[1] Humic Acid
[2] Fulvic Acid

مواد هیومیکی به‌طور غیرمستقیم در بهبود خصوصیات خاک از قبیل تراکم، زهکشی، نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری آب، انتقال ریزمغذی‌ها، در دسترس بودن این مواد در خاک‌های قلیایی یا فقیر ازلحاظ مواد ارگانیکی نقش دارد (Neri et al., 2002). گیاهان تغذیه شده با هیومیک اسید و فولویک اسید، کمتر در معرض تنش قرار می‌گیرند و سالم‌تر هستند (Tan, 2003).

خواص هیومیک اسید:

۱. ساختار خاک را بهبود می‌بخشد، اگر ماده آلی خاک کافی نباشد ذرات رس به هم می‌چسبند و از نفوذپذیری خاک به‌شدت می‌کاهند و جای کمی برای آب و هوا باقی می‌گذارد و نیز گسترش ریشه را دشوار می‌کنند. مواد آلی و به‌خصوص هیومیک اسید که محصول نهایی تجزیه هر ماده آلی در خاک است، بار منفی خود را به ذرات رس منتقل نموده باعث می‌شود که آن‌ها تا حدودی یکدیگر را دفع کنند و از چسبندگی آن‌ها کاسته می‌شود. در کشور ما که میزان ماده آلی خاک حداقل و اکثراً زیر یک درصد است و نیز با شوری آب و خاک در سطح گسترده‌ای مواجهیم ضرورت استفاده از مواد آلی هیومیکی به شدت احساس می‌شود (تندیده ور، ۱۳۸۷).

۲. باعث نگهداری بیشتر آب در خاک می‌شود، حفظ رطوبت خاک به‌خصوص برای مناطق خشک و کویری و بالأخص برای زمین‌های شنی– ماسه‌ای که بر بسترهای شیب‌دار قرارگرفته‌اند، برای همه کشاورزان بی‌نهایت اهمیت دارد. اکثر انار کاری‌ها نیز در همین نواحی قرارگرفته‌اند. این روزها که با بحران کم‌آبی عمومی مواجه هستیم هر عاملی که بتواند به حفظ رطوبت خاک کمک کند برای ما غنیمت است. مولکول‌های هیومیک اسید با مواد معدنی خاک پیوندی تشکیل می‌دهند و شبکه‌ای تورمانند ایجاد می‌کنند که مجموعاً قادرند حجم نسبتاً زیادی آب را در خود ذخیره نمایند. هرچه بافت خاک سبک‌تر باشد این تأثیر بیشتر است. به‌طوری‌که آزمایش‌ها نشان داده است در خاک‌های شنی ماسه‌ای تا ۱۰۰ برابر معمول آب در خاک ذخیره می‌شود (تندیده ور، ۱۳۸۷).

۳. به حلالیت و آزادسازی عناصر کم‌مصرف و پرمصرف کمک کرده و درنتیجه نیاز به کودهای شیمیایی را به نحو محسوسی کاهش می‌دهد (تندیده ور، ۱۳۸۷). کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش کلسیم، آهن، قدرت درخت و بزرگ و بهتر شدن سیستم ریشه نسبت به درختان شاهد می‌شود (Rengrudkij and Partida, 2003). هیومیک اسید دارای فعالیت شبه هورمونی است و نه تنها رشد گیاه و جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد بلکه مقاومت گیاه به تنش‌ها را نیز بهبود می‌بخشد (کمری شاهملکی و همکاران، ۱۳۹۱). به نظر می‌رسد که اسیدهای هیومیک ترکیبات آلی باعث کاهش خشک شدن سریع قطرات محلول غذایی در سطح برگ شده که نهایتاً می‌تواند در جذب بیشتر عناصر غذایی نقش داشته باشد. نری و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند محلول‌پاشی برگی اسیدهای هیومیک در درازمدت، تجمع بیشتر مواد فتوسنتزی را ترغیب و کارایی بیشتر آسیمیلات‌ها را از محلول‌پاشی برگی پنجم به بعد باعث می‌گردد که از طریق افزایش مقدار قند و کاهش پوسیدگی، نقش مثبتی در کیفیت محصول تولیدشده دارد (Neri et al., 2002).

۴. مقاومت به کم‌آبی را افزایش می‌دهد، افزایش مقاومت نسبت به خشکی با سازوکارهای متفاوتی انجام می‌شود. هیومیک اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. از این‌ها گذشته مولکول‌های فولویک اسید (بخش ریز مولکول از هیومیک اسید) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند (تندیده ور، ۱۳۸۷). در اکثر مطالعات هیومیک اسید به‌عنوان محرک بهبود صفات کمی مثل عملکرد، وزن میوه، عرض، طول و قطر میوه می‌شود که به موجب آن صفات کیفی هم افزایش می‌یابد (Mackowiak et al., 2001; Maggioni et al., 1987; Shehata et al., 2011). بعد از جذب مواد هیومیکی و بعضی از مواد معدنی، جذب عناصر سمی (توکسین[1]) کاهش می‌یابد که یکی

[1] Toxin

از دلایل بهبود کیفیت میوه پس از استفاده از مواد هیومیکی همین است (Mahmoudi et al, 2013). رشد میوه و عملکرد آن به‌وسیله افزودن هیومیک اسید و آمینواسید به خاک و محلول‌پاشی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند چون باعث افزایش جذب ریزمغذی‌ها می‌شود (Khaled and FaWy H, 2011; Serraj and Sinclair, 2002). هیومیک اسید یک منبع طبیعی است که می‌تواند مکرراً تولید شود و عملکرد را افزایش دهد، می‌تواند به‌طور مستقیم روی فعالیت‌های آنزیمی یا نفوذپذیری غشا تأثیرگذار باشد (Alianiello et al., 1991; Biondi et al., 1994; Chen and Aviad, 1990; Pinton et al., 1992). هنوز به وضوح مشخص نیست که تأثیر این ماده به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی است که در حفظ و در دسترس بودن مواد غذایی تأثیر می‌گذارد یا به دلیل تأثیر هورمونی است یا ترکیبی از این دو (Chunhua et al, 1998).

هیومیک اسید مخصوصاً برای حذف یا کاهش اثرات منفی کودهای شیمیایی و بعضی از مواد شیمیایی خاک استفاده می‌شود اما بیشترین تأثیر هیومیک اسید بر روی رشد گیاه گزارش‌شده است (Hartwigson et al., 2000). بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی و گلخانه‌ای نشان داده‌اند که کودهای آلی رشد و نمو میوه را با افزایش جذب مواد معدنی افزایش می‌دهند (Alam, 1994; Turkman, 2005) محلول‌پاشی برگی یک روش جدید برای تغذیه گیاهان با ماکرو و میکرو مغذی‌هاست که توسط محلول‌ها از برگ جذب می‌شوند (Nasiri et al., 2010). محلول‌پاشی برگی هیومیک اسید باعث افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، سدیم، مس، آهن، منگنز و روی می‌شود و با آن‌ها حالت سینرژیستی دارد (Aiken et al., 1985; Paksoy et al., 2010; Asik et al., 2009). استفاده از هیومیک اسید باعث می‌شود به سایر کودها نیاز نداشته باشیم (Cakmak, 2005). افزودن پسماندهای ارگانیک که منشأ گیاهی و جانوری دارند در کشاورزی پایدار و ارگانیک باعث حاصلخیزی هر چه بیشتر خاک می‌شود و درنتیجه تأثیر شگرفی بر روی توسعه ریشه خواهد داشت (Giorgi, 2010). بهبودی شرایط خاک و برقراری تعادل بین مواد مغذی گیاه برای حاصلخیزی خاک و تولیدات گیاهی مهم است برای این منظور

باید مواد ارگانیک و مواد مشابه به‌منظور بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مکرراً در خاک به کاربرد (Thakur and Chandel, 2004). عموماً میوه‌هایی با عملکرد بالا برای باغداران و وزن و اندازه بالا برای مصرف‌کنندگان مطلوبیت بیشتری دارند (Türkmen et al., 2004).

۱-۳- کلسیم[1]

یک عنصر شمیایی با عدد اتمی ۲۰ است. عنصری است که نسبت به فلزات قلیایی و سایر فلزات قلیایی خاکی از قدرت فعالیت کمتری برخوردار است. به لحاظ فراوانی، کلسیم موجود در پوسته زمین بین کلیه عناصر دارای مقام پنجم و در میان فلزات دارای مقام سوم است. ترکیبات کلسیم ۳/۶۴ ٪ از پوسته زمین را تشکیل می‌دهد . فلز کلسیم در آب و اسید محلول بوده وهیدروکسید و نمک تولید می‌نماید . این عنصر در حیات گیاهی و جانوری دارای نقش حیاتی بوده و در استخوان‌ها و دندان‌ها و پوسته تخم‌مرغ، انواع مرجانها و بسیاری از خاک‌ها وجود دارد. همچنین کلسیم کلرید به میزان ۰/۱۵٪ در آب دریا وجود دارد و به شکل ترکیب‌های مختلف در کانی‌ها و به صورت محلول در ساختمان جانوران و گیاهان شرکت می‌کند.

کلسیم جزء ساختمانی و ثابت کلیه گیاهان بوده و به عنوان عنصر ضروری مورد نیاز گیاه شناخته‌شده است. به صورت‌های جزء ساختمانی و یون فیزیولوژیکی توامان یافت می‌شود. به علاوه یون کلسیم قادر است اثرات سمی یون‌های پتاسیم، سدیم و منیزیم را خنثی نماید. توجه زیاد به کلسیم از نقطه نظر حاصلخیزی و کاربرد آن به‌عنوان ماده اصلاح‌کننده خاک‌های اسیدی و بهبود ساختمان خاک است.

۱-۳-۱-نقش کلسیم در فیزیولوژی گیاه

کلسیم نقش بسیار مهمی در رشد و بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه بازی می‌کند و یکی از عناصر مهم جهت رشد و توسعه ریشه و وظایف آن می‌باشد (Pan and Dong, 1995). اکثر اختلالات

[1] Calcium

مانند مغز تلخی و ترکیدگی ناشی از سطوح پایین یون کلسیم هستند (White and Broadley, 2003). مشخص شده که دیواره سلولی مکانی است که کلسیم نقش کلیدی را در آن بازی می‌کند پیوندهای کلسیمی باعث ته‌نشست پکتین می‌شود (Hepler, 2005). صفات بیومکانیکی دیواره سلولی طی رسیدن میوه تغییر می‌کند (Waldron et al., 2006)؛ که ناشی از تغییرات سطوح پکتین و کاهش سطوح همی سلولز است (Niklas, 1992). به دلیل استحکام دیواره سلولی؛ برای شکستن پیوندهای دیواره بیشترین میزان تنش نیاز است (Voragen et al., 2001). در غلظت‌های متفاوت برای تقسیم سلولی و ثبات کروموزومی موردنیاز است. پکتات کلسیم از مواد تشکیل‌دهنده لایه میانی دیواره سلولی است. کلسیم همراه با پتاسیم در نفوذپذیری، آبگیری و حفظ نظام سلولی مؤثر است. کلسیم به‌طور غیرمستقیم در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی مداخله می‌کند. (آمیلاز و ATP ase) و وظیفه تنظیم تنفس را نیز بر عهده دارد. یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی است که در تعیین کیفیت میوه و زمان ماندگاری آن دخالت دارد. در میوه‌ها و سبزی‌ها، اهمیت آن به خاطر تأثیر عمومی در به تأخیر انداختن رسیدن میوه و افزایش ماندگاری است.

۱-۳-۲-عوارض ناشی از کمبود کلسیم

کمبود کلسیم خود را در لاملای[1] میانی نشان می‌دهد (Shelp, 1993). کمبود کلسیم باعث کمبود رشد و همچنین لوله شدن برگ‌ها و قهوه‌ای‌رنگ شدن ریشه‌ها می‌گردد. در گوجه‌فرنگی، کمبود کلسیم باعث پوسیدگی گلگاه می‌شود. در سیب، وجود آن مایه سختی بافت‌های میوه شده، به عمر پس از برداشت آن می‌افزاید و کمبودش باعث آسیب پوستی می‌گردد. میزان پایین کلسیم سبب می‌شود که میوه در طی مدت‌زمان نگهداری سریع‌تر نرم شده و همچنین سوختگی[2] و عوارض مربوط به دمای پایین و پوسیدگی میوه نیز با سرعت بیشتری پیشرفت نماید. لکه تلخی، چوب‌پنبه‌ای شدن، نرمی بافت و آب گزیده شدن از دیگر عوارض کمبود کلسیم در گیاه است (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

---

[1] Lamellae
[2] Scald

۱-۳-۳-وضعیت کلسیم در خاک

تعدادی از سنگ‌ها کانی‌های اولیه که خاک از آن‌ها تشکیل می‌شود دارای کلسیم است. کلسیم به‌صورت Ca^{++} از محلول خاک توسط گیاه جذب می‌شود. خاک مناطقی که دارای بارندگی سالانه ۲۰۰-۱۷۵ سانتیمتر می‌باشند دارای کلسیم بسیار کمی است. خاک مناطق خشک که دارای بارندگی کمتری می‌باشد، کربنات کلسیم بیشتری دارد (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

۱-۳-۴-عوامل مؤثر در کمبود کلسیم:

ظرفیت پایین کلسیم در خاک، پایین بودن pH، برداشت مداوم گیاه، تداوم مصرف کودهای آمونیومی از دلایل اصلی کمبود کلسیم در خاک هستند (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

۱-۳-۵-کمبود کلسیم:

کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر دخیل در کیفیت و عمر انبارداری میوه است؛ همچنین اکثر بیماری‌های فیزیولوژیکی و خسارات انبارداری میوه‌ها به‌طور مستقیمی به کمبود کلسیم بستگی دارد (Faust, 1989).

علائم کمبود کلسیم در درختان میوه‌ای که در شرایط مزرعه‌های در حال رشد هستند به‌ندرت مشاهده می‌شود. علائم کمبود در مرکبات به‌صورت کم‌پشت شدن سرشاخه‌های درختان، زردی برگ‌ها، بدشکلی و ریزش میوه گزارش‌شده است. کمبود کلسیم با کاهشی که در میزان رشد بافت‌های مریستمی به وجود می‌آید، مشخص می‌شود (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

نشانه‌های کمبود را می‌توان ابتدا در نوک ساقه‌های در حال رشد و جوان‌ترین برگ‌ها مشاهده کرد. این قسمت‌ها تغییر شکل می‌دهند و زرد می‌شوند و در مراحل پیشرفته‌تر حاشیه برگ‌ها دچار سوختگی خواهد شد. بافت‌های متأثر از این کمبود در اثر تحلیل دیواره‌های سلول، نرم می‌شوند. کمبود کلسیم می‌تواند ناشی از نکروزه شدن قسمت فوقانی برگ باشد (Chang YC, 2002; Chang and Miller, 2003). یک کود خوب جذب کلسیم را بالا می‌برد و کیفیت را افزایش می‌دهد (Choi et al., 2005). با

افزایش تیمار کلسیم قدرت و الاستیسیتی دیواره سلولی پوست میوه افزایش پیدا می‌کند (Glenn, and Poovaiah, 1989). استفاده مستقیم کلسیم روی سطح میوه مؤثرتر است زیرا انتقال کلسیم از برگ به میوه کند صورت می‌گیرد برای کاهش ترک‌خوردگی توسط باران، خسارت پس از برداشت مثل پوسیدگی و سوراخ شدگی می‌توان از کلسیم استفاده کرد (Rupert et al., 1997).

کمبود کلسیم را می‌توان با اضافه کردن آهک به خاک برطرف ساخت، البته باید در نظر داشت که آهک واکنش خاک را نیز بالا می‌برد. سوپر فسفات نیز حاوی مقدار زیادی کلسیم است. همچنین برای رفع کمبود کلسیم می‌توان گیاهان را با کلرور کلسیم و یا نیترات کلسیم محلول‌پاشی کرد (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

۱-۳-۶-زیاد بود کلسیم

عموماً مسائل مربوط به زیادی کلسیم ناشی از اثرات سمی آن نیست، بلکه به دلیل خاصیت قلیایی و اثر کاهندگی آن در قابلیت جذب عناصر دیگر مثل فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن و روی است. برای تشخیص زیاد بود کلسیم تجزیه برگی و تجزیه خاک (کلسیم محلول) انجام می‌گیرد. اگر زیادی کلسیم ناشی از مصرف زیاد آهک باشد، با کاهش مصرف آن می‌توان مشکل را رفع کرد. همچنین از کودهای اسید زا مثل سولفات آمونیوم می‌توان استفاده کرد. مصرف گوگرد هم می‌تواند از طریق تأثیر در آبشویی کلسیم مؤثر باشد (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

۱-۳-۷-راه‌های افزایش سطح کلسیم میوه

مدیریت درخت، عملیات کود دهی، عملیات هرس، عدم پرورش میوه بسیار درشت، کمک به انجام گرده‌افشانی به‌منظور افزایش تعداد بذر و تجمع کلسیم، از جمله عواملی هستند که در تنظیم کلسیم نقش دارند.

آکلی و کروئگر (۱۹۸۰) گزارش کردند اگر قبل از بارندگی، کلسیم روی درخت محلول‌پاشی شود ترک‌خوردگی میوه گیلاس به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد، همچنین مشاهده کردند نمک‌های

کلسیم بعد از آبیاری روی درخت باقی می‌ماند و جذب آب از طریق میوه را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش یا عدم ترک‌خوردگی بعد از بارندگی می‌شود (Ackley and Krueger, 1980).

۱-۴- بُر[1]

۱-۴-۱-نقش بُر در فیزیولوژی گیاه

بُر یکی از عناصر ضروری ریزمغذی است که برای رشد طبیعی همه گیاهان موردنیاز است. این عنصر، تنها شبه‌فلز در بین عناصر کم‌مصرف می‌باشد. بُر در عمل لقاح بر روی قابلیت زنده‌بودن دانه گرده، جوانه‌زنی و رشد لوله گرده، توسعه سلولی، تقسیم سلولی، متابولیسم اسید نوکلئیک، متابولیسم کربوهیدرات و پروتئین، در تکامل بافتی با تأثیر در متابولیسم اکسین و فنول، توسعه آوندی و در انتقال مواد فتوسنتزی به محل مصرف و نفوذپذیری غشای سلولی نقش اساسی دارد. بُر همچنین بر فعالیت IAA اکسیداز در ریشه‌ها تأثیر می‌گذارد. بُر در افزایش عملکرد و کاهش بعضی از بیماری‌ها نظیر آتشک گلابی و در محصولات ریشه‌ای مانند چغندرقند و سیب‌زمینی، در انتقال مواد فتوسنتزی خیلی مؤثر است. بُر نقش مهمی در گرده‌افشانی و جوانه‌زنی دانه گرده دارد. در اثر کمبود بُر، تعداد دانه گرده، رشد دانه گرده و لوله گرده کاهش می‌یابد. بُر نقش متابولیکی در کنترل واکنش‌های بیوشیمیایی داشته و بنابراین نقش عمده‌ای در ساختمان دیواره سلول‌های گیاهی و حفظ غشای سلولی دارد. بُر بر مقدار DNA و همچنین بر سنتز آن تأثیر دارد. مقدار RNA نیز در شرایط کمبود بْر به‌شدت کاهش می‌یابد (کشاورز و ملکوتی،۱۳۸۲).

۱-۴-۲-وضعیت بُر در خاک

میزان بُر در خاک‌ها متفاوت و از ۲ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و یا حتی بیشتر متغیر است. مقدار بُر بر اساس نوع سنگ‌های مادری تشکیل‌دهنده خاک تغییر می‌کند. این عنصر در خاک به‌صورت

[1] Boron

برات‌های کلسیم و سدیم یافت می‌شود. آب‌های مناطق خشک نیز در حدود دو میلی‌گرم در کیلوگرم بُردارند. در خاک‌های دارای بافت سبک، بر در اثر بارندگی یا آبیاری شسته شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. همچنین در PH بالاتر از هشت و در خاک‌های آهکی، میزان جذب بُر به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. اگرچه غلظت بر در خاک‌های آهکی بیش از خاک‌های اسیدی است، ولی به علت واکنش متقابل بین کلسیم و بُر، جذب این عنصر در خاک‌های آهکی به‌دشواری صورت می‌پذیرد (دونالد فوت، ۱۳۸۵).

قابلیت جذب بر به عواملی چون بافت خاک، مینرالوژی رس‌ها، مواد آلی، درجه حرارت و مقدار رطوبت بستگی دارد. جذب بر همچنین در شرایط خشکی به دلیل کاهش تحرک بُر و پلی‌مریزه شدن بوریک اسید کاهش می‌یابد. عنصر بُر در محصولات باغی دو نقش متفاوت فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای دارد. از میان عناصر کم‌مصرف، بُر دارای بیشترین اهمیت در فرایند تشکیل میوه است (دونالد فوت، ۱۳۸۵). درجه نیاز گیاهان نسبت به بُر متفاوت است، ولی معمولاً نیاز درختان میوه، قابل‌توجه می‌باشد. (جدول ۱-۴)

جدول ۱-۴ نیاز گیاهان به بُر (اومش، ۱۹۹۳)

کم‌نیاز	چمن، گندم، جو، خیار، باقلا، لیمو، کتان، فلفل، تمشک، چاودار، توت‌فرنگی.
میان نیاز	آلبالو، گیلاس، پنبه، پیاز، گلابی، سیب‌زمینی، اسفناج، گوجه‌فرنگی، هویج، کاهو، هلو، تربچه.
پرنیاز	یونجه، سیب، انواع کلم، شبدر، کرفس، خردل، بادام‌زمینی، انگور، چغندرقند، آفتابگردان، شلغم.

۱-۴-۳-عوارض ناشی از کمبود بُر

در گیاهان دارای کمبود بُر دیواره‌های سلولی به‌شدت تغییریافته و ضخامت و مقدار عناصر آن نسبت به وزن خشک کل در بافت‌های دارای کمبود افزایش می‌یابد. در این گیاهان مقدار زیادی مواد پکتیکی و نیز گلوکز وجود داشته که در مجاری گیاهی رسوب‌کرده و انتقال شیره گیاهی را دچار اختلال می‌کند. به علت پویایی نسبتاً کم بُر در گیاه، علائم کمبود ابتدا در برگ‌های جوان ظاهر می‌شود (کشاورز و

ملکوتی،۱۳۸۲). اولین علامت کمبود بُر در گیاه توقف رشد جوانه انتهایی است که بلافاصله پس‌ازآن برگ‌های جوان می‌میرند. مرگ منطقه مریستمی و کاهش تشکیل میوه، همچنین بدشکل شدن و ترکیدن میوه‌ها و تنه درخت و ایجاد لکه‌های چوب‌پنبه‌ای از دیگر علائم کمبود بْر می‌باشند. یکی از سریع‌ترین واکنش‌ها نسبت به کمبود بُر توقف رشد طولی ریشه است که باعث می‌شود ریشه به‌صورت تنک درآمده و کپه‌ای شکل شود. غلظت کلسیم و منیزیم در گیاهان دارای کمبود بُر به تربیت ۳ و ۲ بار کمتر از گیاهان بدون کمبود می‌باشد. کمبود بُر انتقال مواد قندی را در توسعه گل‌دهی با کاهش میزان قند شهد، کاهش می‌دهد. در اثر کمبود بُر برگ‌ها بدشکل شده، تغییر شکل داده، پیچیده و از رشد بازمی‌مانند و اغلب ضخیم، سخت و شکننده می‌شوند (کشاورز و ملکوتی،۱۳۸۲). بُر نقش عمده‌ای در فعالیت‌های حیاتی گیاه داشته و در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی، تشکیل جوانه‌های برگ و گل، ترمیم بافت‌های آوندی، متابولیسم قند و مواد هیدروکربنی و انتقال آن‌ها، تنظیم مقدار آب و هدایت آن در سلول، انتقال کلسیم در گیاه و تنظیم نسبت کلسیم به پتاسیم در بافت‌های گیاهی، سنتز پروتئین، رشد ریشه، متابولیسم چربی و سنتز پکتین، تشکیل دیواره سلولی و نقل‌وانتقال مواد در بین سلول‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند. این عنصر همچنین مقاومت گیاهان را به سرما و بیماری‌ها افزایش می‌دهد. بْر در درختان خزان کننده و همچنین در هسته دارها برای افزایش تشکیل میوه و جلوگیری از ریزش میوه و افزایش حرکت دانه گرده در لوله گرده و لقاح با تخمک، ضروری است (کشاورز و ملکوتی،۱۳۸۲).

۱-۴-۴-بیش‌بود بُر

سمیت این عنصر نیز موجب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی در نواحی مختلف جهان می‌شود. به‌منظور مطالعه و بررسی اثرات سمیت بُر، شناخت منابع و عوامل تأثیرگذار برافزایش این عنصر در خاک و راه‌های تشخیص این عارضه در خاک و گیاه ضروری است. اثرات سمی بر به علت مصرف زیاد کودهای دارای بُر و یا در خاک‌های سرشار از بُرمانند خاک‌های حاصل از رسوبات دریایی و همچنین به علت کیفیت نامطلوب آب آبیاری بروز می‌کند (جدول ۱-۵).

جدول ۱-۵ محدوده تحمل گیاهان به بُر، بر اساس میزان بر موجود در محلول خاک (میلی‌گرم در لیتر) (اومش، ۱۹۹۳).

نام گیاه	محدوده تحمل	واکنش
لیمو	۰/۵	خیلی حساس
پرتقال، انگور، گردو، پیاز، هلو، گیلاس، آلو، خرمالو، زردآلو	۰/۵-۰/۷۵	حساس
سیر، گندم، آفتابگردان، لوبیا، توت‌فرنگی، بادام‌زمینی	۰/۷۵-۱	حساس
هویج، تربچه، سیب‌زمینی، خیار	۱-۲	نسبتاً حساس
کاهو، کلم، کرفس، جو، ذرت، کدو، توتون	۲-۴	نسبتاً مقاوم
گوجه‌فرنگی. یونجه، چغندرقند	۴-۶	مقاوم
پنبه، ذرت خوشه‌ای	۶-۱۰	خیلی مقاوم
مارچوبه	۱۰-۱۵	خیلی مقاوم

از بین تمامی منابع آلوده‌کننده، آب آبیاری مهم‌ترین عامل افزایش بر در خاک است. معمولاً سمیت بر همراه با خاک و آب‌شور مشاهده می‌شود. توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بررسی سمیت بُر ضروری است به‌طوری‌که مقدار بُر موجود در محلول خاک به دلیل ظرفیت متفاوت جذب خاک، می‌تواند مختلف باشد. خاکی که ظرفیت جذب آن بیشتر است، مقدار بُر موجود در محلول خاک آن نیز کمتر خواهد بود (دونالد فوت، ۱۳۸۵)؛ بنابراین خسارات ناشی از سمیت بُر درروی گیاهان در خاک‌هایی با بافت سبک نسبت به خاک‌های دارای بافت سنگین، درصورتی‌که با آب دارای غلظت بالای بُر آبیاری شوند، بیشتر خواهد بود (کشاورز و ملکوتی،۱۳۸۲).

۱-۴-۵-راه‌های افزایش بُر در میوه

اگر محلول‌پاشی با بوریک اسید در زمان گلدهی درختان انجام گیرد از عملکرد کاسته خواهد شد. با افزایش غلظت بُر در بافت گل‌ها، ریزش شکوفه‌ها کاهش‌یافته و غلظت بر در تخمدان نیز افزایش می‌یابد. بُرجذب شده سبب افزایش کمی و کیفی محصول می‌شود. نیاز محصولات و ارقام مختلف با توجه به نوع خاک‌ها و شرایط آب و هوایی متفاوت است. بُر در محلول خاک به‌صورت بوریک اسید وجود دارد و به همین صورت به‌وسیله گیاه جذب می‌شود. انتقال بخش اعظم بُر از طریق آوندهای چوبی انجام

می‌گیرد. پیدایش نشانه‌های کمبود بُر در بافت‌های جوان نیز به علت وابستگی انتقال آن به جریان شیره خام است (کشاورز و ملکوتی،۱۳۸۲).

برای رفع کمبود بُر، باید آن را به میزان کافی از منابع محتوی بر در اختیار گیاه قرارداد. ترکیباتی مانند بوریک اسید و برات‌های سدیم شامل بوراکس، تترا برات سدیم، تترا برات سدیم خشک ازجمله منابع تأمین بُر می‌باشند. متداول‌ترین روش رفع کمبود، پخش سطحی این عنصر پیش از کاشت می‌باشد. بهترین زمان محلول‌پاشی برگی بُر، برای درختان میوه دو بار در سال، یکی در اوایل بهار پیش از متورم شدن جوانه‌ها و دیگری در پاییز پس از برداشت میوه و قبل از زرد شدن برگ‌ها هنگامی‌که برگ‌ها سبز است، می‌باشد. مقابله با کمبود بُر بسیار راحت‌تر از مقابله با سمیت آن است (کشاورز و ملکوتی،۱۳۸۲). علاوه بر مصرف خاکی می‌توان بوریک اسید را به‌صورت محلول‌پاشی در درختان و در نباتات زراعی توصیه نمود. در درختان می‌توان بوریک اسید را با غلظت ۲ تا ۳ در هزار و در نباتات زراعی با غلظت ۱ تا ۲ در هزار محلول‌پاشی نمود. در درختان می‌توان در بهار پس از رشد کامل برگ‌ها در صورت مشاهده کمبود اقدام به محلول‌پاشی نمود در صورت نیاز می‌توان این کار را هر ۱۵ روز یک‌بار تکرار نمود. در نباتات زراعی نیز از یک ماه پس از کشت تا رفع کامل علائم کمبود می‌توان این کار را هر ۲۰ روز یک‌بار انجام داد. کمبود بر خود را در ترک‌خوردگی ساقه‌های توخالی کلم بروکلی و کرفس نشان می‌دهد (Shelp, 1993).

بر و مس باعث افزایش سرعت رشد توسط تحریک فعالیت‌های آنزیمی در بافت‌های ثانوی می‌شود؛ به کار بردن بر احتمالاً در جابجایی قند و مواد سنتزی دیواره سلولی کمک می‌کند (Sheikh and Manjula, 2012). خاک‌های شنی آبشویی بر را افزایش می‌دهد (Vitosh et al., 1994).

۱-۵-کائولین[1]

کائولین از ترکیبات موجود در رس کائولینایت و ماده بی‌خطر در کشاورزی ارگانیک است، این ماده باعث کاهش دما در سطح برگ و میوه می‌شود که بر محتوای آب پوست و دانه انار مؤثر است، مهم‌ترین ویژگی کائولین رنگ سفید و انعکاس نور است (Glenn and Puterka, 2005; Wand et al, 2006; Weerkkody et al., 2009). کائولین ماده‌ای است که از رس معدنی به دست می‌آید، سفید، بدون خلل و فرج، با قدرت ساینده‌گی حداقل، دانه‌بندی خوب و حالت ورقه‌ای است. آلومینو سیلیکات معدنی که به‌آسانی در آب پخش می‌شود (کلوئیدی) و به دلیل فقدان نیروی جنبشی به‌سرعت در آب ته‌نشین می‌شود و دارای P^H قلیایی است (Glenn and Puterka, 2005). دانشمندان دانشکده کشاورزی در امریکا با همکاری موسسه و پژوهش انگلهارد[2]؛ کائولین معدنی را به فرم قابل اسپری و اندازه بهینه برای کنترل و جلوگیری آفات، درآورد. به‌طوری‌که اجازه عبور نور مرئی را داده و فقط اشعه ماورا بنفش و مادون‌قرمز را منعکس کرده و در فعالیت‌های فتوسنتزی و روزنه‌ای اختلالی ایجاد نکند (Glenn and Puterka, 2005). این ماده به‌عنوان روش جدیدی برای مبارزه با آفات و تشعشعات مضر خورشیدی (آفتاب‌سوختگی و تنش‌های گرمایی و آبی) پیشنهادشده است. پس از محلول‌پاشی کائولین روی سطح گیاه، به حالت پودری سفید دیده می‌شود که بخش‌های رویشی و میوه گیاه را در برابر حشرات مضر، آفتاب‌سوختگی و تنش گرمایی و آبی محافظت می‌کند، کائولین به‌صورت پوشش محافظ روی محصولات باقی می‌ماند و عملکرد آن به این شکل است که یک سد فیزیکی بین حشره و گیاه میزبان ایجاد می‌کند (Glenn and Puterka, 2005; Engelhard Surround WP Crop Protectant Product Label; Kerns and Wright, 2001; Rosati et al., 2006). غلظت توصیه‌شده استفاده کائولین ۲/۵-۵ درصد است، برای داشتن یک پوشش خوب باید حجم کافی از این ماده را از نزدیک اسپری کرد. برای پوشاندن تمام بخش‌های گیاه باید دو بار یا بیشتر از محلول موردنظر استفاده کرد. مثلاً برای مقابله با پسیل گلابی

[1] Kaolin
[2] Engelhard

باید هر دو طرف برگ را محلول‌پاشی کرد. بعد از محلول‌پاشی گیاهان حالت مه گرفته به خود می‌گیرند و پس از خشک شدن به رنگ سفید (سبز نقره‌ای) درمی‌آیند محلول‌پاشی مجدد زمانی نیاز است که برگ‌ها حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند. باران‌های سنگین، رشدهای جدید و فرسایش بادی می‌تواند روی کیفیت پوشش دهی مؤثر باشد. بعد از باران‌های سنگین و خشک شدن برگ‌ها باید حتماً اقدام به محلول‌پاشی کرد اما اگر پوشش باقی‌مانده روی درختان نسبتاً خوب است نیاز به محلول‌پاشی مجدد نیست حتی پس از یک باران سنگین؛ و باقی ماندن پوشش نازکی از کائولین؛ محلول پاشی دوباره آن اصلاً توصیه نمی‌شود. کائولین را می‌توان با هواپیما یا هلی‌کوپتر هم پاشید اما نیاز به پیش‌بینی وضع هوا دارد تا از وجود هرگونه توده احتمالی آگاه باشیم، از این روش معمولاً برای جلوگیری از تنش گرمایی، آبی و آفتاب‌سوختگی استفاده می‌شود اما برای مقابله با آفات این روش توصیه نمی‌شود (Antonakou, 2005). آسیب‌های خورشیدی عمدتاً روی سطح میوه اثر می‌گذارند و بازارپسندی میوه را کاهش می‌دهند و باعث می‌شوند میوه در مراحل بعدی محل خوبی برای زندگی سایر میکروارگانیسم‌ها شده که در مراحل بعدی پوسیدگی میوه را به همراه دارد آسیب‌های خورشیدی در مناطق گرم جهان مثل مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رخ می‌دهد دلیل اولیه صدمات گرمایی عظیم قرار گرفتن مستقیم سطوح میوه در برابر خورشید است (عمدتاً بخش‌های جنوبی و غربی باغ) (Glenn et al., 2002; Callejón-Ferre et al., 2009; Restrepo-Díaz et al., 2010). بااین‌حال محققان دریافته‌اند که بخش مخرب تشعشعات خورشید، امواج فرابنفش و مادون‌قرمز است (Glenn et al., 2002; Adegoroye and Jolliffe, 1983; Lipton, 1977) و اثبات‌شده که قرار گرفتن در معرض مستقیم اشعه فرابنفش باعث تهییج آسیب‌های خورشیدی در طالبی می‌شود (Lipton et al.,1987). کاربرد کائولین در کاهش دمای سطح گیاه مؤثر بوده و مثل تعرق باعث خنک شدن گیاه می‌شود با این مزیت که تعرق را کاهش می‌دهد اما مثل پوشش‌های پلیمری نیست که روزنه‌های گیاه را به‌طور فیزیکی مسدود می‌کند در اصل طرز کار به این صورت است که با افزایش بازتاب اشعه مادون‌قرمز (بخش مخرب تشعشعات خورشیدی) سطح گیاه را خنک می‌کند (Glenn and Puterka, 2005; Glenn et al., 2010; Makus and

Zibilske, 2001; Nakano and Uehara, 1996). میزان بازتاب این تشعشعات بستگی به میزان ضخامت پوشش کائولینی دارد. تکنولوژی تولید کائولین جدیدترین دستاوردی است که برای بازتاب اشعه‌های مضر خورشیدی ساخته‌شده است و تأثیرات شگرف آن در کاهش گرما و نور دریافتی سطوح گیاه اثبات‌شده است. این کاهش دما تا ۹/۷ درجه سانتیگراد هم گزارش‌شده است (Callejón-Ferre et al., 2009). اینکه کائولین در فعالیت‌های فیزیولوژیکی مثل فتوسنتز مداخله نمی‌کند قابل‌توجه است و ضخامت لایه کائولینی روی سطح برگ سرعت فتوسنتز را بهبود می‌بخشد (Jifon and Syvertsen, 2003). پوشش ایجادشده روی میوه بازارپسندی را کاهش می‌دهد و بهتر است قبل از فروش محصولات این ماده را زدود (Antonakou et al., 2005).

فصل دوم:
مروری بر تحقیقات گذشته

طبق بررسی انجام شده تاکنون پژوهش‌های کمی درباره ترک‌خوردگی انار گزارش شده است. در این فصل ابتدا پژوهش‌های انجام شده در بررسی ترک‌خوردگی انار و تأثیر مواد تغذیه‌ای بر این پدیده و در ادامه به بررسی گزارش‌های موجود در رابطه با پدیده ترک‌خوردگی در سایر محصولات باغی پرداخته می‌شود.

۲-۱- ترک‌خوردگی

سن درخت انار تفاوت قابل توجهی در میزان ترک‌خوردگی ایجاد می‌کند و با افزایش سن ترک‌خوردگی افزایش می‌یابد. همچنین پوشاندن میوه‌ها کاهش قابل توجهی در میزان و سرعت ترک‌خوردگی را موجب می‌شود (Hou et al 2010). طی مطالعاتی که بر روی ترک‌خوردگی انار انجام شده مشاهده شده که محتوی آب پوست در میوه‌هایی که در معرض آفتاب قرار می‌گیرند در مقایسه با میوه‌هایی که در سایه بودند به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و این در حالی است که محتوی آب آریل‌های دو گروه با هم تفاوتی ندارند. رشد پوست در معرض تنش کند شده اما رشد آریل‌ها تغییری نمی‌کند در نتیجه آریل‌ها با انبساط خود به پوست فشار وارد کرده و منجر به ایجاد ترک‌خوردگی می‌شوند (Saad, 1988). در پژوهشی دیگر با مطالعه ارتباط بین ترک‌خوردگی میوه و ساختمان مزوکارپ نشان داده شد که اتصال سلول‌های مزوکارپ و شاخص‌های ترک‌خوردگی به صورت معنی‌داری منفی است (Saei et al., 2014; Shi et al., 2003). پژوهش‌های انجام شده در کشور مصر روی دو رقم مشهور Banati و Manfalouti نشان داد که غلظت ۵ درصد پینولین که یک ماده ضد تعرق گیاهی است باعث کاهش ترکیدگی میوه نسبت به شاهد می‌گردد ولی در مقدار محصول و کیفیت میوه اثری ندارد.

۲-۲- هیومیک اسید

در طی پژوهشی که به منظور بررسی تأثیر هیومیک اسید بر روی خصوصیات کمی و کیفی میوه انار انجام گرفت؛ نشان داده شد که با کاهش دور آبیاری از نه روز به هفت روز؛ طول شاخه، تعداد برگ روی هر شاخساره، شاخص سطح برگ، تعداد گل روی هر شاخساره، درصد تشکیل میوه، درصد میوه‌های

نهایی، تعداد میوه در هر درخت و عملکرد افزایش می‌یابد و افزایش سطوح هیومیک اسید باعث افزایش رشد رویشی و تعداد میوه می‌شود. همچنین در آبیاری با سطوح پایین و با افزایش غلظت هیومیک اسید تمامی پارامترهای ذکرشده بهبود حاصل می‌کنند (Khattab et al., 2012). در این پژوهش در مورد آفتاب‌سوختگی و ترک‌خوردگی گزارشی داده نشد.

محلول‌پاشی هیومیک اسید روی برگ باعث افزایش رشد در تعدادی از گیاهان از جمله گوجه‌فرنگی، پنبه و زیتون می‌شود (Fernandez et al., 1996). در گزارشی دیگر مشخص گردید که کاربرد هیومیک اسید ۰/۱ درصد باعث افزایش طول، قطر، پهنا و کاربرد هیومیک اسید ۰/۲ درصد باعث افزایش عملکرد در کیوی می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد که هیومیک اسید جایگزین هورمون اکسین و سیتوکینین شده یا به عنوان محرک آن‌ها عمل می‌کند، البته افزایش غلظت آن نیز مؤثر می‌باشد (Mahmoudi et al, 2013). هیومیک اسید باعث افزایش وزن حبه، اسیدیته و شاخص بلوغ در *Vitis vinifera cv.Italia* گردید (Ferrara and Brunetti, 2010). محققان بسیاری اظهار داشته‌اند که هیومیک اسید مثل هورمون اکسین عمل کرده و طی آزمایشی مشخص شد که این ماده باعث تحریک ریشه و برگ شلغم نیز می‌شود (Senn and Kingman, 1973; Albayrak and Çarnas, 2005; O'Donnell, 1973; Tatini et al., 1991). در طی آزمایشی که بر روی گیاه خیار انجام گرفت مشخص گردید هیومیک اسید باعث افزایش طول، قطر، وزن میوه و میزان مجموع مواد جامد محلول می‌شود (Kazemi, 2013). مواد هیومیکی باعث افزایش رشد و تولید میوه در پرتقال (Alva and Obreza, 1998)، افزایش وزن میوه، عملکرد و میزان مجموع مواد جامد محلول در سیب (Li et al, 1999)، افزایش عملکرد، کیفیت و رشد میوه در سیب و هلو (Fathi et al., 2002) می‌شوند. هیومیک تأثیر مثبتی در تعداد ریزوسفرهای رقم کانینو زردآلو دارد که خود منجر به تغییرات رشد، عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (Eissa et al., 2007a). در پژوهش دیگری مشخص شد که کاربرد هیومیک اسید در خاک باعث افزایش میزان محتوی نیتروژن، پتاسیم و فسفر در برگ‌های زردآلو و افزایش کلروفیل و ماده خشک در عصاره برگی و افزایش میوه‌های نگه‌داشته شده توسط درخت، عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (Shaddad et al., 2005). استفاده از

هیومیک اسید به صورت هفتگی توانست صدمات شوری بر روی سیب، گلابی، هلو و زردآلو را کاهش دهد و مقاومت به شوری را افزایش دهد (Eissa et al., 2007a; Eissa et al., 2007b; Eissa et al., 2007c). همچنین در پژوهشی دیگر مشخص گردید محلول‌پاشی هیومیک اسید بر روی زردآلو تأثیری بر روی شکل و اندازه میوه ندارد اما باعث افزایش میزان مواد جامد محلول، نسبت قند به اسید کل و کاهش اسیدیته می‌گردد (Fathy et al., 2010). هیومیک اسید باعث افزایش عملکرد در سیب‌زمینی، سویا (Freeman, 1970)، افزایش رشد و کیفیت در کدو (Hafez, 2004) و تسریع رسیدگی در جو (Syabryai et al., 1965) می‌شود. در پژوهش دیگری مشخص گردید که استفاده از هیومیک اسید باعث افزایش طول، قطر و وزن میوه در هندوانه می‌شود (Salman et al., 2005). در محلول‌پاشی هیومیک اسید بر روی زیتون کاهش وزن و اندازه میوه و افزایش اسیدیته گزارش (Hagagg et al., 2013a; Hagagg et al., 2013b). در فلفل محلول‌پاشی هیومیک اسید باعث افزایش اسیدیته می‌شود (Aminifard et al., 2012). در آزمایشی که روی گوجه‌فرنگی صورت گرفته؛ هیومیک اسید باعث افزایش وزن تک میوه گردید (صالحی و همکاران، ۱۳۸۹). در کدوتنبل، هیومیک اسید باعث کاهش عملکرد، کاهش محتوی روغن در کدوتنبل می‌شود اما کیفیت روغن با بهبود درجه غیراشباعی افزایش می‌یابد (Nikbakht et al., 2011). ترکیب کلسیم و هیومیک اسید باعث رشد گیاه و نمو ریشه در سوسن شرقی شد و گلدهی هشت روز زودتر و ناحیه جذب فعال ریشه ۲۹/۴۱ درصد بیشتر گردید. افزایش محتوی کلروفیل برگ و محتوی پرولین با ترکیب کلسیم و هیومیک اسید به دست آمد. کلسیم باعث افزایش محتوی پتاسیم و آهن در برگ و افزایش فسفر در ساقه شد و محتوی نیتروژن در ریشه با هیومیک اسید افزایش پیدا کرد (Le Chang et al., 2012).

۲-۳- کلسیم

مواد مغذی مثل بر، روی، کلسیم، مس، مولیبدن، منگنز و پتاسیم طی دوره رشد میوه در فرایندهای فیزیولوژیکی میوه انار دخیل‌اند و کمبود آن‌ها باعث ترک‌خوردگی می‌شود. کاربرد بوریک اسید، فروس

سولفات و کلسیم کلرید باعث کاهش ترک‌خوردگی انار گردید (Sheikh and Manjula, 2012). در آزمایشی محتوی کلسیم میوه در ابتدا و انتهای فصل رشد اندازه‌گیری شد، نتایج به دست آمده نشان داد که میزان کلسیم در اوایل فصل بالاست اما در اواخر فصل کاهش می‌یابد و دقیقاً در همان زمان (اواخر فصل) ترک‌خوردگی‌ها رخ می‌دهند (Aksoy and Akyuz, 1993).

طی پژوهشی که بر روی ترک‌خوردگی انار صورت گرفت مشخص شد که اسپری کلسیم کلرید به میزان یک کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر آب یا کلسیم آمونیوم نیترات به میزان دو کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر آب؛ کاهش ترک‌خوردگی را به همراه دارد. همچنین در اواخر دوره رشد دمای بالاتر از ۳۸ درجه سانتیگراد و رطوبت کمتر از ۶۰ درصد برای ترکیدگی مطلوب است (Sheikh and Manjula, 2012). در پژوهشی دیگر، محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول (۳۰۰ پی پی ام)، جیبرلیک اسید (۸۰ پی پی ام)، اسید نفتالن استیک (۴۰ پی پی ام)، کلسیم کلرید (۳ درصد)، بوریک اسید (۳ درصد)، روی سولفات (۳ درصد) بر روی انار باعث نتایج ذیل گردید. ترک‌خوردگی با پاکلوبوترازول به کمترین حد خود (۴/۵ و ۵/ ۱۰ درصد به ترتیب در سال اول و دوم) رسید و سپس جیبرلیک اسید و کلسیم کلرید کمترین میزان ترک‌خوردگی را نسبت به شاهد (۴۸/۵ و ۴۹/۵ درصد به ترتیب در سال اول و دوم) داشتند. عملکرد و وزن میوه با پاکلوبوترازول، جیبرلیک اسید، بوریک اسید و روی سولفات افزایش نشان داد. طول و قطر میوه با جیبرلیک اسید و اسید نفتالن استیک افزایش پیدا کرد و جیبرلیک اسید به‌تنهایی باعث افزایش آنتوسیانین کل و درصد تانن میوه شد (Hoda and Hoda, 2013). طی آزمایش دیگری که بر روی میوه انار صورت گرفته مشخص شد اسپری جیبرلیک اسید ۲۰ درصد بیشتر از سیتوکینین باعث کاهش ترک می‌شود (Yang et al., 2007)، اسپری نفتالن استیک اسید با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش ترک‌خوردگی نسبت به سیتوکینین می‌شود و اختلاف معنی‌داری با جیبرلیک اسید دارد. محلول‌پاشی برگی کلسیم کلرید ۷۰ درصد بیشتر از سیتوکینین باعث کاهش ترک‌خوردگی می‌شود (Yang et al., 2007)، پوشاندن خاک با علف‌های هرز و نوارهای پلاستیکی می‌تواند تا ۹ درصد ترک‌خوردگی را کاهش دهد (Yang et al., 2007)، پوشاندن میوه‌ها در مقایسه با سیتوکینین باعث کاهش ۷/۴ درصدی در

میزان ترک‌خوردگی گردید (Yang et al., 2007). گروهی از پژوهشگران عقیده دارند که ترک‌خوردگی پوست با افزایش اندازه میوه افزایش پیدا می‌کند (Emmons and Scott, 1977). با این حال برخی از دانشمندان بیان می‌کنند که هیچ ارتباطی ۱۰۰ درصدی بین ترک‌خوردگی و اندازه میوه وجود ندارد (Bakker, 1988). در آزمایشی که بر روی لیچی انجام گرفته بود رابطه بین کلسیم دیواره سلولی و ترک‌خوردگی بررسی شد و نشان داده شد که میزان باندهای کلسیم در پریکارپ دیواره میوه‌هایی که کمتر ترک‌خورده بودند بیشتر از میزان کلسیم در پریکارپ میوه‌هایی بود که ترک‌خوردگی بیشتری داشتند و نتیجه گرفته شد که مقاومت به ترک‌خوردگی میوه‌ها توسط میزان باندهای کلسیم در دیواره سلولی مشخص می‌شود (Huang et al., 2001). در ۸ رقم از گیلاس رابطه مستقیمی بین میزان کلسیم و حساسیت به ترکیدگی مشاهده گردید (Bangerth, 1968). محققین بسیاری کاهش ترک‌خوردگی گیلاس با استفاده از کلسیم را گزارش کرده‌اند (Bangerth, 1968; Ackley, 1956; Bullock, 1952; Callan, 1986; Christensen, 1976; Lang et al., 1998).

استفاده از کلسیم کلرید به میزان ۰/۱-۰/۳۵ درصد باعث کاهش ترک‌خوردگی در گیلاس می‌شود و محلول‌پاشی برگی محلول بوراکس، ۵۰/۲۵ درصد کاهش ترک‌خوردگی را به همراه دارد (Powers and Bollen, 1947).

کلسیم به عنوان کاهنده نفوذپذیری غشا سلولی شناخته شده است. در یک آزمایش با غوطه‌ور کردن گیلاس در محلول کلسیم، سرعت جذب آب و ترک‌خوردگی از ۳۰ به ۱۵ درصد کاهش پیدا کرد (Ackley, 1956). در پژوهشی دیگر استفاده از کلسیم در آبیاری بارانی درختان گیلاس با غلظت ۰/۵-۱ درصد باعث کاهش ترک‌خوردگی از ۳۳ به ۱۱ درصد در سال اول و از ۲۰ به ۴ درصد در سال دوم شد اما باعث کاهش اندازه میوه از ۱/۵ به ۰/۳ گرم شد (Fernandez and Flore, 1995). در پژوهش دیگری درصد ترک‌خوردگی بر روی گیلاس رقم بینگ مطالعه شد که باعث کاهش درصد ترک‌خوردگی تا ۱۷ درصد شد و در کل کاربرد کلسیم کلرید باعث اختلاف معنی‌داری بین درختان تیمار شده و شاهد می‌شود (Fernandez and Flore, 1995). در آزمایش دیگری مشاهده شد که افزودن مکمل غذایی

حاوی کلسیم یا دست ورزی در گیاه که افزایش کلسیم را به همراه دارد مثل هرس و مدیریت آب می‌تواند از ترک‌خوردگی شعاعی گوجه‌فرنگی جلوگیری کند (Simon, 1978) یا ترک‌خوردگی کوتیکولی را کاهش می‌دهد (Ehret et al., 1993). محلول‌پاشی ترکیبی از کلسیم و بر باعث کاهش ۲۰ درصدی ترک‌خوردگی و سخت شدن ۵۰ درصدی کوتیکول در میوه‌های گوجه‌فرنگی گردید (Dorais et al., 2011). در پژوهشی برای کاهش میزان ترک‌خوردگی و افزایش میوه‌های بازارپسند در گوجه‌فرنگی از کلسیم با غلظت دو گرم در لیتر، بر با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، کائولین و پوشش نوار پلاستیکی استفاده شد که بیشترین درصد میوه‌های بازارپسند به ترتیب با پوشش نوار پلاستیکی (۴۹/۶۲ درصد)، کلسیم و بر (۴۳/۲۰ درصد)، کلسیم (۶۶/۰۴ درصد) و بر (۶۸/۱۵ درصد) به دست آمد همچنین کمترین میزان میوه‌های آسیب دیده به ترتیب با پوشش نوار پلاستیکی (۳/۲۴ درصد)، بر (۵/۴۲ درصد)، کلسیم (۶/۱۶ درصد) و کلسیم و بر (۶/۴ درصد) مشاهده شد (Huang and Snapp, 2004).

۲-۴- بُر

در گلابی کاربرد قبل از برداشت بُر کاهش خسارت انبارمانی را به همراه دارد و استفاده همزمان آن با کلسیم باعث کاهش می‌شود (Xuan et al., 2001). در سیب محلول‌پاشی بُر علائم کمبود کلسیم در میوه را کاهش می‌دهد (Dixon et al., 1973) در آزمایشی استفاده از بوراکس ۰/۵-۱ درصد فقط روی یک رقم گیلاس کاهش ترک‌خوردگی را موجب شد (Knoppien, 1949). در آزمایش دیگری بر روی گلابی از بر ۰/۱، ۰/۵ و ۱ درصد استفاده شده که در تمامی غلظت‌ها کاهش ترک‌خوردگی نسبت به شاهد مشاهده شد. افزایش وزن میوه و اسیدیته با محلول‌پاشی این ماده به دست آمد و با افزایش غلظت بر افزایش میزان مجموع مواد جامد محلول را به همراه داشت (Gill and Vasudeva, 1970). رشد و نمو و شکل‌گیری سریع گوجه‌فرنگی‌های بازاری باعث آسیب‌پذیری آن‌ها به کمبود بر می‌شود حتی اگر خاک با بر اصلاح شده باشد (Snapp et al., 2002). استفاده از بر به صورت محلول‌پاشی برگی و

محلول‌پاشی باعث کاهش ترک‌خوردگی شعاعی و دایره‌ای در گوجه‌فرنگی می‌شود (Davis et al., 2003).

۲-۵- کائولین

در پژوهشی اسپری کائولین شش درصد و کائولین شش درصد همراه با آبیاری باعث کاهش ترک‌خوردگی میوه انار نسبت به شاهد گردید. محلول‌پاشی این ماده باعث کاهش نسبت دانه به میوه، افزایش قطر، طول، وزن ۱۰۰ آریل، درصد آب‌میوه، میزان مجموع مواد جامد محلول و اسیدیته در سال اول شد و به‌جز کاهش اسیدیته در سال دوم تمامی نتایج مطابق با سال اول بودند (Abd El-Rhman, 2010). با محلول‌پاشی کائولین دمای سطح میوه کاهش پیدا می‌کند و میزان کاهش دما متناسب با میزان ضخامت مواد باقیمانده روی سطح میوه است (Glenn et al., 2002). جلوگیری مؤثر آسیب‌های خورشیدی با استفاده از ۴۵-۵۶ کیلوگرم در هکتار کائولین یا غلظت ۳-۱۲ درصد به دست می‌آید (Glenn et al., 2002). زمان استفاده این ماده به وضوح مشخص نیست اما باعث انعکاس تشعشعات فرابنفش و امواج با طول موج کوتاه شد که برای کاهش آسیب‌های خورشیدی در میوه و برگ اهمیت دارد (Glenn et al., 2002). کائولین کاهش دمای برگ در سیب را باعث می‌شود (Wunsche et al., 2004). در آزمایشی بر روی مرکبات، کائولین باعث بهبود هدایت روزنه‌ای و جذب نور اشباع از کربن دی‌اکسید و سرعت آسیمیلاسیون در زمان نیمروزی می‌شود (Jifon and Syvertsen, 2003). کاربرد کائولین در تبادل گازی فلفل بی‌تأثیر است (Russo and Diaz-Perez, 2005). در یک آزمایش استفاده این ماده به منظور کاهش اثرات مضر تنش آبی و گرمایی در بادام و گردو مؤثر واقع شد (Rosati et al., 2006). کائولین تا ۲/۵ درجه دمای برگ را کاهش می‌شده و محلول‌پاشی برگی این ماده می‌تواند به عنوان روشی مفید در سازگاری گل رز به دماهای بالا در شرایط در شرایط گلخانه‌های گرمسیری در مراحل اولیه رشدی باشد (Marcela et al., 2011).

در این پژوهش ما سعی داریم تا اثر هیومیک اسید، کائولین، کلسیم و بُر را به صورت تکی و ترکیبی بر روی ترک‌خوردگی و کمیت و کیفیت میوه انار در دو دور آبیاری موردبررسی قرار دهیم.

فصل سوم:
مواد و روش ها

۳-۱- مشخصات محل و ارقام گیاه مورد استفاده

این پژوهش در یک باغ تجاری که مساحت بخش انار کاری آن ۱۰ هکتار است؛ واقع در شهر درجزین شهرستان مهدی‌شهر استان سمنان، در بین طول‌های جغرافیایی" ۲۷ ' ۳۷ ° ۳۵ -"۵۴ ' ۳۷ ° ۳۵ شمالی و عرض‌های ' ۲۰ ° ۵۳ - ' ۲۷ ° ۵۳ و در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. رقم مورد استفاده در این طرح واریته انار پوست سفید درجزین بود که درختانی ۲۰ ساله، در دوره باردهی تجاری بودند.

۳-۲- مواد شیمیایی، معدنی و ارگانیکی مورداستفاده

مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش شامل کود مایع کلسیم (۴۰۰۰۰ ppm) از محصولات شرکت اکین پاسارگاد و کود مایع بُر (۲۰۰۰۰ ppm) از محصولات شرکت نم بار مشهد، هیومیک اسید مایع (۱۲درصد) به عنوان ماده ارگانیکی مورد استفاده از محصولات شرکت بیو گرین[1] بلژیک و پودر کائولین از کارخانه کائولین خراسان تهیه شده است.

۳-۳- تجهیزات

جهت انجام بخش میدانی این پروژه از سم‌پاش ۱۰۰ لیتری بنزینی و در بخش آزمایشگاهی از تجهیزات آزمایشگاه گیاه‌شناسی و باغبانی شامل ترازوی دیجیتال، رفرکتومتر[2]،pH متر[3] مدل pH 240L، بورت دیجیتال، هیتر و همزن مغناطیسی[4] و کولیس[5] دیجیتال استفاده شد.

[1] Bio Green
[2] Refractometer
[3] pH meter
[4] Heater and Magnetic Mixer
[5] Caliper

۳-۴- تهیه محلول‌ها

برای تهیه محلول هیومیک اسید دو در هزار از ۱۰۰ میلی‌لیتر هیومیک اسید مایع و ۵۰ لیتر آب معمولی استفاده شد که محلول فوق برای ۴۸ اصله درخت به‌کار برده شد، در تهیه محلول پنج در هزار هیومیک اسید نیز از ۲۵۰ میلی‌لیتر هیومیک اسید مایع به همراه ۵۰ لیتر آب معمولی برای ۴۸ اصله درخت استفاده شد.

محلول حاوی سه درصد کلسیم و یک درصد بُر با افزودن ۲/۵ لیتر کلسیم و یک لیتر بُر در ۸۰ لیتر آب معمولی برای ۷۲ اصله درخت آماده شد و برای تهیه محلول کائولین شش درصد از پنج کیلو کائولین پودری در ۸۰ لیتر آب برای ۷۲ اصله درخت استفاده شد.

محلول‌های فوق هرکدام برای یک‌بار استفاده کافی بودند و برای هرماه محلول‌های جداگانه تهیه می‌شده است.

۳-۵- آماده‌سازی و اتیکت گذاری بلوک‌ها

اتیکت گذاری و آماده‌سازی بلوک‌های مورداستفاده در هر دو سال در تاریخ دوم خرداد انجام شد.

۳-۶- تیمارهای مورد استفاده

تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل دور آبیاری با دو سطح دور آبیاری ۷ روز (آبیاری معمول) و دور آبیاری ۱۴ روز و نه تیمار محلول‌پاشی بود وطی دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ بر روی درختان اعمال شدند (جدول ۳-۲).

۳-۷- زمان اعمال تیمارها

تیمار دور آبیاری از دو هفته قبل از شروع محلول‌پاشی‌ها اعمال شد و اولین محلول‌پاشی روی درخت ۳۰ روز پس از اتمام گل (اواسط خرداد) و در ادامه فصل رشد و با فاصله ۳۰ روز، دو بار دیگر

محلول‌پاشی‌ها تکرار شد. تیمار هیومیک اسید دو در هزار و پنج در هزار هر دو در یک هفته انجام شد. سپس تیمار کلسیم و بُر در هفته بعد و در هفته بعد از آن تیمار کائولین انجام شد.

تیمارهای مورد نظر هرکدام طی دو روز؛ روز اول محلول‌پاشی بر روی گروه اول با آبیاری هفت‌روزه و روز دوم محلول‌پاشی بر روی گروه دوم با آبیاری ۱۴ روزه طی ساعات هشت تا ۱۱ صبح و ۱۶ تا ۱۹ عصر انجام شد.

جدول ۳-۲: تیماری‌های محلول‌پاشی مورد استفاده

شماره تیمار	نوع ماده و غلظت	حروف اختصاری
۱	شاهد (بدون محلول‌پاشی)	شاهد
۲	کائولین شش درصد	Ka
۳	کلسیم و بُر (سه درصد کلسیم + یک درصد بُر)	CB
۴	کائولین شش درصد+ کلسیم و بُر	Ka+CB
۵	هیومیک اسید دو در هزار	Ha_2
۶	هیومیک اسید پنج در هزار	Ha_5
۷	هیومیک اسید پنج در هزار + کائولین شش درصد	Ha_5+ Ka
۸	هیومیک اسید پنج در هزار + کلسیم و بُر	Ha_5+ CB
۹	هیومیک اسید پنج در هزار + کائولین شش درصد + کلسیم و بُر	Ha_5+ Ka+ CB

۳-۸ صفات مورد اندازه‌گیری

ترک‌خوردگی به‌صورت درصد یک هفته پس از هر مرحله محلول‌پاشی (ماهی یک‌بار) با شمارش میوه‌های ترک‌خورده انجام شد. درصد ترک‌خوردگی کل بر مبنای مجموع ترک‌خوردگی‌ها محاسبه گردید.

۱۰۰ ×(تعداد میوه‌های اولیه / تعداد میوه‌های ترک‌خورده) = درصد ترک‌خوردگی

برای ارزیابی صفات کمی و کیفی میوه‌ها، در مرحله بلوغ تجاری نه میوه از هر درخت انتخاب و پس از برداشت در اواخر مهرماه، به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور اندازه‌گیری قطر و طول میوه از کولیس استفاده شد؛ طول میوه بدون تاج انار در نظر گرفته شد. وزن هر میوه به‌وسیله ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و داده‌برداری شد. برای اندازه‌گیری وزن ۱۰۰ آریل هر میوه، میوه‌ها به‌طور جداگانه دان شده و ۱۰۰ عدد آریل به‌طور تصادفی انتخاب و توزین شدند. میوه‌های دان شده در مرحله قبلی به‌طور جداگانه آبگیری شدند و آب هر میوه جداگانه توزین شد. برای محاسبه میزان مجموع مواد جامد محلول یک قطره از آب‌میوه بر روی دستگاه رفرکتومتر ریخته شد و مقدار عددی مشاهده‌شده یادداشت‌برداری شد. برای سنجش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب‌میوه ابتدا ۲۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه داخل یک بشر ریخته شد سپس محلول ۰/۱ نرمال هیدروکسید سدیم به آب‌میوه اضافه شد تا pH محلول به ۸/۱ برسد سپس به‌وسیله وزن سود استفاده شده میزان اسید موجود در عصاره بر اساس اسید سیتریک (اسید غالب در آب‌میوه انار) محاسبه شد.

$$A=\frac{S.N.F.E}{C}\times 100$$

A = میزان اسیدیته ، S = وزن سود، N = نرمالیته سود، F = فاکتور سود، E = اکی والان اسید موردنظر، C = میزان آب‌میوه

به منظور بدست آوردن نسبت قند به اسید نیز از نسبت میزان مجموع مواد جامد محلول بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون استفاده شد.

۳-۹- آنالیزهای آماری

این پژوهش به‌صورت آزمایش مرکب اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال متولی اجرا شد. فاکتور اصلی دور آبیاری و فاکتور فرعی شامل سال و نه تیمار محلول پاشی بود. هر کرت آزمایشی شامل دو درخت بود. محلول‌پاشی‌ها از اول تیرماه سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به مدت سه ماه بر روی درختان اعمال شد.

۳-۱۰- نرم‌افزارها

تجزیه آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزارSAS 9.2، مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید. برای داده‌های صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده که توزیع نرمال نداشتند از تبدیل داده ریشه دوم به‌علاوه ۰/۵ استفاده گردید.

فصل چهارم:
نتایج و بحث

۴-۱- ترک‌خوردگی میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای محلول‌پاشی، اثر سال و اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی تیرماه در سطح یک درصد اثر معنی‌داری دارند (جدول ۴-۱). دور آبیاری نیز اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد در میزان ترک‌خوردگی تیرماه سبب شد (جدول ۴-۱). اثر متقابل سال در دور آبیاری و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۴-۱).

بیشترین میزان ترک‌خوردگی در تیرماه مربوط به تیمار هیومیک اسید پنج در هزار به همراه کائولین شش درصد با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۲/۶۱ درصد و کمترین میزان ترک‌خوردگی به ترتیب در تیمارهای هیومیک اسید پنج در هزار در دور آبیاری هفت روز به میزان ۱/۰۷ درصد، کائولین شش درصد در دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۱/۰۵ درصد، کائولین شش درصد با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۱/۰۴ درصد، کائولین شش درصد در دور آبیاری هفت روز به میزان ۱/۰۳ درصد و کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۱/۰۱ درصد مشاهده شد (شکل ۴-۱ و جدول ۴-۷ پیوست‌ها).

نتایج جدول تجزیه واریانس مردادماه نشان داد تیمار محلول‌پاشی، دور آبیاری، سال و اثر متقابل تیمار و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی دارای اثر معنی‌دار در سطح یک درصد بودند (جدول ۴-۱). اثر متقابل سال در دور آبیاری و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۴-۱).

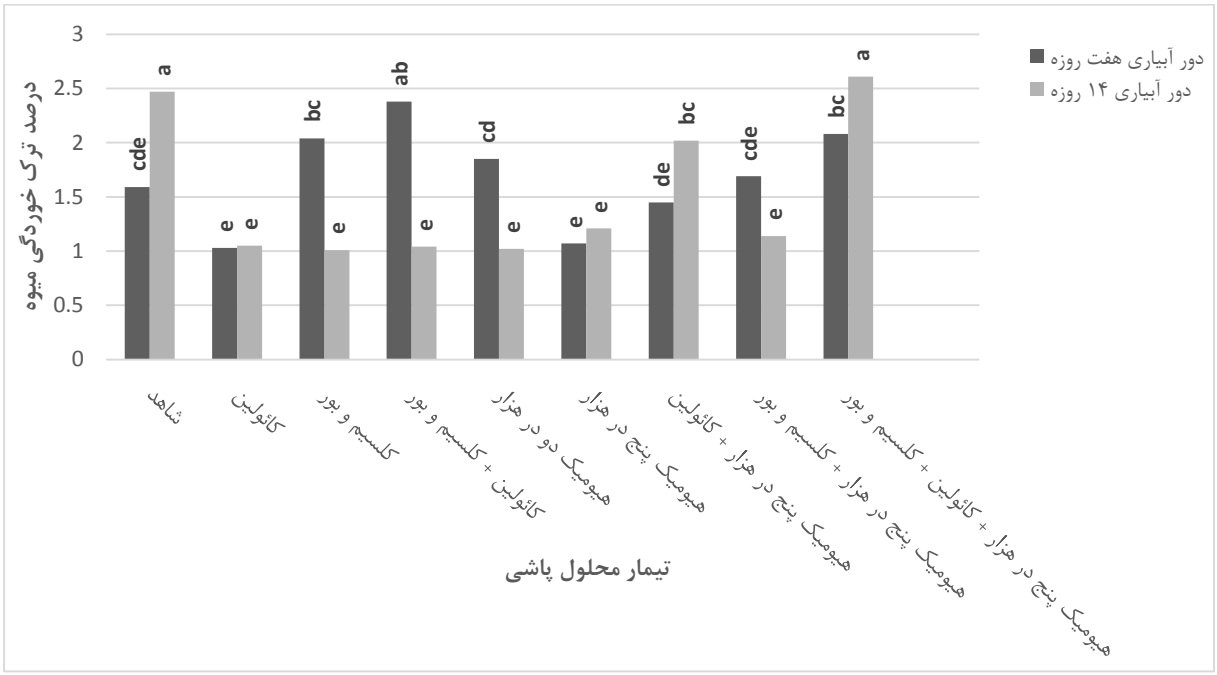
بیشترین میزان ترک‌خوردگی در مردادماه مربوط به تیمار آبیاری ۱۴ روزه بدون محلول‌پاشی (شاهد گروه با دور آبیاری ۱۴ روزه) و کمترین میزان ترک‌خوردگی مربوط به محلول‌پاشی با تیمار کائولین شش درصد در دور آبیاری هفت روزه بوده است (شکل ۴-۲ و جدول ۴-۷ پیوست‌ها).

جدول ۴-۱ تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

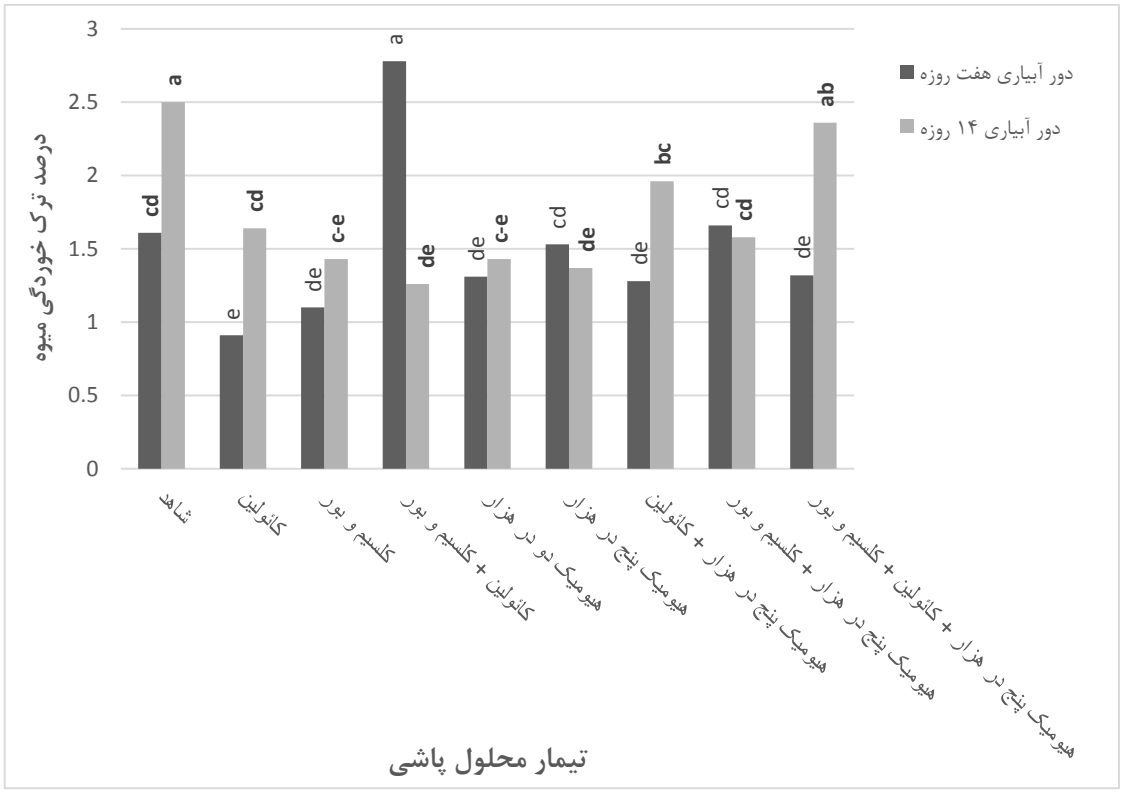
منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات			
		ترک‌خوردگی تیرماه •	ترک‌خوردگی مردادماه •	ترک‌خوردگی شهریورماه •	ترک‌خوردگی کل
سال	۱	۱۱/۰۹**	۸/۲۲**	۶/۶۱**	۹۱۰/۹۸**
خطای سال	۴	۰/۲۰	۰/۴۷	۰/۱۹	۱۵/۰۹
دور آبیاری	۱	۰/۶۸*	۱/۴۰**	۰/۱۰ns	۴۹/۱۵**
سال* دور آبیاری	۱	۰/۳۳ns	۰/۰۰۶ns	۰/۰۰۲ns	۱۰/۹۳ns
خطای کرت اصلی	۴	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۰۶	۲/۷۴
تیمار محلول‌پاشی	۸	۲/۰۱**	۱/۰۹**	۳/۲۲**	۲۵۰/۷۸**
دور آبیاری* تیمار محلول‌پاشی	۸	۱/۷۸**	۱/۸۲**	۲/۳۸**	۲۷۴/۲۴**
سال* دور آبیاری* تیمار محلول‌پاشی	۱۶	۰/۱۹ns	۰/۰۶ns	۰/۰۹ns	۱۰/۶۷*
خطای کل	۶۴	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۱۷	۵/۱
ضریب تغییرات		۲۳/۵۹	۲۸/۵۶	۲۱/۶۱	۲۴/۷۹

* و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

• از ریشه دوم برای آنالیز آماری استفاده شده است.



شکل ۴-۱ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در تیرماه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳



شکل ۴-۲ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در مردادماه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

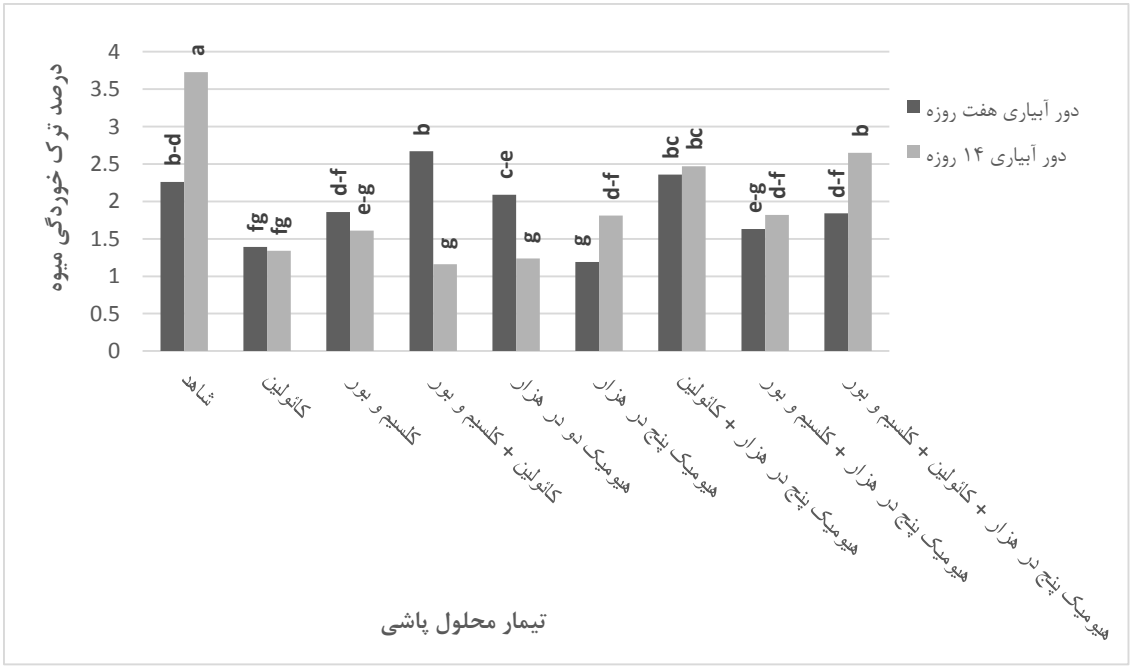
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تیمار محلول‌پاشی، سال و اثر متقابل تیمار و دور آبیاری در میزان ترک‌خوردگی‌های شهریورماه دارای اثر معنی‌دار در سطح یک درصد بودند (جدول ۴-۱). دور آبیاری، اثر متقابل سال در دور آبیاری و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۴-۱).

بیشترین میزان ترک‌خوردگی در شهریورماه در تیمار با آبیاری ۱۴ روزه بدون محلول‌پاشی (شاهد گروه با دور آبیاری ۱۴ روزه) و کمترین میزان ترک‌خوردگی به ترتیب در تیمار با هیومیک اسید دو در هزار با دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۱/۲۴ درصد، هیومیک اسید پنج در هزار در دور آبیاری هفت روز به میزان ۱/۱۹ درصد و کائولین شش درصد با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روز به میزان ۱/۱۶ مشاهده شد (شکل ۴-۳ و جدول ۴-۷ پیوست‌ها).

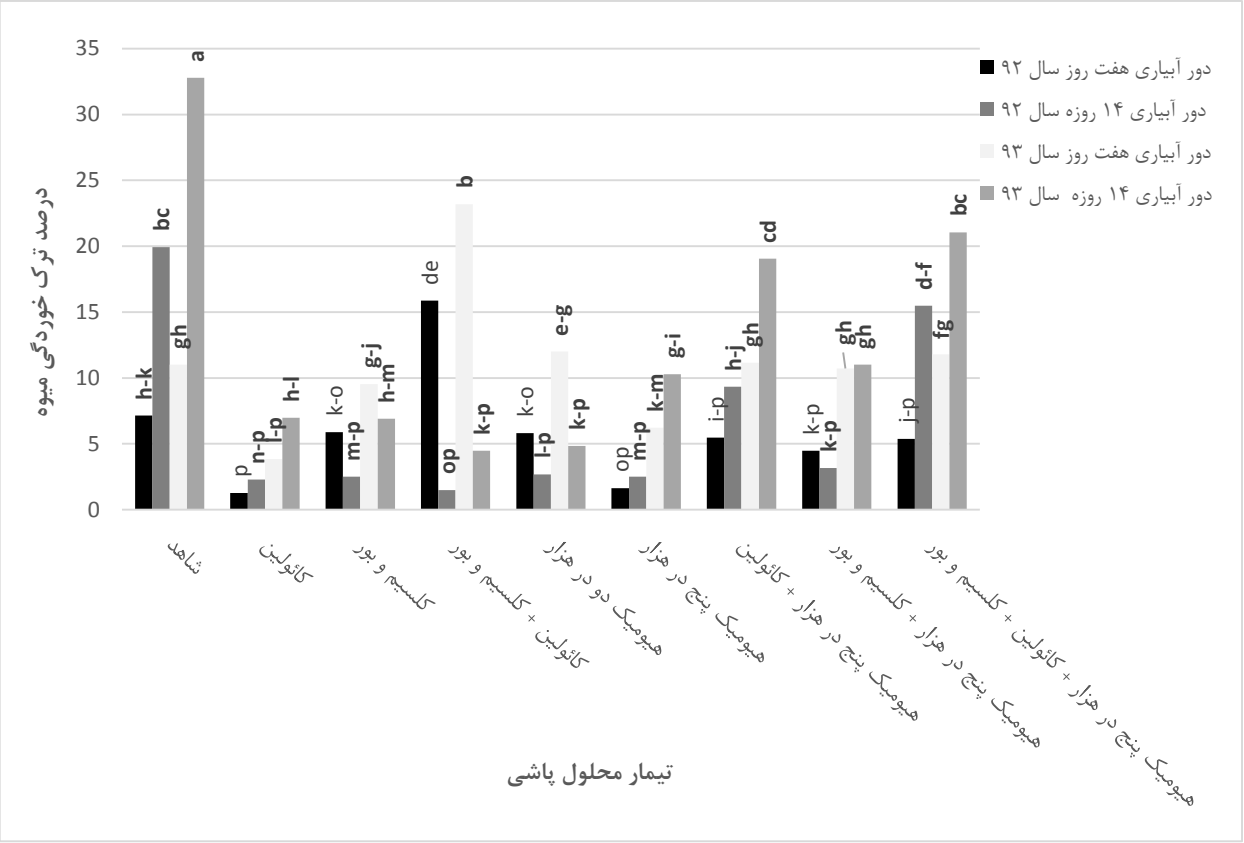
در ترک‌خوردگی کل میوه انار؛ تیمار محلول‌پاشی، دور آبیاری، سال و اثر متقابل تیمار و دور آبیاری اثر معنی‌داری را در سطح یک درصد ایجاد کردند (جدول ۴-۱). همچنین اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌دار در سطح پنج درصد شد (جدول ۴-۱). اثر متقابل سال در دور آبیاری با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴-۱).

بیشترین میزان ترک‌خوردگی کل در تیمار آبیاری ۱۴ روزه و بدون محلول‌پاشی (شاهد گروه با دور آبیاری ۱۴ روز) به میزان ۳۲/۷۸ درصد مشاهده شد همچنین کمترین میزان ترک‌خوردگی در تیمار با کائولین شش درصد با دور آبیاری هفت روز به میزان ۱/۲۶ درصد به دست آمد (شکل ۴-۴).

مقایسه میانگین‌ها نشان دادند آبیاری با دور آبیاری ۱۴ روز نسبت به آبیاری با دور آبیاری هفت روز باعث افزایش ترک‌خوردگی در ترک‌خوردگی تیرماه و شهریورماه و ترک‌خوردگی کل شده است اما در مردادماه باعث افزایش ترک‌خوردگی نشده است (شکل ۴-۴ و جدول ۴-۸ پیوست‌ها).



شکل ۴-۳ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در شهریورماه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳



شکل ۴-۴ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان ترک‌خوردگی کل میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

جدول ۴-۲ آمار هواشناسی تابستان سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ (آمارنامه سالیانه اداره هواشناسی سمنان)

ماه‌های اعمال تیمار	درجه حرارت (°C)	رطوبت نسبی (٪)	میزان تبخیر	سرعت باد (m/s)
تیرماه ۹۲	۳۱/۸	۲۷	۴۵۰/۳	۱۱
تیرماه ۹۳	۳۳/۲	۲۱	۵۰۱/۷	۱۰
مردادماه ۹۲	۳۱/۹	۲۷	۴۲۴/۴	۱۰
مردادماه ۹۳	۳۳/۰	۲۰	۴۸۲/۷	۱۲
شهریورماه ۹۲	۲۹/۶	۲۶	۳۱۶/۵	۹
شهریورماه ۹۳	۲۹/۵	۲۱	۳۴۶/۶	۹

در کل میزان ترک‌خوردگی‌ها در هر سه ماه تابستان در سال دوم محلول‌پاشی‌ها (۱۳۹۳) در مقایسه با سال اول محلول‌پاشی‌ها (۱۳۹۲) میزان بیشتری داشت که علت آن شرایط اقلیمی حاکم در سال دوم از جمله افزایش درجه حرارت، کاهش رطوبت نسبی، افزایش میزان تبخیر و سرعت باد؛ بی‌ثمر بودن

باغات اطراف و هجوم ناگهانی کرم گلوگاه به باغ مذکور به دلیل وجود میوه بیشتر و کاهش سطح آب‌های تحت الارضی ناشی از افزایش تبخیر از عواملی بودند که در ترک‌خوردگی سال دوم محلول‌پاشی تأثیر بسزایی داشتند (جدول ۴-۲).

تا کنون از هیومیک اسید، کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در رابطه با ترک‌خوردگی میوه انار استفاده نشده است اما کاهش ترک‌خوردگی انار با کلسیم کلرید ۳ درصد و بوریک اسید ۳ درصد (Hoda and Hoda, 2013) و کائولین شش درصد و کائولین شش درصد همراه با آبیاری کنترل شده در رابطه با ترک‌خوردگی میوه انار (Abd El-Rhman, 2010) قبلاً گزارش شده است.

طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش کائولین شش درصد، اسید هیومیک پنج در هزار و کائولین شش درصد به همراه کلسیم ۳ درصد و بُر ۱ درصد در کل کمترین درصد ترک‌خوردگی را داشتند و کائولین شش درصد در میان آن‌ها کمترین ترک‌خوردگی را داشت. عبدالرحمان (۲۰۱۰) طی گزارشی عنوان کرد در تیمار با کائولین شش درصد میزان ترک‌خوردگی ۴۰/۲۴ درصد، کائولین به همراه آبیاری کنترل شده میزان ترک‌خوردگی ۳۰/۸۶ درصد و کائولین به همراه پوشش‌دار کردن[1] میوه میزان ترک‌خوردگی ۳۴/۵۱ بود و میزان ترک‌خوردگی در تیمار شاهد ۴۹/۶۲ درصد گزارش شده است. در پژوهش پیش رو کائولین با دور آبیاری هفت روز باعث کاهش ۵/۸۸ درصدی و در دور آبیاری ۱۴ روز باعث کاهش ۱۷/۶۴ درصدی میزان ترک‌خوردگی نسبت به شاهد در سال اول و کائولین با دور آبیاری هفت روز باعث کاهش ۷/۱۷ درصدی و در دور آبیاری ۱۴ روز باعث کاهش ۲۵/۸۲ درصدی میزان ترک‌خوردگی نسبت به شاهد در سال دوم شد. احتشامی و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از کائولین کاهش ۵۰ درصدی آفتاب‌سوختگی را گزارش کردند و علت آن را خنک‌سازی سطح میوه به دلیل ایجاد پوشش سفیدرنگ روی میوه عنوان کردند؛ یکی از عوامل ترک‌خوردگی در میوه نیز نوسانات دمایی و تبخیر آب سطح میوه به دلیل این نوسانات است به همین دلیل تیمار کائولین با ایجاد رنگ سفید روی برگ و میوه و بازتاب نور، کمترین میزان ترک‌خوردگی را به همراه داشت.

[1] Bagging

هیومیک اسید به دلیل فعالیت‌های شبه هورمونی که دارد باعث کاهش آسیب به گیاهان در معرض تنش می‌شود به همین دلیل با وجود نوسانات دمایی و آبی توانسته با جلوگیری از اثرات تنش باعث کاهش میزان ترک‌خوردگی نسبت به شاهد شود.

شیخ و مانجولا (۲۰۱۲) در پژوهشی که بر روی انار انجام داده بودند؛ در تیمار با کلسیم کلرید ۰/۵ درصد باعث کاهش ۱۹/۹۹ درصدی در میزان ترک‌خوردگی، با کلسیم کلرید ۱ درصد باعث کاهش ۲۰/۱۲ درصدی در میزان ترک‌خوردگی را گزارش کردند همچنین تیمار بوریک اسید ۰/۲ درصد کاهش ۲۲/۳۱ درصدی و بوریک اسید ۰/۴ درصد کاهش ۱۸/۵۶ درصدی در میزان ترک‌خوردگی را به همراه داشت. در پژوهش حاضر کلسیم با دور آبیاری هفت روز باعث کاهش ۱/۲۷ درصدی و در دور آبیاری ۱۴ روز باعث کاهش ۱۷/۴۳ درصدی میزان ترک‌خوردگی نسبت به شاهد در سال اول و کلسیم با دور آبیاری هفت روز باعث کاهش ۱/۴۷ درصدی و در دور آبیاری ۱۴ روز باعث کاهش ۲۵/۸۹ درصدی میزان ترک‌خوردگی نسبت به شاهد در سال دوم شده است.

نتایج به‌دست‌آمده از پروژه پیش رو مؤید نتایج کار شده توسط سایر پژوهشگران است و حاکی از آن است که آبیاری درختان با دور آبیاری ۱۴ روز در تابستان باعث آب از دست دهی پوست میوه شد اما تغییری در میزان آب آریل (با توجه به وزن ۱۰۰آریل) ایجاد نکرد به همین دلیل پوست میوه خشک و غیر قابل انعطاف شده و فشار حاصل از باز جذب آب توسط آریل‌ها منجر به ایجاد ترک‌خوردگی در میوه شد. کلسیم سه درصد به همراه بُر یک درصد توانست ترک‌خوردگی را کاهش دهد و هیومیک اسید به عنوان یک ماده جدید و ارگانیک توانست در کاهش ترک‌خوردگی‌ها مؤثر واقع شود. کائولین نیز با کاهش ترک‌خوردگی به‌خصوص در دو ماه اول تابستان توانست با کاهش خسارت به باغ، عملکرد را افزایش دهد. به‌طور کلی از لحاظ فیزیولوژیکی وجود کلسیم به دلیل دخالت در فعالیت‌های بیومکانیکی دیواره سلولی طی رسیدن میوه (Waldron et al., 2006)؛ که ناشی از تغییرات سطوح پکتین و کاهش سطوح همی سلولز است (Voragen et al., 2001). موجب استحکام دیواره سلولی شده (Niklas, 1992)؛ و حضور خود را در بین مواد کاهش دهنده ترک‌خوردگی توجیه می‌کند با این حال زمانی که

میوه به هر طریق آب جذب می‌کند؛ آب جذب شده به سرعت وارد آوند آبکش شده و در آریل‌ها ذخیره می‌شود (Galindoa et al., 2014)؛ که پتانسیل آب موجود در آریل‌ها توانایی ایجاد ترک در پوست را دارد (Lichter et al., 2002). نظریه دیگری هم وجود دارد مبنی بر اینکه رشد نامتقارن ناشی از تورژسانس آریل‌های آب جذب کرده باعث کشیدگی پوست به یک طرف و ایجاد ترک در همان سمت می‌شود (Galindoa et al., 2014). به همین دلیل میزان ترک‌خوردگی تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۴ روز در هر دو سال بیشتر از میزان ترک‌خوردگی تیمار شاهد با دور آبیاری هفت روز شد (شکل ۴-۴).

شکل ۴-۵ تیمار محلول‌پاشی کائولین شش درصد و سه درصد کلسیم + یک درصد بور در دور آبیاری ۱۴ روزه

شکل ۴-۶ تیمار محلول‌پاشی با اسید هیومیک دو در هزار

شکل ۴-۷ تیمار شاهد در دور آبیاری هفت روز

شکل ۴-۸ تیمار شاهد در دور آبیاری ۱۴ روز

۴-۲- صفات کمی و کیفی میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد در صفت طول میوه، تیمار محلول‌پاشی در سطح پنج درصد و اثر سال در سطح یک درصد نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را موجب شدند. سایر تیمارها از جمله دور آبیاری، اثر متقابل سال در دور آبیاری، اثر متقابل دور آبیاری در تیمار محلول‌پاشی و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشتند (جدول ۴-۳). همچنین هیچ‌کدام از تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها در صفت قطر میوه اختلاف معنی‌داری را با شاهد ایجاد نکردند (جدول ۴-۳).

بیشترین میزان طول میوه در تیمار با هیومیک اسید پنج در هزار به همراه کائولین شش درصد و کلسیم سه درصد و بُر یک درصد به دست آمد و کمترین طول میوه در تیمار با هیومیک اسید پنج در هزار با کائولین شش درصد مشاهده شد (جدول ۴-۴).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد در صفت وزن آب‌میوه تیمار دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با شاهد ایجاد کردند (p=۰/۰۱). اثر سال نیز در سطح پنج درصد نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد کرد. سایر تیمارها معنی‌دار نشدند (جدول ۴-۳).

بیشترین میزان وزن آبمیوه مربوط به تیمار کائولین شش درصد و کمترین میزان آن در تیمار با هیومیک اسید پنج در هزار با کائولین شش درصد به دست آمد (جدول ۴-۴).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد در صفت وزن میوه تیمارهای دور آبیاری، تیمار محلول‌پاشی، اثر سال، اثر متقابل دور آبیاری در تیمار محلول‌پاشی و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به شاهد بودند (p=۰/۰۱)؛ اما اثر متقابل سال در دور آبیاری معنی‌دار نشد (جدول ۴-۳).

بیشترین میزان وزن میوه در تیمار با کائولین شش درصد و دور آبیاری هفت روزه به دست آمد همچنین کمترین میزان آن در تیمار آبیاری ۱۴ روزه و بدون محلول‌پاشی (شاهد دور آبیاری ۱۴ روزه) مشاهده شد (شکل ۴-۹ و جدول ۴-۹ پیوست‌ها). همچنین میزان وزن میوه ارتباط مستقیمی با

میزان آبیاری نشان داد، زیرا در کل میزان وزن میوه در آبیاری با دور آبیاری هفت روزه بیشتر از وزن میوه در آبیاری با دور آبیاری ۱۴ روزه مشاهده شد (شکل ۴-۹).

جدول ۴-۳ تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمّی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات					
		طول میوه	قطر میوه	وزن ۱۰۰ آریل	وزن آبمیوه	وزن تک میوه	درصد آب‌میوه
سال	۱	۴/۱۵**	۱/۱۶ns	۳۰/۰۸ns	۱۸۱۷/۱۲*	۳۷۴۳/۱۰**	۱۱۴/۰۷ns
خطای سال	۴	۳/۳۰	۳/۲۴	۷۶/۳۲	۶۹۲۵/۴۲	۳۴/۹۷	۸۴۹/۴۳
دور آبیاری	۱	۰/۲۴ns	۰/۴۲ns	۱۶/۸۰ns	۲۹۶۴/۱۶**	۲۳۵۷۴/۴۹**	۸/۵۰ns
سال* دور آبیاری	۱	۰/۸۲ns	۱/۱۵ns	۴/۵۶ns	۵۹۴/۵۵ns	۶/۷۳ns	۲۳۷/۴۷ns
خطای کرت اصلی	۴	۰/۶۵	۰/۱۹	۱۰/۱۱	۵۶/۵۵	۱۲۳/۵۰	۲۴/۸۳
تیمار محلول‌پاشی	۸	۰/۹۱*	۰/۳۵ns	۳۱/۵۲ns	۹۹۷/۹۹**	۲۱۰۳/۵۵**	۲۹۰/۸۳*
دور آبیاری* تیمار محلول‌پاشی	۸	۰/۶۳ns	۰/۳۸ns	۷۸/۹۰**	۶۴۵/۵۰ns	۱۶۰۳/۹۵**	۱۵۶/۲۰ns
سال* دور آبیاری* تیمار محلول‌پاشی	۱۶	۰/۷۰ns	۰/۴۵ns	۲۲/۸۲ns	۳۴۹/۵۱ns	۱۲۴/۲۱**	۱۷۲/۴۶ns
خطای کل	۶۴	۰/۴۴	۰/۴۶	۱۸/۳۸	۳۷۸/۸۰	۵۸/۱۸	۱۲۵/۱۴
ضریب تغییرات		۹/۷۷	۹/۵۲	۱۶/۲۷	۳۱/۶۸	۴/۵۷	۳۰/۲۴

* و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد

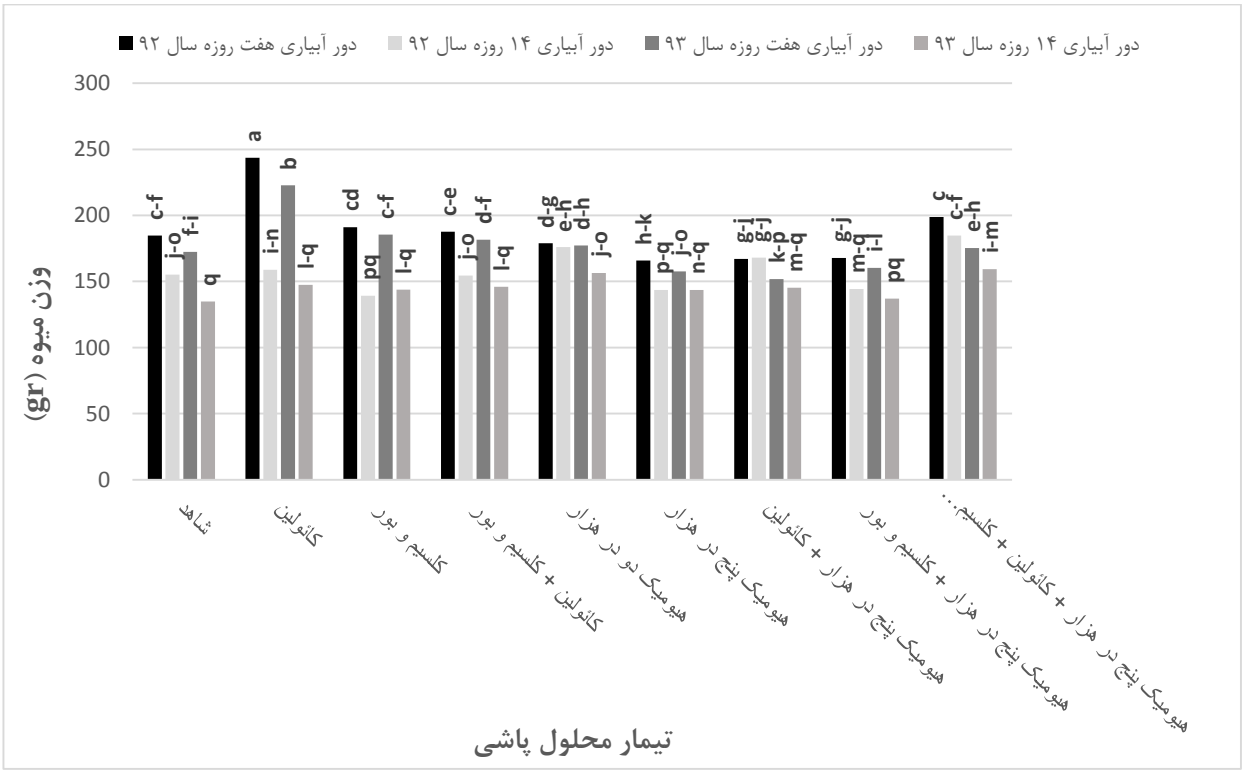
در صفت کمی درصد آبمیوه فقط تیمار محلول‌پاشی در سطح یک درصد (***p***=۰/۰۱) نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد کرد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار نداشتند (جدول ۴-۳). بیشترین میزان درصد آبمیوه به ترتیب در تیمارهای شاهد، هیومیک اسید پنج در هزار و هیومیک اسید پنج در هزار به همراه کلسیم سه درصد و بُر یک درصد مشاهده شد و کمترین میزان درصد آبمیوه نیز به ترتیب در تیمار با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد به همراه کائولین شش درصد، هیومیک اسید

پنج در هزار با کائولین شش درصد به همراه کلسیم سه درصد و بُر یک درصد و اسید هیومیک دو در هزار به دست آمد (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴ مقایسه میانگین اثر تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انار

تیمار محلول‌پاشی	طول میوه (cm)	قطر میوه (cm)	وزن آبمیوه (gr)	درصد آبمیوه (٪)
شاهد	۶/۹۷ab	۷/۲۷a	۶۷/۲۰ab	۴۱/۴۵a
Ka	۶/۶۲a-c	۷/۰۸a	۷۷/۶۳a	۴۰/۳۹ab
CB	۶/۸۵a-c	۷/۲۶a	۶۱/۲۷a-c	۳۷/۱۸ab
CB +Ka	۶/۷۶a-c	۷/۲۷a	۵۰/۶۸bc	۳۰/۵۵b
Ha2	۶/۹۱ab	۷/۱۷a	۵۴/۱۱bc	۳۱/۰۹b
Ha5	۶/۷۴a-c	۶/۹۶a	۶۴/۴۲a-c	۴۱/۹۳a
Ka + Ha5	۶/۲۵c	۶/۹۳a	۴۸/۵۷c	۳۰/۷۳b
CB + Ha5	۶/۸۳a-c	۷/۱۷a	۶۲/۴۵a-c	۴۱/۷۴a
CB + Ka + Ha5	۷/۲۸a	۷/۴۸a	۶۶/۴۴a-c	۳۷/۲۱ab

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (p=۰/۰۵)



شکل ۴-۹ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان وزن میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد در صفت وزن ۱۰۰ آریل اثر متقابل دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد بود (***p***=۰/۰۱). سایر تیمار ها از جمله دور آبیاری، اثر سال، تیمار محلول‌پاشی، اثر متقابل سال در دور آبیاری و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی معنی‌دار نشدند (جدول ۴-۳).

بیشترین میزان وزن ۱۰۰ آریل در تیمار با هیومیک اسید دو در هزار و دور آبیاری هفت روزه و کمترین میزان این صفت در تیمار هیومیک اسید پنج در هزار با کائولین شش درصد به همراه کلسیم سه درصد و بُر یک درصد و دور آبیاری هفت روزه مشاهده شد (جدول ۴-۵).

جدول ۴-۵ مقایسه میانگین‌های اثرات دور آبیاری، تیمار محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انار

دور آبیاری	تیمار محلول‌پاشی	وزن ۱۰۰ آریل (gr)
	شاهد	۲۵/۱۵b-f
	Ka	۲۸/۳۸a-d
	CB	۲۹/۰۱a-c
	CB +Ka	۲۵/۳۸b-f
هفت‌روزه	Ha2	۳۱/۴۵a
	Ha5	۲۸/۴۰a-d
	Ka + Ha5	۲۵/۸۵a-f
	CB + Ha5	۲۵/۹۰a-f
	CB + Ka + Ha5	۲۱/۱۰f
	شاهد	۲۹/۹۰ab
	Ka	۲۳/۵۶c-f
	CB	۲۲/۷۳d-f
	CB +Ka	۲۱/۵۱ef
۱۴ روزه	Ha2	۲۳/۶۱c-f
	Ha5	۲۹/۲۶a-c
	Ka + Ha5	۲۷/۶۵a-d
	CB + Ha5	۲۷/۲۰a-e
	CB + Ka + Ha5	۲۸/۰۸a-d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (p=۰/۰۵).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد در صفت میزان مجموع مواد جامد محلول تیمارهای محلول‌پاشی، اثر سال، اثر متقابل سال در دور آبیاری و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی در سطح یک درصد، همچنین تیمارهای دور آبیاری و اثر متقابل دور آبیاری در تیمار محلول‌پاشی در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول ۴-۶).

بیشترین میزان مجموع مواد جامد محلول مربوط به تیمار با هیومیک اسید پنج در هزار با کائولین شش درصد در دور آبیاری هفت روزه و کمترین میزان مجموع مواد جامد محلول مربوط به تیمار با هیومیک اسید دو در هزار در دور آبیاری هفت روزه به دست آمد (شکل ۴-۱۰ و جدول ۴-۹ پیوست‌ها).

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس؛ میزان اسیدیته آب‌میوه تمامی تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد کردند (p=۰/۰۱) (جدول ۴-۶).

بیشترین میزان اسیدیته در تیمار کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روزه مشاهده شد و نیز کمترین میزان این صفت در تیمار با هیومیک اسید پنج در هزار به همراه کائولین شش درصد با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روزه به دست آمد (شکل ۴-۱۱ و جدول ۴-۹ پیوست‌ها).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس نسبت قند به اسید در آب‌میوه تمامی تیمارها از قبیل تیمارهای محلول‌پاشی، دور آبیاری، اثر سال، اثر متقابل دور آبیاری در تیمار محلول‌پاشی، اثر متقابل سال در دور آبیاری و اثر سه‌گانه سال، دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی دارای اثر معنی‌دار در سطح یک درصد شدند (جدول ۴-۶).

بیشترین میزان نسبت قند به اسید آبمیوه با تیمار هیومیک اسید پنج در هزار به همراه کائولین شش درصد با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روزه و کمترین میزان آن به ترتیب در تیمارهای کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روزه، هیومیک اسید پنج در هزار در دور آبیاری ۱۴ روزه، هیومیک اسید پنج در هزار با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری ۱۴ روزه

و هیومیک اسید پنج در هزار به همراه کائولین شش درصد با کلسیم سه درصد و بُر یک درصد در دور آبیاری هفت روزه مشاهده شد (شکل ۴-۱۲ و جدول ۴-۹ پیوست‌ها).

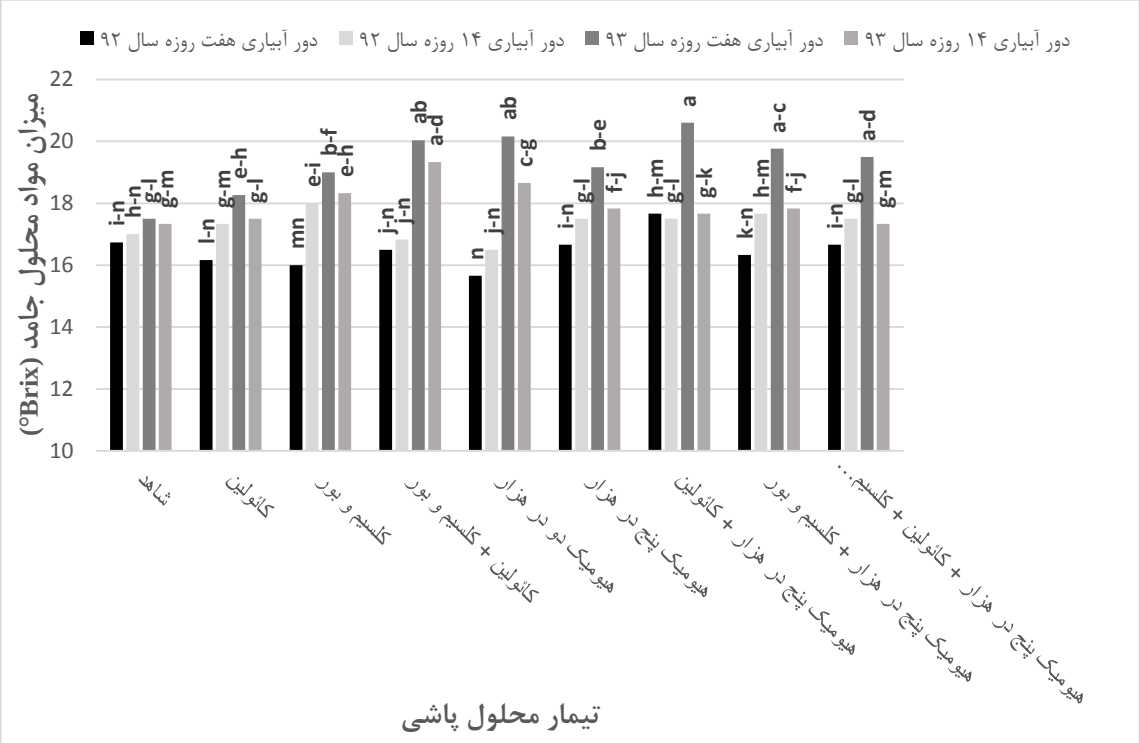
جدول ۴-۶ تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات		
		میزان مواد جامد محلول	اسیدیته آب‌میوه	نسبت قند به اسید
سال	۱	۸۸/۵۶**	۰/۴۹**	۴۳۲/۸۵**
خطای سال	۴	۰/۴۹	۰/۰۷	۱۰/۶۱
دور آبیاری	۱	۱/۸۶*	۰/۳۸**	۱۲۹/۰۵**
سال* دور آبیاری	۱	۳۲/۰۱**	۲/۵۳**	۱۱۴۹/۱۰**
خطای کرت اصلی	۴	۱/۱۴	۰/۰۵	۴۰/۰۶
تیمار محلول‌پاشی	۸	۱/۴۷**	۰/۳۲**	۱۸۷/۶۳**
دور آبیاری* تیمار محلول‌پاشی	۸	۰/۹۴*	۰/۴۱**	۲۵۱/۷۶**
سال* دور آبیاری* تیمار محلول‌پاشی	۱۶	۱/۵۰**	۰/۲۵**	۹۸/۵۳**
خطای کل	۶۴	۰/۴۵	۰/۰۴	۱۳/۵۶
ضریب تغییرات		۳/۸۰	۲۶/۷۰	۱۳/۶۱

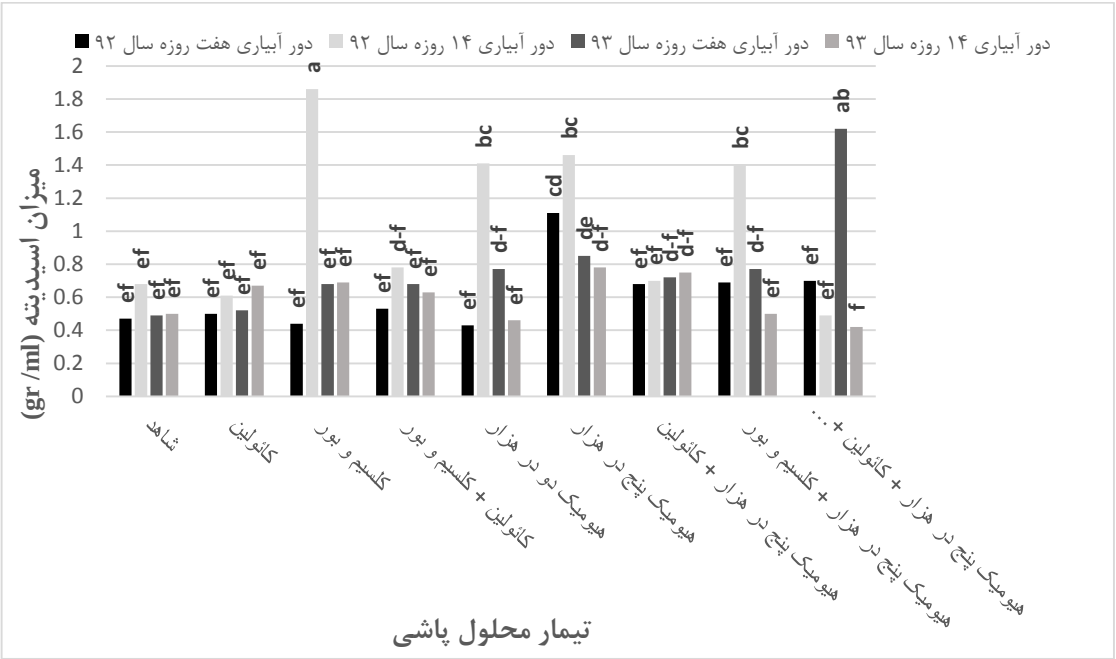
* و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد

در کل طول میوه، درصد آبمیوه، میزان مجموع مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید آبمیوه در سال دوم محلول‌پاشی بیشترین میزان خود را نسبت به سال اول این محلول‌پاشی‌ها داشتند؛ همچنین بیشترین میزان وزن میوه، وزن آبمیوه و اسیدیته آبمیوه مربوط به سال اول محلول‌پاشی‌ها بود؛ که می‌تواند به علت کاهش آب‌های تحت الارضی موجود در سال دوم نسبت به سال اول باشد که باعث کاهش محتوی آب و افزایش غلظت املاح درون عصاره در سال دوم و همچنین افزایش وزن میوه و

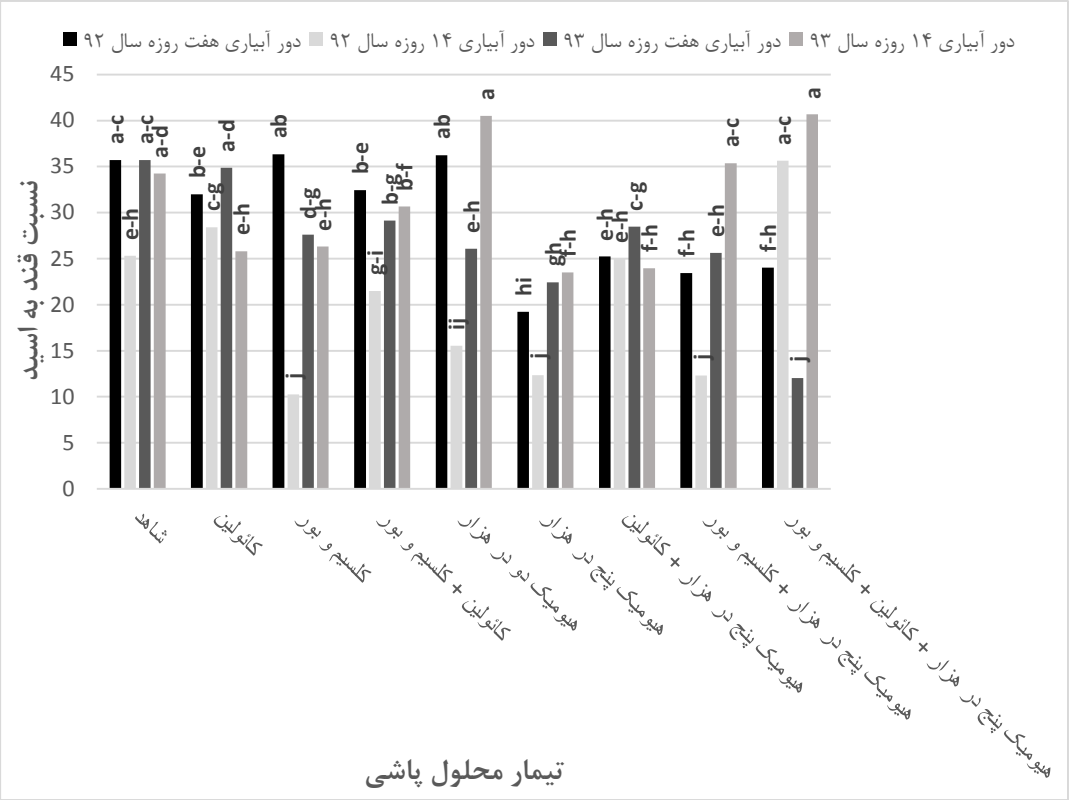
وزن آبمیوه به دلیل افزایش محتوی آب و کاهش غلظت املاح درون عصاره در سال اول شده است (جدول ۴-۲).



شکل ۴-۱۰ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان مواد محلول جامد میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳



شکل ۴-۱۱ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان اسیدیته آبمیوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳



شکل ۴-۱۲ نمودار اثرات تیمارهای محلول‌پاشی و دور آبیاری بر میزان نسبت قند به اسید آبمیوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

خطّاب و همکاران (۲۰۱۲) طی پژوهشی که بر روی انار انجام دادند در تیمار با هیومیک اسید در آبیاری با سطوح پایین و با افزایش غلظت هیومیک اسید در آبیاری با سطوح پایین بهبود صفات کمی و کیفی میوه انار را گزارش کردند. در گزارشی دیگر محمودی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از هیومیک اسید ۰/۱ درصد افزایش طول، قطر، پهنا و هیومیک اسید ۰/۲ درصد افزایش عملکرد در میوه کیوی را گزارش کردند. در پژوهش حاضر استفاده از هیومیک اسید پنج در هزار باعث افزایش وزن میوه، اسیدیته، طول میوه و درصد آبمیوه نسبت به شاهد شد

در رابطه با تأثیر کلسیم و بُر بر صفات کمی و کیفی میوه انار گزارشی در دست نیست اما هانگ و اسنیپ (۲۰۰۴) با استفاده از کلسیم و بُر افزایش بازارپسندی میوه در گوجه‌فرنگی، فرناندز و فلور (۱۹۹۵) با تیمار کلسیم در گیلاس کاهش اندازه میوه از ۱/۵ به ۰/۳ گرم را گزارش کرده‌اند. در

پژوهشی که پیش رو دارید استفاده از کلسیم و بُر باعث افزایش درصد آب‌میوه، اسیدیته و وزن میوه؛ و باعث کاهش میزان مجموع مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید در آب‌میوه شد.

عبدالرحمان (۲۰۱۰) کاهش نسبت دانه به میوه، افزایش قطر، طول، وزن ۱۰۰ آریل، درصد آب‌میوه، میزان مجموع مواد جامد محلول و اسیدیته را در محلول‌پاشی با کائولین بر روی انار گزارش کرد. در این پژوهش تیمار با کائولین باعث افزایش وزن ۱۰۰ آریل، وزن میوه، وزن آب‌میوه، نسبت قند به اسید در آب‌میوه و کاهش میزان مجموع مواد جامد محلول شد.

سایر گزارشات مربوط به تأثیر مواد مورد استفاده در دیگر محصولات باغی است و به طور مفصل در فصل دوم شرح داده شده است.

نتیجه‌گیری کلی

یکی از عوامل اصلی در ترک‌خوردگی میوه انار نوسان آبیاری است. رشد پوست در معرض تنش کند شده اما رشد آریل‌ها تغییری نمی‌کند در نتیجه آریل‌ها با انبساط خود به پوست فشار وارد کرده و منجر به ایجاد ترک‌خوردگی می‌شوند (Saad, 1988). همچنین نتایج ما نشان داد در دور آبیاری ۱۴ روزه به دلیل کمی آبیاری، تنش بیشتری به میوه انار وارد می‌شود و وقتی محلول‌پاشی صورت می‌گیرد به دلیل بر هم خوردن تعادل آبی؛ جذب آب از طریق پوست میوه بیشتر صورت می‌گیرد و این باعث ترک خوردن بیشتر میوه انار می‌شود (اگر یک تیمار شاهد با محلول‌پاشی با آب به‌تنهایی بکار برده می‌شد این نتایج را تأیید می‌نمود) همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش تعداد محلول‌پاشی میزان ترک‌خوردگی هم افزایش پیداکرده است؛ این در حالی است که در دور آبیاری ۷ روزه این تنش آبی در میوه به وجود نمی‌آید و تیمارهای محلول‌پاشی حتی در غلظت‌های پایین نیز می‌تواند به‌طور معنی‌داری درصد ترک‌خوردگی میوه را کاهش دهد. در کل اجتماع چند عامل به همراه بالانس نبودن آب منجر به ترک‌خوردگی می‌شود (Saei et al., 2014).

بررسی نتایج ترک‌خوردگی میوه انار بیانگر این مطلب است که کاربرد کائولین شش درصد در ترک‌خوردگی کل با کمترین میزان ترک‌خوردگی کل (۱/۲۶ درصد) و کائولین شش درصد به همراه کلسیم سه درصد و بُر یک درصد (۱/۱۶ درصد)، هیومیک اسید دو در هزار (۱/۲۴ درصد) و هیومیک اسید پنج در هزار (۱/۱۹ درصد) کمترین ترک‌خوردگی را در ماه شهریور داشتند که مهم‌ترین زمان از لحاظ آسیب به محصول و ایجاد ترک است؛ لذا می‌توان تیمارهای مورد استفاده را به عنوان روشی برای کاهش خسارت ترک‌خوردگی در نظر گرفت.

نتایج آزمایشات کمی و کیفی نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی در تمامی صفات به صورت ساده و یا در ترکیب با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند و باعث بهبود صفات مورد آزمایش شدند. به خصوص استفاده از کائولین شش درصد و هیومیک اسید پنج در هزار که در افزایش میزان مجموع مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید آبمیوه تأثیر بسزایی داشتند.

از مطالب فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد این مواد علاوه بر کاهش خسارت ترک‌خوردگی؛ می‌توانند کیفیت و بازارپسندی میوه را نیز افزایش دهند.

پیشنهادات

۱. انجام دادن محلول‌پاشی‌ها دو تا سه روز قبل از اقدام به آبیاری به دلیل رفع تنش مربوط به نوسان آب خارج و داخل میوه؛ حاصل از محلول پاشی

۲. اندازه‌گیری حجم ترک‌خوردگی علاوه بر درصد ترک‌خوردگی، چون باعث نمایان شدن میزان ترک‌خوردگی واقعی می‌شود

۳. اعمال تیمار محلول‌پاشی با آب معمولی بر روی تیمار شاهد به دلیل تبیین بهتر بر هم خوردن تعادل آبی

۴. بررسی زمان خزان درختان با توجه به استفاده از این مواد زیرا برخی مواد مانند جیبرلیک اسید باعث عقب افتادن خزان و بروز خطر سرمازدگی در درختان می‌شوند

پیوست‌ها

جدول ۴-۷ مقایسه میانگین‌های اثرات دور آبیاری، تیمار محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار

دور آبیاری	تیمار محلول‌پاشی	ترک‌خوردگی تیرماه	ترک‌خوردگی مردادماه	ترک‌خوردگی شهریورماه
هفت‌روزه	شاهد	۱/۵۹c-f	۱/۶۱cd	۲/۲۶b-d
	Ka	۱/۰۳g	۰/۹۱e	۱/۳۹fg
	CB	۲/۰۴bc	۱/۱۰de	۱/۸۶d-f
	CB +Ka	۲/۳۸ab	۲/۷۸a	۲/۶۷b
	Ha2	۱/۸۵cd	۱/۳۱de	۲/۰۹c-e
	Ha5	۱/۰۷g	۱/۵۳cd	۱/۱۹g
	Ka + Ha5	۱/۴۵d-g	۱/۲۸de	۲/۳۶bc
	CB + Ha5	۱/۶۹c-e	۱/۶۶cd	۱/۶۳e-g
	CB + Ka + Ha5	۲/۰۸bc	۱/۳۲de	۱/۸۴d-f
۱۴ روزه	شاهد	۲/۴۷ab	۲/۵۰a	۳/۷۳a
	Ka	۱/۰۵g	۱/۶۴cd	۱/۳۴fg
	CB	۱/۰۱g	۱/۴۳c-e	۱/۶۱e-g
	CB +Ka	۱/۰۴g	۱/۲۶de	۱/۱۶g
	Ha2	۱/۲۰e-g	۱/۴۳c-e	۱/۲۴g
	Ha5	۱/۲۱e-g	۱/۳۷de	۱/۸۱d-f
	Ka + Ha5	۲/۰۲bc	۱/۹۶bc	۲/۴۷bc
	CB + Ha5	۱/۱۴fg	۱/۵۸cd	۱/۸۲d-f
	CB + Ka + Ha5	۲/۶۱a	۲/۳۶ab	۲/۶۵b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (p=۰/۰۵).

جدول ۴-۸ مقایسه میانگین‌های اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر میزان ترک‌خوردگی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	دور آبیاری	تیمار محلول‌پاشی	ترک‌خوردگی کل
۱۳۹۲	هفت‌روزه	شاهد	۷/۱۴h-k
		Ka	۱/۲۶p
		CB	۵/۸۷j-o
		CB +Ka	۱۵/۸۷d
		Ha2	۵/۸۱j-o
		Ha5	۱/۶۳op
		Ka + Ha5	۵/۴۶j-p
		CB + Ha5	۴/۴۷k-p
		CB + Ka + Ha5	۵/۳۶j-p
	۱۴ روزه	شاهد	۱۹/۹۲bc
		Ka	۲/۲۸n-p
		CB	۲/۴۹m-p
		CB +Ka	۱/۴۸op
		Ha2	۲/۶۶l-p
		Ha5	۲/۵۰m-p
		Ka + Ha5	۹/۳۳g-j
		CB + Ha5	۳/۱۵k-p
		CB + Ka + Ha5	۱۵/۴۸d-f
۱۳۹۳	هفت‌روزه	شاهد	۱۱/۰۰۱gh
		Ka	۳/۸۳k-p
		CB	۹/۵۳g-j
		CB +Ka	۲۳/۱۹b
		Ha2	۱۲/۰۰ef
		Ha5	۶/۲۲i-m
		Ka + Ha5	۱۱/۱۶gh
		CB + Ha5	۱۰/۷۱gh
		CB + Ka + Ha5	۱۱/۷۸fg
	۱۴ روزه	شاهد	۳۲/۷۸a
		Ka	۶/۹۶h-l
		CB	۶/۸۹h-m
		CB +Ka	۴/۴۶k-p
		Ha2	۴/۸۲k-p
		Ha5	۱۰/۲۹g-i
		Ka + Ha5	۱۹/۰۵cd

۱۱/۰۰۹gh	CB + Ha5
۲۱/۰۳bc	CB + Ka + Ha5

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (p=۰/۰۵).

جدول ۴-۹ مقایسه میانگین‌های اثر دور آبیاری و تیمار محلول‌پاشی بر برخی ویژگی‌های کمّی و کیفی میوه انار در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	دور آبیاری	تیمار محلول‌پاشی	وزن میوه (gr)	مواد جامد محلول(°Brix)	اسیدیته (gr /ml)	نسبت قند به اسید
۱۳۹۲	هفت‌روزه	شاهد	۱۸۴/۸۱c-f	۱۶/۷۳i-n	۰/۴۷ef	۳۵/۷۱a-c
		Ka	۲۴۳/۷۰a	۱۶/۱۶l-n	۰/۵۰ef	۳۲/۰۰b-e
		CB	۱۹۱/۱۱cd	۱۶/۰۰mn	۰/۴۴ef	۳۶/۳۳ab
		CB +Ka	۱۸۷/۵۹c-e	۱۶/۵۰j-n	۰/۵۳ef	۳۲/۴۳b-e
		Ha2	۱۷۸/۸۸d-g	۱۵/۶۶n	۰/۴۳ef	۳۶/۲۴ab
		Ha5	۱۶۵/۹۲h-k	۱۶/۶۶i-n	۱/۱۱cd	۱۹/۲۲hi
		Ka + Ha5	۱۶۷/۰۳g-j	۱۷/۶۶h-m	۰/۶۸ef	۲۵/۲۵e-h
		CB + Ha5	۱۶۷/۷۷g-j	۱۶/۳۳k-n	۰/۶۹ef	۲۳/۴۲f-h
		CB + Ka + Ha5	۱۹۸/۸۸c	۱۶/۶۶i-n	۰/۷۰ef	۲۴/۰۳f-h
	۱۴ روزه	شاهد	۱۵۵/۱۸j-o	۱۷/۰۰h-n	۰/۶۸ef	۲۵/۳۰e-h
		Ka	۱۵۸/۸۸i-n	۱۷/۳۳g-m	۰/۶۱ef	۲۸/۴۲c-g
		CB	۱۳۹/۲۵pq	۱۸/۰۰e-i	۱/۸۶a	۱۰/۲۴j
		CB +Ka	۱۵۴/۴۴j-o	۱۶/۸۳j-n	۰/۷۸d-f	۲۱/۴۸g-i
		Ha2	۱۷۵/۹۲e-h	۱۶/۵۰j-n	۱/۴۱bc	۱۵/۵۵ij
		Ha5	۱۴۳/۵۱o-q	۱۷/۵۰g-l	۱/۴۶bc	۱۲/۳۴j
		Ka + Ha5	۱۶۷/۹۶g-j	۱۷/۵۰g-l	۰/۷۰ef	۲۵/۰۳e-h
		CB + Ha5	۱۴۴/۲۹m-q	۱۷/۶۶h-m	۱/۴۰bc	۱۲/۳۲j
		CB + Ka + Ha5	۱۸۴/۸۱c-f	۱۷/۵۰g-l	۰/۴۹ef	۳۵/۶۳a-c
۱۳۹۳	هفت‌روزه	شاهد	۱۷۲/۳۶f-i	۱۷/۵۰g-l	۰/۴۹ef	۳۵/۷۲a-c
		Ka	۲۲۲/۶۶b	۱۸/۲۶e-h	۰/۵۲ef	۳۴/۸۸a-d
		CB	۱۸۵/۳۶c-f	۱۹/۰۰b-f	۰/۶۸ef	۲۷/۶۱d-g
		CB +Ka	۱۸۱/۶۶d-f	۲۲/۰۳ab	۰/۶۸ef	۲۹/۱۳b-g
		Ha2	۱۷۷/۲۰d-h	۲۰/۱۶ab	۰/۷۷d-f	۲۶/۰۹e-h
		Ha5	۱۵۷/۵۳j-o	۱۹/۱۶b-e	۰/۸۵de	۲۲/۴۴gh
		Ka + Ha5	۱۵۱/۸۶k-p	۲۰/۶۰a	۰/۷۲d-f	۲۸/۴۹c-g
		CB + Ha5	۱۶۰/۴۰i-l	۱۹/۷۶a-c	۰/۷۷d-f	۲۵/۶۴e-h
		CB + Ka + Ha5	۱۷۵/۲۰e-h	۱۹/۵۰a-d	۱/۶۲ab	۱۲/۰۲j
	۱۴ روزه	شاهد	۱۳۴/۸۳q	۱۷/۳۳g-m	۰/۵۰ef	۳۴/۲۵a-d
		Ka	۱۴۷/۵۳l-q	۱۷/۵۰g-l	۰/۶۷ef	۲۵/۸۰e-h
		CB	۱۴۳/۹۳l-q	۱۸/۳۳e-h	۰/۶۹ef	۲۶/۳۳e-h
		CB +Ka	۱۴۶/۰۶l-q	۱۹/۳۳a-d	۰/۶۳ef	۳۰/۶۷b-f
		Ha2	۱۵۶/۴۳j-o	۱۸/۶۶c-g	۰/۴۶ef	۴۰/۵۲a
		Ha5	۱۴۳/۶۳n-q	۱۷/۸۳f-j	۰/۷۸d-f	۲۳/۴۹f-h

۲۳/۹۶f-h	۰/۷۵d-f	۱۷/۶۶g-k	۱۴۵/۲۰m-q	Ka + Ha5
۳۵/۳۶a-c	۰/۵۰ef	۱۷/۸۳f-j	۱۳۶/۹۳pq	CB + Ha5
۴۰/۶۷a	۰/۴۲f	۱۷/۳۳g-m	۱۵۹/۲۶i-m	CB + Ka + Ha5

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (p=۰/۰۵).

منابع:

احتشامی س. ساری خانی ح. ارشادی الف، (۱۳۹۰) "تأثیر کاربرد کائولین و جیبرلیک اسید بر برخی ویژگی‌های کیفی و کاهش آفتاب‌سوختگی میوه انار (*Punica granatum*) رقم رباب نیریز" **نشریه فن آوری تولیدات گیاهی**، ج ۱۱، ش ۱، ص ۱۵-۲۴.

اخیانی الف، (۱۳۶۶) " گزارش آفات و بیماریهای مهم انار" **گزارش سمینار بررسی مسائل انار در ایران**، ص ۵۶، کرج

آمارنامه سالیانه ایستگاه‌های سینوپتیک استان سمنان، (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳)، **اداره کل هواشناسی استان سمنان، اداره پیش بینی و تحقیقات علمی و هواشناسی کاربردی**.

آمار نامه محصولات باغی، (۱۳۹۲)، **وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکزی فناوری اطلاعات و ارتباطات**.

بهزادی شهر بابکی ح، (۱۳۷۷) "**پراکندگی و تنوع ارقام انار در ایران** " چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، ص ۸۹-۹۴.

تندیده ور م، (۱۳۸۷) "**خواص هیومیک اسید**" صنایع زیستی سینا پژوهش مغان، ش ثبت ۱۳۵۸۴.

خاقانی ب، (۱۳۶۶) " نکاتی چند راجع به انار و نتایج بررسی‌های آن در مرکز ورامین " **گزارش سمینار بررسی مسائل انار در ایران**، ص ۱-۸، کرج

دونالد فوت ه، (۱۳۸۵) "**مبانی خاکشناسی** " مترجم شهلا محمودی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۲۵۷-۲۸۹

شاکری م. اشکان م. و زکیئی ز، (۱۳۸۵) "آفتاب سوختگی تنه و سرشاخه درختان انار و راههای کنترل آن " **مجله علوم کشاورزی ایران**، ج ۳۷، ش ۱، ص ۹۳-۱۰۰

صالحی ب. باقرزاده چهارجویی ع. و پاکدلیان ع، (۱۳۸۹) "بررسی سودمندی مصرف ماده آلی هیومیک اسید بر خصوصیات کمی سه رقم گوجه‌فرنگی " **پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی**.

کشاورز پ. و ملکوتی م. ج، (۱۳۸۲) " **جایگاه بُر در تغذیه بهینه گیاهان**" معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

کمری شاهملکی س. پیوست، غ. و قاسم نژاد، م، (۱۳۹۱) "تأثیر هیومیک اسید بر صفات رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی رقم ایزابلا " **نشریه علوم باغبانی**، ج ۲۶، ش ۴، ص ۳۵۸-۳۶۳.

محمدی م. ج. عظیمی م. ح. و خدابنده لو ف، (۱۳۹۰). **راهنمای جامع و مصور کشت و پرورش انار**، چاپ اول، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ص ۱۵۳-۱۵۵.

وزوایی ع، (۱۳۶۶) " گسترش جغرافیایی انار " **گزارش سمینار بررسی مسائل انار در ایران**، ص ۲۰-۲۶، کرج

Abd El-Rhman. I. E, (2010) "Physiological Studies on Cracking Phenomena of Pomegranates" **Journal of Applied Sciences Research.,** 6(6), pp 696-703.

Ackley W. B. (1956) "Fruit cracking of sweet cherries" **Washington State University Progress in Agriculture and Home Economics Research**, Progress Report No. 9

Ackley W. B. and Krueger W. H. (1980) "Overhead irrigation water quality and the cracking of sweet cherries" **Hort. Science.,** 15(3), pp 289-98.

Adams L. S. Seeram B. B. Aggarwal Y. Takada D. Sand, and Heber. D. (2006) "Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells" **J. Agr. Food Chem**., 54:980-985.

Adegoroye. A.S. and Jolliffe. P.A. (1983) "Initiation and control of sunscald injury of tomato fruit" **J. Amer. Soc. Hort. Sci.,** 108, pp 23–28.

Adsule R. N. Kotecha P. M. and Kadam S. S. (1992) "Preparation of wine from pomegranate" **Beverage food world.**, 19 (4), pp 13.

Aiken G. R. McKnight D. M. Wershaw R. L. MacCarthy P. (1985) "Humic substances in soil, sediment, and water" **Wiley-Interscience, New York, USA.**

Aksoy U. (1987) "Evaluation of the dried fig crop with respect to standard quality characteristics" **J. Ege Univ. Fac. Agric.,** 23, pp 23–30.

Aksoy U. Anaç D. Hakerlerler H. and Düzbastilar M. (1987) "Nutrient status of Calimyrna fig orchards in Big Meander Valley and their relationships with yield and quality" **Tarit Res. and Dev. Center. Project.**, 006.

Aksoy U. and Akyuz D. (1993) "Changes in K, Ca and Mg contents in different parts of the fig fruit during development" **Optimization of Plant Nutrition Developments in Plant and Soil Sciences**., 53, pp 309-312.

Alam S. M. (1994) **"Nutrient by plant under stress condition"** Hand book of Plant and Crop Stress, Marcel Dekker, NewYork., pp 227–246.

Albayrak S. Çarnas N. (2005) "Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield components of forage turnip" **J. Agron.**, 4(2), pp 130-133.

Alianiello F. Benedetti A. Canali S. Rossi G. (1991) "Effects of NPK humic acids on soil biological activity. III Int. Nordic Symp. on Humics Substances" **Finnish Humus News.**, 3, pp. 357.

Alva A. K. and Obreza. T. A. (1998) "By-product iron-humate increases tree growth and fruit production of orange and grapefruit" **Hort. Sci**., 33 (1), pp 71 – 74.

Aminifard M. H. Aroiee H. Azizi M. Nemati H. and Hawa Z. Jaafar V (2012), "Effect of Humic Acid on Antioxidant Activities and Fruit Quality of Hot Pepper (Capsicum annuum L)" **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**., 18(4), pp 360-369.

Anarinco. (2006) "Pomegranate history". I Sept. 2006.<www.anarainco.comlhistory.htm>.

Andriesse J. P. (1988) "Nature and management of tropical peat soils" **FAO Soils Bulletin.,** No. 59, pp165.

Antonakou M. Arapogiannis T. H. and Roussos P. (2005) "Surround (kaolin 95% w/w) WP crop protectant: a new broad spectrum crop protectant against insects, sunburn and heat stress on many crops" **Chania, Crete, Book of Abstracts**, p 40.

Aseri G. K. Jain N. Panwar J. Rao A.V. Meghwal P. R. (2008) "Biofertilizers improveplant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activ-ities of pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert" **Sci. Hort**., 117, pp 130–135.

Asik B. B. Turan M.A. Celik H. and Katkat A.V. (2009) "Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (Triticum durum cv. Salihli) Under Conditions of Salinity" **Asian Journal of Crop Science.,** 1, pp 87-95.

Bakker J. C. (1988) "Russeting (cuticle cracking) in glasshouse tomatoes in relation to fruit growth" **J. Hort. Sci**., 63, pp 459-463.

Bangerth F. (1968) “Zur ursache des Platzen von Kirschenfrüchten” In ISHS Symposiumon Cherries. Istitut für Obstbau de Universität Bonn, Germany, 198–201.

Beaumont P. (1993) “Dryland Environmental Management and Development” **Routledge, London and New York.**, pp: 536.

Biondi F. A. Figholia A. Indiati R. Izza C. (1994) “Effects of fertilization with humic acids on soil and plant metabolism: a multidisciplinary approach. NoteIII: phosphorus dynamics and behaviour of some plant enzymatic activities. In Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health” **ed Senesi N & Miano TM Elsevier, New York.**, pp 239-244

Bist B. S. Srivastava R. and Sharma G. (1994) “Variation in some promising selections of wild pomegranate (*Punica granatum* L.)” **Hort. J.,** 7, pp 67-70.

Boyle M. Frakenburger W. T. Stolyz L.H. (1989) “The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration” **Journal of Production Agriculture.**, 2, pp 290-299.

Brown H. D. and Price C. V. (1934) “Effect of irrigation, degree of maturit and shading upon the yield and degree of cracking of tomatoes” **Pro Amer. Soc. Hort**., 32, pp 524-524.

Bullock R. M. (1952) “A study of some inorganic compounds and growth promoting chemicals in relation to fruit cracking of Bing cherries at maturity” **Proceedings of the American Society for Horticultural Science.,** 59, pp 243–253.

Cacco G. and Dell Agnolla G. (1984) “Plant growth regulator activity of soluble humic substances” **Can. J. Soil Sci.**, 64, pp 25-28.

Cakmak I. (2005) “The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants” **J. Plant Nutr. Soil Sci.**, 168, pp 521–530.

Callan, N.W. (1986) “Calcium hydroxide reduces splitting of ‘Lambert’ sweet cherry” **Journal of American Society for Horticultural Science.,** 111 (2), pp 173–175.

Callejón-Ferre A. J. Manzano-Agugliaro F. Díaz- Pérez M. Carreño-Ortega A. and Pérez-Alonso J. (2009) “Effect of Shading with Aluminised Screens on Fruit Production and Quality in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under Greenhouse Conditions,” **Spanish Journal of Agricultural Research.**, 7(1), pp. 41-49.

Chang Y. C. (2002) “Upper leaf necrosis on *Lilium* cv. Star Gazer-A calcium deficiency disorder” **PhD diss. Cornell Univ., Ithaca, N.Y.**

Chang Y. C. Miller W. B. (2003) “Growth and calcium partitioning in *Lilium*‘Star Gazer’ in relation to leaf calcium deficiency” **J. Am. Soc. Horticult. Sci**., 128(6), pp 788-796.

Chavan U. D. Adsule R. N. and Kadam S. S. (1995) “Physico- chemical properties of pomegranate rind powder”, **Beverage food world.**, 22 (1), pp 36.

Chen Y. Aviad T. (1990) “Effects of humic substances on plant growth. Humic substances in soil and crop science: Selected readings” **eds. MacCarthy P, Clapp CE, Malcolm RL and Bloom PR, Madison**., WI: SSSA ASA. pp 161-186

Choi J. M. Lee K. H. Lee E. M. (2005) “Effect of calcium concentrations in fertilizer solution on growth of and nutrient uptake by Oriental hybrid lily 'Casa Blanca'” **Proceedings of the Ninth International Symposium on Flower Bulbs.**, 673, pp 755-760.

Christensen J. V. (1976) “Revnedannelse i kirsebaer (Cracking in Cherries.)” **Danish Journal of Plant and Soil Science.,** 80, pp 289–324.

Chunhua L. Cooper R. J. and Bowman D. C. (1998) “Humic acid application affects photosynthesis, root development and nutrient content of creeping bentagrass” **Hort. Sci**., 33 (6), pp 1023 – 1025.

Davis J. M. Sanders D. C. Nelson P. V. Lengnick L. and Sperry W. J. (2003) “Boron Improves growth, yield, quality, and nutrient content of tomato” **J. Amer. Soc. Hort. Sci**., 128, pp 441-446.

Dixon B. Sagar G. R. and Shorrocks V. M. (1973) “Effect of calcium and boron on the incidence of tree and storage pit in apples of the cultivar Egremont Russer” **J. Hort. Sci.,** 48, pp 403-411.

Dorais M. Papadopoulos A. P. and Gosselin A. (2011) “Greenhouse tomato fruit” **Hort. Rev**., 26, pp 239-319.

Ehret D.L. Helmer T. and Hall J. W. (1993) “Cuticle cracking in tomato fruit” **J. Hort. Sci**. 68, pp195-201

Eissa F. M. Fathi M. A. and El Shall S. A. (2007c) “The role of humic acid and rootstock in enhancing salt tolerance of 'Anna' apple seedlings” **J. Agric. Sci. Mansoura Univ**., 32 (5), pp 3667 – 3682.

Eissa F. M. (2003) “Use of some biostimulants in activation of soil microflora for yield and fruit quality improvement of 'Canino' apricot” **J. Agric. Res. Tanta Univ**., 29 (1), pp 175-194.

Eissa F. M. Fathi M. A. and El Shall S. A. (2007a) “Response of peach and apricot seedlings to humic acid treatment under salinity condition” **J. Agric. Sci. Mansoura Univ**., 32 (5), pp 3605 – 3620.

Eissa F. M. Fathi M. A. and El Shall S. A. (2007b) “The role of humic acid and rootstock in enhancing salt tolerance of 'Le Cont' pear seedlings” **J. Agric. Sci. Mansoura Univ**., 32 (5), pp 3651 – 3666.

El-Kassas S. E. EI-Sese A.M. EI-Salhy A.M. and Abadia A.A. (1998) “Bearing habits in some pomegranate cultivars” **Assiut 1, Agr. Sci.**, 29, pp 147-162.

Emmons C. L. W and Scott J.W. (1977) “Environmental and physiological effects on cuticle cracking in tomato” **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 122, pp 797-801.

Encyclopedia Britannica. (2006a) Aphrodite. 1 Sept. 2006. <http://search.eb.com/eb/article9008000>.

Encyclopedia Britannica. (2006b), Grenade. 1 Sept. 2006. <http://search.eb.com/eb/article-9038054>

Engelhard Surround WP Crop Protectant Product Label, Engelhard Corporation, 101 Wood Aveneu, P.O. Box 770, Iselin, NJ 08830-0770 USA

Fathi M. A. Eissa F. M. and Yahia M. M. (2002) “Improving growth, yield and fruit quality of 'Desert Red' peach and 'Anna' apple by using some biostimulants. Minia” **J. Agric. Res. & Develop**., 22 (4), pp 519 – 534.

Fathy M. A. Gabr M. A. and El Shall S. A. (2010) “Effect of Humic Acid Treatments on 'Canino' Apricot Growth, Yield and Fruit Quality” **New York Science Journal**., 3(12), pp 109-115.

Faust M. (1989) “Physiology of temperate zone fruit trees” **John Wiley and Sons Inc., New York, Singapore.**

Fernandez R. T. and Flore J. A. (1995) “Inter-mittent CaC1, sprays during rain to prevent sweet cherry cracking” **Hort Science.,** 30(4), pp 793.

Fernandez-Escobar R .Benlloch M. Barranco D. Duenas A. Guterrez Ganan J. A. (1996) "Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite" **Sci Hort.,** 66:191-200.

Ferrara G. and Brunetti G. (2010) "Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (Vitis vinifera L.) cv Italia" **Spanish J. Agric. Res.**, 8, pp 817-822.

Freeman P. S. (1970) "The Use of Lignite Products as Plant Growth Stimulants" U.S. Bureau of Mines, Grand Forks, ND

Galindoa A. Rodríguez B. P. Collado-Gonzáleza J. Cruzb Z. N. Torrecillasc E. Ondo˜noc S. Corelld M. Morianad A. and Torrecillasa A. (2014) "Rainfall intensifies fruit peel cracking in water stressed pomegranate trees," **Agricultural and Forest Meteorology.**, 194, pp 29–35.

Gharesheikhbayat R. (2006) "Anatomical study of fruit cracking in pomegranate CV.Malas-e-Torsh" **Pajohesh Sazandegy.,** 69, pp 10–14.

Gil M. I. Tomas-Barberan F. A. Hess P. Holcroft D. M. Kader A. A. (2001) "Antioxidant acivity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing" **J. Agric. Food Chem**., 48, pp 4581-4589.

Gill B. S. and Vasudeva S. (1970) "Control of fruit cracking in Pear" **Current Science.**,19, pp 446-447

Giorgi V. Ponzio C. and Neri D. (2010) "Olive root growth with different organic matters" **Acta Hort. (ISHS).,** 873, pp 123-128.

Glenn M. Cooley N. Walker R. Clingeleffer P. and Shellie K. (2010) "Impact of Kaolin Particle Film and Water Deficit on Wine Grape Water Use Efficiency and Plant Water Relation," **HortScience.,** 45(8), pp 1178-1187.

Glenn M. and Poovaiah B. W. (1989) "Cuticular properties and postharvest calcium application influence cracking of sweet cherries" **Journal of American Society for Horticultural Science.,** 114 (5), pp 781–788

Glenn M. and Puterka G. J (2005) "Particle films: A new technology for Agriculture" **Horticultural Reviews.**, vol. 31, pp 1-42.

Glenn M. Prado E. Erez A. McFerson J. and Puterka G. J. (2002) "A Reflective, Processed-Kaolin Particle Film Affects Fruit Temperature, Radiation Reflection, and Solar Injury in Apple" **J. AMER. SOC. HORT. SCI.,** 127(2), pp 188–193.

Hafez M.M. (2004) "Effect of some sources of Nitrogen fertilizer and concentration of humic acid on the productivity of squash plant" **Egypt. J. Appli. Sci**., 19, pp 293-309.

Hagagg L. F. Genaidy E.A.E. and Shahin M.F.M. Mustafa N. S. and Hassan H. S. A. (2013) "Effect of number of applications of humic acid on fruit quality and quantity of Picual olives under North Sinai condition" **Journal of Applied Sciences Research**., 9(2), pp 1092-1096.

Hagagg L. F. Shahin M. F. M. Afifi M. Mahdy H. A. and El-Hady E. S. (2013) "Effect of spraying humic acid during fruit set stage on fruit quality and quantity of Picual olive trees grown under Sinai condition" **Journal of Applied Sciences Research**., 9(3), pp 1484-1489.

Hartwigson J. A. and Evans M.R. (2000) "Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development" **HortScience.**, 35(7), pp 1231-1233.

Hausbeck M. (2002) "Annual report project #GR00-075 Reducing fruit defects affecting fresh-market tomatos" **Funded by Generating Research and Extension to meet Economic and Environmental Needs (GREEEN)**. Mich. State Univ. Ext., Mich. Agr. Expt. Sta., Mich. Dept. Agr. www.greee.msu.edu/progress2002jan/gr00075.pdf

Hepler P. K. (2005) "Calcium: a central regulator of plant growth and development" **Plant Cell Online.,** 17, pp 2142–2155

Hoda A. K. and Hoda S. H. A. (2013) "Cracking and Fruit Quality of Pomegranate (*Punica granatum* L.) As Affected by Pre-Harvest Sprays of Some Growth Regulators and Mineral Nutrients" **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants.,** 5 (2), pp 71-76.

Holland D. Hatib K. and Bar-Yaakov I. (2009) "sulphuric acid, humic acid, Pomegranate: botany, horticulture and breeding" **Hort. Rev**., 35, pp 127-191.

Hou Lefeng. Zhang Yanxia. Feng Lijuan. Yin Yanlei. Yuan Zhaohe. Zhao Xueqing. (2012) "The Preliminary Studies on Fruit Cracking Characteristic and Bagging

Cultivation in Pomegranate Cultivars" **Journal of Anhui Agricultural Sciences.,** 34.

Huang J. S. and Snapp S. S. (2004) "The effect of Boron, Calcium and Surface Moisture on Shoulder Check, a quality defect in Fresh-market Tomato" **J. Amer. Soc. Hort. Sci.,** 129(4), pp 599-607.

Huang X. M. Li J. G. Wang H. C. Huang H. B. Gao F. F. (2001) "The relationship between fruit cracking and calcium in litchi pericarp" **Acta Horticulturae.,** 558, pp 209-211.

Ismail A. F. Hussien S.M. El- Shall S.A. and Fathi M.A. (2007) "Effect of irrigation and humic acid on Le-Conte pear" **J. Agric. Sci., Mansoura Univ.**, 32, pp 7589-7603.

Jeyakumar P. (2003) "Physiological disorders in fruit crop" Department of pomology horticultural college & research institute tamil nadu agriculture university Coimbatore

Jifon J. L. and Syvertsen J. P. (2003) "Kaolin Particle Film Ap-lications Can Increase Photosynthesis and Water Use Ef-ficiency of 'Ruby Red' Grapefruit Leaves," **Journal of the American Society for Horticultural Science.,** 128, pp 107-112.

Kazemi M. (2013) "Effect of Foliar Application of Humic Acid and Potassium Nitrate on Cucumber Growth" **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences**., 2 (11), pp 3-6.

Kerns D. L. and Wright G. C. (2001) "Insecticidal and yield enhancement qualities of Surround particle film technology in Citrus. In: Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report" **College of Agriculture and Life Sciences, The University of Arizona, Tucson, Arizona.**, 65-70

Khaled H. and Fawy H. (2011) "Effect of Different Levels of Humic Acids on the Nutrient Content, Plant Growth, and Soil Properties under Conditions of Salinity" **Soil & Water Res**.,1: 21–29.

Khattab M. M. Shaban A. E. El-Shrief A. H. and El-Deen Mohamed A. S. (2012) "Effect of Humic Acid and Amino Acids on Pomegranate Trees under Deficit Irrigation. I: Growth, Flowering and Fruiting" **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**., 4 (3), pp 253-259.

Knoppien P. (1949) “Het Scheuren van kersen” Mededelingen van Directeaur van Tuinabngewassen 12, pp 77–78.

Lang G. A. Guimond C. M. Floree J. M. Facteau T. J. Azarenko A. Kappel F. and Southwick S. (1998) “Performance of calcium/sprinkler–based cherry cracking prevention strategies” **Acta Horticulturae.,** 468: 649–656.

Lansky E. Shubert S. and Neeman L. (2000) “Pharmacological and therapeutic properties of pomegranate” **Options Mediterranean’s Ser. A.,** 42, pp 231-235.

Larue J. H. (1980) “Growing pomegranates in California” **Univ Calif Div Ag Sci Leaflet.**, pp 2459.

Le Chang. Yun Wu. Wei-wei Xu. Nikbakht A. and Yi-ping Xia (2012) “Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of Oriental lily” **African Journal of Biotechnology.,** 11(9), pp 2218-2222.

Levin G. M. (2006) “Pomegranate” Texas A&M Press, College Station, TX.

Li N. Wang X. X. and Lu B. L. (1999) “Study of the effect of apple liquid fertilizer on the growth and fruit development of apple” **China fruits**, 4, pp 20 – 21 (c. a. **Hort. Abst**. 70 (5), pp 28-36.

Lichter A. Dvir O. Fallik E. Cohen S. Golan R. Shemer Z. Sagi M. (2002) “Cracking of cherry tomatoes in solution” **Postharvest Biol. Technol**., 26, pp 305–312.

Lipton W. J. (1977) “Ultraviolet radiation as a factor in solar injury and vein tract browning of cantaloupes” **J. Amer. Soc. Hort. Sci**., 102, pp 32–36.

Lipton W. J. Peterson S. J. and Wang C.Y. (1987) “Solar radiation influences solar yellowing, chilling injury, and ACC accumulation in ‘Honey Dew’ melons” **J. Amer. Soc. Hort. Sci.,** 112, pp 503–505

Llacer G. Martinez R. Valero. Melgarejo P. Romero M. and Toribio F. (1994) “Present status and future properties of underutilized fruit tree crops in spain” **First Meeting CIHEAM Coop. Res. Network Underutilized Fruit Tree,** Zaragoza, Spain., pp 63-75.

Mackowiak C. L. Grossl P. R. Bugbee B. G. (2001) “Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat” **Soil Sci Soc of Amer J.,** 56, pp 1744–1750.

Maggioni A. Varanini Z. Nardi S. Pinton R. (1987) “Action of soil humic matter on plant roots:Stimulation of ion uptake and effects on (Mg 2+, K+) ATPase activity” **Sci of the Total Environ**., 62, pp 355–363.

Mahmoudi M. Samavat S. Mostafavi M. Khalighi A. and Cherati A. (2013) “The Effects of Proline and Humic acid on Quantitative Properties of Kiwifruit” **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**., 6 (8), pp 1117-1119.

Makus D. J. and Zibilske L. (2001) “Cotton plant canopy response to particle film application” **Proceedings of the Beltwide Cotton Conference,** 1, pp 557-561.

Marcela Y. Cuitiva S. Restrepo-Díaz H. García-Castro A. Ramírez-Godoy A. Flórez-Roncancio V. (2011) “Effect of Kaolin Film Particle Applications (Surround WP®) and Water Deficit on Physiological Characteristics in Rose Cut Plants (*Rose spp* L.)” **American Journal of Plant Sciences.**, 2, pp 354-358.

Mars M. L. (1994) “cultured grenadier *(Punica granatum L.)* et du figuier *(ficus carica l.)* en Tunisia” **First Meeting CIHEAM Coop. Res.** Network Underutilized Fruit Tree, Zaragoza, Spain, pp. 76-83.

Mirchandani T. B. Ranade S. S. Shatty G. P. (2010) “Indian micro-filterizers manufacturers association” **Imma News.**, 5(1).

Morton J. F. (1987) “Fruit of warm climates” Julia E Morton, Miami, Fl.

Nakano A. and Uehara Y. (1996) “The Effects of Kaolin Clay on Cuticle Transpiration in Tomato” **Acta Horticulturae**., 440, pp 233-238.

Nasiri Y. Zehtab-Salmasi S. Nasrullahzadeh S. Najafi N. Ghassemi-Golezani K. (2010) “Effects of foliar application of micronutrients (Fe and Zn) on flower yield and essential oil of chamomile (Matricaria chamomilla L.)” **Journal of Medicinal Plants Research.**, 4(17), pp 1733- 1737.

Neri D. E. Lodolini M. Luciano M. Sabbatini P. and Savini G. (2002) “The persistence of humic acid droplets on leaf surface” **Acta Hort.,** 594, pp 303-314.

Nikbakht A. Goli A. Kargar M. Ahmadzadeh S. (2011) “Effect of humic acid on yield and oil characteristics of *Silybum marianum* and *Cucurbita pepo* convar. *pepo* var. *styriaca* seeds” **Herba Polonica.,** 57(4), pp 25-32.

Niklas K. J. (1992) “Fruit cracking in tomato” **HortTechnology.,** 2, pp 216–223.

O'Donnell R. W. (1973) “The auxin-like effects of humic preparations from leonardite” **Soil Sci.**, 116, pp 106 – 112.

Onur C. and Kaska N. (1985) "Akdeniz bolgesi narlarynyn *(Punica granatum L.)* seleksiyonu (selection of Pomegranate of Mediterranean region)" **Turkish J Agric for., D2**, 9, 1, 25-33.

Paksoy M. Türkmen O. and Dursun A. (2010) "Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions" **African Journal of Biotechnology.,** 9(33), pp, 5343-5346.

Pan R. C. Dong Y. D. (1995) "Plant physiology (third edition)" **High education Press.**, Beijing, China.

Panthaky R. G. N. (2006) "Significance of pomegranate tree in our religion". 1 Sept. 2006. <http://tenets.zoroastrianism.com/pomen33.html>.

Patil A. V. and Karale A. R. (1990) "pomegranate in TK Bose and SK Mitra eds_, Fruit: Tropical and sub tropical" **Naya Prokash Calcutta.**, pp 614-631.

Perring M. A. (1984) "Indirect influences on apple fruit mineral composition and storage quality" **Proc. Vlth Int. Coll. for Optimization of Plant Nutrition.**, pp 1199–1206.

Phandis N. A. (1974) "Pomegranate for dessert and juice" **Indian Hort.**, 19(3), pp 9.

Pinton R. Varanini V. Vizzoto G. Maggioni A. (1992) "Humic substances affect transport properties of tonoplast vesicles isolated from oat roots" **Plant Soil.**, 142, pp 203-210.

Powers W. L. and Bollen W. B. (1947) "Control of cracking of fruit by rain" **Science.,** 105, pp 334–335.

Raese T. (1989) "Important considerations about calcium on apples and pears" **Good Fruit Grower.**, pp 31–35.

Rania J. H. Nejib M. Masaod M. Mohamed M. Mokhtar T. (2007) "Characterisation of Tunisian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars using amplified fragment length polymorphism analysis" **Sci. Hortic**. 115(3), pp 231-237

Rengrudkij Ph. Partida G. J. (2003) "The effect of humic acid & phosphoric acid on grafted Hass Avocado on Mexican seedling rootstocks" **Proceedings V World Avocado Congress.**, pp 395-400.

Restrepo-Díaz H. J. Melgar C. and Lombardini L. (2010) "Ecophysiology of Horticultural Crops: An Overview," **Agronomía Colombiana.,** Vol. 28, No. 1, pp. 71-79.

Rodríguez P. Mellisho C. D. Conejero W. Cruz Z. N. Ortuno M. F. Galindo A. Torrecillas A. (2012) "Plant water relations of leaves of pomegranate trees underdifferent irrigation conditions" **Environ. Exp. Bot.,** 77, pp 19–24.

Rosati A. S. Metcalf G. Buchner R. P. Fulton A. E. and Lampinen B. D. (2006) "Physiological Effects of Kaolin Appli-cations in Well-Irrigated and Water-Stressed Walnut and Almond Trees," **Annals of Botany**., 98(1), pp. 267-275

Rupert M. Southwick S. Weis K. Vikupitz J. Flore J. Zhou H (1997) "Calcium chloride reduces rain cracking in sweet cherries" **California Agriculture, September-October.**,51(5), pp 35-40.

Russo R. O. and Berlyn G. P. (1990) "The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture" **J. Sus. Agric**., 1 (2), pp 19-42.

Russo V. M. and Diaz-Perez J. C. (2005) "Kaolin-Based Particle Film Has No Effect on Physiological Measurements, Disease Incidence or Yield in Peppers" **HortScience.,** 40(1), pp. 98-101.

Saad F.A. (1988) "Studies on the phenomenal cracking of pomegranate (*Punica granatum*, Cv. Taifi) fruits, in Saudi Arabia. General study of fruit growth and cracking occurrence" **Alexandria Journal of Agricultural Research.,** 33(2) pp 127-135

Saei H. Sharifani M. M. Dehghani A. Seifi E. Akbarpour V. (2014) "Description of biomechanical forces and physiological parameters of fruit cracking in pomegranate" **Scientia Horticulture.**, 178, pp 224–230.

Salman S. Abou-Hussein D. Abdel-Mawgoud A. M. R. and El-Nemr M. A. (2005) "Fruit Yield and Quality of Watermelon as Affected by Hybrids and Humic Acid Application" **Journal of Applied Sciences Research**., 1(1), pp 51-58.

Sarkhosh A. Zamani Z. Fatahi R. Ebadi A. (2006) "RAPD markers reveal polymor-phism among some Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes" **Sci.Hort**., 111, pp 24–29.

Saxena A. K. Mann J. K. and Berry S. K. (1984) "Pomegranates post- harvest technology, chemistry and processing" **Hndian Food Packer.**, 41(94), pp 31

Schnitzer M. (1982) “Organic matter characterization. In: Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R. (eds): Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties” 2nd Ed. **Soil Science Society of America, Madison.**, pp 581-594.

Schnitzer M. (1992) “Significance of soil organic matter in soil formation, transport processes in soils and in the formation of soil structure” **Soil Utilization and Soil Fertility.** Volume 4, Humus Budget, 206, pp 63-81.

Senn T. L. and Kingman A. R. (1973) “A review of humus and humic acids” **S. C. Res. Series, Report.,** No. 145.

Serraj R. Sinclair T. R. (2002) “Osmolyte accumulation: can itrealy help increase crop yield under drought conditions?” **Plant Cell Environ**., 25, pp 333-341.

Shaddad G. Khalil A. and Fathi M. A. (2005) “Improving growth, yield and fruit quality of Canino apricot by using bio-mineral and humate fertilizer” **J. Agric. Res.**, 30, pp 317 – 328

Sharif M. Khattak R. A. and Sarir M. S. (2002) “Effects of different levels of lignite coal derive humic acid on growth of Maize plants” **Communications in Soil Science and Plant Analysis.**, 33(19 &20), pp 3580-3667.

Shehata S. A. Gharib A. A. Mohamed Mel. Mogy AbdelGawa K. F. Emad Ash. (2011) “Influence of compost, Amino acids and Humic acids on the Growth, Yield and Chemical Parameters of Strawberries” **Journal of Medicinal Plants Research.**, 5(11), pp 2304-2308.

Sheikh M. K. and Manjula N. (2012) “Effect of chemicals on control of fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* L.) var. Ganesh” **Options Méditerranéennes, A, II International Symposium on the Pomegranate.**, 103, pp 133-135.

Shelp B. J. (1993) “Physiology and biochemistry of boron in plants” pp 53-85. **In: U.C. Gupta (ed). boron and its role in crop production**. CRC Press, Boca Raton, Fla.

Shi Z. P. Wang W. S. (2003) “Studies of Correlation of Fruit Crack and Anatomical Structure in Jujube Fruit” **Acta Agriculturae Boreali-Sinica**, 18 (2), pp 92-94.

Shilikina L. A. (1973) “On the xylem anatomy of the*genusPunica* L.” **Bot. Z.,** 58, pp 1628-1630

Siddappa G. S. and Bhatia B. S. (1954) “The identification of sugars in fruits by chromatography” **Indian J Hort.**, 1954, pp 11-19

Simon E.W. (1978) “The symptoms of calcium deficiency in plant” **New Phytol**., 80, pp1-40.

Singh K. and Singh R. K. (2004) “Precessed products of pomegranate” **Natural Product Radiance**., 3(2), pp 66-68.

Snapp S. S. Huang J. and Wancke D. (2002) “Improving quality of fresh-market tomato fruit” **Veg. crop Advisory Team Alert Nwsltt**., Mich. State Univ. Ext. 8(16), pp 2.

Stover E. D and Mercure E. W. (2007) “The Pomegranate: A New Look at the Fruit of Paradise” **HoRT SCIENCE**., 42(5), pp 1088-1092.

Syabryai V. T. Reutov V. A. and Vigdergauz L. M. (1965) “Preparation of Humic Fertilizers From Brown Coal” **Geol. Zh., Akad. Nauk Ukr. RSR** 25, pp 39- 47.

Tan K. H. (2003) “Humic matter in soil and environment, principles and controversies. Marcel Dekker” **Inc., Madison, New York**, pp 408.

Tatini M. Bertoni P. Landi A. and Traversi M. L. (1991) “Effect of humic acids on growth and biomass portioning of container-grown olive plants” **Acta Hort**., 294, pp 75 – 80.

Thakur A. Chandel J. S. (2004) “Effects of thinning on fruit yield, size, and quality of kiwifruit cv. Allison” **Acta Hort**., 175:115-119

Turkman O. (2005) “Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungus and Humic Acid on the seedling development and nutrient content of Pepper grown under saline soil condition” **Journal of Biological Science.**, 5(5), pp 568-574.

Türkmen Ö. Dursun A. Turan M. Erdinç Ç. (2004) “Calcium and Humic Acid Affect Seed Germination, Growth and Nutrient Content of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Seedlings under Saline Soil Conditions” **Acta Agric. Scand. Sect. B, Taylor, Francis. Soil Plant Sci**., 54, pp 168-174.

Vitosh M. L. Warncke D. D. and Lucas R. E. (1994) “Secondary and micronutrients for vegetables and field crops” **Mich. State Univ. ext. Bul.,** E-486.

Voragen A. G. J. Beldman G. Schols H. A. (2001) “Chemistry and Enzymology of Pectins” **Blackwell Science, London, UK**., pp 379-405

Waldron K. W. Parker M. Smith A. C. (2006) “Plant cell walls and food quality” **Compr.Rev. Food Sci. Food Saf.**, 2, pp 128–146.

Wand S. J. E. Theron K. I. Ackerman J. and Marais S. J. S. (2006) “Harvest and post-harvest apple fruit quality following application of kaolin particle film in South African orchards” **Scientia Horticulture.**, 107, pp 271-279.

Watson L. and Dallwitz M. L. (1992) “The families of flowering plants” **Descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**., 1 Sept. 2006. <http://delta-intkey.com>.

Wealth of India, (1969) **A Dictionary of Indian Raw Materials And Industrial Products- Raw Materials Series**, Vol VIII, pp 317-324, publication and Information Directorate, Council of Scientific & Industrial Research, New Dehli

Weerkkody P. Jobling J. Infante M. and Rogers G. (2009) “The effect of maturity, sunburn & the application of sunscreens on the internal & external qualities of pomegranate fruit grown in Australia” **Scientia Horticulture.**, 124, pp 57-61.

White P. J. Broadley M. R. (2003) “Calcium in plants” **Ann. Bot**., 92, pp 487–511.

Wright J. L. and Stark J.C. (1990) “Irrigation of agricultural crops”, **Amer. Soc. Agron**., 30, pp 112-117.

Wunsche N. Lombardini L. and Greer D. H. (2004) “‘Surround’ Particle Film Applications—Effects on Whole Canopy Physiology of Apple” **Acta Horticulturae.**, 636, pp 565-575.

Xuan H. Streif J. Pfeffer H. Dannel F. Romheld V. and Bangerth F. (2001) “Effect of preharvest boron application on the incidence of CA-storage related disorders in ‘Conference’ pears” **J Hort. Sci. Biotechnol**., 76, pp 133-137.

Yang Lei1. Fu Lian-Jun. Xi Yong. Maimaitiming. Alabaidi. Lu Chun-Sheng. Zhang Ping. (2007) “Primary Report on Correlation Factors Affecting Fruit Cracking of Pomegranate *(Punica granatum L.)*” **Acta Horticulturae Sinica.**, 03.

Yedage A. S. Gavali R. S. Jarag A. P. (2013) “Land Assessment for Horticulture (Pomegranate) Crop Using GIS and Fuzzy Decision Analysis in the Sangola Taluka of Solapur District” **International Journal of Remote Sensing and GIS.**, 2(3), pp 104-113.

Abstract
One of the main problems in the cultivation of pomegranate fruit *(Punica granatum)* is phonemenon fruit cracking during fruit ripening. This study is aimed to investigate the effect of Humic acid, Kaolin, Calcium, Boron and regulated irrigation on cracking, quality and quantity of pomegranate fruit. This research was carried out by compound split factorial experiments on the base of complete randomized block design (CRBD) in three replication on two consecutive years.
The treatment consist of humic acid at two concentration 2, 5 ml/l, kaolin at 6%, calcium at 3% and boron at 1% were apllied on branch and fruit followed by two monthly replication. Irrigation was applied as another treatment at two level, 7 and 14 days, at two week before first application. Result indicated that application of kaolin 6% at 1.26% had the lowest cracking in total cracking and kaolin 6% with calcium 3% and boron at 1% at 1.16%, humic acid 2ml/l at 1.24% and humic acid at 5 ml/l at 1.19% had lowest cracking in September that the most important time of injuri to the crop. As well the result of cracking percent showed irrigation with 14 days was increased cracking pomegranate fruit. The result of measurement quality and quantity propose showed foliar application treatment either singly or in combination to each other was significant difference compared with the control ($p \leq 0.05$).
Application of humic acid 5ml/l and kaolin 6% concentration showed significant increased in TSS and TSS/TA. As a conclution, the treatment are effective treatment for reducing cracking and increasing fruit quality in pomegranate fruit.

Key words: *Punica granatum,* Cracking, Humic acid, Kaolin, Calcium, Irrigatio

Shahrood University

Faculty of Agriculture

Effects of humic acid, calcium and boron, kaolin and water stress on fruit cracking, quality and quantity of pomegranate fruits (*Punica granatum*)

Elmira Ghanbarpour

Supervisor:

Dr. Mehdy Rezaei

April, 2015