

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و سوم، شماره ۹۱، پاییز ۱۳۹۴

## شناسایی عوامل ایجاد کننده ضایعات مرکبات در استان فارس با الگوسازی معادلات ساختاری

الهام پیروز<sup>۱</sup>، داود چراغی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۶

### چکیده

روند رو به افزایش ضایعات مواد غذایی یکی از مشکلات جدی در اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه است. هدف اصلی مطالعه حاضر شناسایی عوامل ایجاد کننده ضایعات مرکبات در استان فارس با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی و الگوسازی معادلات ساختاری است. اطلاعات مورد نیاز از طریق نمونه گیری تصادفی و تکمیل ۲۲۱ پرسش نامه در بین باغداران استان فارس در سال ۱۳۹۲ جمع آوری شد. بر اساس نتایج تحلیل عاملی اکتشافی، متغیرهای تأثیر گذار بر ضایعات مرکبات در استان فارس در قالب هفت عامل زیر دسته بندی شدند: "زیرساخت های نامناسب"، "آفات و شرایط اقلیمی"، "مدیریت نامناسب مصرف نهاده های آب و سموم"، "مدیریت نامناسب پس از برداشت"، "انبارداری و حمل نامناسب

۱. پژوهشگر و عضو هیئت علمی مؤسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی

۲. پژوهشگر و عضو هیئت علمی مؤسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی (نویسنده مسئول)

e-mail: davoodcheraghi@yahoo.com

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

محصول"، "مدیریت برداشت و عرضه" و "مدیریت نامناسب مصرف نهاده های کود و رقم درختان". بر اساس نتایج تحلیل عاملی تأییدی، تمام ضرایب متغیرهای لحاظ شده در الگو دارای ارزش آماری است. نتایج برآورد مدل نهایی تحقیق نشان داد که متغیرهای آفات و شرایط اقلیمی، زیرساخت‌های نامناسب، انبارداری و حمل نامناسب محصول و مدیریت نامناسب پس از برداشت متغیرهای تأثیر گذار بر ضایعات مرکبات در استان فارس‌اند.

طبقه‌بندی JEL: C38

#### کلیدواژه‌ها:

مرکبات، ضایعات، معادلات ساختاری، تحلیل عاملی اکتشافی، تحلیل عاملی تأییدی،

استان فارس

#### مقدمه

بخش کشاورزی در تأمین امنیت غذایی نقش اساسی ایفا می‌کند. بسیاری از محصولات کشاورزی از جمله کالاهای مصرفی و راهبردی محسوب می‌شوند و به‌عنوان ماده غذایی، روزانه مورد مصرف انسان‌ها قرار می‌گیرند. افزون بر این، کشاورزی فراگیرترین نوع اشتغال در جهان به شمار می‌آید و بنابراین، اعمال مدیریت مطلوب در فرایند تولید، روش‌های تولید، کنترل و نظارت بر این فرایند اهمیت خاصی دارد. این در حالی است که مسائل و مشکلات مختلف فنی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و حقوقی در جریان تولید، توزیع و مصرف محصولات کشاورزی دیده می‌شود که از جمله بارزترین این مشکلات، ضایعات نسبتاً بالای محصولات مذکور در مراحل مختلف فرایند تولید است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

روند رو به افزایش ضایعات مواد غذایی یکی از مشکلات جدی در اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود و به همین سبب دست اندرکاران امر در صدد برآمده‌اند تا برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در مراحل کاشت، داشت و برداشت و مراحل تولید و مصرف چاره‌اندیشی کنند. بر همین اساس، ضرورت دارد در تدوین خط‌مشی

شناسایی عوامل ایجادکننده .....

و سیاست‌های کلان به راهکارهای عملی و اجرایی جهت جلوگیری از ضایعات از جانب دولت و نیز بالا بردن سطح آگاهی عمومی در زمینه کاهش ضایعات اهمیت داده شود. بررسی‌های به‌عمل آمده مبین آن است که ضایعات محصولات باغی حدود ۲۹ درصد، محصولات زراعی ۱۸ درصد و محصولات دامی و طیور و شیلات نیز به ترتیب حدود ۱۲ و ۷ درصد است (طوطیایی و سلیمانی، ۱۳۸۸). همچنین میزان ضایعات محصولات پرتقال، نارنگی، لیمو ترش و لیمو شیرین به ترتیب برابر با ۳۰، ۳۱، ۲۶ و ۲۶ درصد برآورد شده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹).

ضایعات محصولات کشاورزی عمدتاً در مراحل برداشت و پس از برداشت اتفاق می‌افتد اما دلایل بروز ضایعات می‌تواند ریشه در کلیه مراحل قبل از تولید، تولید، اداره امور پس از برداشت و بازاریابی داشته باشد. به‌طور کلی، علت بروز ضایعات به دو گروه اولیه و ثانویه مربوط می‌شود. از جمله علل اولیه ضایعات محصولات کشاورزی می‌توان به عوامل بیولوژیکی، میکروبیولوژیکی، شیمیایی، واکنش‌های بیوشیمیایی، مکانیکی، فیزیکی، فیزیولوژیکی و روانی اشاره کرد. اما ضایعات در اثر عوامل ثانویه‌ای نیز اتفاق می‌افتد مانند: کمبود امکانات حمل و نقل جهت انتقال محصول به بازار قبل از فاسد شدن، کمبود انبار و امکانات آن، نظام‌های فراوری و بازاریابی سنتی، کمبود مهارت‌های برداشت، بسته‌بندی و اداره امور، کمبود انبارهای سرد، کمبود تجهیزات خشک کردن، کمبود کانتینر جهت حمل و نقل و جابه‌جایی محصولات فسادپذیر، استانداردهای قانونی، عادات تغذیه‌ای نادرست و در نهایت، مدیریت نادرست (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹). از این‌رو، برنامه کنترل و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی به‌عنوان یکی از مسائل و مشکلات ریشه‌ای بخش کشاورزی مورد توجه ویژه‌ای در سال‌های اخیر قرار گرفته و همواره اهداف و سیاست‌های خاصی از جمله حمایت از گسترش صنایع تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی در راستای کاهش ضایعات اتخاذ شده است. در مطالعه حاضر از بین محصولات باغی، ضایعات مرکبات در استان فارس مورد تمرکز واقع شده است. در سال ۱۳۹۰، استان فارس با بیش از ۱۶ درصد تولید

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

پرتقال پس از مازندران در رتبه دوم قرار گرفته است. ارقام و رتبه های متناظر در مورد نارنگی ۲۵ درصد و رتبه دوم و برای لیموشیرین بیش از ۴۱ درصد و رتبه اول می باشد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲).

با توجه به اهمیت بحث ضایعات محصولات کشاورزی، مطالعات مختلفی در این خصوص انجام شده است. اسدی و همکاران (۱۳۹۱) مطالعه ای با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر ضایعات سیب در استان زنجان انجام دادند. یافته های این مطالعه نشان داد که مهم ترین عوامل ایجادکننده ضایعات سیب در استان زنجان عبارتند از: مدیریت ناصحیح پس از برداشت (برداشت به شیوه سنتی، بسته بندی نامناسب محصول، استفاده از روش های نامناسب برای حمل و نقل، درجه بندی نکردن محصول)، عرضه مازاد (عرضه بیش از نیاز به بازار)، اقلیم (سرمزدگی محصولات، بادزدگی درختان سیب، کمبود امکانات فراوری محصول در منطقه)، زیرساختی و برنامه ریزی (کمبود منابع انسانی، اقتصادی و فنی جهت گسترش برنامه های مورد نیاز برای جلوگیری یا کاهش ضایعات پس از برداشت)، مدیریت داشت (عدم مصرف بهینه کودها، آفات و بیماری ها)، مدیریت برداشت (دیر برداشت کردن محصول) و ناکارآمدی سازمان ها (ناکارآمد بودن سازمان ها و نهادهای تجاری خصوصی برای بازاریابی).

آخوندزاده و فضیلت پناه (۱۳۹۱) مهم ترین دلایل ایجاد ضایعات در ایران را فاکتورهای حمل و نقل، نبود راهبرد با ثبات، کشاورزی سنتی ضایعات ساز، فقدان الگو و فرهنگ مناسب، عدم اطلاع رسانی و فرهنگ سازی، نبود صنایع تبدیلی، فقدان صنایع و تجهیزات، ناکارآمدی نظام یارانه ای، کیفیت پایین مواد اولیه، و فقدان سیستم مدیریت ضایعات برشمردند.

به اعتقاد ریسنده (۱۹۷۹)، از دیگر عوامل ایجادکننده ضایعات محصولات کشاورزی می توان به تجربیات مدیریتی، فعالیت های برداشت، روش های بسته بندی و نحوه چیدن محصولات اشاره کرد. همچنین کلیم (۱۹۹۹) به وضعیت و سطح فناوری، سطح و میزان واحدهای بهره برداری کشاورزی و وجود صنایع تبدیلی در مراکز ثقل محصولات کشاورزی به عنوان عوامل ایجادکننده ضایعات اشاره کرد.

شناسایی عوامل ایجادکننده .....

بسیاری از عوامل پیش از برداشت محصول مانند عوامل محیطی، عوامل بیولوژیکی، تغذیه، نظام‌های مدیریتی، و رسیدن محصول در کیفیت میوه محصولات باغی تأثیر گذارند. عوامل دیگری نیز مانند شیوه‌های مدیریت از قبیل هرس، مصرف کود و بارکردن محصول بر رشد میوه مؤثر می‌باشند (های، ۲۰۱۲).

بررسی مطالعات مرتبط با موضوع نشان می‌دهد که در زمینه شناسایی عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات مطالعات زیادی صورت نگرفته و لذا ضرورت انجام تحقیق حاضر بیش از پیش احساس می‌شود.

استان فارس یکی از قطب‌های مهم تولید محصولات باغی و همچنین مرکبات در میان استان‌های کشور می‌باشد به طوری که در سال ۱۳۹۰ از نظر تولید محصولات باغی در رتبه نخست جای گرفته است. پس از استان فارس، استان‌های مازندران و خراسان رضوی در رتبه‌های دوم و سوم تولید محصولات باغی قرار دارند. در این سال میزان کل تولید مرکبات استان فارس (پرتقال، نارنگی، لیمو ترش، لیمو شیرین، گریپ فروت، نارنج و سایر مرکبات) حدود ۱/۳۴ میلیون تن بوده است. سهم تولید پرتقال، نارنگی، لیمو ترش، لیمو شیرین، گریپ فروت، نارنج و سایر مرکبات از این رقم به ترتیب حدود ۳۱/۳، ۱۳/۶، ۱۳/۲، ۳۸/۵، ۰/۲، ۰/۶ و ۲/۷ درصد می‌باشد که بر این اساس بیشترین میزان تولید مرکبات مربوط به لیمو شیرین و پرتقال است (آمارنامه کشاورزی، جلد اول، ۱۳۹۰). هر سال حدود ۲۰ درصد مرکبات فارس از بین می‌رود. استان فارس با اینکه جایگاه دوم تولید مرکبات کشور را دارد، اما در این استان صنایع فراوری این محصول اندک است. باغداران استان فارس بالغ بر یک میلیون و ۴۰۰ هزار تن انواع مرکبات را تولید می‌کنند که از این میزان ۴۵۰ هزار تن آن پرتقال، ۵۵ هزار تن لیمو شیرین، ۳۰۰ هزار تن نارنگی و ۱۷۵ هزار تن لیمو ترش است و مابقی آن را سایر مرکباتی همچون گریپ فروت، ترنج و نارنج تشکیل می‌دهد. در کنار نبود واحد فراوری، نبود واحد سردخانه برای نگهداری این محصولات در استان باعث شده است در مقاطعی از سال پرتقال و نارنگی مورد نیاز استان از استان‌های دیگر تأمین شود. بر اساس آمار،

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

از کل تولید مرکبات در فارس، حدود ۲۰ درصد آن مصرف تازه خوری دارد و ۲۰ درصد دیگر هم بدون احتساب لیموترش، به دلیل نبود واحدهای فراوری مرکبات در باغات، نابود شده و از بین می‌رود. این میزان ضایعات مرکبات ۲۴۰ میلیارد تومان ضرر به اقتصاد استان می‌زند (وبگاه اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی شیراز<sup>۱</sup>، ۱۳۹۳).

با توجه به مطالب فوق و اهمیت شناخت عوامل ایجاد کننده ضایعات محصولات باغی و به ویژه مرکبات، هدف اصلی این مطالعه شناسایی عوامل ایجاد کننده ضایعات مرکبات در استان فارس است.

### روش تحقیق

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر هدف اصلی، شناسایی عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات در استان فارس است و نیز برخی از متغیرهای تحقیق به طور مستقیم قابل اندازه گیری نیست، بنابراین بهترین روش برای برآورد الگوی تحقیق استفاده از معادلات ساختاری است. گفتنی است که به منظور بررسی اعتبار سازه‌ای در این مطالعه از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد.

### معادلات ساختاری

مدل‌سازی معادلات ساختاری یک روش تحلیل چندمتغیره بسیار کلی و نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیره است که فنون دیگری مثل رگرسیون چندمتغیره، تجزیه و تحلیل عاملی، تجزیه و تحلیل مسیر را در بر می‌گیرد (مهرگان و زالی، ۱۳۸۵). مدل‌سازی معادلات ساختاری دو کاربرد مهم و عمده دارد: مدل‌های اندازه گیری و مدل‌های ساختاری. خروجی اصلی مدل‌های اندازه گیری بار عاملی است که میزان همبستگی بین متغیر مکنون و قابل مشاهده را مشخص می‌کند. مدل ساختاری نیز به بررسی ارتباط بین متغیرهای مکنون می‌پردازد که خروجی آن در حالت تخمین استاندارد، ضریب مسیر<sup>۲</sup> می‌باشد (رامین مهر و

۱. قابل دسترس در: <http://sccim.ir/fa/index.php/2013-02-04-10-51-26/972-240>

2. Path Coefficient

شناسایی عوامل ایجادکننده .....

چارستاد، ۱۳۹۲). با استفاده از معادلات ساختاری می‌توان روابط علی میان متغیرهای غیرقابل مشاهده را به‌طور مستقیم با توجه به خطاها استنتاج نمود و مانند الگوهای رگرسیونی، کمی سازی روابط میان متغیرهای مستقل و وابسته صورت می‌گیرد. اما پارامترهای معادلات ساختاری برخلاف پارامترهای رگرسیونی، که همبستگی‌های تجربی را نشان می‌دهند، همبستگی‌های علی را بیان می‌کنند (مهرگان و زالی، ۱۳۸۵) و برای هر یک از متغیرهای موجود در مدل، درصد واریانسی را نشان می‌دهد که به وسیله آن متغیر تبیین می‌گردد (Au et al., 2003). بارزترین تفاوت بین مدل سازی معادله ساختاری و دیگر شیوه‌های چند متغیره، استفاده از روابط جدا از هم برای هر یک از متغیرهای وابسته است. مدل سازی معادلات ساختاری شامل مراحل بسط مدل مبتنی بر تئوری، ساخت نمودار مسیر از روابط علی، تبدیل نمودار مسیر به مجموعه‌ای از معادلات ساختاری و معادلات سنجش، انتخاب ماتریس داده‌ها و برآورد مدل پیشنهادی، ارزیابی ویژگی‌های معادلات مدل، ارزیابی نتایج مربوط به درجه خوب بودن تناسب و اعمال تغییرات پیشنهاد شده در صورت توجه نظری می‌باشد (شارع پور، ۱۳۸۰).

### تحلیل عاملی

تحلیل عاملی یک روش چندمتغیره آماری است که هدف از به‌کارگیری آن به‌دست آوردن وزن و یا درجه اهمیت هر شاخص به صورت کمی و نیز استخراج شاخص‌های ترکیبی غیرهمبسته تحت عنوان عامل‌های مشترک فضایی بدین صورت می‌باشد که هر فاکتور تابع خطی از چندین شاخص با وزن‌های متفاوت است (Hair et al., 1998). بنابراین، هدف تحلیل عاملی خلاصه کردن داده‌هاست که به بررسی همبستگی درونی تعداد زیادی از متغیرها پرداخته و در نهایت آن‌ها را در قالب عامل‌های عمومی محدودی دسته‌بندی می‌نماید. تحلیل عاملی شامل مراحل محاسبه ماتریس همبستگی، استخراج عامل‌ها، دوران عامل‌ها و نام‌گذاری عامل‌هاست (Wang, 2000). در این روش به منظور بررسی مناسب بودن داده‌ها برای انجام

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

تحلیل عاملی، از آزمون KMO<sup>۱</sup> و بارتلت<sup>۲</sup> استفاده می شود (دواس، ۱۳۷۶). در تحلیل عاملی به منظور بررسی و تعیین روایی عامل‌ها و همچنین تعیین تعداد عوامل زیربنایی، روش‌های مختلفی وجود دارد که روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل عاملی مشترک از پر کاربردترین آن‌ها می باشد (کلانتری، ۱۳۸۲). در مطالعه حاضر نیز از تحلیل عوامل مؤلفه‌های اساسی<sup>۳</sup> با چرخش واریماکس<sup>۴</sup> استفاده شد.

در تحقیق حاضر با بررسی مطالعات مرتبط با موضوع مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر سطح ضایعات مرکبات به صورت زیر در نظر گرفته شد.

#### جدول ۱. متغیرهای تحقیق

ردیف	نام متغیر	ردیف	نام متغیر
۱	کمبود فناوری لازم برای گسترش برنامه های جلوگیری و کاهش ضایعات	۱۴	آفات و بیماری‌های مرکبات
۲	کمبود امکانات فراوری مرکبات در منطقه	۱۵	بارش تگرگ
۳	فاصله زیاد بین مرکز تولید تا مصرف مرکبات	۱۶	عرضه بیش از نیاز به بازار
۴	سرمازدگی درختان	۱۷	ماهر نبودن کارگران
۵	برداشت به شیوه سنتی	۱۸	کمبود سردخانه و انبار در منطقه
۶	نگهداری بیش از حد نیاز مرکبات در بازار	۱۹	عدم مصرف بهینه کودها
۷	بسته بندی نامناسب مرکبات	۲۰	استفاده نابهینه از سموم دفع آفات
۸	درجه بندی نکردن مرکبات	۲۱	استفاده از سموم نامناسب
۹	بادزدگی درختان مرکبات	۲۲	نامناسب بودن زمان آبیاری
۱۰	نامناسب بودن وضعیت انبارها و سردخانه ها	۲۳	دمای نامناسب جهت فعالیت‌های فتوسنتزی
۱۱	روش‌های نامناسب حمل و نقل	۲۴	شدت نور (زیاد بودن نور)
۱۲	دیر برداشت کردن مرکبات	۲۵	انتخاب پایه نامناسب

مأخذ: پیشینه تحقیق و نتایج تحقیق

1. Kaiser-Meyer-Olkin
2. Bartlett
3. Principal Component Analysis
4. Varimax Rotation



شناسایی عوامل ایجادکننده .....

داده ها و اطلاعات مورد نیاز مطالعه حاضر با استفاده از پرسش نامه در سال ۱۳۹۲ در استان فارس جمع آوری شد که برای سنجش متغیرهای کیفی از طیف لیکرت پنج گزینه‌ای استفاده گردید. به منظور تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد که حجم نمونه ۲۲۱ برآورد گردید. پرسش نامه تحقیق مشتمل بر ۲۵ سؤال بسته و ۱ سؤال باز بود. جهت بررسی پایایی پرسش نامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار ضریب مربوط ۰/۷۹ به دست آمد که نشان دهنده پایایی پرسش نامه است. لازم به ذکر است سئوالاتی که میزان همبستگی آن‌ها با کل سئوالات پرسش نامه کمتر از ۰/۳ بود، حذف گردید که در نهایت تعداد ۱۹ سؤال باقی ماند. در این مطالعه، تحلیل عاملی اکتشافی با استفاده از نرم افزار SPSS و تحلیل عاملی تأییدی و برآورد الگوی معادلات ساختاری به کمک نرم افزار لیزرل صورت پذیرفت.

### نتایج و بحث

به منظور محدود کردن متغیرهای عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات در استان فارس، از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده گردید که نتایج در جدول ۱ ارائه گردیده است. بر اساس نتایج ارائه شده، آماره KMO برابر با ۰/۵۹ به دست آمده است که نشان دهنده مناسب بودن داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی اکتشافی می باشد. همچنین مقدار آماره بارتلت برابر با ۱۵۸۵/۷۸ است که با توجه به معنی داری آن می توان نتیجه گرفت که داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب است.

#### جدول ۱. مقدار شاخص KMO و آزمون بارتلت برای متغیر میزان ضایعات مرکبات

تحلیل عاملی	KMO	آزمون بارتلت	سطح معنی داری
میزان ضایعات	۰/۵۹	۱۵۸۵/۷۸	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بررسی میزان اشتراکات متغیرهای آشکار با ضایعات مرکبات و به عبارت دیگر بررسی میزان تبیین واریانس شاخص‌ها نشان داد که ضریب برخی متغیرها کمتر از ۰/۵ بوده و لذا از تحلیل خارج گردیدند. لازم به ذکر است که چنانچه مقدار ضریب تعیین کمتر از ۰/۵ باشد باید متغیر مربوط از تحلیل خارج گردد و مجدداً تحلیل عاملی اکتشافی صورت پذیرد.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

در جدول ۲ تعداد عوامل و مقدار ویژه مربوط به آنها برای متغیر ضایعات مرکبات مشاهده می شود. در این مرحله عامل هایی که بردارهای ویژه بزرگتر از ۱ دارند در مدل باقی می مانند و سایر عامل ها حذف می گردند.

جدول ۲. مقدار ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی عوامل

استخراج شده مربوط به میزان ضایعات

عامل	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
اول	۳/۰۴۵	۱۶/۹۱۹	۱۶/۹۱۹
دوم	۲/۲۹۸	۱۲/۷۶۵	۲۹/۶۸۴
سوم	۲/۰۳۴	۱۱/۳۰۲	۴۰/۹۸۶
چهارم	۱/۶۶۴	۹/۲۴۲	۵۰/۲۲۸
پنجم	۱/۵۶۲	۸/۶۷۶	۵۸/۹۰۴
ششم	۱/۵۰۹	۸/۳۸۵	۶۷/۲۸۸
هفتم	۱/۳۱۹	۷/۳۳۰	۷۴/۶۱۸

مأخذ: یافته های تحقیق

بر اساس نتایج، متغیرهای مورد نظر در هفت عامل قرار گرفته اند. همان طور که مشاهده می شود، مجموع این هفت عامل حدود ۷۴/۶ درصد واریانس تجمعی را تبیین می کند که شرط بزرگتر بودن از ۶۰ درصد را تأمین می نماید. متغیرهای قرار گرفته در هر عامل در ادامه ارائه شده است.

عامل اول: مقدار ویژه عامل نخست برابر با ۳/۰۴ می باشد که این عامل توضیح دهنده حدود ۱۷ درصد واریانس متغیر ضایعات مرکبات در استان فارس است. بر اساس نتایج حاصل از ماتریس دوران یافته عاملی، متغیرهای قرار گرفته در این عامل عبارت اند از: کمبود امکانات فراوری محصول، کمبود انبار و سردخانه و کمبود منابع و فناوری برای گسترش برنامه های کاهش ضایعات. عامل مذکور تحت عنوان زیرساخت های نامناسب نام گذاری شد.

عامل دوم: این عامل تبیین کننده ۱۲/۷۶ درصد کل واریانس متغیر میزان ضایعات مرکبات بوده و مقدار ویژه مربوط به این عامل برابر با ۲/۲۹ محاسبه شده است. متغیرهای قرار

شناسایی عوامل ایجادکننده .....

گرفته در این عامل شامل باد زدگی و بادهای سرد یا شدید، آفات و بیماری‌ها، سرمازدگی درختان و بارش تگرگ است. این عامل تحت عنوان آفات و شرایط اقلیمی نام گذاری شد.

عامل سوم: این عامل حدود  $11/3$  درصد از کل واریانس ضایعات مرکبات را تبیین می‌کند. مقدار ویژه این عامل نیز برابر با  $2/03$  به دست آمده است. بر اساس نتایج، در این عامل متغیرهای نامناسب بودن زمان آبیاری، استفاده از سموم نامناسب، استفاده بیش از حد از سموم و آفت کش‌ها قرار گرفته که تحت عنوان مدیریت نامناسب مصرف نهاده‌های آب و سموم نام گذاری گردید.

عامل چهارم: عامل چهارم تبیین کننده  $9/24$  درصد کل واریانس متغیر میزان ضایعات مرکبات است که مقدار ویژه مربوط به این عامل برابر با  $1/66$  می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از ماتریس دوران یافته عاملی، متغیرهایی که در این عامل قرار گرفتند عبارت‌اند از: بسته‌بندی نامناسب و درجه بندی نکردن محصول. عامل چهارم تحت عنوان مدیریت نامناسب پس از برداشت نام گذاری شد.

عامل پنجم: مقدار ویژه این عامل برابر با  $1/56$  به دست آمده که حدود  $8/68$  درصد کل واریانس متغیر میزان ضایعات مرکبات را توضیح می‌دهد. متغیرهای انبارها و سردخانه‌های نامناسب و روش‌های نامناسب حمل و نقل در این عامل قرار گرفته‌اند که بر این اساس عامل مورد نظر، انبارداری و حمل نامناسب محصول نام گرفت.

عامل ششم: این عامل در بردارنده متغیرهای دیر برداشت کردن محصول و عرضه بیش از نیاز به بازار است که عامل مدیریت برداشت و عرضه نامیده شد. عامل مذکور توضیح دهنده  $8/38$  درصد کل واریانس متغیر میزان ضایعات مرکبات است. مقدار ویژه مربوط به این عامل نیز برابر با  $1/5$  می‌باشد.

عامل هفتم: آخرین عامل شناسایی شده که در بردارنده متغیرهای عدم مصرف بهینه کودها و رقم نامناسب درختان می‌باشد، عامل مدیریت نامناسب مصرف نهاده‌های کود و رقم

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

درختان نام گذاری شد. مقدار ویژه عامل هفتم برابر با ۱/۳۲ به دست آمده و تبیین کننده ۷/۳۳ درصد کل واریانس متغیر میزان ضایعات مرکبات است.

در جدول ۳ بار عاملی متغیرهای قرار گرفته در هر عامل نشان داده شده است. بر اساس نتایج، در عامل نخست، بیشترین بار عاملی مربوط به متغیر کمبود امکانات فراوری محصول بوده که برابر با ۰/۸۷۷ می باشد. در عامل دوم نیز متغیر سرمازدگی درختان دارای بیشترین بار عاملی (۰/۹۴۳) است. بیشترین بار عاملی در عامل سوم و چهارم نیز به ترتیب مربوط به متغیرهای استفاده از سموم نامناسب و بسته بندی نامناسب می باشد. در عامل های پنجم تا هفتم بیشترین بار عاملی به ترتیب به متغیرهای روش های نامناسب حمل و نقل، زمان برداشت محصول و رقم نامناسب اختصاص دارد. با توجه به نتایج جدول ۳ مشاهده می شود که روایی واگرا وجود دارد. توضیح آنکه روایی واگرا زمانی وجود دارد که هر سؤال با عاملی که در آن قرار گرفته دارای مقداری بیشتر از ۰/۵ و با عامل های دیگر دارای مقادیری کمتر از ۰/۵ باشد.

جدول ۳. نتایج تحلیل عاملی متغیر میزان ضایعات مرکبات

(ماتریس دوران یافته عاملی)

متغیر	بار عاملی						
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
بادزدگی و بادهای سرد یا شدید	-۰/۰۴۷	۰/۸۵۹	۰/۰۰۹	-۰/۱۴۹	۰/۰۶۰	-۰/۰۲۳	۰/۰۲۹
آفات و بیماری ها	-۰/۰۱۴	۰/۹۱۸	-۰/۰۰۷	۰/۰۵۹	۰/۰۰۲	-۰/۰۱۱	۰/۰۷۰
سرمازدگی درختان	-۰/۰۳۰	۰/۹۴۳	۰/۰۱۲	-۰/۰۲۰	۰/۰۳۷	-۰/۰۶۹	۰/۰۵۲
بارش تگرگ	-۰/۰۸۵	۰/۶۴۲	۰/۰۲۲	۰/۰۴۲	۰/۱۶۲	۰/۱۲۴	-۰/۲۷۳
کمبود امکانات فراوری محصول	۰/۸۷۷	-۰/۱۰۷	-۰/۰۲۸	-۰/۰۵۶	۰/۰۲۸	۰/۰۵۸	۰/۰۸۸
کمبود انبار و سردخانه	۰/۸۳۵	-۰/۱۹۷	۰/۰۰۳	-۰/۰۵۶	۰/۰۶۱	۰/۰۳۹	۰/۰۹۷
کمبود منابع و فناوری برای گسترش برنامه های کاهش ضایعات	۰/۷۲۱	۰/۱۵۹	۰/۱۱۰	-۰/۰۰۷	-۰/۲۰۴	-۰/۰۶۲	-۰/۱۰۶
انبارها و سردخانه های نامناسب	-۰/۰۷۹	۰/۲۸۱	۰/۰۵۸	۰/۰۱۹	۰/۷۹۵	-۰/۰۹۸	-۰/۰۲۶

ادامه جدول ۳.

۰/۰۲۵	۰/۰۳۷	۰/۸۹۸	۰/۰۳۱	۰/۰۶۷	۰/۰۳۵	۰/۰۱۰	روش‌های نامناسب حمل و نقل
۰/۰۲۸	۰/۰۵۲	۰/۰۳۷	۰/۸۹۷	۰/۰۲۸	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸	بسته بندی نامناسب
۰/۰۲۶	۰/۰۰۶	۰/۰۵۵	۰/۸۸۳	۰/۱۹۶	۰/۰۴۱	۰/۰۷۳	درجه بندی نکردن محصول
۰/۰۳۶	۰/۰۲۹	۰/۰۹۳	۰/۰۶۳	۰/۸۹۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶	نامناسب بودن زمان آبیاری
۰/۱۱۴	۰/۰۵۳	۰/۰۵۶	۰/۱۶۲	۰/۰۹۰۴	۰/۰۴۴	۰/۰۱۳	استفاده از سموم نامناسب
۰/۱۸۱	۰/۱۳۸	۰/۰۹۱	۰/۰۴۷	۰/۷۸۵	۰/۰۱۴	۰/۰۴۰	استفاده بیش از حد از سموم و آفت کش‌ها
۰/۰۶۸	۰/۸۵۸	۰/۰۰۷	۰/۰۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۱۵	۰/۱۱۲	دیر برداشت کردن محصول
۰/۰۵۰	۰/۸۳۴	۰/۰۴۸	۰/۰۰۴	۰/۰۲۹	۰/۰۱۵	۰/۰۷۲	عرضه بیش از نیاز به بازار
۰/۷۵۷۰	۰/۰۹۰	۰/۱۱۷	۰/۰۶۴	۰/۰۷۰	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	عدم مصرف بهینه کودها
۰/۷۶۰	۰/۰۶۷	۰/۰۷۵	۰/۰۶۷	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۳	رقم نامناسب

مأخذ: یافته های تحقیق

نتایج برآورد مدل اندازه گیری عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات (تحلیل عاملی تأییدی)

نتایج حاصل از تحلیل عاملی تأییدی عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات (جدول ۴) نشان می دهد که تمام ضرایب از لحاظ آماری معنی دارند. از آنجا که متغیرهای پنهان موجود در مدل فاقد واحد اندازه گیری هستند، برای حل بدون مقیاس بودن متغیرهای پنهان باید متغیر را به عنوان متغیر مرجع معرفی کرد که برای این منظور واحد اندازه گیری آن متغیر مشاهده شده مرتبط با متغیر پنهان، به عنوان واحد اندازه گیری همان متغیر پنهان منظور می گردد و با علامت ۱ نشان داده می شود و لذا آماره t برای آن تعریف نمی شود.

بر اساس نتایج، بیشترین بار عاملی در تعریف عامل آفات و شرایط اقلیمی مربوط به متغیر سرمازدگی درختان است که ضریب مربوط برابر با ۰/۹۱ به دست آمده که در سطح آماری ۱ درصد معنی دار است. این متغیر ۸۹ درصد واریانس ضایعات مرکبات را تبیین می کند. در تعریف متغیر زیرساخت‌های نامناسب نیز بیشترین بار عاملی به متغیر کمبود انبار و سردخانه تعلق دارد که مقدار آن برابر با ۰/۹۲ می باشد. متغیر مذکور نیز ۹۵ درصد واریانس

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

ضایعات مرکبات را توضیح می دهد. متغیر روش های نامناسب حمل و نقل بیشترین بار عاملی را در تعریف عامل انبارداری و حمل نامناسب محصول دارد. همچنین این متغیر توضیح دهنده ۷۸ درصد نوسانات و تغییرات ضایعات مرکبات است.

جدول ۴. ضرایب مدل اندازه گیری عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات

عامل ها و متغیرهای آشکار	ضرایب استاندارد	آماره t	R <sup>2</sup>
<b>آفات و شرایط اقلیمی:</b>			
بازدنگی و بادهای سرد یا شدید	۰/۸***	۲۴/۲۳	۰/۶۴
آفات و بیماریها	۰/۸۹***	۱۶/۶۴	۰/۷۹
سرمازدگی درختان	۰/۹۱***	۱۹/۸۳	۰/۸۹
بارش تگرگ	۰/۵۱***	۸/۰۲	۰/۲۶
<b>زیرساخت های نامناسب:</b>			
کمبود امکانات فراوری محصول	۰/۴۸***	۱۲/۸۷	۰/۲۳
کمبود انبار و سردخانه	۰/۹۲***	۱۰/۷	۰/۹۵
کمبود منابع و فناوری برای گسترش برنامه های کاهش ضایعات	۰/۷۵***	۷	۰/۵۶
<b>انبارداری و حمل نامناسب محصول:</b>			
انبارها و سردخانه های نامناسب	۰/۴۵***	۷/۸۹	۰/۴۷
روشهای نامناسب حمل و نقل	۰/۷۸	-	۰/۶۹
<b>مدیریت نامناسب پس از برداشت:</b>			
بسته بندی نامناسب	۰/۳۶***	۲/۳۶	۰/۱۳
درجه بندی نکردن محصول	۰/۷۳***	۲/۶۱	۰/۴۹
<b>مدیریت نامناسب مصرف نهاده های آب و سموم:</b>			
نامناسب بودن زمان آبیاری	۰/۹۴***	۱۲/۲۶	۰/۸۹
استفاده از سموم نامناسب	۰/۶***	۱۶/۱۴	۰/۳۶
استفاده بیش از حد از سموم و آفت کشها	۰/۸۱***	۹/۳۶	۰/۶۵
<b>مدیریت برداشت و عرضه:</b>			
دیر برداشت کردن محصول	۰/۹۴***	۷/۹۸	۰/۴۵
عرضه بیش از نیاز به بازار	۰/۰۸***	۶/۸	۰/۱۱
<b>مدیریت نامناسب مصرف نهاده های کود و رقم درختان:</b>			
عدم مصرف بهینه کودها	۰/۱۱	-	۰/۱۲
رقم نامناسب	۰/۷۵***	۳/۳۴	۰/۲۷

\*\*\*: معنی داری در سطح ۱ درصد

منبع: یافته های تحقیق

شناسایی عوامل ایجادکننده .....

در خصوص عامل مدیریت نامناسب پس از برداشت نیز متغیر درجه بندی نکردن محصول بار عاملی بیشتری در مقایسه با متغیر بسته بندی نامناسب دارد و تبیین کننده ۴۹ درصد واریانس ضایعات مرکبات می باشد. در تعریف عامل مدیریت نامناسب مصرف نهاده های آب و سموم، بیشترین بار عاملی برای متغیر نامناسب بودن زمان آبیاری به دست آمده که برابر با ۰/۹۴ می باشد. این متغیر حدود ۸۹ درصد ضایعات مرکبات را توضیح می دهد. همچنین حداکثر بار عاملی به دست آمده در عامل مدیریت برداشت و عرضه برابر با ۰/۹۴ می باشد که به متغیر دیر برداشت کردن محصول اختصاص دارد. ضریب تعیین متغیر دیر برداشت کردن محصول برابر با ۰/۴۵ محاسبه شده بدین معنا که ۴۵ درصد ضایعات مرکبات را تبیین می کند. در عامل مدیریت نامناسب نهاده های کود و رقم درختان، حداکثر بار عاملی (۰/۷۵) برای متغیر رقم نامناسب درختان به دست آمده است.

برخی از شاخص های مهم برازش تحلیل عاملی تأییدی در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج می توان گفت که مدل برازش شده وضعیت نسبتاً مطلوبی دارد و به بیان دیگر ساختار کلی روابط مورد بررسی از طریق داده های به دست آمده مورد تأیید است.

جدول ۵. شاخص های برازش مدل اندازه گیری

شاخص برازش	مقدار	دامنه مطلوب	وضعیت
$\chi^2$	۲۹۸/۵۴	-	-
$x^2/dr$	۲/۶۱	کوچک تر یا مساوی ۳	مطلوب
NFI	۰/۷۶	بزرگ تر یا مساوی ۰/۹	نسبتاً مطلوب
RMSEA	۰/۰۷۶	کوچک تر یا مساوی ۰/۰۸	مطلوب
GFI	۰/۹۳	بزرگ تر یا مساوی ۰/۹	مطلوب
CFI	۰/۸۲	بزرگ تر یا مساوی ۰/۹	نسبتاً مطلوب
IFI	۰/۹۴	بزرگ تر یا مساوی ۰/۹	مطلوب
AGFI	۰/۸۸	بزرگ تر یا مساوی ۰/۹	نسبتاً مطلوب

منبع: یافته های تحقیق و مؤمنی و همکاران (۱۳۹۲)

نتایج برآورد مدل نهایی تحقیق (تحلیل مسیر)

نتایج برآورد مدل نهایی تحقیق در جدول ۶ ارائه شده است. شایان ذکر است که به منظور بررسی تأثیر عامل‌های استخراج شده بر ضایعات مرکبات در استان فارس، پس از محاسبه میانگین هر کدام از عامل‌ها و در نظر گرفتن آن‌ها به عنوان متغیر آشکار، از تحلیل مسیر استفاده شد.

جدول ۶. نتایج مدل نهایی تحقیق (عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات)

متغیر	ضریب	آماره t
آفات و شرایط اقلیمی	۰/۳۴***	۸/۳۴
مدیریت نامناسب مصرف نهاده های کود و رقم درختان	۰/۴۷	۱/۴۴
زیرساخت‌های نامناسب	۰/۷۳***	۶/۸۴
انبارداری و حمل نامناسب محصول	۰/۶۸***	۵/۹۸
مدیریت برداشت و عرضه	۰/۳۲	۱/۲۱
مدیریت نامناسب پس از برداشت	۰/۶۳***	۶/۸۷
مدیریت نامناسب مصرف نهاده های آب و سموم	۰/۲۱	۱/۳۶

\*\*\*: معنی داری در سطح ۱ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج جدول فوق، متغیرهای آفات و شرایط اقلیمی، زیرساخت‌های نامناسب، انبارداری و حمل نامناسب محصول و مدیریت نامناسب پس از برداشت متغیرهای تأثیرگذار بر ضایعات مرکبات در استان فارس هستند.

جمع‌بندی و پیشنهادها

هدف کلی مطالعه حاضر شناسایی عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات در استان فارس است. در همین راستا، ۱۸ متغیر تأثیرگذار بر ضایعات مرکبات در استان فارس با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی به هفت عامل محدود گردیدند که در مجموع حدود ۷۴/۶ درصد



شناسایی عوامل ایجادکننده .....

واریانس تجمعی را تبیین می کنند. این هفت عامل تحت عناوین عامل اول: "زیرساخت‌های نامناسب"، عامل دوم: "آفات و شرایط اقلیمی"، عامل سوم: "مدیریت نامناسب مصرف نهاده های آب و سموم"، عامل چهارم: "مدیریت نامناسب پس از برداشت"، عامل پنجم: "انبارداری و حمل نامناسب محصول"، عامل ششم: "مدیریت برداشت و عرضه" و عامل هفتم: "مدیریت نامناسب مصرف نهاده های کود و رقم درختان" نام گذاری شدند. جمع بندی نتایج حاصل از تحلیل عاملی تأییدی نشان می دهد که تمام ضرایب دارای ارزش آماری می باشند. بیشترین بار عاملی در تعریف عامل آفات و شرایط اقلیمی مربوط به متغیر سرمزدگی درختان است. در تعریف متغیر زیرساخت‌های نامناسب نیز بیشترین بار عاملی به متغیر کمبود انبار و سردخانه تعلق دارد. متغیر روش‌های نامناسب حمل و نقل بیشترین بار عاملی را در تعریف عامل انبارداری و حمل نامناسب محصول دارد. در خصوص عامل مدیریت نامناسب پس از برداشت نیز متغیر درجه بندی نکردن محصول بیشترین بار عاملی را دارد. در تعریف عامل مدیریت نامناسب مصرف نهاده های آب و سموم، بیشترین بار عاملی برای متغیر نامناسب بودن زمان آبیاری به دست آمده است. حداکثر بار عاملی در عامل مدیریت برداشت و عرضه به متغیر دیر برداشت کردن محصول اختصاص دارد. در نهایت در عامل مدیریت نامناسب نهاده های کود و رقم درختان، حداکثر بار عاملی مربوط به متغیر رقم نامناسب درختان است. نتایج برآورد مدل نهایی تحقیق نشان داد که متغیرهای آفات و شرایط اقلیمی، زیرساخت‌های نامناسب، انبارداری و حمل نامناسب محصول، و مدیریت نامناسب پس از برداشت متغیرهای تأثیرگذار و دارای ارزش آماری بر ضایعات مرکبات در استان فارس اند.

بر اساس نتایج مطالعه، باید انجام برنامه ریزی مناسب در جهت مدیریت و کنترل آفات، تقویت زیرساخت‌ها از جمله گسترش صنایع تبدیلی و فراوری مرکبات در منطقه، ایجاد انبارهای مناسب، تقویت نظام حمل و نقل محصول از تولید تا مصرف در اولویت برنامه‌های کاهش ضایعات مرکبات در استان فارس قرار گیرد. افزون بر این، پس از برداشت مرکبات، درجه بندی محصول و بسته بندی آن نقش مهمی در کاهش ضایعات دارد. در این خصوص

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۱

تشکیل و یا تقویت تعاونی‌های تولید در منطقه با اهداف درجه بندی و بسته بندی و به عبارتی تشکیل گروه‌های خودیار کشاورزان را می‌توان پیشنهاد داد.

## منابع

اسدی، ع.، قلی‌فر، ا. و اکبری، م. ۱۳۹۱. مطالعه‌ای تحت عنوان شناسایی عوامل موثر بر ضایعات سیب در استان زنجان. *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۲-۴۳(۲): ۲۸۱-۲۹۲.

آمارنامه کشاورزی، جلد اول (باغبانی). ۱۳۹۰. آمار میزان تولید مرکبات در کشور. وزارت جهاد کشاورزی.

دواس، دی‌ای. ۱۳۷۶. پیمایش در تحقیقات اجتماعی. ترجمه هوشنگ نایی. تهران: نشر نی.

رامین مهر، ح. و چارستاد، پ. ۱۳۹۲. روش تحقیق کمی با کاربرد مدلسازی معادلات ساختاری (نرم افزار لیزرل). تهران: انتشارات ترمه.

شارع پور، م. ۱۳۸۰. مدلسازی معادله ساختاری (SEM): آشنایی با کاربردهای برنامه لیزرل (LISREL) در تحقیقات اجتماعی. *فصلنامه علوم اجتماعی*، شماره ۳ و ۴: ۲۰۵-۲۳۱.

طوطیایی، ع. ح. و سلیمانی، ا. ۱۳۸۸. درباره اصلاح الگوی مصرف (۱۱) کاهش ضایعات محصولات کشاورزی. مرکز پژوهش‌های مجلس. مرکز مطالعات زیر بنایی.

کلانتری، خ. ۱۳۸۲. پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی با استفاده از نرم افزار SPSS. تهران: نشر شریف.

مهرگان، م. ر. و زالی، م. ر. ۱۳۸۵. در جست و جوی فنون تعیین روایی در پژوهش‌های مدیریتی. *مدیریت فرهنگ سازمانی*، ۴(۱۴): ۵-۲۶.

مومنی، م.، دشتی، م.، بایرام زاده، س. و سلطان محمدی، ن. ۱۳۹۲. مدلسازی معادلات ساختاری با تاکید بر سازه‌های بازتابنده و سازنده. تهران: منصور مومنی.

وبگاه اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی شیراز. ۱۳۹۳. ضایعات ۲۴۰ میلیارد تومانی مرکبات فارس. قابل دسترس در: <http://sccim.ir/fa/index.php/2013-02-04-10-51->

26/972-240

شناسایی عوامل ایجادکننده .....

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. گزارش برنامه مدیریت کنترل و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی. [www.maj.ir](http://www.maj.ir).

Au, L., Wright, B. and Botton, C. 2003. Using structural equation modeling approach (SEM) to examine leadership of heads of subject departments (HODs) as perceived by principals and vice – principals heads of subject departments and teachers within Schools Based Management (SBM) secondary schools: some evidence from Hong Kong. *School Leadership and Management*, 4: 481-498.

Claim, N. A. 1999. Modifications to the supply chain of fruits and vegetables and the role of supermarkets (in Portuguese). M. Sc dissertation Federal university, Uberlandia.

Hai, Vu T. 2012. The effect of picking time and postharvest treatments on fruit quality of mango (*Mangifera indica* L.). Faculty of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science, Section of Crop Physiology of Specialty Crops, University of Hohenheim. Available at: <http://d-nb.info/102856712X/34>.

Hair, J.F., Anderson, JR. and R. Tat Ham, R.W.C. 1998. *Multivariate Data Analysis* (5 the ed.) upper saddle river. NJ: Prentice Hall.

Resende, L.M.A. 1979. Causes and Effects of losses in vegetable marketing (in Portuguese). MSc. Dissertation. Federal University, Vicosa.

Wang, F.K.T.C.T.Du 2000. Using principal component analysis in process performance for multivariate data. Omega 28185.