

# بررسی برخی از خواص فیزیکی، مکانیکی و انبارمانی کیوی رقم هایوارد در سه استان گلستان، گیلان و مازندران

محسن آزادبخت<sup>۱\*</sup>، ندا تجری<sup>۱</sup> و رقیه پورباقر<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۳

۱- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده آب، خاک و ماشین دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

\*مسئول مکاتبه E-mail: [azadbakht@gau.ac.ir](mailto:azadbakht@gau.ac.ir)

## چکیده

شرایط آب و هوایی یکی از عوامل تاثیرگذار در کیفیت و کمیت محصولات باغی و زراعی است و نقش بسزایی در تولید و عملکرد محصول ایفا می‌کند. در این تحقیق برخی خواص فیزیکی (جرم، حجم، دانسیته، طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی، قطر میانگین هندسی، قطر معادل، ضریب کرویت و سطح رویه)، انبارمانی (در دمای اتاق) در طی دو هفته و برخی از خواص مکانیکی (انرژی و نیرو گسیختگی، تغییر شکل بیشینه و چگرمگی) کیوی رقم هایوارد برداشت شده از سه استان گلستان، گیلان و مازندران در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به آنالیز داده‌ها، تاثیر مناطق مختلف بر خواص فیزیکی کیوی معنی‌دار نبوده ولی تاثیر انبارمانی بر برخی از خواص فیزیکی از جمله قطر بزرگ، قطر میانگین هندسی و قطر میانگین حسابی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثرات متقابل مناطق مختلف و انبارمانی بر انرژی گسیختگی، نیروی گسیختگی و چگرمگی در سطح یک درصد و تاثیر انبارمانی بر تغییر شکل بیشینه در سطح یک درصد و تاثیر منطقه بر تغییر شکل بیشینه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار انرژی گسیختگی و نیروی گسیختگی مربوط به کیوی تولید شده در استان گیلان و روز اول انبارمانی بود که به ترتیب برابر  $3364/7 \text{ N.mm}$  و  $619/04 \text{ N}$  بوده و بیشترین تغییر شکل بیشینه برابر  $12/47 \text{ mm}$  و چگرمگی برابر  $0/02342 \text{ N.mm}^{-2}$  مربوط به روز اول انبارمانی بود. کمترین مقدار انرژی گسیختگی و نیرو گسیختگی مربوط به استان مازندران و روز چهاردهم انبارمانی و به ترتیب برابر  $551/5 \text{ N.mm}$  و  $109/54 \text{ N}$  بود. کمترین تغییر شکل برابر  $9/84 \text{ mm}$  مربوط به روز چهاردهم انبارمانی و کمترین چگرمگی برابر  $0/00842 \text{ N.mm}^{-2}$  و مربوط به استان مازندران بود.

واژه‌های کلیدی: اثر منطقه، کیوی، خواص مکانیکی، خواص فیزیکی، انبارمانی

مناسب خاک محل رشد کیوی ۶/۵ - ۵/۵ است. با توجه به تحقیقات انجام گرفته، شرایط آب و هوایی و خاکی مناسب برای کشت این محصول فقط در استان‌های شمالی کشور، مازندران، گیلان و گلستان فراهم است و در سایر استان‌ها به دلیل رطوبت نسبی کم، سرمای زمستان و بالا بودن PH خاک کشت این محصول امکان‌پذیر نمی‌باشد (جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). آب و هوا یکی از علل اصلی پراکندگی جغرافیایی گیاهان است (محمدی، ۱۳۸۱) و در حال حاضر این میوه در سه استان مازندران با ۸۰٪، گیلان ۱۸٪ و گلستان ۲٪ کل سطح زیر کشت در حاشیه دریای خزر و اراضی مناسب کشت شده و روز به روز بر سطح آن افزوده می‌شود (روزبه نصیریایی و همکاران، ۱۳۸۴). تاثیر آب و هوایی هر منطقه روی کمیت و کیفیت محصولات زراعی و باغی شدید بوده و از عوامل موثر در بازده اقتصادی زراعت و تامین نیازمندی‌های غذایی جامعه می‌باشد. به طور کلی میزان تولید در محصولات کشاورزی به دو عامل بستگی دارد: ۱- میزان هزینه و اثر بخشی نهاده‌های مختلف مانند کود، سم، آب، نیروی کار، مکانیزاسیون ۲- شرایط آب و هوایی. عامل اول معمولاً در

## ۱- مقدمه

مبدا اصلی کیوی (*Actinidiachinensis* P.) جنگل‌های مناطق معتدل اطراف رودخانه یانگ تسه در جنوب چین است و ارقام مختلف آن به صورت پراکنده از سیبری تا اندونزی وجود دارد (امام جمعه و علاالدینی، ۱۳۸۴). گیاه کیوی، بومی مناطق نیمه گرمسیری است و در بیشتر نقاطی که درختان مرکبات کاشته می‌شوند، درختان کیوی نیز می‌توانند رشد کرده و محصول دهند. ضمن اینکه مقاومت گیاه کیوی به تغییرات دما و دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد، بیش‌تر از درختان مرکبات است (روزبه نصیریایی و همکاران، ۱۳۸۴). نیاز آبی این درخت سالیانه ۷۰۰۰-۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار است. رطوبت نسبی ۷۵ درصد و ۳۰۰ تا ۴۰۰ ساعت دمای کمتر از ۷ درجه سانتی‌گراد در فصل خواب جهت تولید میوه ضروری است. در مناطقی که دمای زمستان به کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد زیر صفر برسد پرورش کیوی غیر ممکن است و این درخت تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد را در تابستان تحمل می‌کند. اسیدیته

بسته‌بندی ضرورت دارد توسط احمدی و همکاران (۲۰۰۸) تعیین شدند. برخی ویژگی‌های فیزیکی و سفتی هلو رقم زعفرانی شهرکرد توسط اسحق بیگی و اردفروشان (۱۳۸۷) اندازه‌گیری شدند. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر منطقه کاشت محصول کیوی (رقم هایوارد) در ایران که منحصر به شمال ایران و استان‌های گلستان، مازندران و گیلان است و تاثیر انبارمانی این محصول در دمای اتاق بر برخی از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی است. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان شرایط مناسب برای کاشت، برداشت و هم‌چنین نگهداری میوه کیوی در انبار را مورد بررسی قرار داد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- تهیه نمونه‌ها

میوه کیوی رقم هایوارد به طور همزمان از باغ‌های واقع در سه استان گلستان (شهر کردکوی)، گیلان (شهر رشت) و مازندران (شهر ساری) در اواسط آذر ماه تهیه شد و یک‌روز پس از برداشت آزمایشات بر روی محصول انجام گرفتند. رطوبت و دمای هوا در موقع برداشت اندازه‌گیری شد که برابر ۶۵ درصد و ۸ درجه سانتی‌گراد برای گلستان، ۸۵ درصد و ۴ درجه سانتی‌گراد برای گیلان و ۸۰ درصد و ۳ درجه سانتی‌گراد برای مازندران بود. رطوبت اولیه کیوی هر سه منطقه با خشک کردن در آن با روش استاندارد در سه تکرار و جرم اولیه ۳۰ گرم برای هر منطقه تعیین گردید، که برابر ۷۹/۷۸ برای گلستان، ۸۰/۹۷ گیلان و ۸۰/۵۷ مازندران براساس وزن تر بود.

### ۲-۲- روش آزمایش

#### ۲-۲-۱- خواص فیزیکی

ابتدا برخی از خواص فیزیکی از جمله طول یا قطر بزرگ (L)، عرض یا قطر متوسط (W) و ضخامت یا قطر کوچک (T)، با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، جرم (M) با ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، قطر میانگین حسابی (d<sub>g</sub>)، قطر میانگین هندسی (d<sub>g</sub>)، قطر معادل (d<sub>eq</sub>)، حجم (V)، دانسیته (ρ)، ضریب کرویت (Sphericity) و سطح روبه (S) طبق روابط ۱ تا ۷ برای ۳۰ عدد کیوی در هر منطقه محاسبه شد (رضوی و اکبری ۱۳۸۵؛ محسنین ۱۹۸۶).

دوره‌ای طولانی عمل می‌کند زیرا مقدار هزینه‌های تولید و کیفیت نهاده‌های مورد مصرف از یک سال به سال دیگر به مقدار زیاد تغییر نمی‌کند، بلکه تغییرات بطور پیوسته در مدت زمان زیاد انجام می‌گیرد. ولی وضعیت آب و هوایی به ویژه تغییرات آب و هوایی (درجه حرارت، مجموع بارندگی و توزیع آن) اغلب به مقدار قابل ملاحظه‌ای هم بین سال‌ها و هم بین میانگین دوره‌ای طولانی مدت، متفاوت است (خاکیان دهکردی، ۱۳۸۱).

محققین تحقیقات زیادی در زمینه خواص فیزیکی و مکانیکی و انبارمانی محصولات کشاورزی انجام داده‌اند ولی در زمینه تاثیر منطقه کاشت برای یک محصول خاص تحقیقات زیادی صورت نگرفته است، در زیر به برخی از تحقیقات مرتبط با روش انجام آزمایش این تحقیق اشاره می‌شود: تاثیر اندازه میوه (کوچک و بزرگ)، رقم (مانتی و هایوارد) و زمان انبارمانی (۰، ۶ و ۱۲ هفته) بر میزان مواد جامد محلول، میزان PH، درصد رطوبت و دو ویژگی مکانیکی سفتی و انرژي نفوذ میوه کیوی توسط میرزایی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشات آنها نشان دادند که فاکتورهای زمان انبارمانی، اندازه و رقم محصول بر خواص اندازه‌گیری شده تاثیر معنی‌داری داشتند. برخی از خواص مکانیکی میوه گوجه فرنگی (رقم پتوارلی سی و رقم سوپرتا) در ۴ مرحله زمانی و دو سطح اندازه میوه تحت آزمون بارگذاری ضربه‌ای توسط محمدی آیلار و همکاران (۱۳۸۹) اندازه‌گیری شدند. آنها گزارش کردند اثر فاکتورهای ارتفاع سقوط و زمان پس از برداشت بر متغیرهای درصد گسیختگی و ضایعات مکانیکی در میوه‌های گسیخته نشده طی سه روز انبارمانی معنی دار بود. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در هنگام بلوغ فیزیولوژیکی و دوره رسیدن کیوی رقم هایوارد توسط کانگی و همکاران (۲۰۱۱) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایشات آنها نشان دادند مقدار آنتی‌اکسیدان‌ها در بلوغ فیزیولوژیکی از دوره رسیدن کیوی بالاتر است. برخی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کیوی رقم هایوارد توسط رضوی و بهرام پرور (۲۰۰۷) اندازه‌گیری شدند. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مکانیکی بافت کیوی رقم هایوارد در ارتباط با تغییر بافت در طی انبارمانی سرد توسط هارکر و هالت (۱۹۹۴) مورد بررسی قرار گرفتند. آنها گزارش کردند که با گذشت زمان سفتی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم سیب صادراتی (گلدن دلشیز، رد دلشیز و گرانی اسمیت) توسط مسعودی و همکاران (۱۳۸۴) تعیین و با هم مقایسه شدند. خواص فیزیکی و شیمیایی خرمالو رقم *Fuyu* توسط آلتونتاس و همکاران (۲۰۱۰) اندازه‌گیری شدند. برخی خواص مکانیکی میوه گوجه فرنگی مانند ضریب اصطکاک دینامیکی، سفتی، ضربه و ... در شرایط انبارمانی توسط نابیل و همکاران (۲۰۱۲) تعیین شدند. برخی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی میوه زردآلو (*C.V Tabarzeh*)، گوشته و هسته که برای طراحی ابزار برداشت، فرآوری، حمل و نقل، جداسازی و

میزان انرژی گسیختگی بدست آمد. برای بدست آوردن میزان چغرمگی از فرمول ۹ استفاده شد.

$$\text{چغرمگی} = \frac{\text{انرژی گسیختگی}}{\text{حجم میوه}} = \frac{N \cdot \text{mm}}{\text{mm}^3} \quad (۹)$$

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- خواص فیزیکی و انبارمانی

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با افزایش زمان انبارمانی برای هر سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران خواص فیزیکی از جمله جرم، طول، عرض، ارتفاع، قطر میانگین هندسی و حسابی، قطر معادل، حجم و سطح رویه کاهش یافته است و مقادیر ضریب کرویت و دانسیته تغییرات چشم‌گیری نداشته است. این نتایج مشابه نتایج صفی یاری و همکاران (۱۳۹۱) است که گزارش کردند نگهداری میوه خرمالو (افزایش زمان انبارمانی)، خصوصیات فیزیکی طول، عرض، ضخامت، قطر میانگین حسابی، قطر میانگین هندسی، قطر معادل، ضریب کرویت، ضریب رعنائی، مساحت و حجم را به شکل معنی‌داری کاهش داد.

نتایج آنالیز واریانس مربوط به اثرات انبارمانی و منطقه بر روی خواص فیزیکی در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود تاثیر منطقه بر خواص فیزیکی معنی‌دار نبوده و تاثیر انبارمانی در قطر بزرگ، قطر میانگین حسابی و قطر میانگین هندسی در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و اثرات انبارمانی بر سایر خواص فیزیکی معنی‌دار نبود. تاثیر اثرات متقابل در همه موارد معنی‌دار نبود.

شکل ۱ تغییرات خواص فیزیکی کیوی رقم هایوارد در طی دو هفته انبارمانی در دمای اتاق را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش زمان انبارمانی مقادیر جرم، طول، عرض، ارتفاع، قطر میانگین هندسی و حسابی، قطر معادل، حجم و سطح رویه کاهش یافته و مقادیر ضریب کرویت و دانسیته تغییرات چشم‌گیری نداشته‌اند (ضریب کرویت و دانسیته به‌علت کوچک بودن و عدم وضوح کامل در نمودار نشان داده نشده‌اند).

شکل ۲ تغییرات خواص فیزیکی کیوی رقم هایوارد برای سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود خواص فیزیکی برای سه منطقه مختلف متفاوت بوده ولی این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است (ضریب کرویت و دانسیته به‌علت کوچک بودن و عدم وضوح کامل در نمودار نشان داده نشده‌اند).

$$d_a = \frac{L+W+T}{3} \quad (۱)$$

$$d_g = (LWT)^{1/3} \quad (۲)$$

$$d_{eq} = 2r = 2 \left[ \frac{3V}{4\pi} \right]^{1/3} \quad (۳)$$

$$V = \frac{\pi LWT}{6} \quad (۴)$$

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (۵)$$

$$\text{Sphericity} = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (۶)$$

$$S = \pi d_g^2 \quad (۷)$$

برای دقت بیشتر، حجم نمونه‌ها با روش ترازوی کفه‌ای نیز محاسبه شد. ابتدا نمونه مورد نظر روی ترازو وزن شد ( $M_1$ )، سپس یک بشر متناسب با نمونه مورد نظر انتخاب و با آب پر شد. نمونه را داخل ظرف محتوی آب که قبلاً توزین شده است ( $M_2$ ) غوطه ور نموده، به طوری که با کناره‌ها یا ته بشر در تماس نباشد و مجدداً وزن گردید ( $M_3$ ). در این حالت اختلاف وزن‌ها معادل نیروی شناوری اعمالی توسط سیال بر جسم خواهد بود و حجم از تقسیم نیروی شناوری بر دانسیته آب بدست می‌آید (رضوی و اکبری، ۱۳۸۵) یعنی:

$$V = \frac{M_{dw}}{\rho_w} \quad (۸)$$

که  $M_{dw}$  جرم آب جابه‌جا شده (برابر  $M_2 - M_3$ ) و  $\rho_w$  دانسیته آب است.

بعد از ۷ و ۱۴ روز انبارمانی در دمای اتاق خواص فیزیکی طبق روش‌های ذکر شده مجدداً اندازه‌گیری شدند. آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل در سه سطح انبارمانی، سه منطقه و سه تکرار صورت گرفتند.

#### ۲-۲-۲- خواص مکانیکی

هم‌چنین در طی دو هفته متوالی میزان نیروی گسیختگی توسط دستگاه اینسترون (SANTAM) مدل STM\_5 اندازه‌گیری شد. این دستگاه شامل دو صفحه موازی است به گونه‌ای که صفحه کوچکتر (که به فک متحرک متصل است) بتواند بر روی نمونه به صورت متقارن نیرو اعمال کند. برای این کار سرعت حرکت فک فشار دهنده (فک بالایی) ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه و برای نمونه‌های هر استان تعداد ۳۰ عدد انتخاب شد. با توجه به نمودارهای نیرو-جابه‌جایی و بدست آوردن سطح زیر نمودارها

## ۲-۲- خواص مکانیکی

بررسی میزان اثرات مقایسه میانگین به روش LSD برای داده‌ها انجام داده و نتایج در جدول ۴ آورده شد.

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میزان انرژی گسیختگی برای منطقه ۱ (گیلان) در روز نخست آزمایش با  $3364/7 \text{ N.mm}$  بیش-ترین مقدار و برای منطقه ۳ (مازندران) در روز چهاردهم انبارمانی با  $551/5 \text{ N.mm}$  کمترین مقدار را داشته است.

جدول ۴ نشان می‌دهد که میزان انرژی گسیختگی با افزایش زمان انبارمانی کاهش یافته است، هم‌چنین میزان انرژی گسیختگی برای کیوی هایوارد سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران متفاوت بوده و بیش‌ترین مقادیر برای استان گیلان و کمترین مقادیر برای استان مازندران بود. مقادیر انرژی گسیختگی استان گلستان حد واسط بین این دو استان بود.

نتایج آنالیز واریانس مربوط به اثرات انبارمانی و منطقه بر روی انرژی و نیروی گسیختگی، چغرمگی و تغییر شکل بیشینه در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود اثر انبارمانی بر انرژی، نیرو، چغرمگی و تغییر شکل بیشینه در سطح یک درصد، تاثیر منطقه بر انرژی، نیرو و چغرمگی در سطح یک درصد و بر تغییر شکل بیشینه در سطح ۵ درصد معنی دار است. تاثیر اثرات متقابل برای انرژی و نیروی گسیختگی در سطح یک درصد معنی دار بوده و برای چغرمگی و تغییر شکل بیشینه در سطح یک و ۵ درصد معنی دار نبوده است.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اثرات متقابل برای انرژی و نیروی گسیختگی در سطح ۵ درصد معنی دار بوده، در نتیجه برای

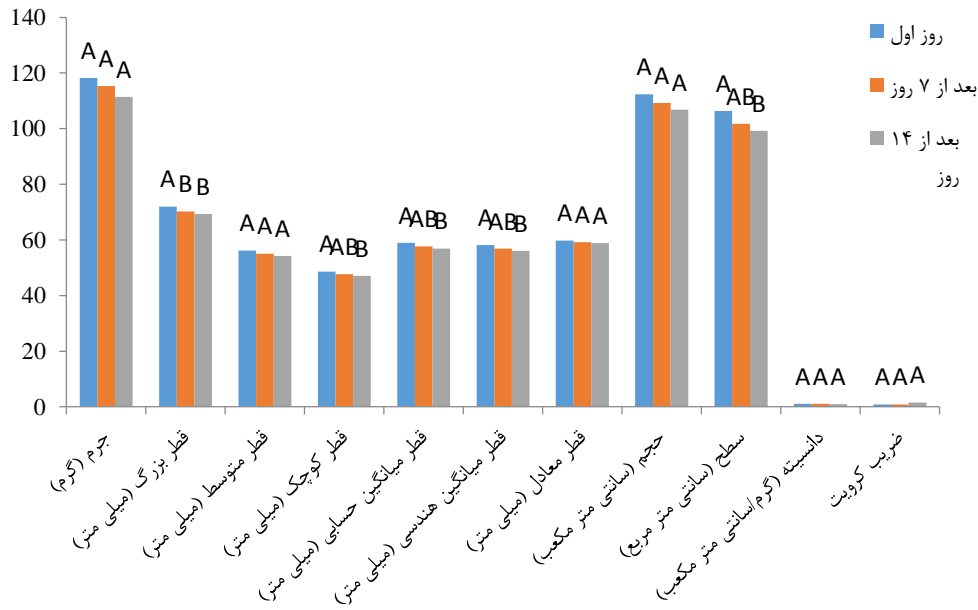
جدول (۲): تجزیه واریانس مربوط به اثر انبارمانی و منطقه بر روی خواص فیزیکی

مقدار F	میانگین‌ها (Means)		میانگین‌ها (Means)		مقدار F
	انبارمانی	منطقه	انبارمانی × منطقه	منطقه	
۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۱/۴۸ <sup>ns</sup>	۴/۰۵	۳۲/۲۵	۳۱۴/۲۴
۰/۴۸ <sup>ns</sup>	۲/۵۹ <sup>ns</sup>	۶/۸۵ <sup>**</sup>	۳/۶۱	۱۹/۵۸	۵۱/۸۵
۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۲/۸۹ <sup>ns</sup>	۱/۲۷ <sup>ns</sup>	۰/۸۹	۵۶/۲۱	۲۴/۷۱
۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۹۹ <sup>ns</sup>	۲/۹۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۸	۵/۵۰	۱۶/۳۳
۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۱/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۹	۰/۲۶	۶/۴۶
۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۴۳ <sup>ns</sup>	۴/۹۳ <sup>**</sup>	۱/۱۷	۲/۵۳	۲۹/۱۲
۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۶۴ <sup>ns</sup>	۴/۸۲ <sup>**</sup>	۱/۰۱	۳/۶۹	۲۷/۶۳
۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۱/۲۰ <sup>ns</sup>	۶/۹۸	۸/۴۴	۲۱۲/۱۱
۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۷۶ <sup>ns</sup>	۴/۶۸ <sup>ns</sup>	۱۱۲۶۰۴/۷۹	۵۶۳۶۵۶/۱۸	۳۴۷۹۵۸۶/۱۱
۰/۹۲ <sup>ns</sup>	۰/۶۰ <sup>ns</sup>	۱/۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۲
۱/۰۰ <sup>ns</sup>	۱/۰۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۰ <sup>ns</sup>	۴/۶۴	۴/۹۳	۴/۶۷

\*\* و ns: به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح یک درصد، عدم معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

(گیلان) در روز نخست آزمایش بیش‌ترین مقدار با  $619/04 \text{ N}$  و برای منطقه ۳ (مازندران) در روز چهاردهم انبارمانی کمترین مقدار با  $\text{N}$   $109/54$  را داشته است.

اینگونه به نظر می‌رسد که با گذشت زمان و رسیده‌تر شدن میوه کیوی نیروی کمتری برای رسیدن به نقطه تسلیم و گسیخته شدن محصول نیاز است. مقدار انرژی با محاسبه سطح زیر منحنی نیرو- تغییر شکل تا نقطه شکست بدست می‌آید پس مقدار آن وابسته به مقدار نیرو و تغییر شکل می‌باشد (عالمی و همکاران، ۱۳۸۸). و با توجه به کم شدن مقدار نیرو و تغییر شکل با گذشت زمان مقدار آن نیز کم شده است. این نتایج مشابه نتایج یونجی و قنبریان (۱۳۸۷) هستند که گزارش کردند پس از گذشت یک هفته، تفاوت معنی‌داری در سفتی میوه‌های طالبی ایرانی (رقم سمسوری و شاه آبادی) مشاهده نشد. ولی با گذشت دو هفته، سفتی بطور معنی‌داری کاهش یافت. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود میزان نیروی گسیختگی برای منطقه ۱



شکل ۱: نمودار تغییرات خواص فیزیکی کیوی رقم هایوارد در طی دو هفته انبارمانی در دمای اتاق. حروف بزرگ مشابه به معنی عدم اختلاف معنی دار است.



شکل ۲: نمودار تغییرات خواص فیزیکی کیوی رقم هایوارد برای سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران. حروف بزرگ مشابه به معنی عدم اختلاف معنی دار است.

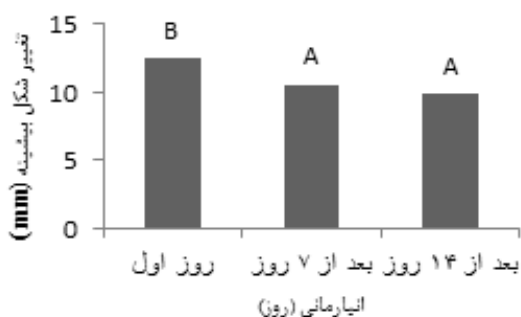


جدول (۳): تجزیه واریانس مربوط به اثر انبارمانی و منطقه بر روی خواص مکانیکی

انبارمانی منطقه ×	منطقه	میانگین‌ها (Means)			
		انبارمانی	انبارمانی × منطقه	منطقه	انبارمانی
۲/۵۳*	۱۳/۷۳**	۱۸/۲۳**	۲۰۴۴۷۷۱/۴۰	۱۱۰۷۷۸۹۴/۵۸	۱۴۷۰۷۸۹۴/۴۵
۲/۸۵*	۱۳/۹۶**	۱۷/۶۷**	۷۰۰۶۶/۳۶۹۶	۳۴۳۵۲۲/۳۵۴۲	۴۳۴۸۰۰/۷۷۶۴
۲/۱۳ <sup>ns</sup>	۱۰/۳۳**	۱۸/۴۷**	۰/۰۰۰۱۹۳۳۱	۰/۰۰۰۹۳۷۲۵	۰/۰۰۱۶۷۵۰۰
۰/۷۶ <sup>ns</sup>	۳/۸۲*	۷/۷۹**	۴/۸۶۲۸۲۱۵۴	۲۴/۴۳۱۹۶۷۵۱	۴۹/۸۰۵۰۳۳۵۰

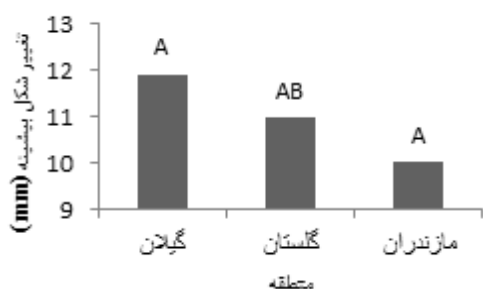
\*\* معنی‌دار بودن در سطح یک درصد، \* معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد و <sup>ns</sup> عدم معنی‌دار بودن را نشان می‌دهد.

و هاپوارد)، بر دو ویژگی مکانیکی سفتی و انرژی نفوذ میوه کیوی تاثیر معنی‌داری داشتند و با افزایش زمان انبارمانی در هر دو رقم، سفتی و انرژی نفوذ کاهش یافت.



شکل (۳): نمودار تغییرات مقادیر تغییر شکل بیشینه برای کیوی رقم هاپوارد در طی ۱۴ روز انبارمانی

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌کنید با تغییرات منطقه‌ای میزان تغییر شکل بیشینه تغییر یافته است. استان گیلان بیشترین تغییر شکل با ۱۱/۹۱۷ میلی‌متر و مازندران کمترین مقدار تغییر شکل با ۱۰/۰۱۴ میلی‌متر را داشت. مقدار تغییر شکل استان گلستان برابر ۱۰/۹۶۴ میلی‌متر و حد واسط بین دو استان دیگر بود.



شکل (۴): نمودار تغییرات مقادیر تغییر شکل بیشینه برای کیوی رقم هاپوارد سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌کنید با افزایش زمان انبارمانی میزان چگرمگی کاهش یافته است. مقادیر چگرمگی در روز اول، هفتم

جدول (۴): مقایسه میانگین تاثیر انبارمانی بر منطقه برای انرژی گسیختگی

مناطق	انبارمانی (روز)	
	روز اول	بعد از ۷ روز انبارمانی
۱	۳۳۶۴/۷ <sup>ba</sup>	۱۸۲۷/۷ <sup>ba</sup>
۲	۹۲۲۵/۸ <sup>ab</sup>	۱۰۷۴/۹ <sup>aba</sup>
۳	۱۰۶۷/۵ <sup>ac</sup>	۹۷۳۲ <sup>aa</sup>

جدول ۵ نشان می‌دهد که میزان نیروی گسیختگی با افزایش زمان انبارمانی کاهش یافته است. هم‌چنین میزان نیروی گسیختگی برای کیوی هاپوارد سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران متفاوت بوده و بیش‌ترین مقادیر برای استان گیلان و کمترین مقادیر برای استان مازندران بوده است. مقادیر نیروی گسیختگی استان گلستان حد واسط بین این دو استان بوده است.

جدول (۵): مقایسه میانگین تاثیر انبارمانی و منطقه برای نیروی گسیختگی

مناطق	انبارمانی (روز)	
	روز اول	بعد از ۷ روز انبارمانی
۱	۶۱۹/۰۴ <sup>bc</sup>	۳۵۵/۹۳ <sup>aa</sup>
۲	۴۰۶/۴۰ <sup>ab</sup>	۴۷۲۱۸ <sup>aa</sup>
۳	۲۱۳/۲۳ <sup>aa</sup>	۱۵۸/۷۸ <sup>aa</sup>

حروف بزرگ و حروف کوچک یکسان در هر ردیف عدم تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

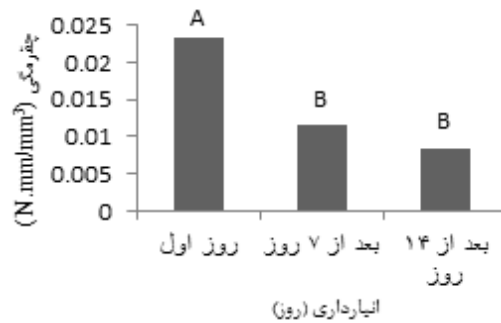
همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌کنید با افزایش زمان انبارمانی میزان تغییر شکل بیشینه کاهش یافته است. مقادیر تغییر شکل بیشینه در روز اول، هفتم و چهاردهم به ترتیب برابر ۱۲/۴۷۷، ۱۰/۵۶۸ و ۹/۸۴۹ میلی‌متر بود. و این مشابه نتایج میرزایی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) است که گزارش کردند فاکتورهای زمان انبارمانی (۰، ۶ و ۱۲ هفته)، اندازه میوه (کوچک و بزرگ) و رقم محصول (مانتی

مقدار چغرمگی رابطه مستقیم با سطح زیر منحنی نیرو- تغییر شکل داشته (عالمی و همکاران ۱۳۸۸) و با توجه به کاهش سطح زیر منحنی مقدار آن نیز کم شده است. لازم به ذکر است که چغرمگی با حجم محصول رابطه عکس داشته و با گذشت زمان حجم محصول کاهش یافته است ولی از آنجایی که این کاهش در برابر کاهش میزان انرژی گسیختگی ناچیز بوده تاثیری بر کاهش مقدار چغرمگی نگذاشته است.

### نتیجه گیری نهایی

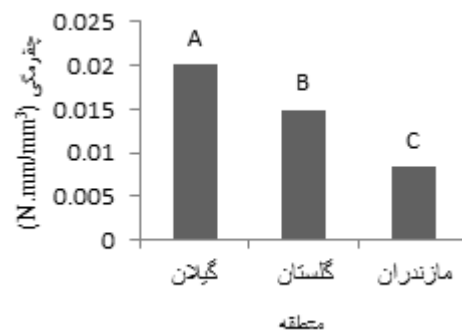
نتایج نشان می‌دهند تاثیر مناطق مختلف بر خواص فیزیکی کیوی معنی‌دار نبوده ولی تاثیر انبارمانی بر برخی از خواص فیزیکی از جمله قطر بزرگ، قطر میانگین هندسی و قطر میانگین حسابی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. تاثیر مناطق مختلف و انبارمانی بر انرژی گسیختگی، نیروی گسیختگی و چغرمگی در سطح یک درصد و تاثیر انبارمانی بر تغییر شکل بیشینه در سطح یک درصد و تاثیر منطقه بر تغییر شکل بیشینه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

و چهاردهم به ترتیب برابر  $0.023422$ ،  $0.011632$  و  $0.00848$   $\frac{N.mm}{mm^3}$  بود.



شکل (۵): نمودار تغییرات چغرمگی برای کیوی رقم هایوارد در طی ۱۴ روز انبارمانی

همانطور که شکل ۶ نشان می‌دهد با تغییرات منطقه‌ای میزان چغرمگی تغییر یافته است. میوه کیوی هایوارد برداشت شده از استان گیلان بیشترین مقدار چغرمگی با  $0.020182$   $\frac{N.mm}{mm^3}$  و مازندران کمترین مقدار چغرمگی با  $0.008421$   $\frac{N.mm}{mm^3}$  را داشته است. مقدار چغرمگی استان گلستان برابر  $0.014931$   $\frac{N.mm}{mm^3}$  و حد واسط بین دو استان دیگر بود.



شکل (۶): نمودار تغییرات مقادیر چغرمگی برای کیوی رقم هایوارد سه منطقه گیلان، گلستان و مازندران

### منابع مورداستفاده

- اسحق بیگی، ع. و م. اردفروشان. ۱۳۸۷. ویژگی‌های فیزیکی و سفتی هلو رقم زعفرانی، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد مقدس، ایران.
- امام جمعه، ز. و ب. علاالدینی. ۱۳۸۴. بهبود شاخص‌های کیفی کیوی خشک شده و فرمولاسیون آن با استفاده از پیش فرآیند اسمز، مجله علوم کشاورزی ایران، دوره ۳۶، شماره ۶.
- خاکیان دهکردی، غ. ۱۳۸۱. تاثیر شرایط آب و هوایی سال زراعی ۸۱-۸۰ بر رویش و عملکرد محصول کلزا، نشریه علوم جغرافیایی، دوره ۴، شماره ۵.



- رضوی، س. م. ع. و ر. اکبری. ۱۳۸۵. **خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی**، ویراسته دکتر محمد شاهدی، مشهد، ناشر دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۵.
- روزبه نصیری، ل. ش. دخانی، م. شاهدی و ر. شکرانی. ۱۳۸۴. **اثر بسته‌بندی و انبارمندی بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی دو رقم کیوی**، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۹، شماره ۴، ص. ۲۲۳-۲۳۷.
- صفی یاری، ح. ع. زمردیان، ح. رحمانیان و ف. سلمانی زاده. ۱۳۹۱. **بررسی روند تغییرات خواص فیزیکی میوه خرمالو (رقم خرمندی) در طول دوره انبارمندی در شرایط محیطی**، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. دوره ۸، شماره ۴، ص. ۴۲۶-۴۱۷.
- عالمی، ه. م. ه. خوش تقاضا و س. مینایی. ۱۳۸۸. **تعیین خواص مکانیکی دانه سویا در بارگذاری شبه استاتیک**. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره ۶، شماره ۲، ص. ۱۲۴-۱۱۳.
- محمدی، ح. ۱۳۸۱. **تأثیر آب و هوا بر کشت سویا در منطقه بندرگز**، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، ص. ۳۸۶-۳۶۷، ۱۳۸۱.
- محمدی آیلار، س. الف، س. مینایی و الف. ح. افکاری سیاح. ۱۳۸۹. **اثر خواص مکانیکی گوجه فرنگی تحت آزمون ضربه بر مراحل مختلف رسیدگی پس از برداشت**، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۱۳۸۹.
- مسعودی، ح. س. الف. طباطبائی فر، ع. م. برقی، و م. ع. شاه بیگ. ۱۳۸۴. **تعیین و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم سیب صادراتی**، مجله علمی - پژوهشی علوم کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۳، ص. ۲۱۵-۲۳۱.
- میرزایی مقدم، ح. ت. توکلی هشتجین، س. مینایی و م. فقیه نصیری. ۱۳۸۶. **بررسی اثر اندازه و رقم و زمان انبارمندی بر روی خواص کیفی میوه کیوی**، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۴، شماره ۴، ص. ۱۹-۲۶.
- وزارت جهاد کشاورزی معاونت امور تولیدات گیاهی دفتر امور میوه‌ها. ۱۳۸۸. **شناسنامه کیوی**، ص. ۴-۷.
- یونجی، ص. و د. قنبریان. ۱۳۸۷. **تعیین و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی دو رقم طالبی ایرانی**، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد مقدس، ایران.
- Altuntas, A., R. Cangi and C. Kaya. 2010. *“Physical and chemical properties of persimmon fruit”*. International Agrophysics, Vol. 25, pp. 89-92.
- ASAE, 1979. *“Agricultural engineering handbook of standard. American Society of Agricultural Engineers”*, Michigan St. Joseph,
- Harker, F.R and I.C. Hallet.1994. *“Physiological and mechanical properties of Kiwi fruit tissue associated with texture change during cool storage”*, J. Amer. Soc. HORT. SCI, Vol. 119, No. 5, pp. 987- 993.
- Ahmadi, H., H. Fathollahzadeh and H. Mobli. 2008. *“Some physical and mechanical properties of apricot fruits, pits and kernels (C.V Tabarzeh)”*, American\_ Eurasian J. Agric. & Environ. Sci, Vol. 3, No. 5, pp. 703-707.
- Cangi, R., E. Altuntas, C. Kaya and O. Saracoglu. 2011. *“Some chemical and physical properties at physiological maturity and ripening period of kiwi fruit (“Hayward”)”*. African Journal of Biotechnology, Vol. 10, No. 27, pp. 5304-5310.
- Mohsenin, N.N. 1986. *“Physical properties of plant and animal materials”*, Gordon Breach Sci. Press, New York, USA.
- Nabil, S., N. Albaloushi, M. Mostafa. and H.E. Ayman. 2012. *“Mechanical properties of tomato fruits under storage conditions”*. Journal of applied sciences research, Vol. 8, No. 6, pp. 3053- 3064.
- Razavi, S.S.M and M. BahramParvar. 2007. *“Some physical and mechanical properties of Kiwifruit”*. International journal of food engineering, Vol. 3, No. 6.

# Investigation of Some Physical, Mechanical and Storage Properties of Kiwifruit in Golestan, Gilan and Mazandaran Provinces in Iran

M. Azadbakht\*, N. Tajari<sup>1</sup> and R. Pourbagher<sup>1</sup>

Received: 8 Jun 2014 Accepted: 24 May 2014

<sup>1</sup>Department of Bio-system Mechanical Engineering; Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

\*Corresponding author: E-mail: [azadbakht@gau.ac.ir](mailto:azadbakht@gau.ac.ir)

## Abstract

Weather conditions are of the main factors affecting the quality and quantity of agricultural and horticultural crops. Climatic conditions vary from one region to another, and these differences have important roles in the development of some products. In this study, some physical properties (mass, volume, density, length, width, thickness, arithmetic mean diameter, geometric mean diameter, equivalent diameter, sphericity index and area), and kiwi fruit storage (at room temperature) after two weeks, and some of the mechanical properties (rupture energy and force, the maximum deformation and toughness). Kiwi fruit (*Hayward variety*) harvested from three provinces of Golestan, Gilan and Mazandaran was evaluated in a completely randomized design. According to the analysis of data, the effect of regions on the physical properties of kiwi fruit was not significant. But, the storage effect on some physical properties such as the length, geometric mean diameter and arithmetic mean diameter was significant at the significance level of 1%. Interactions between different regions and storage on the rupture energy, rupture force and toughness was significant at the 1% level. The effect of storage on the maximum deformation was significant at the 1% level. The effect of regions on the maximum deformation was significant at the 5% level. The highest rupture energy and rupture force was for the kiwi fruit from Gilan at the first day of storage, equal to 3364.7 N.mm and 619.04 N, respectively. The maximum deformation 12.47 mm and toughness 0.02342 N.mm<sup>-2</sup> belonged to the first day of storage. The minimum rupture energy and rupture force belonged to the kiwi fruit from Mazandaran and at the 14th day of storage, equal to 551.5 N.mm and 109.54 N, respectively. Also, the minimum deformation, 9.84 mm at the 14th day of storage and the minimum toughness, 0.00842 N.mm<sup>-2</sup> was in Mazandaran.

**Keywords:** Kiwi fruit, Mechanical properties, Physical properties, Region effect, Storage.

جدول (۱): میانگین خواص فیزیکی کیوی سه منطقه گلستان، مازندران و گیلان در طی دو هفته انبارمانی در دمای اتاق (۲۵°C)

موارد	گلستان			مازندران			گیلان		
	روز اول	بعد از ۷ روز انبارمانی	بعد از ۱۴ روز انبارمانی	روز اول	بعد از ۷ روز انبارمانی	بعد از ۱۴ روز انبارمانی	روز اول	بعد از ۷ روز انبارمانی	بعد از ۱۴ روز انبارمانی
جرم (گرم)	۱۱۳/۷۸±۱۱/۳۳	۱۱۰/۹۳±۱۰/۸۰	۱۰۸/۱۴±۱۰/۳۰	۱۱۲/۰۵±۱۸/۰۰	۱۰۸/۸۰±۱۶/۹۸	۱۰۵/۸۲±۱۶/۲۰	۱۱۴/۳۵±۱۵/۶۵	۱۱۱/۲۰±۱۵/۲۵	۱۰۷/۹۰±۱۴/۵۸
طول (میلی‌متر)	۷۱/۶۳±۳/۱۲	۷۰/۵۸±۱۰/۸۰	۶۹/۶۸±۳/۱۳	۷۰/۳۷±۳/۵۶	۶۹/۳۰±۳/۱۵	۶۸/۱۳±۳/۴۳	۷۰/۶۴±۱/۴۵	۶۷/۷۴±۱/۵۹	۶۶/۷۴±۱/۵۸
عرض (میلی‌متر)	۵۳/۷۲±۳/۰۸	۵۲/۵۴±۲/۶۶	۵۱/۹۶±۳/۴۴	۵۳/۸۰±۳/۸۵	۵۲/۶۳±۳/۷۶	۵۲/۰۳±۳/۲۸	۵۶/۶۰±۶/۱۹	۵۵/۳۳±۶/۱۲	۵۴/۴۱±۵/۴۲
ضخامت (میلی‌متر)	۴۸/۰۶±۲/۶۲	۴۶/۹۶±۲/۹۹	۴۶/۱۹±۲/۲۷	۴۹/۰۵±۲/۹۵	۴۸/۱۱±۲/۹۶	۴۷/۳۸±۲/۶۵	۴۸/۴۰±۱/۵۲	۴۷/۶۹±۱/۳۸	۴۶/۹۲±۱/۷۸
قطر میانگین حسابی (میلی‌متر)	۵۷/۸۰±۱/۸۹	۵۶/۶۹±۱/۵۰	۵۵/۹۶±۱/۷۵	۵۷/۷۴±۳/۲۶	۵۶/۶۸±۳/۰۶	۵۵/۸۵±۲/۸۶	۵۸/۵۵±۲/۳۳	۵۶/۹۲±۲/۴۳	۵۶/۰۲±۲/۱۸
قطر میانگین هندسی (میلی‌متر)	۵۶/۹۴±۱/۸۱	۵۵/۸۴±۱/۴۵	۵۵/۰۹±۱/۶۷	۵۷/۰۳±۳/۲۸	۵۵/۹۵±۳/۱۱	۵۵/۱۴±۲/۸۶	۵۷/۷۷±۲/۲۲	۵۶/۲۶±۲/۳۱	۵۵/۳۷±۲/۱۴
قطر معادل (میلی‌متر)	۵۸/۹۹±۱/۸۸	۵۸/۶۷±۱/۸۳	۵۸/۱۷±۱/۷۵	۵۸/۶۱±۳/۲۰	۵۸/۰۹±۳/۰۸	۵۷/۸۳±۲/۰۳	۵۹/۱۹±۲/۶۲	۵۸/۵۶±۲/۵۱	۵۸/۰۵±۲/۴۹
حجم با روش شناوری (cm <sup>3</sup> )	۱۰۷/۸۸±۱۰/۸۰	۱۰۵/۷۹±۱۰/۳۴	۱۰۳/۱۰±۹/۷۲	۱۰۶/۱۶±۱۷/۱۰	۱۰۳/۳۱±۱۶/۱۱	۱۰۱/۷۴±۱۱/۰۶	۱۰۹/۰۴±۱۴/۸۲	۱۰۵/۶۱±۱۳/۹۸	۱۰۲/۸۷±۱۳/۶۶
حجم با فرمول (cm <sup>3</sup> )	۹۶/۹۳±۱۰/۸۰	۹۱/۲۰±۱۰/۳۴	۸۷/۵۷±۹/۷۲	۹۷/۸۴±۱۷/۰۰	۹۲/۳۷±۱۶/۱۱	۸۷/۹۶±۱۱/۰۶	۱۰۱/۴۰±۱۳/۲۰	۹۳/۵۹±۱۳/۹۸	۸۹/۲۲±۱۳/۶۶
سطح (cm <sup>2</sup> )	۱۰۱/۹۷±۶۵۷/۵۴	۹۷/۹۸±۵۱۶/۹۲	۹۵/۳۶±۵۹۶/۰۸	۱۰۲/۴۳±۱۱۷۹/۵۹	۹۸/۵۸±۱۰۸۴/۴۱	۹۵/۷۷±۹۹۰/۰۹	۱۰۵/۰۱±۸۲۱/۹۱	۹۹/۵۶±۸۳۳/۲۴	۹۶/۴۴±۸۵۰/۴۶
دانسیته (gr.cm <sup>-3</sup> )	۱/۰۵۴۶±۰/۰۰۲۰	۱/۰۴۸۶±۰/۰۰۷۸	۱/۰۴۸۸±۰/۰۰۲۸	۱/۰۵۵۵±۰/۰۰۶۵	۱/۰۵۳۳±۰/۰۰۵۴	۱/۰۳۸۸±۱۶/۹۸	۱/۰۴۸۷±۰/۰۰۳۷	۱/۰۵۲۸±۰/۰۰۶۵	۱/۰۴۸۷±۰/۰۰۳۴
ضریب کروییت	۰/۷۹۵۴±۰/۰۲۱۱	۰/۷۹۱۱±۰/۰۲۱۳	۰/۷۹۰۶±۰/۰۲۴۸	۰/۸۱۱۳±۰/۰۱۸۱	۰/۸۰۸۷±۰/۰۰۲۳	۰/۸۱۰۷±۱۶/۹۸	۰/۸۱۸۱±۰/۰۱۹۷	۰/۸۳۰۷±۰/۰۲۰۳	۰/۸۲۹۹±۰/۰۴۸۰۵

