مدل‌سازی جرم نارنگی بر پایه ابعاد

مجید خانعلی[1]، احمد طباطبائی فر[2]

چکیده

در بسیاری از موارد بایستی روابط بین خواص مختلف فیزیکی میوه‌ها تعیین گردند. برای مثال میوه‌ها بر پایه اندازه و سطح تصویر درجه‌بندی می‌شوند، اما شاید طراحی یک ماشین که درجه‌بندی را بر اساس جرم انجام دهد اقتصادی‌تر و مناسب‌تر است. در این تحقیق خواص فیزیکی سه رقم متداول نارنگی مشخص اندازه‌گیری شد. سپس روابط بین جرم با ابعاد یا سطح تصویر و یا حجم میوه‌ها تعیین گردید. سیستم‌های درجه‌بندی گوناگون، اندازه‌بندی میوه‌ها را بر اساس پارامترهای خاص تعیین می‌کنند. پارامترهای موردنظر اندازه‌بندی بستگی به میوه و مشخصه‌های ماشین دارد. مدل‌هایی که برای پیش‌بینی جرم نارنگی با توجه به ابعاد و سطح تصویر مشخص شدند در سه دسته، طبقه‌بندی شدند:

۱- رگرسیون یک یا چند متغیره ابعاد نارنگی (دسته۱)

۲- رگرسیون یک یا چند متغیره سطح تصویر (دسته ۲)

۳- تخمین شکل نارنگی، بیضوی یا کروی بر اساس حجم (دسته ۳)

سه رقم تجاری نارنگی برای این تحقیق انتخاب شدند. مدل‌های دسته سوم بالاترین همبستگی با ضریب تعیین نزدیک به یک را داشت و بعد از آن مدل دسته دوم و سپس مدل‌های دسته اول از ضریب همبستگی بالاتری برخوردار بودند. مدل‌های دسته دوم نیازمند سیستم‌های الکترونیکی با دوربین‌های دیجیتالی برای تصویربرداری می‌باشند، در حالی که مدل‌های دسته اول غیر از مدل رگرسیون‌های چند متغیره، بصورت سیستم‌های مکانیکی ساده، می‌توانند درجه‌بندی را انجام دهند. مدل‌های دسته سوم نیز نیازمند سیستم‌های پیچیده مکانیکی می‌باشند. در بین سیستم‌هایی که درجه بندی نارنگی‌ها را بر اساس ابعاد انجام می‌دهند، مدل قطر متوسط با رابطه غیرخطی $M = 0.07b^2 - 3.78b + 73.80$ با ضریب تعیین $R^2 = 0.83$ به عنوان مناسب‌ترین مدل تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی :خواص فیزیکی، مدل سازی جرم، نارنگی، درجه‌بندی

مقدمه

ایران با تولید ۳/۵ میلیون تن مرکبات دارای مقام ۲۲ تولید مرکبات دنیا می‌باشد [۷]. یکی از علل عدم استقبال بازارهای جهانی از نارنگی ایران عدم درجه‌بندی و بسته‌بندی مناسب آن می‌باشد. همچنین استاندارد مناسبی برای درجه‌بندی و تفکیک میوه‌های ایران موجود نمی باشد [۳و۱۲].

خواص فیزیکی محصولات کشاورزی مهمترین عوامل در طراحی سیستم‌های درجه‌بندی، انتقال، فرآوری و بسته‌بندی می‌باشند [۵ و۱۱]، پارامترهای مهم دیگر شامل عرض، طول و ضخامت محصول می‌باشند [۲، ۳و۶]. پر کردن

۱، دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی ،دانشکده مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران

۲، دانشیار دانشکده مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران،

مکانیزه بسته‌ها با شمارش میوه معمولاً سریع‌تر و ارزان‌تر از وزن کردن بسته می‌باشد. همچنین استقبال بازار از میوه‌های هم وزن و یک شکل بیشتر است. بنابراین درجه‌بندی وزنی میوه‌ها هزینه‌های بسته‌بندی و حمل و نقل را کاهش داده و امکان استفاده از الگوهای مناسب بسته‌بندی را فراهم می‌کند [۱۰]. مکانیزم‌های اندازه‌بندی وزنی برای محصولاتی که شکل هندسی خیلی نا منظمی دارند، توصیه می‌شود [۱۳]. به علت گرانی سیستم‌های وزنی الکترونیکی و عکس‌العمل کند سیستم‌های وزنی مکانیکی می‌توان برای میوه‌هایی مانند نارنگی از سیستم‌هایی که بر اساس اندازه‌گیری ابعاد و سطح تصویر کار می‌کنند استفاده نمود. بنابراین تعیین روابط مناسب بین وزن وابعاد، وزن و سطح تصویر و دیگر مشخصه‌های فیزیکی می‌تواند مفید باشد [۶ و۱۳].

طباطبایی‌فر و همکاران (۲۰۰۰) روابط بین جرم پرتقال بر اساس خواص فیزیکی آن را بدست آوردند و اظهار داشتند که مدل رگرسیونی غیرخطی بر پایه قطر میانی با بالاترین ضریب تعیین نسبت به سایر مدل‌ها، مناسب‌ترین مدل برای تعیین جرم می‌باشد [۱۶]. طباطبایی‌فر (۲۰۰۲) ضمن اندازه‌گیری و تعیین روابط بین خواص فیزیکی سیب زمینی‌های ایران ، اظهار داشت که مناسب‌ترین مدل برای تعیین جرم سیب زمینی، مدل رگرسیونی بر پایه حجم می‌باشد [۱۴]. طباطبایی فر و رجبی‌پور (۲۰۰۵) ضمن بررسی خواص فیزیکی سیبهای رد دلیشز و گلدن دلیشز ، ۱۱ مدل را برای پیش بینی جرم میوه از روی ابعاد، حجم و سطوح تصویر، ارائه دادند [۱۵]. لرستانی و طباطبائی فر (۲۰۰۵) ضمن بررسی خواص فیزیکی دو رقم کیوی ایرانی مناسب‌ترین مدل برای تعیین جرم میوه از روی ابعاد، سطوح تصویر و حجم را بدست آوردند [۴].

هدف از این تحقیق اندازه‌گیری مشخصه‌های فیزیکی نارنگی(ابعاد، وزن، حجم، سطح تصویر) و بدست آوردن روابط رگرسیونی مناسب مابین مشخصه‌های اندازه‌گیری شده و پیشنهاد مناسب‌ترین مدل برای اندازه‌گیری جرم نارنگی بر اساس ابعاد آن می‌باشد. این روابط در طراحی سیستم‌های بسته‌بندی مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

تحقیق بر روی سه رقم تجاری نارنگی به نام های کلمانتین(۵۵عدد)، انشو(عدد۵۵) و پیج(۵۵عدد) انجام گرفت. کلیه نمونه‌ها از مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور تهیه شد.

جرم هر نارنگی توسط یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. حجم نارنگی‌ها با استفاده از روش جابجایی آب تعیین گردید، بدین ترتیب که نارنگی‌ها در آب غوطه‌ور می‌شدند و حجم آب جابجا شده اندازه‌گیری می‌شد. دمای آب در حین آزمایش در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. جرم مخصوص نارنگی با تقسیم نمودن جرم نارنگی بر حجم اندازه‌گیری شده محاسبه گردید.

ابعاد هندسی نارنگی در سه جهت عمود بر هم a ، b و c تعیین شدند که به ترتیب a قطراصلی(بزرگترین قطر) ، b قطر میانی (بزرگ‌ترین قطر عمود بر a)، c قطر کوچک(بزرگ‌ترین قطر عمود بر a و b) می‌باشند.ابعاد فوق و سطوح تصویربا دقت عالی

به کمک سیستم کامپیوتری دیامتر[1] که توسط دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران برنامه ریزی شده است، تعیین گردید [۱].

میانگین سطح تصویر (سطح معیار) شده به عنوان معیار جدیدی برای ماشین‌های بسته‌بندی تعریف شده است [۹]. میانگین سطح تصویر با استفاده از رابطه (۱) مشخص می‌شود.

$$A_C = (PA_1 + PA_2 + PA_3)/3 \quad (۱)$$

که در این رابطه، PA_1، PA_2، PA_3 تصاویر عمود بر قطرهای a، b، c، می‌باشند. برای آنالیز داده‌ها و مشخص نمودن روابط رگرسیونی بین پارامترهای مختلف از برنامه‌های آماری Excel و SPSS استفاده شد. حالت کلی مدل رگرسیونی خطی چند متغیره در رابطه (۲) نشان داده شده است.

$$Y = a_1x_1 + a_2x_2 + ... + a_nx_n + a_0 \quad (۲)$$

که در این رابطه Y متغیر وابسته مانند جرم یا حجم، x_1 و x_2و... و x_n، متغیرهای مستقل مانند ابعاد و سطح تصویر و a_1 و a_2 و... و a_n ضرایب رگرسیونی و a_0 مقدار ثابت می‌باشند. برای تخمین جرم میوه بر اساس ابعاد، سطح تصویر و حجم مدل‌های مختلفی به شرح زیر ارائه شد.

۱- رگرسیون یک یا چند متغیره ابعاد؛ شامل قطر بزرگ (a)، قطر میانی (b) و قطر کوچک(c)

۲- رگرسیون یک یا چند متغیره سطح تصویر؛ PA_1، PA_2، PA_3

۳- رگرسیون پایه‌گذاری شده روی حجم‌های محاسباتی(اشکال هندسی مشابه)و اندازه‌گیری شده

مدل‌های ابعادی شامل یک، دو یا هر سه قطر میوه به عنوان متغیر مستقل می‌باشد. مدل‌های یک متغیره و چند متغیره رگرسیونی در این حالت با رابطه (۳) بیان می‌شود.

$$M = k_1a + k_2b + k_3c + k_4 \quad (۳)$$

که در این رابطه M، جرم میوه (gr)؛ aو b و c، به ترتیب قطر بزرگ، قطر میانی و قطر متوسط (mm) و k_1 و k_2 و k_3 و k_4 ضرایب رگرسیونی می‌باشند. در این مدل جرم میوه بر حسب یک قطر، دو قطر یا هر سه قطر تخمین زده می‌شود.

مدل رگرسیونی دوم شامل تصاویر اندازه‌گیری شده عمود بر ابعاد میوه می‌باشد که در حالت کلی به صورت رابطه (۴) بیان می‌شود.

$$M = k_1PA_1 + k_2PA_2 + k_3PA_3 + k_4 \quad (۴)$$

در این مدل جرم میوه برحسب یک قطر، دو قطر یا هر سه قطر تخمین زده می‌شود.

در مدل سوم جرم میوه بر اساس حجم محاسباتی و اندازه‌گیری شده بیان می‌شود.

$$M = k_1V_{osp} + K_2 \quad (۵)$$

$$M = k_1V_{ell} + k_2 \quad (۶)$$

$$M = k_1V + K_2 \quad (۷)$$

که در این رابطه V، حجم اندازه‌گیری شده؛ V_{ell}، حجم بیضی‌گون؛ V_{osp} ،حجم کره دو سر پهن می‌باشد.

مقادیر حجم V_{osp} و V_{ell} با استفاده از روابط زیر تعیین می‌گردد.

$$\frac{4\pi}{3}\left(\frac{a}{2}\right)^2\left(\frac{b}{2}\right) = V_{osp} \quad (۸)$$

$$\frac{4\pi}{3}\left(\frac{a}{2}\right)\left(\frac{b}{2}\right)\left(\frac{c}{2}\right) = V_{ell} \quad (۹)$$

[1] Dia meter

نتایج و بحث

جدول شماره ۱ مدل‌های تعیین جرم بدست آمده از مقادیر آزمایش شده برای سه رقم نارنگی (کلمانتین، انشو و پیج)، مخلوط ارقام نارنگی‌ها، ضریب تعیین R^2 و خطای معیاررگرسیون $R.S.E.$ را نشان می‌دهد.

در بین مدل‌های دسته اول (مدل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴) مدل ۴ دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری برای کلیه ارقام می‌باشد، در حالیکه این مدل نیازمند اندازه‌گیری هر سه بعد میوه است. در بین مدل‌های ۱، ۲ و ۳ مدل ۲ برای کلیه ارقام دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری نسبت به مدل‌های ۱و۳ است. بنابراین بین این سه مدل یک بعدی، مدل ۲ که بر اساس اندازه‌گیری قطر متوسط بدست آمده، توصیه می‌شود. مدل جرم نارنگی بر پایه سه قطر اصلی (مدل ۴) برای مخلوط ارقام نارنگی به صورت رابطه (۱۰) بیان می‌شود.

$$R^2 = 0.88 \qquad (۱۰)$$

$$M = 1.38a + 1.89b + 1.21c - 180.44$$

که در این رابطه M، جرم نارنگی بر حسب گرم و a، bو c قطرهای اصلی بر حسب میلی‌متر می‌باشند

جدول۱- مدل‌ها ومقادیر ضریب تعیین R^2و خطای معیاررگرسیون R.S.E برای سه رقم نارنگی و مخلوط ارقام آنها

شماره	مدل	پارامترها	کلمانتین	انشو	پیج	مخلوط ارقام
۱	$M=k_1a+k_2$	R^2	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۸۱
		R.S.E.	۳/۴۸	۳/۸۲	۴/۳۴	۸/۹۷
۲	$M= k_1b+k_2$	R^2	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۸۲
		R.S.E.	۲/۹۰	۳/۳۳	۳/۸۶	۸/۷۸
۳	$M= k_1c+k_2$	R^2	۰/۷۱	۰/۵۵	۰/۸۴	۰/۶۰
		R.S.E.	۷/۲۰	۸/۰۱	۷/۴۸	۱۳/۰۵
۴	$M=k_1a+k_2b+k_3c+k_4$	R^2	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۸۸
		R.S.E.	۲/۴۰	۲/۸۴	۲/۴۸	۷/۱۰
۵	$M= k_1PA+k_2$	R^2	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۸۶
		R.S.E.	۳/۲۵	۲/۹۳	۲/۶۰	۷/۷۰
۶	$M= k_1PB+k_2$	R^2	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۸۸
		R.S.E.	۲/۶۲	۳/۲۶	۲/۴۰	۷/۲۵
۷	$M= k_1PC+k_2$	R^2	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۸۲
		R.S.E.	۲/۶۷	۳/۲۵	۳/۱۰	۸/۶۸
۸	$M= k_1PA+k_2PB+k_3PC+k_4$	R^2	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۹	۰/۸۹
		R.S.E.	۱/۹۷	۲/۳۸	۱/۴۶	۶/۸۰
۹	$M= k_1V+k_2$	R^2	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۶
		R.S.E.	۱/۸۷	۲/۱۵	۱/۴۶	۴/۰۸
۱۰	$M= k_1V_{osp}+k_2$	R^2	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۸۹
		R.S.E.	۳/۰۶	۳/۴۹	۳/۳۷	۶/۹۸
۱۱	$M= k_1V_{ell}+k_2$	R^2	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۸۳
		R.S.E.	۲/۷۲	۳/۱۷	۲/۳۶	۸/۵۵

برای محاسبه جرم مخلوط ارقام نارنگی بر اساس ابعاد، بین مدل‌های دسته اول ، مدل غیرخطی درجه دو بر اساس قطر میانی، نسبت به سایر مدل‌ها ابعادی دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری می‌باشد. بنابراین در بین مدل‌های دسته اول مدل غیرخطی درجه دو بر پایه قطر متوسط مناسب ترین مدل می‌باشد. در شکل ۱ نمودار تعیین جرم مخلوط ارقام نارنگی بر پایه قطر متوسط نشان داده شده است. جرم نارنگی در این مدل به صورت رابطه (۱۱) بیان می‌گردد.

(۱۱)

$$R^2 = 0.83$$
$$M = 0.07b^2 - 3.78b + 73.80$$

در بین مدل‌های دسته دوم (مدل‌های ۵، ۶، ۷و ۸) مدل ۸ برای کلیه ارقام دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری نسبت به مدل‌های ۵و ۶و ۷ می‌باشد، در حالیکه این مدل نیازمند اندازه‌گیری سه سطح تصویر برای هر میوه است. در بین مدل‌های ۵، ۶و ۷ مدل ۶ برای دو رقم کلمانتین و پیج و مدل ۵ برای رقم انشو دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری نسبت به مدل‌های دیگر هستند. مدل جرم نارنگی بر پایه سه سطح تصویر PA_1 ، PA_2 ، PA_3 (مدل ۸) برای مخلوط ارقام نارنگی به صورت رابطه (۱۲) بیان می‌گردد

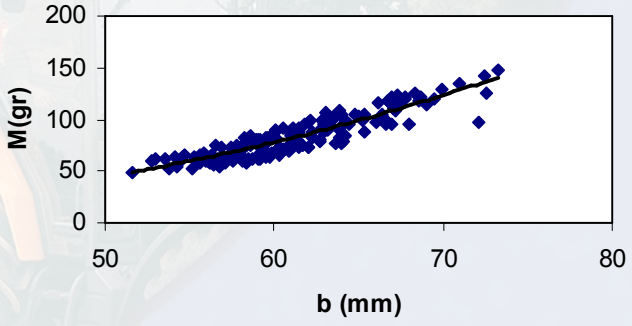
$$R^2 = 0.89 \qquad (۱۲)$$
$$M = 0.66PA_1 + 2.52PA_2 + 1.47PA_3 - 47.13$$

که در این رابطه M، جرم *نارنگی بر حسب گرم* و PA_1 ، PA_2 ، PA_3 سطح های تصویر عمود بر ابعاد اصلی *بر سانتی‌متر مربع می‌باشند.*

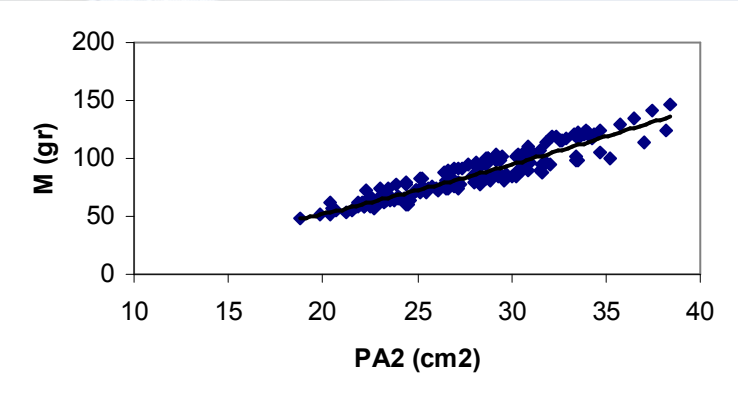
برای محاسبه جرم مخلوط ارقام نارنگی بر اساس سطح‌تصویر، بین مدل‌های دسته دوم ، مدل توانی بر اساس سطح تصویر عمود بر قطر میانی، نسبت به سایر مدل‌های سطح تصویر دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری می‌باشد. بنابراین در بین مدل‌های دسته دوم مدل توانی بر پایه سطح تصویر عمود بر قطر میانی مناسب ترین مدل می‌باشد. در شکل ۲ نمودار تعیین جرم مخلوط ارقام نارنگی بر پایه سطح تصویر عمود بر قطر میانی نشان داده شده است. جرم نارنگی در این مدل با استفاده از رابطه (۱۳) بیان می گردد.

(۱۳)

$$M = 0.99V - 5.52 \qquad R^2 = 0.89$$



شکل ۱- جرم مخلوط ارقام نارنگی بر پایه قطر متوسط



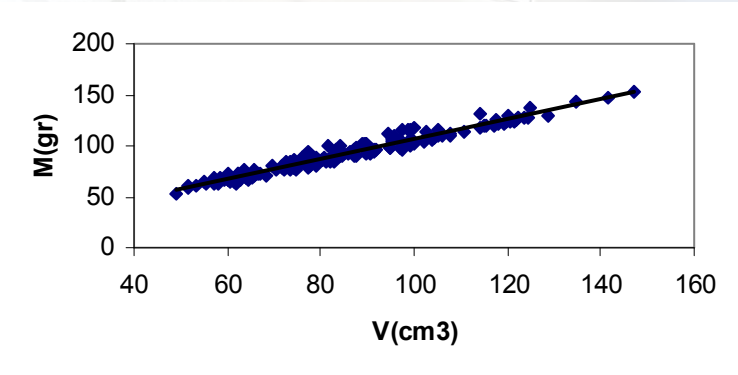
شکل ۲- جرم مخلوط ارقام نارنگی بر پایه قطر سطح تصویر عمود بر قطر میانی

در بین مدل‌های دسته سوم (مدل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱) مدل ۹ صرفاً برای مقایسه با مدل‌های ۱۰ و ۱۱ آورده شده است. در بین مدل‌های ۱۰و ۱۱، مدل ۱۰، نسبت به مدل ۱۱ برای کلیه ارقام نارنگی دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری است، بنابراین مدل ۱۰ بر اساس اندازه‌گیری حجم محاسباتی کروی توصیه می‌شود.

برای محاسبه جرم مخلوط ارقام نارنگی بر اساس حجم، بین مدل‌های دسته سوم ، مدل خطی بر اساس حجم اندازه‌گیری شده، نسبت به سایر مدل‌های سطح تصویر دارای R^2 بالاتر و $R.S.E.$ پایین‌تری می‌باشد. بنابراین در بین مدل‌های دسته سوم مدل خطی بر اساس حجم اندازه‌گیری شده مناسب ترین مدل است. در شکل ۳ نمودار تعیین جرم مخلوط ارقام نارنگی بر اساس حجم اندازه‌گیری شده نشان داده شده است. جرم نارنگی در این مدل با استفاده به صورت رابطه (۱۴) بیان می‌شود.

$$R^2 = 0.96 \qquad (۱۴)$$

$$M = 0.99V - 5.52$$



شکل ۳- جرم مخلوط ارقام نارنگی بر پایه حجم اندازه‌گیری شده

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌هایی که بر خواص فیزیکی سه رقم نارنگی متداول ایران صورت گرفت نتایج زیر حاصل گردید.

۱- در بین مدل‌های دسته اول در حالت کلی نارنگی‌ها، مدل غیرخطی درجه دو بر اساس قطر میانی، b پیشنهاد می‌شود.

$$R^2 = 0.83$$
$$M = 0.07b^2 - 3.78b + 73.80$$

۲- در بین مدل‌های دسته دوم در حالت کلی نارنگی‌ها، مدل غیرخطی توانی بر اساس سطح تصویر میانی، PA_1 پیشنهاد می‌شود.

$$R^2 = 0.89$$
$$M = 0.64(PA_1)^{1.47}$$

۳- در بین مدل‌های دسته سوم در حالت کلی نارنگی‌ها، مدل خطی بر اساس حجم اندازه‌گیری شده ، V پیشنهاد می‌شود.

$$R^2 = 0.96$$
$$M = 0.99V - 5.52$$

قدردانی

بدینوسیله از مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور به دلیل در همکاری در تهیه نمونه‌های آماری موردنیاز این تحقیق تشکر می‌شود.

منابع

۱- میرآشه، ر. طراحی سیستم کامپیوتری Diameter. پایان نامه کارشناسی ارشد در دست تهیه، گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تهران.

2- Carrion, J., Torregrosa, A., Orti, E., and Molta, E. 1998. First Results of an Automatic citrus sorting Machine Based on an Unsupervised Vision system. Proceedings of Euro.Ag.Eng. 1998, Osla. Paper 98-F-019.

3. Khojastapour, M. 1996. Design and Fabrication Method of Potato Sorting Machine According to Iran Conditions. Master of Science Thesis. Thehran University.

4- Lorestani, A. N. and Tabatabaeefar, A. 2005. Modeling the mass of Kiwi fruit by geometrical attributes. International Agrophysics Journal. 20,

5- Malcolm, E. W., Tappan, J. H., and Sister, F. E. 1986. The size and shape of Typical Sweet Potatoes. Transactions of the ASAE. 29, 678-682.

6- Marvin, J. P., Hyde G. M., and Cavalieri, R. P. 1987. Modeling Potato Tuber Mass with Tuber Dimensions . Transactions of the ASAE 30, 1154-1159.

7- Ministry of Agriculture. 1998. Statistical Yearbook.

8- Mohsenin, N. N., 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach science publishers, pp. 20-89.

9- Peleg, K. 1985. Produce Handling, Packging and Distriution. The AVI Publishing Company. Inc. Westport, Connecticut, pp. 20-90.

10- Peleg, K., and Ramraz, Y. 1975. Optimal Sizing of Citrus Fruit. Transactions of the ASAE. 18, 1035-1039.

11- Safwat, M. A. 1971. Theoretical Prediction of Volume, Surface area, and Center of Gravity for Agricultural Products. Transactions of the ASAE. 14, 549-553.

12- Sheybanee, H. 1991. Horticulture-Tropical and Subtropical Fruits. Sepher Publishers. Vol. (4). First section, pp. 75-90.

13- Stroshine, R., and Hamann, D. D. 1994. Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products. Purdue University. West Lafayette, Indian. Course manual.

14- Tabatabaeefar, A. 2002. Size and shape of potato tubers. International Agrophysics Journal. 16, 301-305.

15- Tabatabaeefar, A. and Rajabipour, A. 2005. Modeling the mass of apples by geometrical attributes. Scientia Horticulture (ISI Journal) 105, 373-382. Elsevier publishing company.

16- Tabatabaeefar, A., Vefagh-Nematolahee, A. and Rajabipour, A. 2000. Modeling of Orange Mass Based on Dimensions. Agr. Sci. Tech. 2,299-305.

Modeling of Tangerine Mass Based on Dimensions

ABSTRACT

There are instances in which it is desirable to determine relationships among fruit physical attributes. For example, fruits are often graded on the basis of size and projected area, but it may be more suitable and/or economical to develop a machine which grades by mass. Therefore, a relationship between mass and dimensions or projected areas and/or volume of fruits is needed. Various grading systems, size fruits on the basis of specific parameters. Sizing parameters depends on fruit and machine characteristics. Models for predicting mass of tangerine from its dimensions and projected areas were identified. Models were divided into three classifications: 1- Single and multiple variable regression of tangerine dimensions (1st classification). 2- Single and multiple variable regression of

Projected areas (2nd classification). 3- Estimation of tangerine shape; ellipsoid or spheroid based on volumes (3rd classification). Three Iranian varieties of tangerines were selected for the study. 3rd classification models had the highest performance followed by 2nd and 1st classifications respectively, with R^2 close to unity. The 2nd classification models need electronic systems with cameras for projection whereas, 1st classification models are used in the simple mechanical systems, except multiple variable ones, of and 3rd classification models need more complex mechanical systems. Among the systems that sorted tangerines based on one dimension, system that applies intermediate diameter suited better with nonlinear relationship as: $M = 0.07b^2 - 3.78b + 73.80$ with $R^2 = 0.83$.

Keywords: Dimensions, Mass models, Tangerine, Sorting, Sizing.