

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۸۷۶۱۰۸۱۸۵  
۸۸-۱-۲۴



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم و صنایع غذایی

بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکی توت فرنگی خشک  
شده با سه روش هوای داغ، مایکروویو و تصعیدی

توسط

شیما ناظمی

انجمن اساتید و دانشمندان کشاورزی  
مشیران

۱۳۸۸ / ۱ / ۲۹

اساتید راهنما

دکتر مهرداد نیاکوثری

دکتر زهرا امام جمعه

مرداد ماه ۱۳۸۷

۱۱۱۰۰۹

به نام خدا

بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکی توت فرنگی خشک شده با سه روش  
هوای داغ، مایکروویو و تصعیدی

به وسیله ی:

شیما ناظمی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی  
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

علوم و صنایع غذایی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: کالی

دکتر مهرداد نیاکوثری، استادیار بخش علوم و صنایع غذایی (رئیس کمیته) مهرداد نیاکوثری  
دکتر زهرا امام جمعه، دانشیار بخش علوم و صنایع غذایی (رئیس کمیته) زهرا امام جمعه  
دکتر مرضیه موسوی نسب، استادیار بخش علوم و صنایع غذایی مرضیه موسوی نسب  
مهندس رقیه رمضانی، مربی بخش علوم و صنایع غذایی رقیه رمضانی

مرداد ۱۳۸۷

# تقدیم به

به پدر و مادر صبور و بزرگووارم

همسر و حامی خوبم

دختر کوچکم پرارین

خواهران مهربانم

## سپاسگزاری

به یاری خداوند بزرگ، پس از انجام طرح حاضر بر خود می دانم تا از تمام محبت ها و راهنمایی های دلسوزانه اساتید راهنمای گرانقدرم خانم دکتر زهرا امام جمعه ( استاد محترم دانشگاه تهران) و آقای دکتر مهرداد نیاکوثری سپاسگزاری نمایم.

از اساتید محترم مشاورم خانم مهندس رقیه رضانی و خانم دکتر مرضیه موسوی نسب همینطور آقای دکتر غلامرضا عسگری بخاطر تمام زحماتی که بخاطر اینجانب متقبل شدند کمال قدردانی و تشکر را دارم

## چکیده

### بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکی توت فرنگی خشک شده با استفاده از سه روش خشک کردن هوای داغ، مایکروویو و تصعیدی

به وسیله ی:  
شیمای ناظمی

هدف این پژوهش بکارگیری سه روش خشک کردن هوای داغ، هوای داغ - مایکروویو و تصعیدی است. از پیش تیمار اسمزی محلول ساکارز ۴۰ درصد و پوشش دهی با کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد قبل از خشک کردن تکمیلی استفاده گردید. ویژگی های فیزیکی محصول خشک شده از نظر رنگ با دستگاه هانتز لب، بافت با دستگاه بافت سنج، ریز ساختار سلولی با میکروسکوپ الکترونی، دانسیته ظاهری با روش جایجایی مایع، آبگیری مجدد در آب مقطر و در نهایت ارزیابی حسی نمونه ها توسط داوران انجام گردید. پیش تیمار اسمزی و خشک کردن با هوای داغ از عواملی بودند که باعث سفت تر شدن بافت، افزایش دانسیته ظاهری و کاهش ظرفیت آبگیری مجدد شدند. خشک کردن با روش ترکیبی هوای داغ - مایکروویو باعث ایجاد شکاف و شیار هایی در ریز ساختار سلولی توت فرنگی گردید، بنابراین در نمونه های خشک شده با این روش باعث کاهش سفتی و سختی، کاهش دانسیته ظاهری، افزایش آبگیری مجدد گردید. استفاده از پوشش دهی با کربوکسی متیل سلولز بخصوص در روش ترکیبی هوای داغ - مایکروویو باعث حفظ ساختار طی اعمال انرژی مایکروویو گردید و پیش از خشک شدن با هوای داغ از ایجاد سخت شدگی سطحی جلوگیری نمود. نمونه های خشک شده با روش تصعیدی بافت بسیار ترد، دانسیته ظاهری پایین و ظرفیت آبگیری مجدد بسیار بالایی داشتند. خشک کردن با روش هوای داغ باعث کاهش پارامتر های هانتز لب گردید و رنگ نامطلوبی ایجاد نمود. استفاده از پیش تیمار اسمزی و پوشش دهی پارامتر های هانتز لب را افزایش داد و رنگ محصول تولید شده به رنگ نمونه توت فرنگی تازه بسیار نزدیک شد. روش ترکیبی هوای داغ - مایکروویو نسبت به روش هوای داغ، پارامتر های هانتز لب را کمتر کاهش داد. در نمونه هایی که با روش تصعیدی خشک شده اند افزایش قابل توجه در پارامتر های هانتز لب دیده شد که حتی از نمونه های تازه توت فرنگی نیز بالاتر بود. به نظر داوران نمونه های اسمزی بهترین انتخاب از نظر مزه و رنگ، نمونه تصعیدی از نظر رنگ و نمونه های خشک شده با روش هوای داغ - مایکروویو تردی بافت، رنگ نسبتا مطلوب و مزه قابل قبول داشتند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول</b>
۱	۱-۱- کلیات.....
۱	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- توت فرنگی.....
۳	۱-۲-۱- تاریخچه و منشا توت فرنگی.....
۴	۲-۲-۱- تاریخچه توت فرنگی در ایران.....
۴	۳-۲-۱- وضعیت تولید توت فرنگی در ایران و جهان.....
۵	۴-۲-۱- گیاه شناسی توت فرنگی.....
۶	۵-۲-۱- نقش تغذیه ای میوه ها و سبزیجات از دیدگاه کلی.....
۷	۶-۲-۱- ارزش غذایی توت فرنگی.....
۹	۳-۱- آبگیری اسمزی.....
۹	۱-۳-۱- محاسن و معایب آبگیری اسمزی.....
۱۰	۲-۳-۱- عوامل موثر بر فرایند اسمزی.....
۱۲	۴-۱- فرایند پوشش دادن.....
۱۲	۱-۴-۱- دلایل استفاده از پوشش دهنده در صنایع غذایی.....
۱۳	۲-۴-۱- خصوصیات کاربردی پوشش های خوراکی.....
۱۳	۳-۴-۱- انواع پوشش ها در صنایع غذایی.....
۱۴	۱-۳-۴-۱- کلاژن.....
۱۴	۲-۳-۴-۱- ژلاتین.....
۱۴	۳-۳-۴-۱- ژئین ذرت.....
۱۴	۴-۳-۴-۱- گلو تن گندم.....
۱۵	۵-۳-۴-۱- کازئین.....
۱۵	۶-۳-۴-۱- پروتئین آب پنیر.....

۱۵	.....۱-۴-۳-۷-پوشش های پلی ساکاریدی
۱۵	.....۱-۴-۳-۸-پکتین
۱۶	.....۱-۴-۳-۹-کارا کینان
۱۶	.....۱-۴-۳-۱۰-نشاسته
۱۶	.....۱-۴-۳-۱۱-مشتقات سلولز
۱۷	.....۱-۴-۳-۱۱-۱-کربوکسی متیل سلولز
۱۷	.....۱-۵-سیستم های خشک کردن مواد غذایی
۱۸	.....۱-۵-۱-خشک کردن با هوای داغ
۱۸	.....۱-۵-۲-خشک کردن تصعیدی
۱۹	.....۱-۵-۳-خشک کردن با استفاده از پرتوهای مایکروویو
۲۰	.....۱-۵-۴-اصول خشک کردن با مایکروویو
۲۰	.....۱-۵-۴-۱-فرکانس های مایکروویو
۲۱	.....۱-۵-۴-۲-تجهیزات و مولد های انرژی مایکروویو
۲۲	.....۱-۵-۴-۳-مگنترون
۲۲	.....۱-۵-۴-۴-مراحل خشک کردن با انرژی مایکروویو
۲۳	.....۱-۵-۴-۵-مزایای خشک کردن با مایکروویو
۲۴	.....۱-۵-۴-۶-مشکلات استفاده از مایکروویو
۲۵	.....۱-۵-۴-۷-ویژگی های کیفی محصولات خشک شده
۲۶	.....۱-۵-۵-۵-ویژگی های مربوط به ساختمان ماده خشک شده
۲۶	.....۱-۵-۵-۱-ویژگی های ظاهری و عینی
۲۷	.....۱-۵-۵-۲-ویژگی های بافتی
۲۸	.....۱-۶-اهداف طرح

## فصل دوم

۲۹	.....۲-پیشینه تحقیق
۲۹	.....۲-۱-فرایند آگیری اسمزی
۳۱	.....۲-۲-اثرات انجام پوشش بر روی کیفیت ماده غذایی
۳۳	.....۲-۳-خشک کردن میوه ها و سبزیجات

## فصل سوم

۳۸	.....۳-مواد و روش ها
۳۸	.....۳-۱-مواد مصرفی



۳۸	..... ۲-۳-دستگاه های مورد استفاده.....
۳۹	..... ۳-۳-روش ها.....
۳۹	..... ۱-۳-۳-آماده سازی نمونه.....
۳۹	..... ۱-۳-۳-تعیین درصد رطوبت.....
۳۹	..... ۳-۳-۳-پیش تیمار اسمزی.....
۴۰	..... ۴-۳-۳-پوشش دادن با کربوکسی متیل سلولز.....
۴۱	..... ۴-۳-خشک کردن تکمیلی.....
۴۱	..... ۱-۴-۳-خشک کردن با هوای داغ.....
۴۱	..... ۲-۴-۳-خشک کردن تصعیدی.....
۴۱	..... ۳-۴-۳-خشک کردن با انرژی میکروویو.....
۴۲	..... ۵-۳-بررسی ویژگی های کیفی.....
۴۲	..... ۱-۵-۳-بررسی ریز ساختار ماده خشک شده.....
۴۳	..... ۲-۵-۳-سنجش رنگ با استفاده از پارامتر های هانتر لب.....
۴۴	..... ۳-۵-۳-ظرفیت آگیری مجدد.....
۴۵	..... ۴-۵-۳-بافت سنجی.....
۴۶	..... ۵-۵-۳-اندازه گیری دانسیته ظاهری.....
۴۶	..... ۶-۳-ارزیابی حسی.....
۴۶	..... ۷-۳-آنالیز آماری.....

## فصل چهارم

۴۷	..... ۴-نتایج و بحث.....
۴۷	..... ۱-۴-پیش فرایند اسمزی.....
۴۷	..... ۱-۱-۴-بررسی منحنی خشک شدن جذب مواد جامد طی فرایند اسمزی.....
۴۸	..... ۲-۱-۴-بررسی منحنی از دست دادن آب طی فرایند اسمزی.....
۵۰	..... ۲-۴-بررسی منحنی خشک شدن.....
۵۰	..... ۱-۲-۴-منحنی خشک کردن توت فرنگی با هوای داغ.....
۵۱	..... ۲-۲-۴-خشک کردن ترکیبی هوای داغ - مایکروویو.....
۵۳	..... ۳-۴-اثر روش خشک کردن بر خصوصیات کیفی ماده خشک شده.....
۵۳	..... ۱-۳-۴-بررسی بافت توت فرنگی خشک شده.....
۵۳	..... ۱-۱-۳-۴-بررسی سفتی و سختی با دستگاه بافت سنج.....

## عنوان

## صفحه

۵۵	.....۲-۱-۳-۴- بررسی دانسیته توت فرنگی خشک شده
۵۷	.....۳-۱-۳-۴- بررسی ریز ساختار توت فرنگی خشک شده
۶۰	.....۳-۱-۳-۴- بررسی آبگیری مجدد توت فرنگی خشک شده
۶۲	.....۲-۳-۴- بررسی رنگ توت فرنگی خشک شده با پارامترهای $L^*, a^*, b^*$
۶۳	.....۱-۲-۳-۴- تاثیر روش خشک کردن بر روی تغییرات $(L^*, a^*, b^*)$
۶۵	.....۱-۲-۳-۴- تاثیر روش خشک کردن بر روی تغییرات رنگ
۶۷	.....۳-۲-۳-۴- تاثیر روش خشک کردن بر روی میزان کروما (کیفیت رنگ)
۶۸	.....۴-۴- ارزیابی حسی
۶۸	.....۱-۴-۴- ارزیابی رنگ توت فرنگی خشک شده توسط داوران
۶۹	.....۲-۴-۴- ارزیابی بافت و تردی توت فرنگی خشک شده توسط داوران
۷۰	.....۳-۴-۴- ارزیابی چروکیدگی توت فرنگی خشک شده توسط داوران
۷۲	.....۴-۴-۴- ارزیابی مزه در توت فرنگی خشک شده توسط داوران
۷۳	.....۵-۴- نتیجه گیری کلی
۷۳	.....۶-۴- پیشنهادات

## فصل پنجم

۷۴	.....منابع و مأخذ
۸۳	.....پیوست

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱- گیاه توت فرنگی در حال رشد.....
۶	شکل ۲- میوه مجتمع توت فرنگی.....
۲۱	شکل ۳- طیف امواج الکترومغناطیسی.....
۴۲	شکل ۴- میکروسکوپ الکترونی.....
۴۳	شکل ۵- دستگاه لایه نشانی طلا.....
۴۳	شکل ۶- دستگاه هانتر لب.....
۴۸	شکل ۷- منحنی جذب مواد جامد طی فرایند اسمزی.....
۴۹	شکل ۸- منحنی درصد از دست دادن آب طی فرایند اسمزی.....
۵۰	شکل ۹- منحنی خشک کردن با هوای داغ.....
۵۲	شکل ۱۰- منحنی خشک کردن با هوای داغ - مایکروویو.....
۵۳	شکل ۱۱- بیشینه نیروی وارده بر روی توت فرنگی خشک شده.....
۵۴	شکل ۱۲- بیشینه استرس وارده بر روی توت فرنگی خشک شده.....
۵۶	شکل ۱۳- دانسیته ظاهری توت فرنگی خشک شده.....
۵۷	شکل ۱۴- عکس میکروسکوپ الکترونی توت فرنگی تازه، با پوشش و تصعیدی.....
۵۸	شکل ۱۵- عکس میکروسکوپ الکترونی هوای داغ - مایکروویو، با پوشش- هوای داغ - مایکروویو
۵۹	شکل ۱۶- عکس میکروسکوپ الکترونی اسمز- هوای داغ ، پوشش-اسمز- هوای داغ و پوشش-اسمز- هوای داغ - مایکروویو
۶۱	شکل ۱۷- درصد آبدگیری مجدد توت فرنگی خشک شده با هوای داغ.....
۶۲	شکل ۱۸- درصد آبدگیری مجدد توت فرنگی خشک شده با هوای داغ - مایکروویو.....
۶۳	شکل ۱۹- بررسی پارامتر $L^*$ .....
۶۴	شکل ۲۰- بررسی پارامتر $a^*$ .....

۶۵	شکل ۲۱- بررسی پارامتر *b.....
۶۶	شکل ۲۲- بررسی تغییرات رنگ در نمونه ها.....
۶۷	شکل ۲۳- بررسی کروما در نمونه ها.....
۶۸	شکل ۲۴- ارزیابی رنگ توت فرنگی خشک توسط داوران.....
۶۹	شکل ۲۵- ارزیابی رنگ توت فرنگی با شیر و غلات صبحانه توسط داوران.....
۷۰	شکل ۲۶- ارزیابی تردی توت فرنگی خشک توسط داوران.....
۷۰	شکل ۲۷- ارزیابی تردی توت فرنگی با شیر و غلات صبحانه توسط داوران.....
۷۱	شکل ۲۸- ارزیابی چروکیدگی توت فرنگی خشک توسط داوران.....
۷۱	شکل ۲۹- ارزیابی چروکیدگی توت فرنگی با شیر و غلات صبحانه توسط داوران....
۷۲	شکل ۳۰- ارزیابی مزه توت فرنگی خشک توسط داوران.....
۷۲	شکل ۳۱- ارزیابی مزه توت فرنگی با شیر و غلات صبحانه توسط داوران.....

## فهرست نشانه ای اختصاری

علامت اختصاری	نوع تیمار
<b>A</b>	خشک شده با هوای داغ
<b>B</b>	پوشش خشک شده با هوای داغ
<b>C</b>	ترکیبی هوای داغ - میکروویو
<b>D</b>	پوشش - ترکیبی (هوای داغ - میکروویو)
<b>E</b>	اسمز - خشک شده با هوای داغ
<b>F</b>	پوشش - اسمز خشک شده با هوای داغ
<b>G</b>	اسمز - ترکیبی (هوای داغ - میکروویو)
<b>H</b>	پوشش - اسمز - ترکیبی (هوای داغ - میکروویو)
<b>I</b>	خشک شده با تصعیدی
<b>T</b>	توت فرنگی تازه

## ۱- کلیات

### ۱-۱- مقدمه

با افزایش جمعیت جهانی، نیاز به مواد غذایی روز به روز افزایش می یابد. سازمان خواروبار جهانی<sup>۱</sup> اعلام کرده است که جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۸ میلیارد نفر خواهد رسید که تامین مواد غذایی این جمعیت نیاز به کوشش و پیگیری در زمینه کشاورزی و علوم وابسته دارد. با توجه به پیشرفت های قابل توجه در سه دهه اخیر مصرف سالیانه مواد غذایی فقط در حدود ۲۰ درصد افزایش یافته است.

بر اساس بر آورد های موجود تا سال ۲۰۳۰ باید مقدار تولید محصولات غذایی در کشورهای در حال توسعه ۷۰ درصد بیشتر از تولید فعلی آن باشد تا بتواند همگام با جمعیت رو به رشد حرکت کند و به درستی جوابگوی نیاز های آن ها باشد. محصولات کشاورزی به دلایل گوناگون از بین می روند که این خود غذای ۱۵ تا ۲۰ میلیون نفر از جمعیت کشور ایران است (۳).

میوه ها و سبزیجات و خشکبار نقش بسیار مهمی را در تغذیه انسان بازی کرده و نقش بسزایی در کاهش انواع سرطان، بیماری های قلبی و بسیاری از بیماری های مزمن دارند. فیتوکمیکال ها<sup>۲</sup> به عنوان جزئی از ترکیبات میوه ها و سبزیجات، به عنوان آنتی اکسیدان قوی عمل نموده و نقش آن ها شامل تغییر فعالیت متابولیکی و سم زدایی از ماده سرطان زا و یا حتی تغییر سلول های سرطانی می باشد.

در این میان توت فرنگی با طعم و مزه بسیار مطلوب و بی نظیر یکی از میوه هایی محسوب می شود که حاوی مقادیر بالای ترکیبات آنتی اکسیدانی مثل آنتوسیانین ها، فلاونوئیدها و ترکیبات فنولی می باشد که می تواند در برابر رادیکال های آزاد مقاومت ایجاد کند.

توت فرنگی در میان میوه های مناطق معتدله یک میوه بی نظیر به شمار می رود و در فصل بهار زودرس ترین میوه در بازار است. تولید جهانی محصول ۲/۵ میلیون تن در سال است که ۶ کشور امریکا، اسپانیا، ایتالیا، لهستان و کره جنوبی بیش از ۷۰ درصد از تولید جهانی را به خود اختصاص داده و امروزه ۵۰ درصد از تولید جهانی آن به مناطقی با زمستان های ملایم اختصاص دارد (۴).

<sup>۱</sup> F.A.O

<sup>۲</sup> Phitochemicals

میوه ها و سبزیجات در زمان های خاصی از سال به مقدار زیاد و با قیمت نسبتا پایین در دسترس هستند که عرضه بیش از تقاضا نه تنها کاهش قیمت و ضرر به تولید کنندگان را به همراه دارد بلکه باعث فساد محصولات نیز می شود. بنابراین با فرآیند نمودن میوه و سبزیجات هم از هدر رفتن آنها جلوگیری می شود، هم امکان دسترسی آن ها در فصل های دیگر سال فراهم می آید (۲۶).

با بکارگیری روش های مختلف خشک کردن به عنوان روشی برای نگه داری میوه و سبزیجات، ذخیره سازی طولانی مدت این مواد، به حداقل رساندن نیازهای انبارداری، بسته بندی و کاهش هزینه های حمل و نقل فراهم می گردد. کیفیت مواد غذایی به میزان تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی که در طول فرایند خشک کردن روی می دهد بستگی دارد. از عوامل مهم موثر بر کیفیت محصول غذایی خشک شده درجه حرارت، زمان و فعالیت آبی در حین فرایند خشک شدن است.

دماهای پایین اثر مثبتی بر روی کیفیت محصول دارند ولی زمان فرایند را طولانی تر می سازند. در فعالیت آبی پایین رشد میکروارگانیسم ها کند یا متوقف می شود ولی سرعت اکسیداسیون لیپید افزایش می یابد. واکنش های قهوه ای شدن غیر آنزیمی یا میلارد در فعالیت آبی متوسط (۰.۷ - ۰.۶) به حداکثر می رسد بنا براین بهتر است به سرعت از این دامنه فعالیت آبی عبور شود (۲).

کینگ در سال (۱۹۷۴) به صورت فشرده سه هدف زیر برای خشک کردن مواد غذایی بیان می نماید.

- به حداقل رساندن واکنش های تجزیه شیمیایی و بیوشیمیایی
- انتخاب شرایط به صورتی که در طول خشک شدن فقط آب از ماده غذایی خارج شود و مواد دیگر مانند نمک ها و مواد فرار مولد طعم و عطر حذف نشوند.
- ساختار محصول حفظ شود.
- چگالی کنترل شود.
- جذب مجدد آب به سرعت و سهولت انجام شود.
- ماده غذایی در طول مدت انبارداری پایدار باشد و به سرد کردن و بسته بندی نیاز کمتری داشته باشد.
- از آلودگی و تقلبات مبرا باشد.
- (ب) اقتصاد فرایند
- اتلاف محصول به حداقل برسد.
- جداسازی آب سریع باشد.
- منبع انرژی ارزان باشد.

- مشکلات حمل و نقل مواد جامد به حداقل برسد.  
 - تا حد ممکن عملیات خشک کردن بصورت پیوسته باشد.  
 - از دستگاه های ساده و غیر پیچیده استفاده شود تا هزینه های تعمیرات و نگهداری به حداقل کاهش یابد.  
 (ج) موارد دیگر  
 - تاثیرات مخرب بر محیط زیست حداقل باشد (۲).  
 خشک کردن فرایند حذف رطوبت از طریق انتقال همزمان حرارت و جرم است. انتقال حرارت از فضای پیرامون به ماده غذایی، موجب تبخیر رطوبت سطحی می شود. همچنین رطوبت می تواند از درون جسم به سطح محصول منتقل و سپس تبخیر شود.  
 انتقال حرارت به دمای هوای خشک کننده، رطوبت هوا، سرعت جریان هوا، سطح ماده غذایی در معرض هوا و فشار وابسته است. در یک خشک کن انرژی گرمایی می تواند بصورت هدایت<sup>۳</sup>، جابجایی<sup>۴</sup> و یا تابش<sup>۵</sup> از یک منبع حرارتی به ماده غذایی منتقل شود (۲).

## ۱-۲- توت فرنگی

### ۱-۲-۱- تاریخچه و منشا توت فرنگی

میوه توت فرنگی گیاهی است نسبتاً جدید و تا ۲۵۰ الی ۳۵۰ سال قبل ارقامی که دارای میوه های درشت یا مشابه به ارقامی که امروزه کشت می شوند وجود نداشته است. آنچه که تا آن زمان شناخته شده و مصرف می شد منحصراً توت فرنگی های ریز یا توت فرنگی موسوم به جنگلی بوده که صرف نظر از ریزی میوه، عطر و طعم و مزه خاصی داشته اند. توت فرنگی با نام علمی فرگاریا<sup>۶</sup> متعلق به تیره گلسرخیان<sup>۷</sup> است و به نظر می رسد که والدین اصلی آن فرگاریا ویرجینیانا<sup>۸</sup> از سواحل غربی امریکای شمالی و جنوبی با میوه های درشت باشد. گفته می شود که یک دریانورد فرانسوی ۵ گیاه فرگاریا چیلوانسیز<sup>۹</sup> را از شیلی به فرانسه انتقال داد و آن ها را در میان گونه های فرگاریا ویرجینیانا<sup>۱۰</sup> کشت نمود. بذر های بدست آمده در اثر دگرگرده

<sup>3</sup> Convection

<sup>4</sup> Conduction

<sup>5</sup> Irradiation

<sup>6</sup> *Fragraceae annanaceaa*

<sup>7</sup> *Rosaceae*

<sup>8</sup> *F.virginiana*

<sup>9</sup> *F.chiloensis*

<sup>10</sup> *F.virginana*



افشانی بین این گیاهان منجر به تولید توت فرنگی آناناسی<sup>۱۱</sup> شد و بعد ها نام علمی آن به فرگاریا آناناسا<sup>۱۲</sup> تغییر یافت. که امروزه اکثر رقم های درشت میوه از آن حاصل شده و دارای ۵۶ کروموزوم می باشد (۱).

### ۱-۲-۲- تاریخچه توت فرنگی در ایران

در جنگل های شمال ایران توت فرنگی وحشی بطور فراوان یافت می شود که میوه های آن ریز هستند و بیشتر مصرف محلی دارد. به نظر می رسد که اولین رقم اصلاح شده در زمان صدارت اتابک اعظم از فرانسه به ایران وارد شده و به همین منظور یکی از ارقام بسیار قدیمی ایران به نام اتابکی خوانده می شود. طی ۳۰ سال اخیر ارقام متعددی توسط بخش خصوصی و دولتی از نظر سازش پذیری آن ها با شرایط آب و هوایی مناطق مختلف و هم چنین میزان مقاومت آن ها نسبت به آفات و امراض مورد مطالعه قرار گرفته اند. نتایج این بررسی ها منجر به انتخاب ارقامی مناسب و پر محصول در کنار ارقام قدیمی تر مانند اتابکی و غیره شده است (۴).

### ۱-۲-۳- وضعیت تولید توت فرنگی در ایران و جهان

بر اساس آمار ارائه شده توسط فائو میزان تولید توت فرنگی در کل دنیا در سال ۲۰۰۴ به میزان ۸۴۰۱۱۳۳ تن می باشد که ایالات متحده امریکا با ۸۴۰۰۰۰ تن در مقام اول قرار دارد. ایالت های کالیفرنیا، ارگان و فلوریدا بیشترین سطح زیر کشت را دارا می باشند. میزان توت فرنگی در ایران در این سال برابر با ۲۷۰۰۰ تن بوده است. ایران به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی منحصر به فرد میتواند در آینده ای نزدیک به عنوان یکی از تولید کنندگان عمده توت فرنگی در جهان مطرح شود. مهمترین مناطق تحت کشت توت فرنگی در ایران استان های کردستان، مرکزی، گلستان، خراسان، همدان و خوزستان می باشد. کردستان و گلستان دو منطقه اصلی تولید هستند که به ترتیب ۲۰۰۰ و ۵۰۰ هکتار زیر کشت توت فرنگی دارند. بالاترین میزان تولید کشور در کردستان با بیش از ۱۶۰۰۰ تن در سال می باشد (۱).

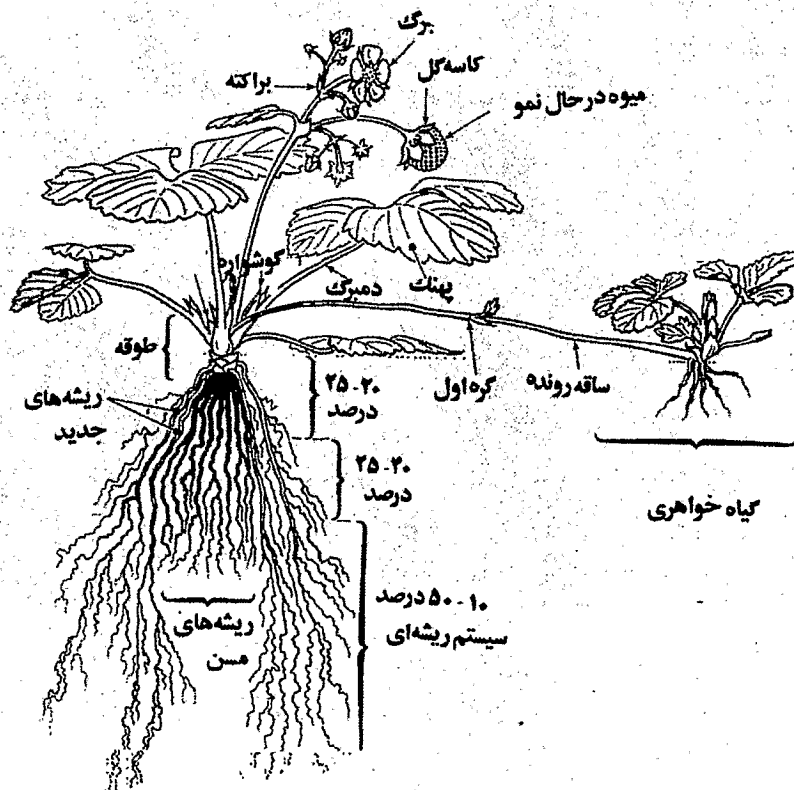
<sup>۱۱</sup> *Fraiser annanos*

<sup>۱۲</sup> *F.annanassa*

## ۱-۲-۴- گیاه شناسی توت فرنگی

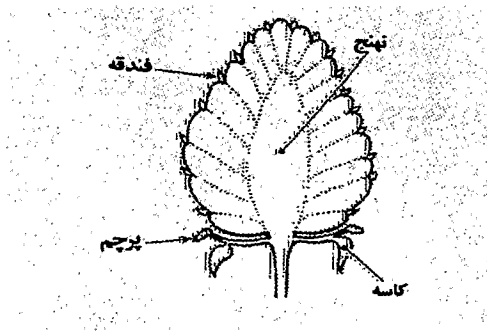
توت فرنگی یک گیاه علفی دائمی است که دارای یک ساقه مرکزی یا طوقه بوده که برگ ها، ریشه ها، ساقه های رونده و گل آذین ها از آن منشا می گیرند (شکل ۱).

برگ ها معمولا شانه ای و سه برگچه ای هستند و روزنه های هوایی تنها در بخش تحتانی برگ ها یافت می شوند. ریخت شناسی ریشه مانند دو لپه ای ها است. ساقه رونده اکثر گونه ها از دو گره تشکیل شده است. یک گیاه دختری از گره دوم تشکیل می شود در حالیکه گره اول به حالت خواب باقی مانده و یا ساقه رونده دیگری را تولید می کند هر گیاه دختری قابلیت تولید ساقه رونده را دارا می باشد. گیاهان دختری ریشه دار شده معمولا ۲ تا ۳ هفته پس از جداسازی می توانند بطور مستقل به زندگی خود ادامه دهند. گل آذین توت فرنگی یک ساقه تغییر شکل یافته است که به یک شکوفه ختم می شود. شکوفه دارای ۱۰ کاسبرگ، ۵ گلبرگ



شکل ۱- گیاه توت فرنگی در حال رشد

۲۰ الی ۳۰ پرچم است و تعداد تخمدان ها از ۶۰ تا ۶۰۰ عدد متغیر است. بیشترین تعداد تخمدان ها در شکوفه های اولیه یافت می شود و در گل های بعدی بصورت تصاعدی به تعداد یک چهارم تخمدان ها در شکوفه های اولیه کاهش می یابد. عمل گرده افشانی در توت فرنگی بوسیله حشرات صورت می گیرد. در این بین زنبور عسل بیشترین نقش را ایفا می کند. در واقع این گیاه خود گرده افشان است ولی زنبور عسل برای گرده افشانی ترجیح داده می شود. میوه توت فرنگی یک میوه مجتمع بوده و شامل مادگی های فراوان است که هر کدام شامل یک تخمک می باشند (شکل ۲).



شکل ۲- میوه مجتمع توت فرنگی

بذور حاصله فندقه (آگن) نامیده می شوند و میوه توت فرنگی می باشد. نهنج از یک لایه اپیدرمی یک کورتکس و یک مغز تشکیل شده است (۵). در حال حاضر گونه های روز کوتاه و روز خنثی توت فرنگی بصورت تجارتي پرورش داده می شوند. گیاهان روز بلند نیز در دسترس هستند ولی در برنامه های تجارتي مورد استفاده قرار می گیرند (۱).

### ۱-۲-۵- نقش تغذیه ای میوه ها و سبزیجات از دید گاه کلی

میوه ها و سبزی ها و خشکبار نقش بسیار مهمی را در تغذیه انسان ایفا می کنند. خصوصا به عنوان منابعی از ویتامین های ث<sup>۱۳</sup>، ویتامین آ<sup>۱۴</sup> ویتامین ب<sup>۱۵</sup> (نیاسین)، ویتامین ب<sup>۳</sup> (پیرودوکسین)، ویتامین ب<sup>۶</sup> (اسید فولیک)، ویتامین ای<sup>۱۶</sup> و حتی مواد معدنی و فیبر رژیمی

<sup>13</sup> Vitamin C

<sup>14</sup> Vitamin A

<sup>15</sup> Vitamin B1

<sup>16</sup> Vitamin E

می باشند. بطوریکه سهمی در حدود ۹۱ درصد ویتامین ث، ۴۸ درصد ویتامین آ و ۳۰ درصد اسید فولیک، ۲۷ درصد ویتامین ب۶، ۱۷ درصد تیامین و ۱۵ درصد نیاسین را در رژیم غذایی تامین می کنند. میوه ها و سبزی ها تامین کننده ۱۶ درصد منیزیم، ۱۹ درصد آهن و ۹ درصد کالری مورد نیاز هستند. میوه ها و سبزی ها یکی از مهمترین منابع تامین مواد غذایی در قسمت های مختلف جهان می باشند و به دلیل اینکه بطور گسترده در دسترس بوده و قیمت پایینی که دارند در رژیم غذایی مردم جهان قرار گرفته اند (۵).

### ۱-۲-۶- ارزش غذایی توت فرنگی

یک میوه توت فرنگی رسیده تقریباً از ۹۰ درصد آب و ۱۰ درصد مواد جامد محلول تشکیل شده است و محتوی ترکیبات غذایی ویژه و مهمی نیز می باشند (جدول ۱). توت فرنگی دارای مقادیر زیادی ویتامین ث است. خوردن تنها ۱۰ عدد توت فرنگی، ۹۵ درصد از احتیاجات رژیم غذایی روزانه ما را تامین می کند. ترکیبات مهم محلول قندی در توت فرنگی گلوکز و فروکتوز می باشند که بیش از ۸۰ درصد تمام قند های موجود و همچنین ۴۰ درصد وزن خشک توت فرنگی را تشکیل می دهند اسید آلی اولیه توت فرنگی اسید سیتریک است که ۸۸ درصد کل اسید های موجود در میوه را شامل می شوند. توت فرنگی مقادیر معنی داری الازیک اسید<sup>۱۷</sup> دارد که گمان می رود یک ماده ضد سرطان باشد. توت فرنگی حاوی مقادیر بالای ترکیبات آنتی اکسیدان مثل آنتوسیانین، فلاونوئید و ترکیبات فنولیک می باشد که می توانند مقاومت در مقابل رادیکال های آزاد ایجاد کنند. مطالعات پیشین نشان داده اند که توت فرنگی دارای فعالیت بالای جذب رادیکال های اکسیژن مانند پراکسیل، سوپر اکسید هیدروژن، پر اکسید، رادیکال های هیدروکسیل و اکسیژن بوده و فعالیت های آنتی اکسیدانی این میوه به طور قابل توجهی تحت تاثیر عوامل پیش از برداشت مانند ژنوتیپ، دمای رشد گیاه، غلظت گاز کربونیک محیطی و سیستم کاشت قرار دارد (۵).

<sup>17</sup> Elagic acid