

## تأثیر مراحل مختلف نمو میوه بر کمیت و کیفیت اسانس پوست گیاه (*Citrus aurantifolia* (Christm Swingle.)

راضیه عبادتی اصفهانی<sup>۱\*</sup>، عباس حاجی آخوندی<sup>۲</sup>، پژمان مرادی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد کشاورزی، گروه باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، ساوه، ایران

<sup>۲</sup> استاد، گروه فارماکوتکنولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، ساوه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۶

### چکیده

به منظور بررسی اثر زمان برداشت بر کمیت و کیفیت اسانس پوست میوه مکزیکن لایم (*Citrus aurantifolia* (Christm Swingle.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی خرداد تا مهرماه ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی حسن آباد شهرستان داراب انجام شد. به همین منظور از میوه‌های گیاه طی سه مرحله: خرداد، تیر و مهر ماه برداشت و سپس پوست میوه‌ها خشک و اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب صورت گرفت. ترکیبات تشکیل دهنده اسانس‌ها بوسیله دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنجی جرمی (GC/MS) مورد تجزیه و شناسایی قرار گرفتند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تأثیر مراحل مختلف برداشت بر بازده اسانس لایم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بازده اسانس بر اساس درصد (w/w) به ترتیب ۱/۲۹، ۰/۶۴ و ۰/۷۶ درصد بود که بیشترین بازده اسانس از مرحله اول برداشت بدست آمد که نسبت به دو مرحله دیگر برداشت اختلاف معنی‌داری نشان داد. ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس‌ها نشان داد که در تمام مراحل برداشت ترکیب‌های: لیمونن، بتا-پینن، ژرانیال، نرال و گاما-تریپن ترکیب‌های عمده اسانس بودند اما بیشترین درصد ترکیبات در مرحله اول برداشت یعنی خردادماه به ترتیب مربوط به لیمونن، ژرانیال و نرال (۴۲، ۱۵/۵، ۱۱/۹ درصد) بوده که با رسیدن میوه‌ها درصد این ترکیبات کاهش یافته و بالعکس بتا-پینن و گاما-تریپن (۲۳/۹ و ۴/۹ درصد) بیشترین ترکیبات در مرحله سوم برداشت یعنی مهرماه بود. بر اساس نتایج بدست آمده بهترین زمان برداشت برای رسیدن به حداکثر بازده اسانس، عملکرد لیمونن، ژرانیال و نرال در خردادماه و برای رسیدن به حداکثر عملکرد بتا-پینن و گاما-تریپن در مهرماه بوده است.

واژه‌های کلیدی: اسانس، ژرانیال، لیموآب شیراز، لیمونن، مراحل رشد، نرال

اسفند تا مرداد در هر سه گونه سیر نزولی داشته و درصد لیمون میوه‌های نابالغ بیشتر از میوه‌های بالغ بوده است (Droby *et al.*, 2008). تغییرات ترکیبات اسانس پوست چهار گونه از مرکبات در طول رویش میوه نشان داد که تغییرات اسانس مراحل مختلف رویش، در هر یک از چهار گونه مرکبات یکسان نبوده، بطوری که در گونه (*C. sinensis*) و (*C. reticulata*) در مرحله دوم رویش (میوه‌های نیمه بالغ - به رنگ زرد)، گونه (*C. limon*) در مرحله اول رویش (میوه‌های نابالغ - به رنگ سبز) و گونه (*C. aurantium*) در مرحله سوم رویش (میوه‌های بالغ - نارنجی) در حداکثر بازده اسانس بوده‌اند (Bourgou *et al.*, 2011). با توجه به اهمیت اسانس مکزیکن لایم در صنایع مختلف از جمله صنعت داروسازی و از آنجا که ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در مراحل مختلف رشد گیاهان دچار تغییراتی می‌شود و همچنین هیچگونه بررسی بر روی مقدار و ترکیبات اسانس لایم در مراحل مختلف برداشت این گیاه در ایران صورت نگرفته، لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر سه مرحله برداشت میوه *Citrus aurantifolia* بر کمیت و کیفیت اسانس انجام گردید تا بهترین زمان برداشت میوه لایم به منظور دستیابی به حداکثر کیفیت و کمیت اسانس مشخص گردد.

#### مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر مراحل مختلف رسیدگی میوه بر کمیت و کیفیت اسانس میوه لیمو *Citrus aurantifolia* در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. برداشت در سه مرحله شامل: مرحله اول (خردادماه)، مرحله دوم (تیرماه) و مرحله سوم (مهرماه) بود. میوه‌های درخت لایم رقم مکزیکن از باغ مرکبات ایستگاه تحقیقات کشاورزی حسن آباد شهرستان داراب با طول

درخت لایم با نام علمی *Citrus aurantifolia* متعلق به خانواده مرکبات (Rutaceae) می‌باشد (Ghasemi *et al.*, 2011). این درخت دارای میوه‌های کشیده و گاهی گرد، پوست میوه نازک با سطحی چرمی به رنگ زرد مایل به سبز می‌باشد. گوشت میوه آبدار و بسیار اسیدی است (Ghasemi *et al.*, 2011; Fotouhi & Fattahi, 2010). اسانس مکزیکن لایم به دلیل عطر و طعم منحصر به فرد یکی از مهمترین اسانس‌های مرکبات به لحاظ تجاری است. ترکیبات عمده معطر بدست آمده از اسانس آن شامل: لیمونن، آلفا-ترپیننول، بتا-ترپیننول، او-سیننول، بتا-بیسابولن، سیترال، ژرانیال و نرال است (Ranganna *et al.*, 1983; Shaw, 1979). اسانس آن صنایع گسترده‌ای از جمله نوشیدنی، شیرینی و شکلات، دارو، عطر و ادکلن، آرایشی و بهداشتی و... به خود وابسته کرده است. اسانس این گیاه در طب سنتی کاربردهای فراوانی داشته است. تحقیقات جدید نشان داده اسانس این گیاه در کاهش کلسترول خون، کاهش بیماری‌های قلبی عروقی، تقویت دستگاه ایمنی بدن، جلوگیری از بروز بیماری‌های عفونی و سرطان، پیشگیری از سرطان روده بزرگ، بهبود کیفیت استخوانها و جلوگیری از پوکی استخوان و رفع آگزما موثر است (Jeong-Hyun & Yaghmae *et al.*, 2009; Patil *et al.*, 2009; Lee, 2010). تغییرات شیمیایی و زیستی گیاهان دارویی و معطر به شکل معنی‌داری به عواملی چون منطقه کاشت، شرایط آب و هوایی، تغییرات ژنتیکی، اندام‌های مختلف گیاه و مراحل رشد وابسته است. مراحل رشد و زمان برداشت تأثیر عمده‌ای بر محتوا و مقدار اسانس دارد (Ghani *et al.*, 2009). بررسی اثر تغییرات فصلی بر ترکیبات پوست میوه سه گونه از مرکبات (*C. paradise*, *C. sinensis*) و (*C. Reticulate*) نشان داد که ترکیب لیمونن، از

دمای تزریق ۲۸۰ درجه سلسیوس و از نرم‌افزار Chemstation استفاده شد.

دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی از نوع قبلی با مدل ۵۹۷۵C، ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر، برنامه ریزی حرارتی ستون همانند قبل، MS با دمای ۲۸۰ درجه سلسیوس، دمای محفظه تزریق: ۲۸۰ درجه سلسیوس، انرژی یونیزاسیون: ۷۰ الکترون ولت، گاز حامل: هلیوم. شناسایی ترکیبات اسانس با استفاده از اندیس بازدارندگی کواتس و بررسی طیف‌های جرمی پیشنهادی توسط کتابخانه Wiley دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی و با ترکیبات استاندارد صورت گرفت.

پس از تزریق اسانس تهیه شده به دستگاه نامبرده اقدام به شناسایی کمی و کیفی ترکیبات تشکیل دهنده آن با استفاده از زمان بازداری ترکیبات، اندیس بازداری کواتس و طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد با توجه به اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتر دستگاه (GC/MS) شد. محاسبات آماری این طرح با استفاده از نرم‌افزار Spss و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ درصد و ۵ درصد بررسی شد.

### نتایج

نتایج بررسی‌ها نشان داد که درصد میانگین بازده اسانس بدست آمده از پوست میوه لایم در سه مرحله برداشت؛ خرداد، تیر و مهرماه به ترتیب ۱/۲۹-۰/۶۴-۰/۷۶ درصد (W/W) بود (شکل ۱). طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس مشخص شد که تاثیر مراحل مختلف برداشت میوه بر بازده اسانس مکزیکن لایم در منطقه داراب در سطح یک درصد آزمون دانکن معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین بازده اسانس (۱/۲۹ درصد) از

جغرافیایی ۵۴/۱۷ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۸/۴۷ درجه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۹۹ و طی بهار تا پاییز ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردید. درختانی که نمونه برداری از آنها انجام شد، سن، ارتفاع و اندازه تاج یکنواختی داشته و میوه‌ها از جهات مختلف تاج درخت و به طور تصادفی انتخاب شدند. این آزمایش در ۳ تکرار انجام شد.

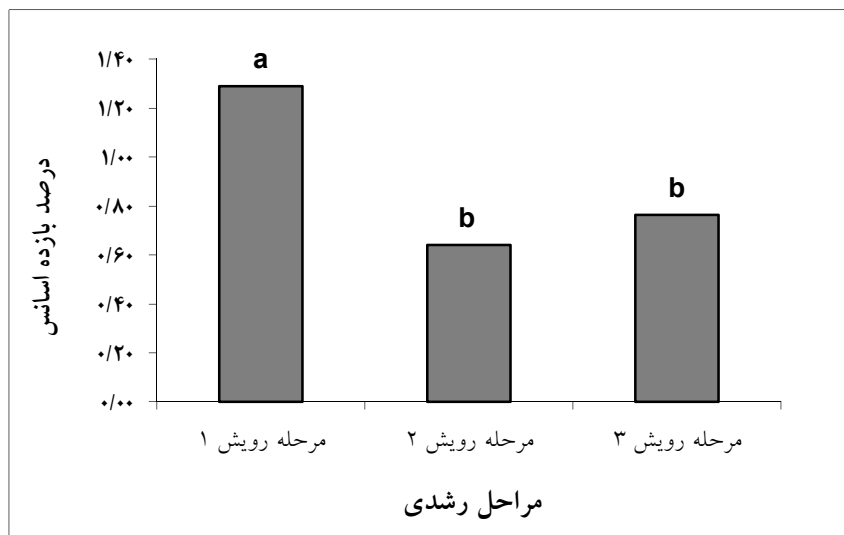
در هر سه مرحله ابتدا پوست میوه‌های جداسازی شده سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط و در سایه قرار گرفتند و پس از خشک شدن به قطعات کوچک به منظور استخراج بهتر اسانس تقسیم شدند. برای استخراج، اندازه گیری و آنالیز اسانس، نمونه‌ها به آزمایشگاه گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس منتقل شد. مقدار ۸۰ گرم از نمونه‌های خشک شده به مدت ۳ ساعت بوسیله دستگاه کلونجر اسانس گیری و درصد آن اندازه‌گیری شد. اسانس‌های بدست آمده با استفاده از سولفات سدیم رطوبت زدایی گردید و تا زمان تجزیه در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. به منظور آنالیز ترکیبات اسانس از دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) و کروماتوگراف گازی- طیف سنجی جرمی (GC/MS) با مشخصات زیر استفاده شد.

### مشخصات انواع گاز کروماتوگرافی (GC) و

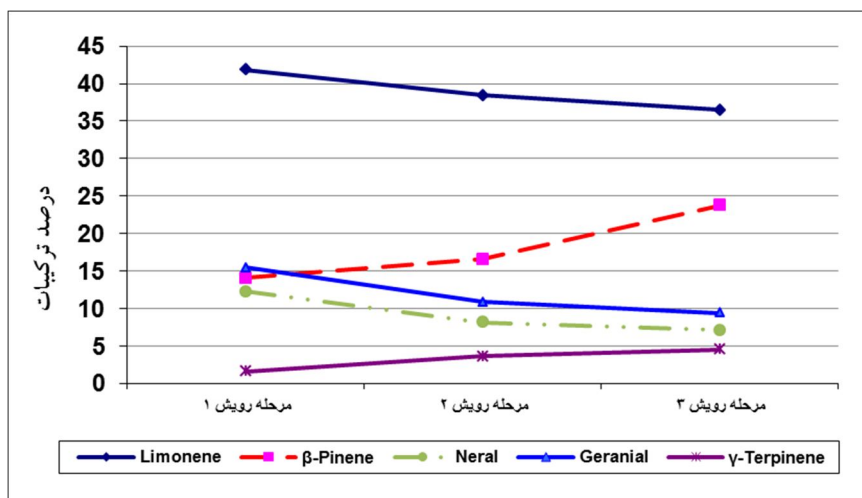
(GC/MS): دستگاه کروماتوگرافی گازی از نوع Agilent technologies مدل ۷۸۹۰A، ستون HP-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی‌متر ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر، دمایی ستون از ۶۰ تا ۲۱۰ درجه سلسیوس با افزایش دمای سه درجه در دقیقه و ۲۱۰ تا ۲۴۰ با افزایش دمای بیست درجه سلسیوس در دقیقه که در دمای نهایی ۸/۵ دقیقه نگه داشته شد، نوع آشکارساز: FID با دمای ۲۹۰ درجه سلسیوس، گاز حامل: نیتروژن با سرعت یک میلی‌لیتر در دقیقه،

دوم یعنی از پوست میوه‌های که در تیر ماه برداشت شد حاصل گردید (شکل ۱).

مرحله برداشت سوم یعنی در مهر ماه بدست آمد که نسبت به دو مرحله دیگر اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین بازده اسانس (۰/۶۴ درصد) از مرحله برداشت



شکل ۱- مقایسه میانگین مراحل مختلف برداشت بر میزان بازده اسانس *C. aurantifolia*



شکل ۲- تغییرات ترکیبات عمده اسانس *C. aurantifolia* در طول سه مرحله مختلف رشد و نمو میوه

جدول ۱: تجزیه واریانس تأثیر مراحل مختلف برداشت بر درصد اسانس پوست میوه *C. aurantifolia*

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
مراحل برداشت	۲	۰/۳۵۸**
خطا	۶	۰/۰۱۵
کل	۸	

\*\* اختلاف در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

جدول ۲: ترکیبات شیمیایی شناسایی شده اساس پوست میوه *Citrus aurantifolia* در سه مرحله رویشی

نام ترکیبات مرحله اول رویش		نام ترکیبات مرحله دوم رویش		نام ترکیبات مرحله سوم رویش				
RI	%	RI	%	RI	%			
$\alpha$ -thujene	۹۲۷	۰/۰۹	$\alpha$ -thujene	۹۲۵	۰/۱۴	$\alpha$ -thujene	۹۲۶	۰/۲۱
$\alpha$ -pinene	۹۳۴	۰/۹۹	$\alpha$ -pinene	۹۳۲	۱/۱۶	$\alpha$ -pinene	۹۳۴	۱/۴۴
camphene	۹۵۰	۰/۰۸	camphene	۹۴۷	۰/۰۹	camphene	۹۴۹	۰/۱۲
sabinene	۹۷۶	۲/۴۱	sabinene	۹۷۴	۲/۵۵	$\beta$ -pinene	۹۸۲	۲۳/۸۵
$\beta$ -pinene	۹۸۲	۱۴/۱	$\beta$ -pinene	۹۸۱	۱۶/۵	myrcene	۹۹۰	۰/۹۳
myrcene	۹۹۱	۱/۱۴	myrcene	۹۸۹	۰/۹۵	$\alpha$ -phellandrene	۱۰۰۳	۰/۱۲
$\alpha$ -phellandrene	۱۰۰۶	۰/۲	$\alpha$ -phellandrene	۱۰۰۳	۰/۱۷	$\alpha$ -terpinene	۱۰۱۷	۰/۳۹
$\alpha$ -terpinene	۱۰۱۸	۰/۱۵	$\alpha$ -terpinene	۱۰۱۶	۰/۲۶	Limonene	۱۰۳۵	۳۶/۸۹
limonene	۱۰۳۷	۴۱/۹۹	limonene	۱۰۳۵	۳۸/۵	(Z)- $\beta$ -ocimene	۱۰۳۶	۰/۲۶
(E)- $\beta$ -ocimene	۱۰۴۸	۰/۶۹	(Z)- $\beta$ -ocimene	۱۰۳۶	۰/۲۴	(E)- $\beta$ -ocimene	۱۰۴۶	۰/۵۲
$\gamma$ -terpinene	۱۰۶۰	۱/۶۶	(E)- $\beta$ -ocimene	۱۰۴۶	۰/۴۸	$\gamma$ -terpinene	۱۰۶۰	۴/۹۳
terpinolene	۱۰۹۰	۰/۱۷	$\gamma$ -terpinene	۱۰۵۹	۳/۴۱	terpinolene	۱۰۸۸	۰/۳۸
linalool	۱۱۰۴	۱/۴۳	terpinolene	۱۰۸۸	۰/۲۹	Linalool	۱۱۰۱	۱/۳۸
N-nonanal	۱۱۰۶	۰/۱۳	linalool	۱۱۰۲	۰/۱۵	N-nonanal	۱۱۰۴	۰/۰۸
cis-limonene oxide	۱۱۳۸	۰/۰۴	trans-p-menth-2-en-1-ol	۱۱۵۲	۰/۱۵	cis-limonene oxide	۱۱۴۱	۰/۱۳
citronellal	۱۱۴۷	۰/۰۸	terpinen-4-ol	۱۱۸۰	۱/۲۸	trans-p-menth-2-en-1-ol	۱۱۵۲	۰/۲۵
trans-p-menth-2-en-1-ol	۱۱۵۵	۰/۱۳	$\alpha$ -terpineol	۱۱۹۵	۲/۲۵	terpinen-4-ol	۱۱۷۹	۱/۸
borneol	۱۱۷۱	۰/۱	$\gamma$ -terpineol	۱۲۰۵	۰/۳۱	$\alpha$ -terpineol	۱۱۹۴	۲/۸۲
terpinen-4-ol	۱۱۸۳	۱/۱۷	citronellol	۱۲۳۴	۲/۹۵	$\gamma$ -terpineol	۱۲۰۴	۰/۲۸
$\alpha$ -terpineol	۱۱۹۸	۲/۰۸	neral	۱۲۴۸	۸/۱۹	citronellol	۱۲۳۱	۱/۳۸
$\gamma$ -terpineol	۱۲۰۷	۰/۱۶	geraniol	۱۲۶۲	۳/۶۱	neral	۱۲۴۶	۷/۰۹
citronellol	۱۲۳۶	۰/۵۳	geranial	۱۲۷۹	۱۰/۹۷	geraniol	۱۲۵۸	۱/۵۳
neral	۱۲۵۲	۱۱/۹	neryl acetate	۱۳۶۵	۰/۱۶	geranial	۱۲۷۷	۹/۵
geraniol	۱۲۶۲	۰/۷	geranyl acetate	۱۳۸۴	۰/۴۳	neryl acetate	۱۳۶۳	۰/۲۴
geranial	۱۲۸۳	۱۵/۴۶	(E)-caryophyllene	۱۴۲۰	۰/۶۹	geranyl acetate	۱۳۸۲	۰/۳۳
neryl acetate	۱۳۶۷	۰/۰۸	trans- $\alpha$ -bergamotene	۱۴۳۴	۰/۳۲	(E)-caryophyllene	۱۴۱۸	۰/۴۲
geranyl acetate	۱۳۸۷	۰/۳۶	$\beta$ -bisabolene	۱۵۰۶	۱/۰۳	trans- $\alpha$ -bergamotene	۱۴۳۳	۰/۲۳
(E)-caryophyllene	۱۴۲۲	۰/۱۶	germacrene b	۱۵۵۷	۰/۱۷	$\beta$ -bisabolene	۱۵۰۵	۰/۷۱
$\beta$ -bisabolene	۱۵۰۸	۰/۱۸				germacrene b	۱۵۵۶	۰/۱
germacrene b	۱۵۵۹	۰/۰۵						

برای دستیابی به بالاترین میزان اسانس، در مرحله اول (خرداد ماه) برداشت صورت بگیرد. نتایج این تحقیق با نتایج Bourgo و همکاران در سال (۲۰۱۱)، که بر روی گیاه *Cirus limon* واریته Beldi انجام شد یکسان بود آن‌ها بیان داشتند که بازده اسانس در سه مرحله تکامل میوه به ترتیب (۱/۳۰-۰/۴۸-۰/۶۲ درصد) بوده که در مرحله اول رویش بازده اسانس بیشترین و کمترین مربوط به مرحله دوم رویش بوده است. در حالی که با نتایج Vekari و همکاران در سال (۲۰۰۲) بر روی پوست میوه *Citrus lemon* واریته Zambetahis و نتایج Bourgo و همکاران در سال (۲۰۱۱) بر روی *C. aurantium*، *C. sinensis* و *C. reticulata* متفاوت بود آن‌ها بیان داشتند که تغییرات فصلی یک پارامتر مهم است که باعث می‌شود بیشترین بازده اسانس *C. lemon* و *C. sinensis* در مرحله رویشی دوم بدست آید و بیشترین بازده اسانس *C. aurantium* و *C. reticulata* در مرحله سوم رویش بدست آید که این می‌تواند نشان‌دهنده تفاوت در فیزیولوژی پوست میوه گونه‌های مرکبات باشد.

بررسی سیر تغییرات میزان ترکیبات شناسایی شده اسانس لایم در سه مرحله رویشی نشان می‌دهد که درصد لیمونن به تدریج با زرد شدن پوست میوه کاهش می‌یابد. Droby و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی‌های خود بر روی *paradise*، *C. reticulata*، *C. C. sinensis* بیشترین میزان لیمونن را در مرحله اول برداشت بدست آوردن که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در حالی که با نتایج Bourgo و همکاران (۲۰۱۱) بر روی *C. aurantium*، *C. limon* و *C. sinensis* مطابقت نداشت، آن‌ها بیان داشتند که ترکیب لیمونن در مرحله رسیدگی کامل میوه افزایش می‌یابد، که این عدم مطابقت می‌تواند از شرایط مختلف رویش ناشی شود. دومین ترکیب بزرگ، بتا-

ترکیبات شناسایی شده اسانس مراحل مختلف برداشت میوه لایم، درصد هر ترکیب به همراه شاخص بازداری آن در (جدول ۲) آمده است. در مجموع در مراحل مختلف برداشت به ترتیب ۳۰، ۲۸ و ۲۹ ترکیب شناسایی شده که (۹۹/۹، ۹۸/۸ و ۹۸/۹ درصد) از مجموع ترکیبات مشاهده شده را تشکیل می‌دادند. تجزیه و تحلیل ترکیبات فرار بدست آمده از سه مرحله برداشت میوه نشان می‌دهد که ترکیبات عمده اسانس (بیش از ۴ درصد) به ترتیب لیمونن، بتاپینن، ژرانیال، نرال و گاماترپینن می‌باشد. ترکیب لیمونن در سه مرحله برداشت میوه به ترتیب با (۴۲، ۳۸/۵ و ۳۶/۹ درصد) بیشترین ترکیب اسانس را به خود اختصاص داده است. بیشترین درصد لیمونن در مرحله برداشت اول و از میوه‌های که خردادماه برداشت گردید بدست آمد که نسبت به دو مرحله دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد. بتاپینن دومین ترکیب عمده اسانس لایم به ترتیب (۱۴/۰۷، ۱۶/۵۸ و ۲۳/۷۶ درصد) بود که در مرحله برداشت سوم میوه (برداشت مهرماه) به حداکثر مقدار رسیده است و نسبت به مرحله اول و دوم برداشت میوه (به ترتیب برداشت خرداد و تیرماه) اختلاف معنی‌داری نشان داد. نتایج نشان می‌دهد سومین ترکیب عمده اسانس لایم در هر سه مرحله برداشت ژرانیال است که به ترتیب (۱۵/۴۶، ۱۰/۹۰ و ۹/۴۵ درصد) است. بیشترین مقدار این ترکیب مانند ترکیب لیمونن از مرحله اول برداشت در خرداد ماه بدست آمد که نسبت به ۲ مرحله دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیشترین مقدار نرال (۱۲/۲۸ درصد) از مرحله اول برداشت در خرداد بدست آمد (شکل ۲). مقدار نرال بدست آمده از مرحله اول برداشت نسبت دو مرحله دیگر اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد.

#### بحث

بررسی نتایج کمی اسانس *Citrus aurantifolia* (بازده نسبت به وزن خشک) نشان داد که بهتر است

لیمون، ژرانیال و نرال می‌توان میوه‌ها را در مرحله اول یعنی خرداد برداشت کرد. از سوی دیگر مقادیر بتاپین و گاماترپین از مرحله اول برداشت میوه در خرداد به مرحله سوم برداشت میوه در مهرماه به تدریج افزایش یافته و در مرحله اول کمترین مقدار بتاپین و گاماترپین مشاهده شد و این مقادیر از مرحله اول برداشت در خردادماه به سمت مرحله سوم برداشت در مهرماه سیر صعودی داشته است و همچنین برای بدست آوردن بیشترین میزان بتاپین و گاماترپین از پوست میوه مکزیکن لایم می‌توان آن‌ها را در مرحله رسیدگی کامل یعنی مهرماه برداشت کرد.

#### نتیجه‌گیری نهایی

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که زمان برداشت اثر قابل توجه و معنی‌داری در محتوا و مقدار ترکیبات اسانس *Citrus aurantifolia* دارد. این تاثیر معنی‌دار بر میزان اسانس و اجزای آن را می‌توان به دلیل تغییرات در مسیرهای متابولیکی و در نتیجه تغییرات در متابولیسم‌های ثانویه که با رشد و توسعه گیاه همراه است دانست. همچنین می‌توان از فرآیندهای رشد و بلوغ گیاه به عنوان شاخص استفاده کرد. ولی مطالعات بیشتری به منظور بررسی جنبه‌های مولکولی این تغییرات در مراحل مختلف رشد میوه نیازمند است.

#### منابع

1. Bourgo, S., Rahali, F.Z., Ourghemmi, I. and Tounsi, M.S., 2011. Chang of peel essential oil composition of four Tunisian citrus during fruit Maturation. The Scientific world Journal, 2012: 1-10.
2. Droby, S., Eick, A., Macarsin, D., Cohen, L. Rafael, G., Stange, R., Mccolum, G., Dudai, N., Nasser, A., Wisniewski, M. and Shapira, R. 2008. Role of *Citrus* volatiles in host recognition, germination and growth of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. Postharvest Biology Techhnology, 49(2008): 386-396.

پین بود که از مرحله برداشت اول به مرحله برداشت سوم به تدریج افزایش یافت که با نتایج Bourgo و همکاران (۲۰۱۱) بر روی *C. limon*, *C. aurantium* و *C. Sinesis* Venkateshwarlu & Selvaraj (۲۰۰۰) بر روی *C. aurantifolia* مطابقت دارد. بیشترین مقدار ژرانیال از مرحله برداشت اول بدست آمد که با نتایج Venkateshwarlu & Selvaraj (۲۰۰۰) مطابقت دارد. Droby و همکاران (۲۰۰۸) و Bourgo و همکاران (۲۰۱۱) در تجزیه اسانس گونه‌های *Citrus*، ترکیب ژرانیال را در هیچ یک از مراحل رشدی میوه گزارش نکردند. درصد ژرانیال بدست آمده در هر سه مرحله برداشت از منطقه داراب بیشتر از درصد مقادیر گزارش شده است ( Venkateshwarlu & Selvaraj 2000; Dugo et al., 2010; vekari et al., 2002; 2000). نرال مانند ترکیب لیمون و ژرانیال در مرحله سوم برداشت کاهش یافت و در مرحله اول برداشت به بیشترین مقدار خود رسیده که با نتایج Selvaraj & Venkateshwarlu (۲۰۰۰) بر روی *C. aurantifolia* و Bourgo و همکاران (۲۰۱۱) بر روی *C. limon* مطابقت دارد. مقدار درصد نرال بدست آمده از منطقه داراب بیشتر از مقادیر گزارش شده بود ( Dugo et al., 2002; Venkateshwarlu & Selvaraj, 2000; et al., 2010; vekari

همان‌طور که مشخص شد مقدار ترکیبات عمده اسانس *Citrus aurantifolia* در طول دوره‌های مختلف رشد و نمو و برداشت میوه تغییر می‌کند. بررسی سیر تغییرات میزان این ترکیبات نشان می‌دهد که مقادیر درصد لیمون، ژرانیال و نرال از مرحله اول برداشت در خرداد ماه تا مرحله آخر برداشت در مهر ماه به تدریج کاهش یافته و در واقع تغییرات این ترکیبات از مرحله برداشت اول به سمت رسیدگی کامل میوه سیر نزولی داشته است. بنابراین نتایج مشخص کرد برای بدست آوردن بیشترین میزان

3. Dugo, P., Bonaccorsi, I., Ragonese, C., Russo, M., Donato, P., Santi, L. and Mondello, L. 2011. Analytical characterization of mandarin (*Citrus deliciosa* Ten.) essential oil. Flavour and Fragrance Journal, 26: 34-46.
4. Fotouhi Ghazvini, R., and Fattahi Moghadam, J. 1389. *Citrus* growing in Iran. Guilan university press, Rasht, 305 p.
5. Ghani, A., Saharkhiz, M.J., Hassanzadeh, M. and Msaada, K., 2009. Changes in the essential oil content and chemical compositions of *Echinophora platyloba* DC. During three different growth and developmental stages. Journal of essential oil bearing plants, 12(2): 162-171.
6. Ghasemi, SH., Hemati, K., Bashiri Sadr, Z., Ghasem Nezhad, A. and Ghasemi, M. 1390. Quantitation of phenolic compounds in tissues of lime (*Citrus aurantifolia*) fruit during growth and maturation. Journal of Food Science and Technology, 8 (31): 69-75.
7. Jeong-Hyun, L., and Lee, J.S. 2010. Chemical composition and antifungal activity of plant essential oils against *Malassezia furfur*. Microbial biotechnol, 38(3): 315-321.
8. Patil, J.R., Jayaprakasha, G.K., Chidamabara murthy, K.N., Tichy, S.E., Chetti, B.M. and Patil, B.S. 2008. Apoptosis-mediated proliferation inhibition of human colon cancer cells by volatile principles of *Citrus aurantifolia*. Food chemistry, 114(2009): 1351-1358.
9. Ranganna, S., Govindrajan, V.S. and Ramana, K.V.R. 1983. Citrus fruits-varieties, chemistry, technology and quality evaluation. Part II. Chemistry, technology and evaluation. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 18(4): 313-86.
10. Shaw, P.E. 1979. Review of quantitative analysis of *Citrus* essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 27(2): 246-257
11. Vekiari, S.A., Protopapadakis, E.E. Papadopoulou, P., Papanicolaou, D., Panou, C. and Vamvakias, M., 2002. Composition and seasonal variation of the essential oil from leaves and peel of a Cretan Lemon Variety. Agricultural and food chemistry, 50(1): 147-153.
12. Venkateshwarlu, G., and Selvaraj, Y. 2000. Changes in the Peel Oil Composition of Kagzi Lime (*Citrus aurantifolia* Swingle.) during Ripening. Journal of essential research, 12: 50-52.
13. Yaghmae, P., Parivar, K. Haftavar, M. Zarrehbinan, F. and Shahsavari, S., 2009. Study of the effect of lemon peel essential oil on blood lipid levels and differential leukocyte count. Science Journal of Kurdistan University of Medical Science, 14(1): 55-64.