مجله مهندسی بیوسیستم ایران (۴۲) ۱، ۱۳۹۰ (۸۶-۷۹)

# ویژگی‌های فیزیکی و نیروی جداسازی گل‌های نر نخل خرمای رقم غنامی

**احمد مستعان[۱]*، سعید مینایی[۲]، تیمور توکلی هشجین[۳] و محمدجواد شیخ داودی[۴]**

[۱]، دانشجوی دکتری، [۲]، دانشیار و [۳] استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس [۴]، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۲/۲۸- تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۲/۲۶)

## چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ویژگی‌های فیزیکی گل‌های نر نخل خرمای رقم غنامی و تعیین شرایط بهینه جداسازی گل‌ها در دو بخش اجرا گردید. در بخش نخست، مناطق خرماخیز استان خوزستان به صورت کلی کاوش شد. در این بخش، رقم نر غنامی به عنوان یکی از پایه‌های نر برتر استان خوزستان انتخاب گردید و ویژگی‌های اساسی اسپات آن اندازه‌گیری و مورد مطالعه قرار گرفت. دمای مناسب برای اندازه‌گیری سریع رطوبت گل‌ها ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون استاندارد و رطوبت نهایی گل برای دو رقم غنامی قرمز و سبز به ترتیب ۱۰ و ۱۰/۳ درصد بر پایه تر به دست آمد. بر اساس نتایج، پس از گذشت ۲ روز از باز کردن اسپات و خشک شدن آن در شرایط محیط، مقاومت لایه اتصال گل‌ها به حداقل می‌رسد. میانگین این نیرو برای دو رقم غنامی سبز و قرمز در حدود ۰/۶ نیوتن به دست آمد. پس از گذشت این مدت، نیروی جداسازی گل همانند یک تابع تله‌سان رو به فزونی می‌رود. در بخش دوم شرایط دمایی مناسب برای جداسازی گل‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که شرایط دمایی محیطی کماکان نسبت به دیگر شرایط مورد مطالعه، منجر به کاهش قابل ملاحظه زمان رسیدن نیروی جداسازی گل‌ها به حداقل ممکن می‌شود. این زمان مشابه زمان به دست آمده در بخش اول بررسی، برابر با ۲ روز به دست آمد.

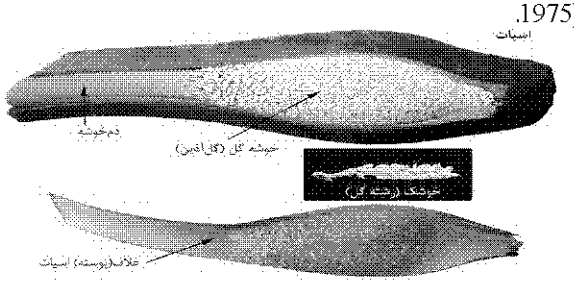
**واژه‌های کلیدی**: استخراج گرده، جداسازی گل، گرده‌افشانی، نیروی جداسازی اتصال

## مقدمه

بنا به برخی شواهد، ابتدایی‌ترین تلاش جهت نگهداری گرده برای گرده‌افشانی، در خاورمیانه و از طریق نگهداری گرده نر نخل خرما از فصلی به فصل دیگر در محیط سرد و خشک انجام شده است. در حقیقت گل‌آذین‌های نر نخل خرما (شکل ۱) از ۴۰۰۰ سال پیش تاکنون همواره به عنوان کالایی تجاری قلمداد شده است (King, 1965). امروزه دسترسی تضمین شده به منابع گرده خشک، کافی، با کیفیت مناسب و عاری از بیماری به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل گرده‌افشانی موفق شناخته می‌شود (Mostaan & Ahmadizadeh, 2008).

دانه‌ی گرده‌ی نخل خرما در زمان رسیدگی و در حالت تازه دارای رطوبتی معادل ۱۸ تا ۲۵ درصد بر پایه خشک و به شکل کروی با قطر تقریبی ۱۵ تا۲۰ میکرون می‌باشد. استفاده از گرده‌ی تولیدی پایه‌های نر در گرده‌افشانی مکانیکی مستلزم استخراج، خشک کردن و در صورت نیاز، نگهداری آن است. (Burkner & Perkins, 1975; Kashani & Eeta, 1991).

به طور کلی عملیات استخراج گرده خرما شامل دو مرحله است. مرحله اول پس از جدا کردن پوسته از اسپات نر و هنگامی که گرده‌ها تازه‌اند، انجام می‌شود. در این مرحله پس از استخراج گرده‌ها آنها را باید تا رطوبت ۲ تا ۴ درصد خشک نمود (Eeta, 1985). در روش دستی، انجام مرحله اول با تکاندن خوشه گل‌های نر و وارد آوردن ضربه به دم خوشه و نیز گل‌های آن صورت می‌پذیرد. مرحله دوم این عملیات به چند روش مختلف انجام می‌شود. این روش‌ها عبارتند از تکاندن دستی روزانه گل‌آذین تا خشک شدن نهایی (Eeta, 1986)، خرد کردن گل‌های خشک و الک کردن آنها (Darini, 2000) و تکاندن گل‌آذین خشک با لرزاننده ماشینی (Burkner & Perkins, 1975).




**شکل ۱- اسپات و بخش‌های مختلف آن**

* نویسنده مسئول: ahmadmostaan@yahoo.com

پس از استخراج به روش‌های فوق، گرده در شرایط عادی به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت (در معرض هوا) خشک می‌شود، ولی می‌توان پس از آن گرده‌ها را در دسیکاتور و به مدت ۴۸ ساعت در مجاورت کلرید کلسیم خشک‌تر نموده و آنگاه برای نگهداری سالانه در شیشه دربسته و در شرایط یخچال نگهداری نمود (Kashani & Eeta, 1991). اندازه‌گیری رطوبت گرده در آون معمولی در دمای ۴۵ درجه سلسیوس و به مدت ۶ ساعت انجام می‌شود (Burkner & Perkins, 1975). تا کنون اندازه‌گیری رطوبت سایر اجزای اسپات مد نظر نبوده و از این‌رو دمای فوق همراه با دمای استاندارد ۷۰ درجه سلسیوس مورد استفاده در اندازه‌گیری رطوبت میوه خرما (Nelson & Lawrence, 1994) برای اندازه‌گیری رطوبت گل‌های حاوی گرده قابل ارزیابی می‌باشد.

بررسی روش‌های موجود نشان می‌دهد که استخراج مستقیم گرده در مجموع نیازمند ۷ الی ۱۰ روز برای خشک شدن خوشک‌ها و گل‌های نر است (Zaid & DeWet, 1999). کاهش این مدت زمان با توجه به ضرورت کنترل دمای محیط و کاهش زمان خشک شدن گل‌های نر در قدم نخست بر جداسازی گل‌ها از گل‌آذین استوار است.

جداسازی گل‌های درختان میوه عموماً در خصوص گل‌های ماده و با هدف تنک نمودن آنها و کنترل کمیت و کیفیت محصول انجام می‌شود. تنک کردن دستی گل‌ها نیازمند نیروی کار و هزینه فراوان و در مجموع غیر اقتصادی است. از این‌رو استفاده از مواد شیمیایی رواج دارد. در تنک کردن شیمیایی گل‌ها، مواد شیمیایی تنک‌کننده روی گل‌ها پاشیده می‌شوند تا از بارور شدن گل‌ها جلوگیری نمایند. اگرچه مواد شیمیایی تنک‌کننده دارای مزیت بیشتری در افزایش سفتی بافت میوه است، لیکن محتوای مواد جامد محلول را کاهش داده‌اند. بر این اساس امروزه تنک‌کردن ماشینی به عنوان گزینه‌ای بهتر برای اجرای عملیات و کاهش تاثیر استفاده از مواد شیمیایی مورد توجه محققین قرار گرفته است. این روش که به واسطه مکانیزمهای مختلف باعث جداسازی گل‌ها از درخت می‌شود، در مراحل آزمایشی تحقیقاتی است. بیشتر آزمایش‌های به‌عمل آمده جهت تنک‌کردن مکانیکی گل‌ها روی سیب و هلو انجام شده‌اند. در یکی از این روش‌ها طناب‌های گره‌داری از روی درخت در زمان گل‌دهی کشیده می‌شوند و در روشی دیگر از آب با فشار بالا (بیش از ۳۰ بار) استفاده می‌شود (Webster & Spencer, 2000).

یک دستگاه مکانیکی متشکل از چند محور دوار که روی آنها طناب‌هایی نصب شده‌اند برای تنک کردن گل‌های درخت سیب ساخته شده است. با چرخش محورها این طناب‌ها به گل‌ها ضربه وارد نموده و آنها را از شاخه‌ها جدا می‌سازند. مقایسه کارایی دستگاه نشان داده که این ابزار در مقایسه با روش دستی باعث کاهش زمان عملیات به میزان ۲۰ تا ۴۵ درصد شده است (Damerow, *et al.*, 2007). در این میان اشاره‌ای به ماهیت و مطالعات نیرویی لازم نشده است.

در تحقیقی دیگر اثر غلظت‌های مختلف اسید کلرواتیلفسفونیک[1] بر نیروی جداسازی گلبرگ‌های گل آلستر[2] مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داده که کاهش نیروی جداسازی گلبرگ‌ها تنها در غلظت‌های بالا حاصل می‌گردد. در این تحقیق غلظت ۵۰ppm باعث کاهش زمان جداسازی به مدت ۲ روز گشته و تیمارهای با غلظت پایین تاثیری بر نیرو نداشتند (Wagstaff, *et al.*, 2005).

بر اساس مطالعات به‌عمل آمده تا کنون هیچ‌گونه شناختی از ماهیت مقاومت اتصال گل‌های نر به خوشک‌های گل‌آذین نر نخل خرما در دسترس نیست. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف شناخت ماهیت فیزیکی و نیروی جداسازی گل‌های نر نخل خرما به عنوان اولین گام در راستای دستیابی به روش بهینه استخراج گرده نخل خرما انجام پذیرفت.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در دو فاز اجرا گردید. در فاز اول کاوش اساسی برای یافتن پارامترهای تحقیقاتی و شناخت اولیه مشتمل بر گامهای زیر انجام شد.

- بررسی منطقه به منظور تعیین پایه‌های نر مناسب

تهیه نمونه‌هایی از ارقام نر مطرح و انجام آزمایش‌های زیر:

۱- اندازه‌گیری‌های رطوبت گل و خوشک

۲- تعیین روند کاهش رطوبت خوشک‌ها در شرایط مرسوم نخلدار

۳- تعیین رطوبت نهایی گل‌ها در شرایط مرسوم استخراج گرده

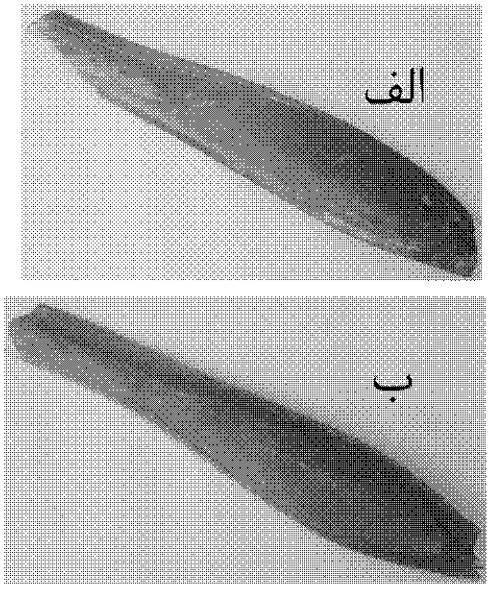
۴- تعیین میزان نیروی لازم برای جداسازی گل‌ها از خوشک

در این راستا بازدیدهای دوره‌ای از مناطق خرماخیز آبادان، شادگان، دارخوین و اهواز برای یافتن ارقام نر مطلوب و عمده انجام شد. پایه‌های نر متنوع با نام‌های مختلفی همچون غنامی قرمز، غنامی سبز، غنامی وردی، سمسماوی، وردی، سعدونی، ابوالصریم و سبزپرک در منطقه مشاهده گردید. با

1. chloroethylphosphonic acid
2. Alstroemeria peruviana cv. Rebecca

وجود این تنوع، ارقام نر غالب به دلیل عدم توجه مناسب و همپای نخل‌های ماده، بسیار محدودند، به گونه‌ای که تنها می‌توان ۳ الی ۴ پایه را به عنوان رقم تلقی نمود. از جمله مهم‌ترین این ارقام می‌توان به رقم نر غنامی، در دو نوع قرمز و سبز که قرمز آن ( شکل ۲) غالب است، اشاره نمود. بر این اساس رقم غنامی در پژوهش جاری مورد استفاده قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری صفات ابعادی رقم انتخابی، ۲۵ عدد اسپات از منطقه مورد مطالعه تهیه شد و اندازه‌گیری صفات خوشک‌ها و گل‌ها بر مبنای نمونه مرکب حاصل از این اسپات‌ها به تعداد ۱۰۰ گل و خوشک صورت پذیرفت. اندازه‌گیری صفات ابعادی اسپات و خوشک با متر نواری و خط‌کش فلزی با دقت ۱ میلی‌متر، اندازه‌گیری ابعاد گل با کولیس دارای دقت ۰/۰۲ میلی‌متر، اندازه‌گیری جرم اسپات با ترازوی دیجیتال دارای دقت ۱۰ گرم و اندازه‌گیری جرم گل با ترازوی دیجیتال A&D® با دقت ۰/۰۱ گرم انجام پذیرفت.

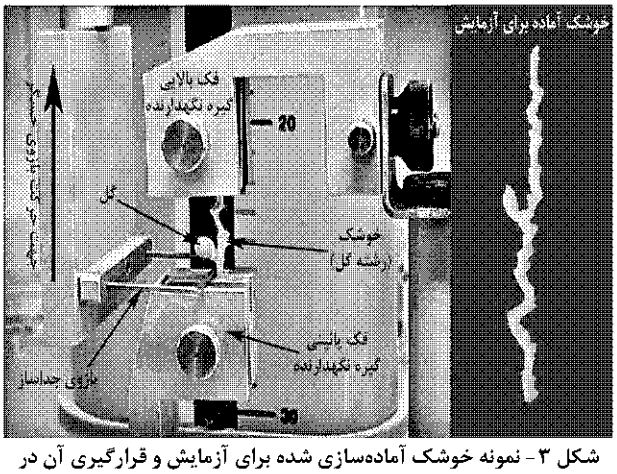



**شکل ۲- نمونه اسپات نر غنامی قرمز (الف) و نر غنامی سبز (ب) در منطقه مورد مطالعه**

پس از باز کردن هر اسپات، ۵ نمونه ۲۰ گرمی گل و ۵ نمونه خوشک هر یک شامل ۵ خوشک، به صورت تصادفی برای تعیین رطوبت اولیه و آهنگ کاهش رطوبت انتخاب شدند. همچنین به منظور تعیین روند کاهش رطوبت خوشک‌ها در روش مرسوم استخراج گرده، دو نمونه هر یک شامل ۵ خوشک از هر اسپات به صورت تصادفی جدا شده و روی کاغذ جاذب رطوبت از پیش توزین شده (در کنار توده خوشک‌ها) قرار داده شد و وزن آنها به صورت روزانه ثبت گردید. دمای محیط نگهداری با استفاده از سیستم خنک کننده مرسوم در محدوده ۲۵±۲ درجه سلسیوس تنظیم گردید. رطوبت نسبی هوا در این مدت در محدوده ۵±۳۵ درصد متغیر بود. برای تعیین رطوبت گل و خوشک در زمان استخراج گرده، پس از ثابت شدن وزن نمونه‌ها، دو نمونه گل و دو نمونه خوشک از هر اسپات به صورت تصادفی انتخاب شده و در دو دمای ۴۵ و ۷۰ درجه سلسیوس (Burkner & Perkins, 1975; Nelson & Lawrence, 1994) در آون خشک شدند تا وزن آنها تثبیت شود.

برای سنجش مقاومت اتصال گل‌ها در بخش اول، روزانه ۵ خوشک از هر اسپات به صورت تصادفی انتخاب و پس از آماده‌سازی آنها، مقاومت اتصال گل‌ها در دستگاه بافت‌سنج (*Texture Analyzer® QTS25*) تعیین گردید. برای اندازه‌گیری نیرو مطابق (شکل ۳) ابتدا خوشک انتخابی به گونه‌ای بریده شد که تنها یک گل بر روی آن باقی مانده و طول آن در حدود ۷ سانتی‌متر باشد تا در گیره دستگاه بافت‌سنج قرار گیرد. جداسازی گل توسط بازوی میله‌ای در وضعیت کشش و با سرعت *mm/min* ۱۰ انجام شد. محور خوشک بین دو گیره در بالا و پایین تثبیت شده و بازوی میله‌ای از پشت گل به سمت انتهای خوشک حرکت داده می‌شود تا گل را جدا سازد (شکل ۳). این بارگذاری باعث اعمال نیروی برشی خالص بر محل اتصال می‌شود. پس از جدا شدن گل، حداکثر نیروی جداسازی ثبت گردید.

در فاز دوم آزمایش نیروی جداسازی در شرایط مختلف محیطی برای شناخت شرایط بهینه جداسازی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور دما (در سه سطح ۱۵، ۵ و ۲۵ درجه سلسیوس) و زمان نگهداری در ۵ سطح (با توجه به یافته‌های فاز اول) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تکرار روی رقم نر انتخابی اجرا گردید. هر اسپات به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد که به بخش‌های مساوی تقسیم و به صورت تصادفی به تیمارها اختصاص داده شدند (YazdiSamadi *et. al.*, 2002).



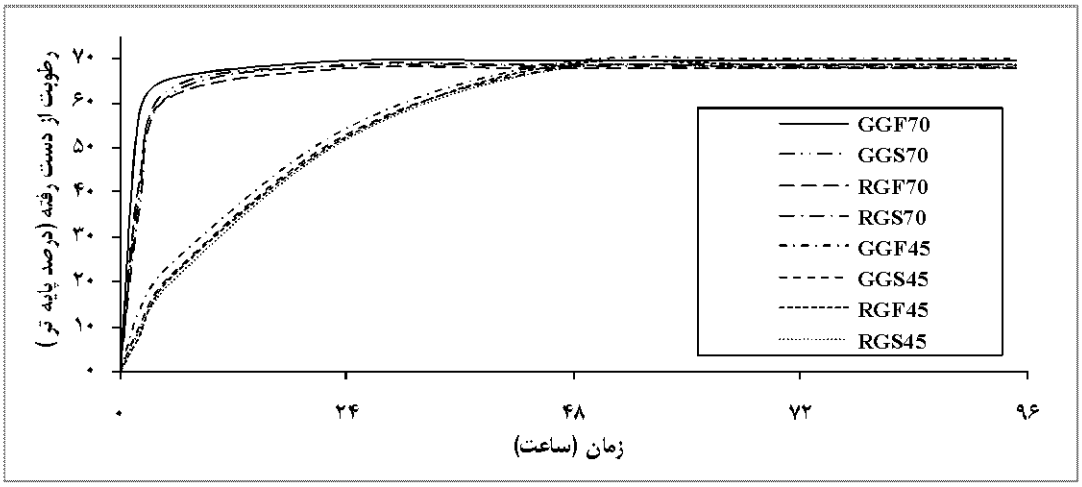

**شکل ۳- نمونه خوشک آماده‌سازی شده برای آزمایش و قرارگیری آن در دستگاه بافت‌سنج**

## نتایج و بحث

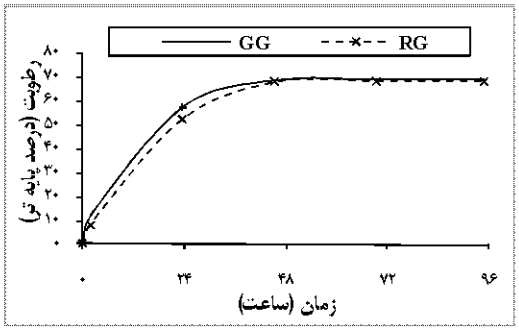
### میزان رطوبت گل و خوشک

شکل (۴) روند از دست دادن رطوبت گل و خوشک دو رقم غنامی قرمز و غنامی سبز را در دو دمای ۴۵ و ۷۰ درجه سلسیوس نشان می‌دهد. با توجه به اینکه هر دو دما منجر به رطوبت نسبتاً یکسان ۷۰ درصد شده‌اند، لذا برای تعیین سریع و استاندارد رطوبت گل و خوشک می‌توان از دمای ۷۰ درجه و به مدت ۲۴ ساعت استفاده نمود. همچنین (شکل ۵) روند از دست دادن رطوبت گل (F) و خوشک (S) دو رقم را بدون توجه به دما نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این نمودارها مشاهده می‌شود، گل‌ها تا حدودی سریع‌تر از خوشک‌ها رطوبت خود را از دست می‌دهند. این پدیده را می‌توان با نسبت سطح به جرم بیشتر گل‌ها در مقایسه با خوشک‌ها مرتبط دانست. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که خشک کردن گل‌های منفرد نسبت به خوشک‌ها از مزیت کاهش مواد اضافی و انرژی مصرفی در فرآیند خشک‌کردن و همچنین افزایش آهنگ خشک‌شدن مواد به دلیل افزایش سطح تماس مواد با هوا برخوردار است.

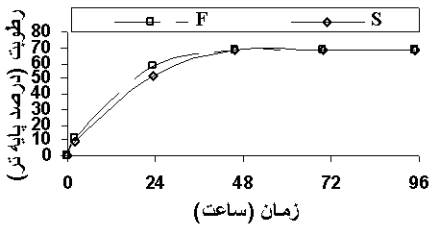
(شکل ۶) نیز روند خشک‌شدن گل و خوشک رقم غنامی قرمز (RG) و غنامی سبز (GG) را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌گردد، رقم غنّامی سبز سریع‌تر از رقم غنّامی قرمز رطوبت خود را از دست می‌دهد. این امر نیز ممکن است با شکل گل و نحوه اتصال آن به خوشک در ارتباط باشد. البته این پدیده را باید با دقت بیشتری مورد مطالعه قرار داد تا به نحو مطلوبی از آن در تعیین بهترین شرایط و زمان آماده‌سازی اسپات نر برای فرآوری با حداقل انرژی و حداقل صدمات گل‌ها و طراحی دستگاه مناسب استفاده نمود.




شکل ۴- روند از دست دادن رطوبت گل‌ها (F) و خوشک‌های (S) نر غنامی قرمز (RG) و نر غنامی سبز (GG) در دو دمای ۷۰ و ۴۵ درجه سلسیوس




شکل ۵- روند از دست دادن رطوبت در گل (F) و خوشک (S)

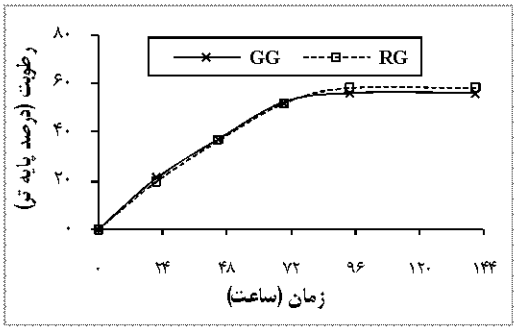



شکل ۶- روند خشک‌شدن توده گل و خوشک در دو رقم غنامی قرمز (RG) و غنامی سبز (GG)

### خشک‌شدن خوشک‌ها در شرایط محیط

شکل ۷(۷) روند از دست دادن رطوبت خوشک‌ها در شرایط اتاق را نشان می‌دهد. به وضوح می‌توان دید که خشک‌شدن طبیعی خوشک‌ها حداقل نیازمند ۴ روز وقت می‌باشد. این در حالی است که رطوبت نهایی گل‌ها و خوشک‌ها در زمان استخراج نیز تقریباً در حدود ۱۰ درصد است (جدول ۱). با قرار دادن نتیجه فوق در کنار نتیجه حاصل از نمودار شکل (۵) که در آون و بدون تهویه مناسب به دست آمده است، می‌توان امیدوار بود که با استفاده از دماهای مناسب و بدون آسیب قابل توجه به قوه نامیه گرده، بتوان زمان خشک‌شدن را

به حدود یک شبانه‌روز کاهش داد.




**شکل ۷- نمودار خشک‌شدن طبیعی خوشک‌های نر غنامی قرمز و نر غنامی سبز**

**جدول ۱- رطوبت نهایی خوشک و گل نر نخل خرما در شرایط محیط (درصد بر پایه تر)**

| غنامی سبز | | غنامی قرمز | |
|---|---|---|---|
| گل | خوشک | گل | خوشک |
| ۱۰/۳ | ۹/۸ | ۱۰ | ۹/۷ |

## ویژگی‌های فیزیکی اسپات نر غنامی قرمز

خلاصه ویژگی‌های فیزیکی مهم اسپات و اجزای اسپات نر غنامی قرمز در (جدول ۲) آورده شده است. این داده‌ها در مراحل مختلف تدوین فناوری دستآوری اسپات‌های نر نخل خرما قابل استفاده می‌باشند.

**جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی اسپات نر غنامی قرمز و اجزای آن**

الف: ویژگی‌های فیزیکی اسپات

| صفت | حداقل | متوسط | حداکثر |
|---|---|---|---|
| طول (mm) | ۴۲۰ | ۴۸۸ | ۵۷۰ |
| عرض (mm) | ۱۳۵ | ۱۳۹ | ۱۴۰ |
| ضخامت (mm) | ۶۰ | ۶۸ | ۷۵ |
| جرم (g) | ۸۳۰ | ۱۰۷۹ | ۱۲۵۰ |
| طول دم خوشه (mm) | ۴۹ | ۵۰ | ۵۲ |
| عرض دم خوشه (mm) | ۱۶ | ۱۸ | ۱۹ |
| طول خوشک (mm) | ۴۷ | ۹۶ | ۱۵۷ |
| تعداد خوشک | ۱۹۳ | ۲۳۴ | ۲۶۷ |

ب: ویژگی‌های فیزیکی اجزای اسپات

| صفت | حداقل | متوسط | حداکثر |
|---|---|---|---|
| قطر خوشک (mm) | ۱/۱۶ | ۲/۰۷ | ۳/۸۶ |
| تعداد گل خوشک | ۱۹ | ۵۶ | ۱۰۷ |
| طول گل (mm) | ۶/۵ | ۷/۸۴ | ۹/۸۰ |
| عرض گل (mm) | ۳/۲۶ | ۳/۹۱ | ۵/۱۰ |
| ضخامت گل (mm) | ۲/۰۰ | ۲/۶۹ | ۳/۹۴ |
| چگالی ویژه | ۰/۳۷ | ۰/۳۹ | ۰/۴۱ |
| وزن تک‌گل (g) | ۰/۰۲۷ | ۰/۰۳۰ | ۰/۰۳۳ |
| تعداد گل | ۱۱۶۶۷ | ۱۲۴۳۸ | ۱۴۰۹۰ |

## نیروی جداسازی گل از خوشک

نمودار شکل (۸) تغییرات نیروی جداسازی گل‌ها را نشان می‌دهد. نیروی لازم ابتدا به سرعت کاهش یافته و در مدت ۴۸ ساعت به حداقل می‌رسد و سپس با شیبی ملایم افزایش می‌یابد. تجربه حاصل در حین انجام آزمایش‌ها نشان می‌دهد که این نیرو پس از مدت نسبتاً طولانی، در حدود ۱۰ روز، به مقدار نسبتاً ثابتی می‌رسد. بر این اساس می‌توان گفت که مقاومت اتصال گل‌ها به خوشک‌ها به نوعی شبیه به یک معادله "تله‌سان[1]" است. همچنین این نمودار اولیه نشان می‌دهد که از دیدگاه مصرف نیرو، بهترین زمان جداسازی گل‌ها دو روز پس از پوست‌برداری از اسپات‌ها می‌باشد.

## شرایط بهینه جداسازی گل‌ها

نمونه منحنی مقاومت لایه اتصال گل و خوشک و زمان در شکل (۹) نشان داده شده است. رفتار غالب نمونه‌های مورد آزمایش مانند این شکل تا نقطه جدایش به صورت خطی افزایش یافته و در زمان جدایش به بیشترین مقدار خود می‌رسد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نیروی جداسازی گل‌ها در جدول ۳) آمده است. بر این اساس تاثیر هر دو عامل و همچنین اثر متقابل آنها بر نیروی جداسازی در سطح آماری ۱ درصد، معنی‌دار است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول (۴) و نمودار تغییرات نیروی جداسازی در هر یک از دماهای نگهداری در شکل (۱۰) مشاهده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که دمای نگهداری تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش نیروی جداسازی گل‌ها داشته و اثر آن با افزایش زمان نگهداری بیشتر می‌شود. این تاثیر در دمای نگهداری ۲۵ درجه سلسیوس به‌گونه‌ای است که در روز دوم نیرو به ۲۵ درصد مقدار اولیه رسیده و در روز سوم با اندکی کاهش به کمترین میزان می‌رسد و پس از آن مجدداً افزایش می‌یابد. این اثر در دمای ۵ درجه سلسیوس به گونه‌ای است که تغییرات نیرو به صورت یکنوا و با آهنگ کمتری رخ می‌دهد. در این میان تغییری در جهت انحنای نمودار زمان نگهداری- مقاومت اتصال گل مشاهده نمی‌شود. به نظر می‌رسد این تغییر

1. Trap-like equation

با ادامه زمان نگهداری قابل مشاهده باشد. حین نگهداری در دمای ۱۵- درجه سلسیوس، متفاوت با دو حالت قبلی، تغییر آماری محسوسی در مقاومت اتصال گل در دوره زمانی مورد مطالعه دیده نمی‌شود.

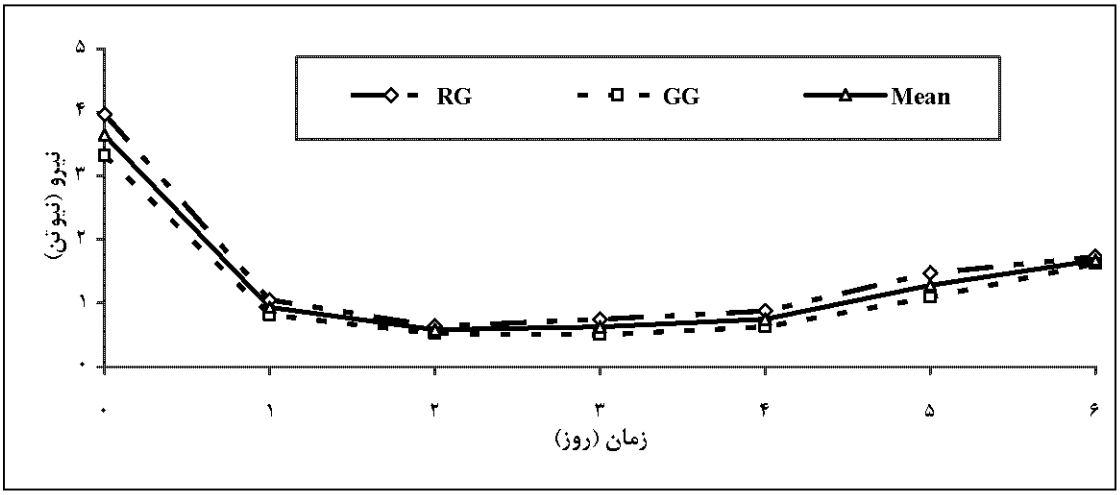
تغییرات مشاهده شده در مقاومت لایه اتصال گل نسبت به دما مشابه نتایج کلی Wagstaff et al. (2005) بوده و آنها را می‌توان با دو عامل گیاه و محیط در ارتباط دانست. مورد اول به ویژگی‌های لایه اتصال و مورد دوم به آهنگ از دست دادن رطوبت این ناحیه و تاثیر آن بر فعل و انفعالات شیمیایی در لایه اتصال بستگی دارد. اگرچه آهنگ کاهش رطوبت و فعل و انفعالات شیمیایی در این مطالعه مورد توجه نبوده است، لیکن به نظر می‌رسد اثر حاصل در دماهای مختلف، علاوه بر تاثیر مستقیم دما با اثر غیر مستقیم آن که همانا تغییر در آهنگ کاهش رطوبت است در ارتباط باشد. از این‌رو چنین می‌توان نتیجه گرفت که سرعت رسیدن به حداقل نیروی جداسازی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ناشی از همین تاثیر است. با توجه به آهنگ کمتر کاهش رطوبت و فعل و انفعالات شیمیایی در دماهای پایین‌تر، مشاهده می‌شود که اندازه عددی شیب منحنی مقاومت اتصال گل کاهش می‌یابد. از این‌رو بررسی تاثیر آهنگ کاهش رطوبت و تغییرات شیمیایی محل اتصال در دماهای مختلف بر شیب منحنی مقاومت اتصال و زمان رسیدن آن به مقدار کمینه توصیه می‌شود.

**جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های نیروی جداسازی گل‌های نر نخل خرما**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربع‌ها | مقدار F |
|---|---|---|---|
| بلوک | ۸ | ۰/۴۷۷ | ۱/۷۸۸۷ |
| شرایط نگهداری | ۲ | ۹۴/۸۷۱ | ۳۵۵/۴۸۷۱** |
| زمان نگهداری | ۴ | ۱۶/۹۶۶ | ۶۳/۵۷۲۰** |
| شرایط نگهداری × زمان نگهداری | ۸ | ۶/۱۲۴ | ۲۲/۹۴۷۱** |
| خطا | ۱۱۲ | ۰/۲۶۷ | |
| کل | ۱۳۴ | | |

** وجود اختلاف آماری در سطح خطای ۱ درصد

ضریب تغییرات: ٪ ۱۴/۵۰



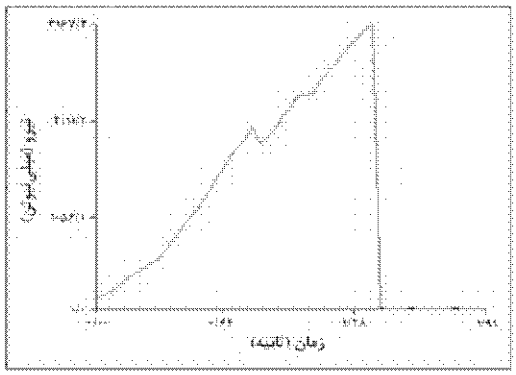

**شکل ۸- تغییرات مقاومت اتصال گل به خوشک دو رقم نر غنامی قرمز (RG)، نر غنامی سبز (GG) و میانگین دو رقم (خارج از خشک‌کن)**

**جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی و اثرات متقابل متغیرهای مستقل بر نیروی جداسازی گل‌های نر ($\alpha$ = ۰/۰۵) (بر حسب نیوتن)**

| دما \ زمان (روز) | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | میانگین |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۵ درجه سلسیوس | ۴/۶۲۱$^{b}$ | ۲/۲۳۶$^{e}$ | ۱/۱۴۱$^{f}$ | ۰/۷۴۳$^{f}$ | ۰/۸۸۶$^{f}$ | ۱/۹۲۶$^{C}$ |
| ۵ درجه سلسیوس | ۵/۲۱۰$^{a}$ | ۴/۴۹۵$^{b}$ | ۳/۸۷۴$^{c}$ | ۳/۳۹۷$^{cd}$ | ۳/۳۳۲$^{d}$ | ۴/۰۶۲$^{B}$ |
| ۱۵- درجه سلسیوس | ۴/۶۶۴$^{b}$ | ۴/۷۴۱$^{ab}$ | ۴/۶۷۰$^{b}$ | ۴/۷۶۲$^{ab}$ | ۴/۶۴۹$^{b}$ | ۴/۶۹۷$^{A}$ |
| میانگین | ۴/۸۳۲$^{A}$ | ۳/۸۲۴$^{B}$ | ۳/۲۲۸$^{C}$ | ۲/۹۶۷$^{C}$ | ۲/۹۵۶$^{C}$ | ۳/۵۶۲ |

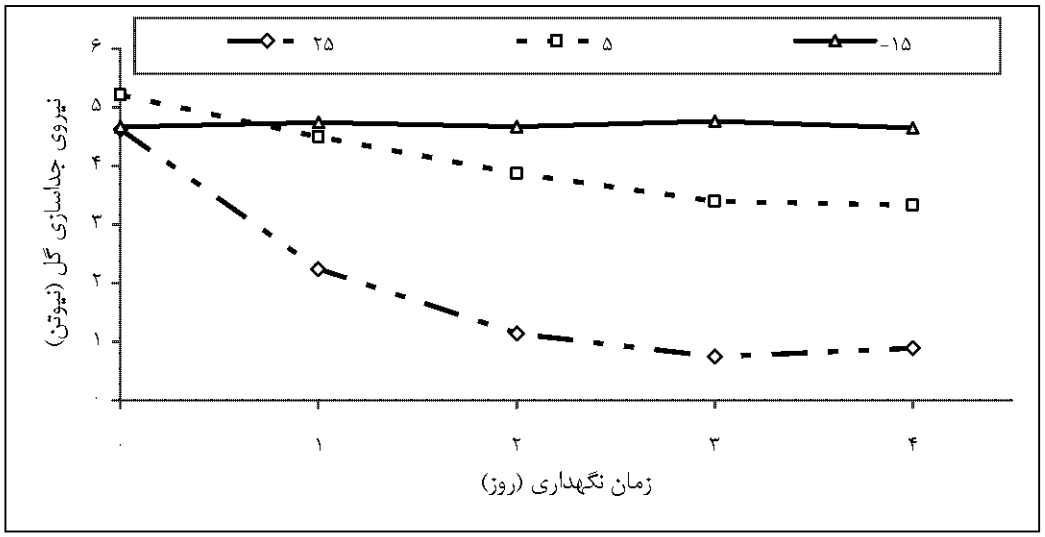
حروف لاتین بزرگ مربوط به اثرات اصلی و حروف لاتین کوچک مربوط به اثرات متقابل می‌باشند.

میانگین‌های دارای بالانویس یکسان، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۹- نمونه منحنی نیرو-زمان برای مقاومت لایه اتصال گل و خوشک

از فرضیه‌های ممکن برای توصیف رفتار جداسازی گل‌ها می‌توان به نحوه اتصال گل‌ها به خوشک‌ها اشاره نمود. در حقیقت این اتصال دربردارنده دو نوع بافت آوندی و بافت پارانشیمی است. به نظر می‌رسد در ابتدای زمان نگهداری، بافت پارانشیمی به تدریج قدرت اتصال خود را از دست می‌دهد و در همین حین بافت آوندی با کاهش رطوبت کم‌کم خشک شده و به حالت خشبی در می‌آید. اثر متقابل این دو پدیده موجب ایجاد حالت تله‌سان در منحنی مقاومت لایه اتصال در مقابل زمان نگهداری می‌گردد.




شکل ۱۰- نمودار تغییرات نیروی جداسازی گل‌های نر در شرایط دمایی مختلف

## نتیجه‌گیری کلی

بر اساس کاوش‌های انجام گرفته، رقم غنامی قرمز به عنوان یکی از ارقام نر غالب نخل خرمای استان خوزستان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بهترین زمان از نظر نیروی لازم برای جداسازی گل‌ها از خوشک، نگهداری اسپات‌های باز شده به مدت دو روز در شرایط اتاق می‌باشد. در این مدت مقاومت لایه اتصال گل به خوشک کمتر از ۱ نیوتن می‌باشد. بر این اساس به نظر می‌رسد که امکان کاهش قابل توجه در زمان مورد نیاز برای استخراج گرده خرما به واسطه نتایج حاصل از این تحقیق قابل بررسی است. در این راستا ویژگی‌های ابعادی و فیزیکی اسپات، خوشک و گل‌های نر غنامی قرمز و رفتار رطوبتی هر یک در این پژوهش تعیین شده و در مطالعات بعدی قابل استفاده می‌باشند.

در پایان به منظور تکمیل مطالعات بررسی امکان کاهش زمان فرآیند استخراج گرده خرما، تحقیق جامع‌تر در خصوص ماهیت فیزیکی – شیمیایی فرآیند جدا شدن گل‌های نر نخل خرما و پژوهش دربارهٔ طراحی و ساخت دستگاه جداساز گل‌های نر، خشک‌کردن گل‌ها و تاثیر آن بر قوه نامیه، زمان و روش‌های جداسازی گرده از گل‌های منفرد پیشنهاد می‌گردد.

## سپاسگزاری

از سرکار خانم مهندس سهام احمدی زاده، کارشناس و مسئول محترم آزمایشگاه بخش تحقیقات تولید، تبدیل و نگهداری محصول موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور به پاس تسریع و همکاری در اجرای بهتر آزمایش‌های این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

## REFERENCES

Burkner, P. F., & R. M. Perkins. (1975). Mechanical extraction of date pollen. *Date Grower's Institute Annual Report*, 52, 3-7.

Damerow, L., Kunz, A., & Blanke, M. (2007). Regulation of fruit set by mechanical flower thinning. Mechanische Frucht behangs regulierung, Erwerbs - *Obstbau,* 49, 1–9.

Darini, A. (2000). *Pollen extraction and storage method.* Simple factsheet, Agri-Jehad organization of Jiroft, Jiroft. (In Farsi)

Eeta, M. (1986). *Analysis of some points about date palm pollination*. Study Report, Plant & seed registration and certification institute, Karaj, Iran. (in Farsi)

Eeta, M. (1985). *Researches on pollinating date palm in Iraq*. Scientific Report, Plant & seed registration and certification institute, Karaj, Iran. (in Farsi)

Kashani, M. & Eeta, M. (1991). *Study and determination of optimum pollen storage method.* Research Final Report, Plant & Seed Registration and Certification Institute, Karaj, Iran. (in Farsi)

King, J. R. (1965). The storage of pollen-particularly by the freeze-drying method (in abstract). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 92(4), 270-287.

Mostaan, A. & Ahmadizadeh, S. (2008). Management of sustained production of pollen; the strategic input in date palm cultivation. *Keshavarzi va Sanat*, 104, 33-37. (in Farsi)

Nelson, S. O., & K. C. Lawrence. (1994). RF impedance sensing of moisture content in individual dates. *Transactions of the ASAE*, 37(3), 887-891.

Wagstaff, C., Chanasut, U., Harren, F. J. M., Laarhoven, L. J., Thomas, B., Rogers, H. J. & Stead, A. D. (2005). Ethylene and flower longevity in Alstroemeria: relationship between tepal senescence, abscission and ethylene biosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 56 (413), 1007–1016.

Webster, A. D., & Spencer, J. E. (2000). Fruit thinning; plums and apricots. *Plant Growth Regulation*, 31, 101-112.

YazdiSamadi, B., Rezaei, A. & Valizadeh, M. (2002). *Statistical designs in agricultural research.* Tehran: University of Tehran Press. (In Farsi)

Zaid, A., & P. F. DeWet. (1999). Pollination and bunch management. In A. Zaid (Ed.), FAO plant production and protection paper No. 156: *Date Palm Cultivation.* (pp.144-205). Rome, Italy.