

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل اثرگذار بر ضایعات مرکبات در استان‌های شمالی ایران با روش تحلیل سلسله مراتبی

مهتا رفیعی^۱ و حسن قاسمی مبتکر^{۲*}

چکیده

به‌منظور رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ایجاد ضایعات در چرخه تولید مرکبات در سه استان شمالی گیلان، مازندران و گلستان، ابتدا با استفاده از پیشینه پژوهش و مشورت با کارشناسان، چهار مرحله داشت، برداشت، پس از برداشت و بازار به‌عنوان معیارهای اصلی و ۱۷ عامل اثرگذار (۴ زیرمعیار برای مرحله داشت، ۴ زیرمعیار برای مرحله برداشت، ۵ زیرمعیار برای مرحله پس از برداشت و ۴ زیرمعیار برای مرحله بازار) به‌عنوان زیرمعیارها شناسایی شدند. پرسشنامه‌ها به‌صورت مقایسات زوجی، طراحی و به روش نمونه‌گیری هدفمند از طریق مصاحبه با ۱۰ نفر از کارشناسان خبره این حوزه تکمیل شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) صورت گرفت. نتایج نشان داد که در بین معیارهای اصلی تأثیرگذارترین مرحله در ایجاد ضایعات مرکبات، مرحله داشت با وزن ۰/۵۴۲ است. پس از آن، به ترتیب، مرحله پس از برداشت با وزن ۰/۲۸۴، مرحله برداشت با وزن ۰/۱۲۹ و مرحله بازار با وزن ۰/۰۴۵ در رتبه‌های بعدی اهمیت از دیدگاه خبرگان قرار دارند. در مقایسه و رتبه‌بندی زیرمعیارها، شاخص عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها با وزن ۰/۳۲۰ با اهمیت‌ترین عامل در تلفات مرکبات شناسایی شد. پس از آن به ترتیب شاخص‌های عدم کنترل سرمازدگی (۰/۱۵۶) در رتبه دوم، نامناسب بودن انبارها و سردخانه‌ها (۰/۱۳۴) در رتبه سوم، برداشت در زمان نامناسب (۰/۰۷۵) در رتبه چهارم و عدم کنترل مناسب بیماری‌های پس از برداشت (۰/۰۶۴) در رتبه پنجم اهمیت قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: آفات، تحلیل سلسله مراتبی، رتبه‌بندی، ضایعات مرکبات، گیلان، گلستان، مازندران.

ارجاع: رفیعی م. و قاسمی مبتکر ح. ۱۴۰۱. شناسایی و اولویت‌بندی عوامل اثرگذار بر ضایعات مرکبات در استان‌های شمالی ایران با روش تحلیل سلسله مراتبی. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۲۴: ۴۵-۵۸. <https://dx.doi.org/10.22034/JRMAM.2022.10176.566>

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج.

۲- استادیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج.

*نویسنده مسئول: Mobtaker@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت، موجب بالا رفتن نگرانی‌ها برای ایجاد امنیت غذایی در جهان شده است. از طرفی برای تولید غذای بیشتر هماهنگ با رشد جمعیت، لازم است اهداف توسعه پایدار نیز در نظر گرفته شود تا افزایش تولید منجر به استفاده بیش از حد منابع و آسیب به محیط‌زیست نگردد. همچنین نیاز نسل‌های آینده به منابع هم مدنظر قرار گیرد. در واقع می‌توان گفت توسعه، زمانی پایدار است که هریک از رکن‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن به‌صورت متعادل رشد کنند (Lemaire & Limbourg, 2019; Sharma *et al.*, 2020; Ashtiani *et al.*, 2020; He *et al.*, 2021). یکی از راهکارهای مؤثر ایجاد امنیت غذایی که در راستای توسعه پایدار نیز باشد، کاهش ضایعات محصولات کشاورزی به‌ویژه محصولات یبافی است (Miraei *et al.*, 2022; Chauhan *et al.*, 2021; Thompson, 2015).

سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد ضایعات کشاورزی را به صورت هرگونه تغییر فیزیکی و شیمیایی در کیفیت محصول به طوری که قابلیت مصرف خود را از دست بدهد، تعریف می‌کند. بر اساس آمار این سازمان، بیش از ۵۰ درصد میوه‌ها و سبزیجات تولید شده در کشورهای در حال توسعه در زنجیره تولید از مزرعه تا سفره به ضایعات تبدیل می‌شود (FAO, 2021). با کاهش این حجم قابل توجه ضایعات و رساندن آن به عددی یک رقمی همانند کشورهای توسعه یافته در حدود ۵ تا ۶ درصد می‌توان غذای چند ده میلیون نفر را تأمین نمود و گامی بزرگ در جهت ایجاد امنیت غذایی برداشت. این امر موجب می‌شود تا از هدر رفت بخش زیادی از تولیدات، آب مصرفی برای آبیاری محصول، کار و تلاش نیروی انسانی، نهاده‌های اولیه، سرمایه و انرژی جلوگیری کرد. همچنین مانع کاهش توزیع محصول و کمبود آن در بازار شد تا قیمت برای مصرف‌کنندگان افزایش نیابد. به‌علاوه می‌توان به‌جای بالا بردن سطح زیر کشت و یا افزایش واردات محصولات کشاورزی برای رسیدن به سطوح قابل قبولی از امنیت غذایی، به کاهش ضایعات طی مراحل مختلف چرخه تولید توجه شود (Teuber & Jensen, 2020).

عده ای از محققان میزان کاهش محصول را در زنجیره تولید از مرحله کاشت تا مرحله مصرف در زمره ضایعات تلقی کرده و گروهی معتقدند که ضایعات مربوط به مراحل

برداشت و پس از برداشت تا مرحله مصرف را باید در ارزیابی مدنظر قرار داد (Khosravani *et al.*, 2014). در این تحقیق بر اساس تعریف FAO ضایعات از مرحله داشت مدنظر قرار گرفت.

به گزارش پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، مرکبات بیشترین میزان تولید محصولات باغی در ایران را به خود اختصاص داده‌اند و جایگاه به خصوصی در سبد غذایی مردم و همچنین صادرات میوه به برخی از کشورهای همسایه دارند (Citrus and subtropical fruits research center, 2021). ایران با داشتن بیش از ۲۸۸ هزار هکتار سطح زیر کشت مرکبات و با تولید سالیانه ۵/۶ میلیون تن، بین ۱۰ کشور برتر تولید این محصولات در جهان قرار دارد (Ministry of Agricultural-Jahad, 2021). استان مازندران رتبه نخست را در تولید مرکبات در کشور دارد. دو استان شمالی گیلان و گلستان نیز به دلیل مشابهت شرایط اقلیمی با استان مازندران مکان‌های مناسبی برای تولید این محصولات به شمار می‌روند. مرکبات انواع گوناگونی از جمله پرتقال، نارنگی، لیمو شیرین، لیمو ترش، نارنج، گریپ فروت، کامکوات، ترنج (برگاموت) و دارابی دارند و از جهت اینکه میوه‌هایی از یک خانواده هستند، شباهت‌های زیادی به هم دارند (Czech *et al.*, 2020). این محصولات همچون سایر محصولات باغی به دلیل داشتن رطوبت زیاد، تولید اتیلن و تنفس، ضایعات بالایی در مراحل مختلف زنجیره تولید دارند (Thompson, 2015).

در کشورهای در حال توسعه، عوامل متعددی در طول زنجیره تولید تا مصرف در مراحل کاشت، داشت، برداشت و پس از برداشت باعث ایجاد ضایعات محصولات کشاورزی می‌شوند. از میان این عوامل می‌توان به برداشت محصولات در زمان نامناسب، یکپارچه نبودن اراضی و عدم انجام عملیات مکانیزه در آنها، سرمازدگی، هجوم آفات، شیوع بیماری‌ها، حمل‌ونقل طولانی و نامناسب، ضعیف بودن در بخش ذخیره‌سازی محصولات، ضعف در صنعت بسته‌بندی و عدم وجود صنایع تبدیلی کافی، اشاره کرد (Razeghi *et al.*, 2018; Pirouz & Cheraghi, 2015). با توجه به حجم ضایعات محصولات کشاورزی و اهمیت بالای این مسئله، مشکلات مذکور در پژوهش‌های متعددی در دسته‌بندی‌های مختلف و با روش‌های متفاوت بررسی شده‌اند.

دلایل آن آفتاب سوختگی و ترک روی میوه شناخته شد. برای کاهش این تلفات استراتژی‌های کنترل عوامل محیطی و آسیب‌های مکانیکی پیشنهاد شد (Opara et al., 2021). همچنین مطالعاتی در خصوص ضایعات مراحل مختلف تولید سایر محصولات کشاورزی از جمله سیب (Abi Tarabay et al., 2018)، هلو، شلیل، آلو، زردآلو (Subramanian et al., 2018)، گوجه (Emana et al., 2017) و غیره انجام گرفته است.

با توجه به مطالب فوق، معیارهای گوناگونی در زمینه ایجاد ضایعات زراعی و باغی وجود دارد. پس از شناسایی عوامل مؤثر در ضایعات مرکبات، با مشخص نمودن اولویت آنها، تصمیم‌گیری برای برطرف کردن مشکلات ساده‌تر می‌شود. به منظور رتبه‌بندی شاخص‌ها می‌توان از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP) استفاده کرد. این روش برای اولین بار توسط Thomas L. Saaty در سال ۱۹۸۰ ارائه شد و یکی از مهم‌ترین روش‌های موجود در تصمیم‌گیری چند شاخصه است (Shahnazari et al., 2020). روش AHP امکان پاسخ دادن به مسائل پیچیده‌ای را فراهم می‌کند که به دلیل وجود انواع ابهامات در آنها، جهت حل باید به اجزای کوچک‌تری تقسیم شوند. همچنین در این روش می‌توان معیارهای کمی و کیفی را در کنار هم لحاظ کرد. این روش، برای رفع ابهام در درک مسئله راهکار ایجاد ساختار سلسله مراتبی و برای رفع مشکل نسبی بودن مفاهیم راهکار مقایسات زوجی را پیشنهاد می‌کند (Saaty, 2008).

بررسی منابع نشان می‌دهد که تاکنون در خصوص رتبه‌بندی عوامل مؤثر در افزایش ضایعات مرکبات در مراحل چرخه تولید از مرحله داشت تا مرحله بازار در استان‌های شمالی ایران تحقیق جامعی انجام نگرفته است. با توجه به ضرورت کاهش هدر رفت محصولات باغی در کشور به‌ویژه مرکبات، هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اثرگذار در افزایش ضایعات مرکبات در سه استان شمالی با روش AHP است تا اهمیت هر یک از عوامل با توجه به دیدگاه خبرگان و متخصصان این حوزه مشخص گردد و متناسب با اولویت‌ها، راهکارهای مؤثری با بازدهی بهتر برای کاهش ضایعات ارائه شود.

در پژوهشی در استان فارس عوامل مؤثر در افزایش ضایعات مرکبات شناسایی شده و با تکمیل پرسشنامه در بین باغداران و تحلیل عاملی اکتشافی داده‌ها، متغیرها به‌صورت هفت عامل دسته‌بندی شدند. در نتایج مدل نهایی چهار متغیر آفات و شرایط اقلیمی، زیرساخت‌های نامناسب، انبارداری و حمل نامناسب محصول و مدیریت نامناسب پس از برداشت عوامل تأثیرگذار بر ضایعات مرکبات گزارش شدند (Pirouz & Cheraghi, 2015). در مطالعه‌ای دیگر تأثیر دو گروه عوامل اجتماعی-اقتصادی و فنی بر کاهش میزان هدر رفت مرکبات در استان مازندران بررسی شد. به این منظور از روش نمونه‌گیری تصادفی برای انتخاب باغداران و تکمیل پرسشنامه استفاده شد. در گروه اول بازه زمانی طولانی برداشت مرکبات و هزینه بالای تعمیر و نگهداری سردخانه‌ها و در گروه دوم استفاده نامناسب از کودها مهم‌ترین عوامل در هدر رفت مرکبات شناسایی شدند (Mirzaie Gorji et al., 2017). در تحقیقی به‌منظور کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، سازوکارهای مختلف با استفاده از روش دلفی بررسی شد. پس از تحلیل پاسخ‌های ۱۸ متخصص خبره این حوزه به پرسشنامه‌ها، ۴۸ سازوکار به‌عنوان راهکارهای مؤثر در کاهش ضایعات انتخاب و به‌عنوان زیرمجموعه هفت عامل زیرساختی- اجتماعی، اقتصادی، سیاست‌گذاری- برنامه‌ریزی، تولیدی- فراوری، فنی، آموزشی- ترویجی و تحقیقاتی طراحی شدند (Razeghi & Sadighi, 2018). در مطالعه‌ای دیگر در استان ازبک به تعیین عوامل مؤثر بر تلفات در تولید گیلان پرداخته شد. داده‌های تحقیق از طریق مصاحبه حضوری با کشاورزان به دست آمد. برای تعیین عوامل فنی و اقتصادی مؤثر بر این تلفات از تحلیل رگرسیون لجستیک معمولی استفاده شد. نتایج نشان داد که فاکتورهای تجربه در تولید محصول گیلان، تجربه در کار کشاورزی، کمیت تولید و تولید طبق استاندارد، تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش تلفات گیلان داشتند (Kantaroglu & Demirbas, 2020). در مطالعه‌ای در ولینگتون آفریقای جنوبی مقدار میوه انار از دست رفته در مزرعه و علل ضایعات آن بررسی شد. به این منظور از روش اندازه‌گیری مستقیم استفاده شد. داده‌های کیفی نیز با مشاهده در هنگام برداشت محصول و تعامل با کارگران مزرعه جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از محصول برداشت شده از بین می‌رود که اصلی‌ترین

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، استان‌های گیلان، مازندران و گلستان در نظر گرفته شد (شکل ۱). این سه استان در همسایگی هم و در مجاورت نوار ساحلی جنوبی دریای خزر کشیده شده‌اند. به دلیل وجود رشته‌کوه‌های البرز در جنوب و همچنین دریای خزر در شمال آنها، شرایط اقلیمی مرطوب

و معتدل، مشابه و متفاوت با سایر استان‌های کشور دارند. مختصات جغرافیایی این منطقه از غربی‌ترین قسمت استان گیلان با طول جغرافیایی تقریباً ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه تا شرقی‌ترین قسمت استان گلستان با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه است (Pendar et al., 2020).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش برای شناسایی، انتخاب و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر ضایعات مرکبات و محصولات باغی، بررسی منابع گسترده‌ای شامل گزارشات، کتاب‌ها و مقالات مرتبط با موضوع، همچنین مشورت با کارشناسان متخصص در این حوزه صورت گرفت. عوامل شناسایی شده برای بررسی در جدول (۱) آمده است.

در ادامه کار از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به منظور رتبه‌بندی شاخص‌ها استفاده شد. روش AHP می‌تواند مسائل پیچیده دارای انواع ابهامات را با شکستن اجزای مسئله به بخش‌های کوچک‌تر تجزیه و تحلیل نماید. این روش بر اساس سه گام زیر عمل می‌کند:

۱. ترسیم درخت سلسله مراتبی: این درخت از بخش‌های زیر تشکیل می‌شود.

هدف: پرسش اصلی مسئله

معیار و زیرمعیار: ملاک‌های تضمین هدف یا شاخص‌های سنجش راه‌حل‌های مسئله.

گزینه‌ها: همان راه‌حل‌های شناخته شده برای حل پرسش اصلی.

۲. تعیین اولویت‌ها از طریق مقایسات زوجی معیارها با هم و زیرمعیارهای در یک دسته‌بندی باهم.

۳. سنجش سازگاری منطقی قضاوت‌ها از طریق محاسبه نرخ ناسازگاری (Saaty, 1988).

پرسشنامه مقایسات زوجی AHP روایی ندارد و پایایی آن با نرخ ناسازگاری ارزیابی می‌شود. برای هریک از ماتریس‌های مقایسات زوجی حد قابل‌قبولی از میزان ناسازگاری یا همان نرخ ناسازگاری تعریف می‌شود که باید کمتر از ۰/۱ باشد. سازگاری به معنی میزان ارتباط منطقی بین پاسخ‌ها است (Saaty, 1988).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دارای چهار اصل کلی است که لازم است در کلیه محاسبات صدق کنند. اگر دو عنصر فرضی A و B و عدد فرضی n را داشته باشیم، این اصول عبارتند از:

اصل معکوسی: اگر میزان برتری عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، آنگاه رابطه عنصر B با عنصر A برابر با $\frac{1}{n}$ است.

اصل همگنی: لازم است عنصر A با عنصر B همگن و قابل قیاس باشند. به این معنا که میزان برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

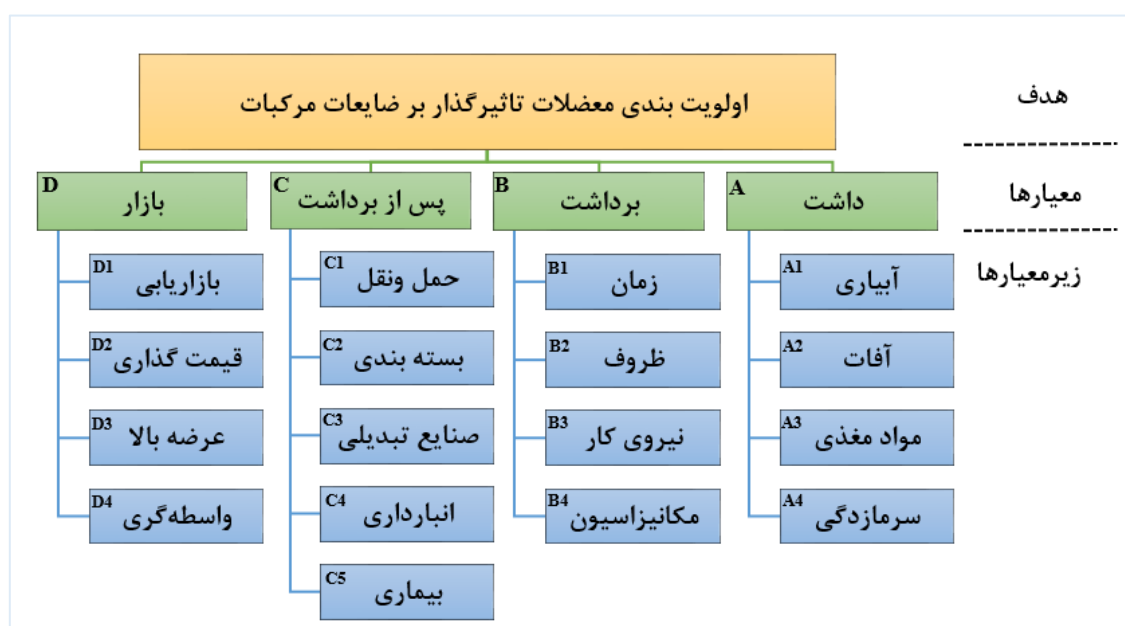
اصل وابستگی: عنصرها در یک سطح به عنصر سطح بالاتر
اصل انتظارات: در صورت ایجاد هرگونه تغییر در ساختار
سلسله مراتبی، باید فرآیند تجزیه و تحلیل مسئله باید از
ابتدا انجام شود (Saaty, 1988).

جدول ۱- معیارها و زیرمعیارهای مورد مطالعه

شماره	عوامل مؤثر در ضایعات مرکبات	منبع
۱	آبیاری به میزان ناکافی یا بیش از حد	Mirzaie Gorji <i>et al.</i> (2017)
۲	عدم مبارزه به موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها	Mirzaie Gorji <i>et al.</i> (2017)
۳	عدم استفاده به اندازه از کود شیمیایی و مواد مغذی پاششی	Mirzaie Gorji <i>et al.</i> (2017)
۴	عدم کنترل سرمازدگی	Pirouz & Cheraghi. (2015)
۵	برداشت در زمان نامناسب	Mirzaie Gorji <i>et al.</i> (2017)
۶	ظروف نامناسب جهت جمع‌آوری	Mirmajidi Hashtijin (2016)
۷	نیروی کار غیرماهر	Kantaroglu and Demirbas (2020)
۸	عدم برداشت مکانیزه و نیمه مکانیزه	Razeghi & Sadighi (2018)
۹	حمل و نقل نامناسب	Pirouz & Cheraghi (2015)
۱۰	ضعیف بودن در صنعت بسته‌بندی	Mirzaie Gorji <i>et al.</i> (2017)
۱۱	کمبود صنایع تبدیلی	Mirzaie Gorji <i>et al.</i> (2017)
۱۲	نامناسب بودن انبارها و سردخانه‌ها	Kantaroglu & Demirbas (2020)
۱۳	عدم کنترل مناسب بیماری‌های پس از برداشت	Razeghi & Sadighi (2018)
۱۴	ضعف در بازاریابی و صادرات محصولات	Mirmajidi Hashtijin (2016)
۱۵	نبود شاخص مناسب جهت قیمت‌گذاری	Mirmajidi Hashtijin (2016)
۱۶	عرضه بیش از نیاز به بازار	Pirouz & Cheraghi (2015)
۱۷	وجود واسطه‌ها	Razeghi & Sadighi (2018)

ساده‌سازی، مسئله به اجزای کوچک‌تر تقسیم شد. در این
راستا درخت سلسله مراتبی رسم گردید و هریک از
معیارها و زیرمعیارها کدگذاری شدند (شکل ۲).

همان‌طور که گفته شد در گام نخست ۱۷ عامل مؤثر بر
ضایعات مرکبات به عنوان زیرمعیار در چهار بخش داشت،
برداشت، پس از برداشت و بازار به عنوان معیار اصلی
دسته‌بندی شدند. به عبارت دیگر جهت درک پیچیدگی و



شکل ۲- درخت تصمیم مشکلات مؤثر در ضایعات مرکبات

هدفمند است. مصاحبه با تعداد ۵ تا ۲۰ نفر از خبرگان برای مطالعات مبتنی بر مقایسه زوجی کفایت می‌کند. به پرسشنامه مقایسات زوجی، پرسشنامه خبره نیز گفته می‌شود، زیرا پاسخ‌دهندگان، خبرگان و کارشناسانی هستند که در زمینه مورد مطالعه صاحب نظریند. از این رو افراد واجد شرایط محدود هستند. حتی در بیشتر موارد کمتر از ۱۰ کارشناس در دسترس است. این روش، رویکردی متعارف در حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است (Baby, 2013; Habibi *et al.*, 2015).

جدول ۲- ارزش‌گذاری برای مقایسات زوجی در روش تحلیل سلسله مراتبی

ارزش	ترجیحات
۱	اهمیت برابر یا ترجیح یکسان
۳	کمی مهم‌تر
۵	مهم‌تر یا اهمیت بالا
۷	خیلی مهم‌تر یا اهمیت خیلی بالا
۹	کاملاً مهم یا اهمیت بی‌نهایت
۲،۴،۶،۸	اهمیت بین فواصل

باشد. سپس جهت محاسبه وزن‌های نسبی می‌توان از روش آنتروپی استفاده نمود. هدف از انجام مقایسات زوجی محاسبه وزن شاخص‌هاست. در ماتریس مقایسات زوجی $j=1, \dots, n$ و i است. پارامتر n تعداد شاخص‌ها است. برای به دست آوردن وزن هر یک از معیارها، ابتدا تمام عناصر ماتریس با استفاده از معادله (۱) باید نرمال شوند (Shahnazari *et al.*, 2020):

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad ; \forall j \quad (1)$$

که در آن: r_{ij} ها امتیازهایی هستند که توسط خبرگان به شاخص‌ها، نسبت به هم در مقایسات زوجی اختصاص داده شده است و P_{ji} ها نرم مجموع است.

در گام بعدی آنتروپی به وسیله معادله (۲) محاسبه می‌شود. در این رابطه مجموعه P_{ij} ها به ازای هریک از معیارها محاسبه می‌شوند و $K = \frac{1}{\ln(n)}$ است.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^n [P_{ij} \cdot \ln P_{ij}] \quad ; \forall j \quad (2)$$

که در آن: P_{ji} نرم مجموع و E_j آنتروپی است. در ادامه، میزان عدم اطمینان یا درجه انحراف هر شاخص از معادله (۳) محاسبه می‌گردد.

در گام دوم به‌منظور تعیین کمی میزان اولویت عناصر هر سطح نسبت به هم، با توجه به معیار سطح بالاتر خود در درخت سلسله مراتبی از مقایسات زوجی استفاده می‌شود. برای این کار از جدول مقایسه نسبی شاخص‌ها (جدول ۲) مشابه طیف لیکرت استفاده می‌گردد. مشکل نسبی بودن عناصر کیفی با مقایسات زوجی به‌صورت مقایسه دو به دوی عناصر هر سطح و تخصیص امتیازات عددی حل می‌شود (Gompf *et al.*, 2021). در این راستا پرسشنامه مقایسات زوجی با هدف اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار در کاهش ضایعات مرکبات با کمک عناصر موجود در درخت سلسله مراتبی شکل ۲ طراحی شد. با روش نمونه‌گیری هدفمند تعداد ۱۰ پرسشنامه از طریق مصاحبه با کارشناسان خبره این حوزه در جهاد کشاورزی این سه استان تکمیل گردید.

لازم به ذکر است روش AHP روشی خبره محور است و به حجم نمونه زیادی احتیاج ندارد. نمونه‌گیری در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به‌طور غیر تصادفی ماتریس مقایسات زوجی، ماتریسی مربعی است که حاوی تمامی مقایسات زوجی پرسشنامه‌ها است. در واقع هر بخش از پرسشنامه‌ها یک ماتریس مقایسات زوجی است که به دلیل برخی تفاوت‌ها در نظرات کارشناسان، لازم است میانگین هر عنصر در تمام پرسشنامه‌ها محاسبه شود و در نهایت یک ماتریس مقایسات زوجی به دست آید. (Saaty, 1988).

بر طبق موارد ذکر شده، پرسشنامه‌های مقایسات زوجی بر اساس جدول ۲ بین اعداد ۱ تا ۹ توسط کارشناسان امتیازدهی شدند. سپس میانگین امتیازات زیرمعیارها در چهار بخش داشت، برداشت، پس از برداشت و بازار محاسبه شد. همان‌طور که در جدول ۳ نمایش داده شده است، ماتریس مربعی 4×4 مرحله داشت (الف)، 4×4 مرحله برداشت (ب)، 5×5 مرحله پس از برداشت (ج) و 4×4 مرحله بازار (د) تهیه شدند.

اطلاعات ماتریس مربعی 4×4 مقایسات زوجی معیارهای اصلی با توجه به سطح بالاتر یعنی هدف مسئله طبق مصاحبه‌های صورت گرفته، طبق جدول ۴ پیاده‌سازی شد. در گام سوم برای هریک از ماتریس‌های مقایسات زوجی نرخ ناسازگاری محاسبه می‌شود که باید کمتر از ۰/۱

در این تحقیق برای اولویت‌بندی عوامل اثرگذار در ضایعات مرکبات، هدف، معیارها و زیرمعیارها که از ارکان روش تحلیل سلسله مراتبی می‌باشند، مشخص هستند. در واقع هدف از طرح این موضوع رتبه‌بندی مشکلات موجود در

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

راستای تلفات مرکبات (همان معیارها و زیرمعیارها) است. بر این اساس در تحقیق حاضر با توجه به وزنی که روش AHP با استفاده از نظرات خبرگان برای هر یک از معیارها و زیرمعیارها محاسبه می‌کند، می‌توان معضلات مورد مطالعه را رتبه‌بندی نمود.

$$d_j = 1 - E_j \quad (3)$$

که در آن: E_j آنتروپی و d_j میزان عدم اطمینان هر معیار است. و سرانجام وزن هر یک از شاخص‌ها با معادله (۴) به دست می‌آید (Shahnazari et al., 2020).

که در آن: d_j میزان عدم اطمینان هر معیار و W_j وزن معیارهاست.

محاسبات روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که در بالا آورده شده است، برای محاسبه اوزان معیارها و وزن اولیه زیرمعیارها با نرم‌افزار Expert Choice 11 انجام شد. نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی نیز توسط نرم‌افزار محاسبه شد. لازم به ذکر است که این نرم‌افزار توانایی محاسبه وزن نهایی صحیح زیرمعیارها را ندارد. برای این کار ماتریس وزن‌های اولیه زیرمعیارها و ماتریس وزن‌های معیارهای اصلی در نرم‌افزار Excel درهم ضرب شدند.

جدول ۳- ماتریس‌های مربعی مقایسات زوجی برای مراحل داشت (الف)، برداشت (ب)، پس از برداشت (ج) و بازار (د)

(الف)					(ب)				
زیرمعیارها	آبیاری	آفات	مواد مغذی	سرمازدگی	زیرمعیارها	زمان	ظروف	نیروی کار	مکانیزاسیون
آبیاری	۱	-۶/۶	-۱/۶	-۵/۵	زمان	۱	۸	۳/۳	۶/۸
آفات		۱	۷	۳/۷	ظروف		۱	-۶/۳	۲/۱
مواد مغذی			۱	-۶/۹	نیروی کار			۱	-۶/۲
سرمازدگی				۱	مکانیزاسیون				۱

(ج)					(د)				
زیرمعیارها	حمل و نقل	بسته‌بندی	صنایع	انبارداری	زیرمعیارها	بازاریابی	قیمت‌گذاری	عرضه بالا	واسطه‌گر
حمل و نقل	۱	-۵/۲	-۵/۸	-۷	بازاریابی	۱	۵	۳	۲/۳
بسته‌بندی		۱	-۳/۹	-۵/۱	قیمت‌گذاری		۱	-۳/۱	-۳/۹
صنایع			۱	-۳/۹	عرضه بالا			۱	-۲/۴
انبارداری				۱	واسطه‌گر				۱
بیماری									

*علامت منفی در ماتریس‌ها نشانگر اهمیت معکوس است.

جدول ۴- ماتریس مربعی مقایسات زوجی معیارهای اصلی

معیارها	مرحله داشت	مرحله برداشت	پس از برداشت	مرحله بازار
مرحله داشت	۱	۴/۳	۲/۹	۷/۶
مرحله برداشت		۱	-۳	۴/۲
پس از برداشت			۱	۷/۳
مرحله بازار				۱

*علامت منفی در ماتریس نشانگر اهمیت معکوس است.

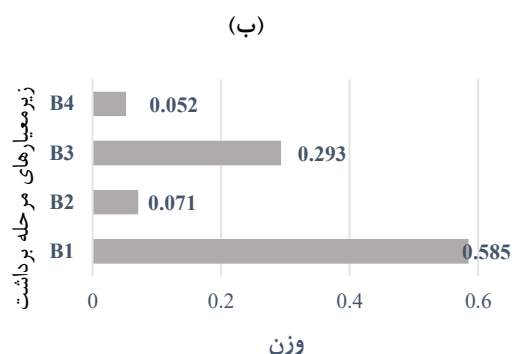
نتایج و بحث

مقایسات زوجی برای ۱۷ شاخص مورد مطالعه توسط کارشناسان خبره این حوزه، نتایج خروجی نرم‌افزار برای

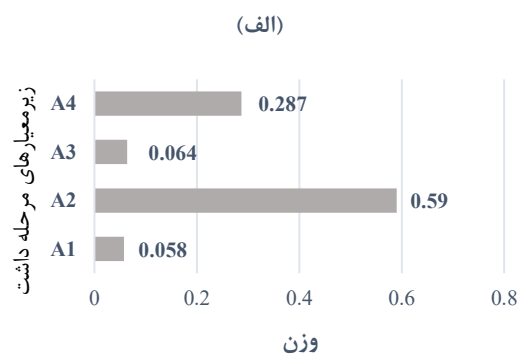
در تحقیق حاضر با هدف رتبه‌بندی عوامل اثرگذار بر ضایعات چرخه تولید مرکبات پس از تکمیل پرسشنامه‌های

(D)، ضعف در بازاریابی و صادرات (D1) با وزن ۰/۴۸۳ مهم‌ترین عوامل در ایجاد ضایعات مرکبات در هریک از مراحل چرخه تأمین این محصول به‌طور جداگانه شناخته شدند. لازم به ذکر است که برای هر چهار ماتریس در این مرحله نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ به دست آمد، بنابراین می‌توان گفت که قضاوت‌ها و مقایسات زوجی از سازگاری و پایداری قابل‌قبولی برخوردار هستند.

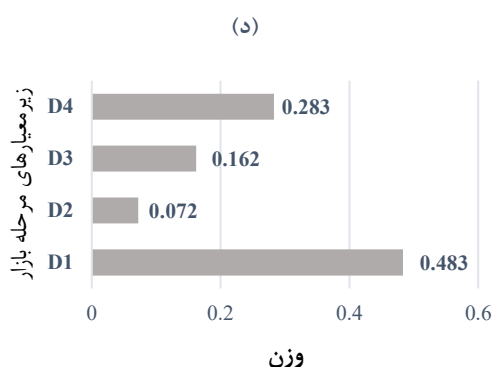
هر یک از ماتریس‌های جدول ۳ به‌صورت نمودار به‌طور مجزا در شکل ۳ آمده است و وزن هر کدام از زیرمعیارها مشخص شده است. با توجه به نتایج اولیه در مرحله داشت (A)، زیرمعیار عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها (A2) با وزن ۰/۵۹۰، در مرحله برداشت (B)، زیرمعیار برداشت در زمان نامناسب (B1) با وزن ۰/۵۸۵، در مرحله پس از برداشت (C)، زیرمعیار نامناسب بودن انبارها و سردخانه‌ها (C4) با وزن ۰/۴۷۱ و در مرحله بازار



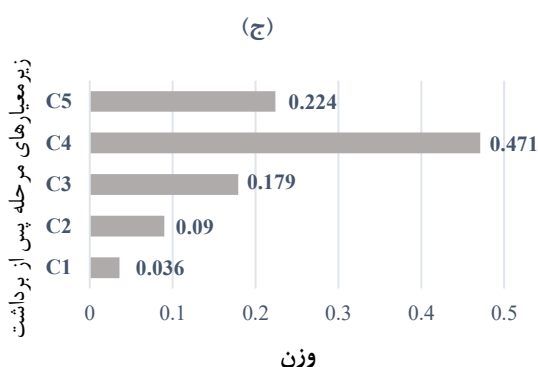
نرخ ناسازگاری = ۰/۰۸



نرخ ناسازگاری = ۰/۰۸



نرخ ناسازگاری = ۰/۰۹



نرخ ناسازگاری = ۰/۰۴

شکل ۳- تجزیه و تحلیل معیارها و وزن زیرمعیارها

※الف) مرحله داشت (A) با زیرمعیارهای آبیاری (A1)، آفات (A2)، مواد مغذی (A3)، سرمازدگی (A4)

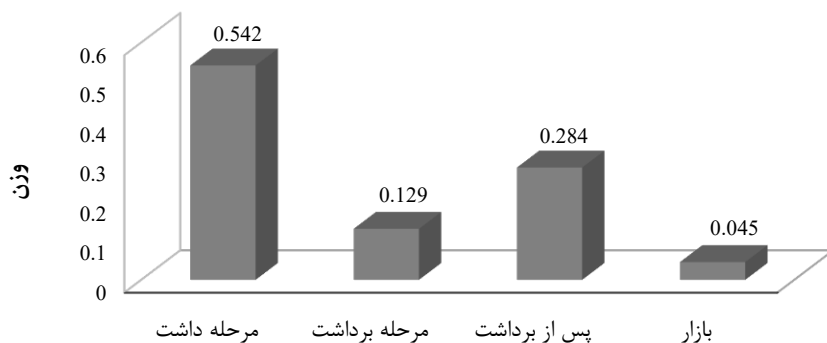
ب) مرحله برداشت (B) با زیرمعیارهای زمان (B1)، ظروف (B2)، نیروی کار (B3)، مکانیزاسیون (B4)

ج) مرحله پس از برداشت (C) با زیرمعیارهای حمل و نقل (C1)، بسته بندی (C2)، صنایع تبدیلی (C3)، انبارداری (C4)، بیماری (C5)

د) مرحله بازار با زیرمعیارهای بازاریابی (D)، قیمت گذاری (D1)، عرضه بالا (D2)، واسطه گری (D3)

مرحله داشت با وزن ۰/۵۴۲ است. در ادامه مرحله پس از برداشت با وزن ۰/۲۸۴ رتبه دوم اهمیت، مرحله برداشت با وزن ۰/۱۲۹ رتبه سوم اهمیت و مرحله بازار با وزن ۰/۰۴۵ رتبه چهارم اهمیت را از جهت ایجاد تلفات مرکبات از دیدگاه خبرگان در سه استان مازندران، گیلان و گلستان به خود اختصاص داده‌اند.

پس از پیاده‌سازی داده‌های ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی در نرم‌افزار که در جدول ۴ ارائه شد، نتایج وزن دهی هر یک از مراحل فرآیند تولید این محصولات با نرخ ناسازگاری قابل‌قبول $0/06 > 0/1$ محاسبه شد و در شکل ۴ گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تأثیرگذارترین مرحله در ایجاد ضایعات در چرخه تولید مرکبات با اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به سایر مراحل،

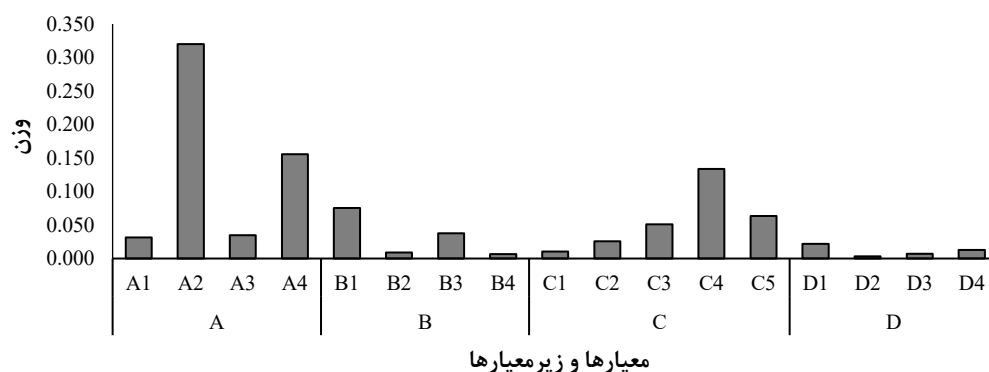


معیارهای اصلی

شکل ۴- نتایج مقایسات وزن معیارهای اصلی (نرخ ناسازگاری ۰/۰۶)

این شکل وزن تمامی زیرمعیارها با تفکیک معیارهای اصلی فرآیند مختلف تولید، مشخص شده است و به‌طور واضح نشان از برتری اهمیت فاکتور عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها نسبت به سایر فاکتورها بر تلفات مرکبات دارد.

پس از ورود داده‌های معیارهای اصلی و زیرمعیارها طبق پرسشنامه‌های مقایسات زوجی و انجام محاسبات روش AHP توسط نرم‌افزار، در نهایت نتایج کلی برای هر ۱۷ عامل اثرگذار بر تلفات مرکبات نسبت به یکدیگر و با توجه به معیارهای سطح بالاتر با نرخ ناسازگاری کلی $0.07 >$ ۰/۱ به دست آمد که در شکل ۵ قابل مشاهده است.



معیارها و زیرمعیارها

شکل ۵- نتایج نهایی زیرمعیارهای مؤثر در تلفات مرکبات به تفکیک معیارهای اصلی (نرخ ناسازگاری کلی ۰/۰۷)

مناسب بیماری‌های پس از برداشت (۰/۰۶۴) در رتبه پنجم، کمبود صنایع تبدیلی (۰/۰۵۱) در رتبه ششم و نیروی کار غیرماهر (۰/۰۳۸) در رتبه هفتم اهمیت در مبحث عوامل مؤثر هدر رفت مرکبات از نظر کارشناسان قرار گرفتند. از جهت دیگر شاخص‌های ظروف نامناسب جهت جمع‌آوری محصولات (۰/۰۰۹)، عرضه بیش از نیاز به بازار (۰/۰۰۷)، عدم برداشت مکانیزه و نیمه مکانیزه (۰/۰۰۷) و نبود شاخص مناسب جهت قیمت‌گذاری (۰/۰۰۳)، به ترتیب کمترین اهمیت از لحاظ تلفات این محصولات را نسبت به سایر شاخص‌ها به خود اختصاص داده است.

در گام آخر با توجه به محاسبات انجام‌شده و نتایج کلی اعلام شده در شکل ۵، رتبه‌بندی نهایی این شاخص‌ها در جدول ۵ گزارش شد. همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد شاخص عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها در مرحله داشت مرکبات با وزن نهایی ۰/۳۲۰ بااهمیت‌ترین عامل در تلفات این محصول شناسایی شد و در رتبه اول اهمیت قرار گرفت. پس از آن به ترتیب شاخص‌های عدم کنترل سرمازدگی در مرحله داشت (۰/۱۵۶) در رتبه دوم، نامناسب بودن انبارها و سردخانه‌ها در مرحله پس از برداشت (۰/۱۳۴) در رتبه سوم، برداشت در زمان نامناسب (۰/۰۷۵) در رتبه چهارم، عدم کنترل

جدول ۵- رتبه‌بندی شاخص‌های تأثیرگذار در ایجاد ضایعات مرکبات

نماد	شاخص‌ها	وزن نهایی	رتبه‌بندی
A2	عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها	۰/۳۲۰	۱
A4	عدم کنترل سرمازدگی	۰/۱۵۶	۲
C4	نامناسب بودن انبارها و سردخانه‌ها	۰/۱۳۴	۳
B1	برداشت در زمان نامناسب	۰/۰۷۵	۴
C5	عدم کنترل مناسب بیماری‌های پس از برداشت	۰/۰۶۴	۵
C3	کمبود صنایع تبدیلی	۰/۰۵۱	۶
B3	نیروی کار غیرماهر	۰/۰۳۸	۷
A3	عدم استفاده به‌اندازه از کود شیمیایی و مواد مغذی پاششی	۰/۰۳۵	۸
A1	آبیاری به میزان ناکافی یا بیش از حد	۰/۰۳۱	۹
C2	ضعف در صنعت بسته‌بندی	۰/۰۲۶	۱۰
D1	ضعف در بازاریابی و صادرات محصولات	۰/۰۲۲	۱۱
D4	وجود واسطه‌ها	۰/۰۱۳	۱۲
C1	حمل‌ونقل نامناسب	۰/۰۱۰	۱۳
B2	ظروف نامناسب جهت جمع‌آوری محصولات	۰/۰۰۹	۱۴
D3	عرضه بیش از نیاز به بازار	۰/۰۰۷	۱۵
B4	عدم برداشت مکانیزه و نیمه مکانیزه	۰/۰۰۷	۱۶
D2	نبود شاخص مناسب جهت قیمت‌گذاری	۰/۰۰۳	۱۷

در سایر تحقیقات در زمینه بررسی عوامل مؤثر در تلفات محصولات کشاورزی با تقسیم‌بندی‌ها و روش‌های متفاوت نتایج به‌صورت زیر گزارش شد. در تحقیق Pirouz & Cheraghi (2015) برخی از عوامل تأثیرگذار در ضایعات مرکبات در استان فارس انتخاب شدند. این عوامل با نگرش متفاوتی نسبت به تحقیق حاضر در هفت گروه دسته‌بندی شدند. نتایج نهایی نشان داد که بیشترین بار عاملی در زیرمجموعه‌های ۷ گروه مذکور، مربوط به متغیر سرمازدگی درختان، کمبود انبار و سردخانه، انبارداری و حمل نامناسب محصول و درجه‌بندی نکردن است. بنابراین سه مورد از عوامل گزارش شده در بین ۵ عامل برتر تحقیق حاضر قرار دارند. تفاوت در ترتیب عوامل اثرگذار می‌تواند به دلیل متفاوت بودن شرایط اقلیمی، تکنیک به کار رفته در انجام پژوهش و انتخاب معیارها باشد. در مطالعه‌ی Mirzaie Gorji et al (2017) گزینش عوامل مؤثر در ضایعات، با این تحقیق متفاوت است. در نهایت فاکتورهای طولانی شدن زمان برداشت، عدم وجین علف‌های هرز و استفاده نامناسب از کودها مهم‌ترین عوامل در هدر رفت مرکبات گزارش شدند. همان‌طور که ذکر شد یک از دلایلی که باعث ناهماهنگ بودن نتایج این دو تحقیق است، متفاوت بودن عامل‌های مورد بررسی است. به عنوان مثال شاخص عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و

بیماری‌ها که در تحقیق حاضر رتبه اول را در ضایعات مرکبات به خود اختصاص داده است در آن تحقیق به دو عامل استفاده از سموم نامناسب و آفات تقسیم شده، در نتیجه امتیازات بین دو عامل تقسیم شده است. از طرفی بیماری‌های مرکبات در نظر گرفته نشده است. تحقیق Razeghi & Sadighi (2018) به‌منظور کاهش ضایعات محصولات کشاورزی انجام شد و نسبت به تحقیق حاضر نگاه کلی‌تری به شناسایی راهکارهای مؤثر دارد و مربوط به اقلیم بخصوصی نیست. در آن تحقیق مهم‌ترین عوامل، احداث و توسعه صنایع تبدیلی و بسته‌بندی، انجام پژوهش‌های کاربردی در خصوص فرآیند تولید و روش‌های کاهش ضایعات و مدیریت صحیح مزرعه شناخته شدند. لازم به ذکر است که در این تحقیق در مقایسه با تحقیق حاضر، شاخص‌ها به خصوص در مرحله مزرعه محدود و کلی هستند و تمرکز بیشتری بر عوامل آموزشی، دانشی و مرحله پس از برداشت بوده است. در مطالعه‌ای دیگر در نیجریه عوامل مؤثر بر تلفات پس از برداشت پرتقال در دو بخش مزرعه و بازاریابی بررسی شد. نتایج حاکی از آن بود که در بخش مزرعه متغیرهای آموزش، روش برداشت و حمل‌ونقل اثر معنی‌داری بر تلفات این محصول داشت، که متغیر روش برداشت از سایر متغیرها مؤثرتر بود. نتایج بخش بازار نیز نشان داد که عوامل بسته‌بندی، انبارداری،

کارشناسان در رتبه دوم اهمیت قرار گرفت این عامل گاهی خسارات جبران‌ناپذیری مانند از بین رفتن کامل درختان مرکبات وارد می‌کند. برای افزایش مقاومت درخت به سرما می‌توان از روش‌های کارآمدی که ساده و کم‌هزینه هستند استفاده نمود تا هر باغداری بتواند از عهده اجرای آن برآید. از جمله این راهکارها می‌توان به پوشاندن نهال‌ها و تنه درختان با پوشش عایق، استفاده از آب آهک روی تنه درخت، گرم کردن باغ‌ها، ایجاد دود در یخبندان، احداث بادشکن و هرس درختان اشاره کرد.

شرایط انبارداری در مرحله پس از برداشت نقش بسیار مهمی در کاهش ضایعات و حفظ کیفیت مرکبات دارد به‌طوری‌که عامل نامناسب بودن انبارها و سردخانه‌ها در رتبه سوم اهمیت قرار گرفت، بنابراین لازم است استانداردهای جهانی در مدیریت شرایط محیطی انبارداری لحاظ گردد. برای نگهداری این محصول در انبارها و سردخانه‌ها لازم است نه‌تنها کنترل دما و رطوبت مطابق با نیازهای محصول صورت گیرد بلکه تجهیز انبارها به تأسیسات کنترل‌کننده سایر عوامل مهم از جمله میزان اکسیژن، دی‌اکسید کربن، اتیلن و فشار طبق نظر کارشناسان این حوزه و استانداردهای جهانی با حمایت‌های مالی دولت ضروری است.

عامل برداشت در زمان نامناسب نقش مهمی در افزایش ضایعات مرکبات دارد و رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است. چنانچه محصول دیرتر از زمان مناسب برداشت شود، نه‌تنها از عمر انبارمانی آن کاسته می‌شود، بلکه ضایعات آن در مرحله حمل‌ونقل نیز افزایش می‌یابد. از طرفی اگر زودتر از موقع برداشت شود کیفیت مناسبی نخواهد داشت. زمان مناسب برداشت را می‌توان با توجه استانداردهایی تعریف شده برای محصول و آزمایشاتی از قبیل سفتی بافت، نسبت قند به اسید و زمان گلدهی تعیین نمود. توصیه می‌شود مراکز جهاد کشاورزی با توجه به عوامل ذکر شده و دمای منطقه، طبق بررسی‌های کارشناسان باغبانی بهترین زمان برداشت هریک از مرکبات را با دقت بالا تخمین زده و به باغداران اعلام نمایند.

در مرحله پس از برداشت بخش زیادی از مرکبات برداشت شده به دلیل حمله عوامل بیماری‌زا از چرخه مصرف خارج می‌شوند. خسارت برخی از بیماری‌ها تا حدی است که گاهی تمام محصول دور ریخته می‌شود. در این راستا شاخص عدم کنترل مناسب بیماری‌های پس از برداشت در

حمل‌ونقل و تجربه بازاریاب تأثیر قابل‌توجهی بر تلفات دارد و متغیر انبارداری بیشترین تأثیر را می‌گذارد (Doki *et al.*, 2019). این تحقیق در مقایسه با تحقیق حاضر فقط بر دو بخش پس از برداشت و بازار تمرکز شده و مراحل پیشین مدنظر قرار نگرفته است. به علاوه روش انجام تحقیق و برخی از متغیرهای در نظر گرفته شده نیز با تحقیق حاضر تفاوت دارد.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر لازم است به شاخص‌هایی که از دیدگاه کارشناسان اهمیت بیشتری دارند توجه ویژه‌ای داشت و برای کمتر شدن شدت این عوامل راهکارهایی ارائه کرد تا از میزان ضایعات مرکبات مربوط به شاخص‌های مورد نظر کاسته شود. در خصوص شاخص عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها که مهم‌ترین عامل شناخته شد، می‌توان بیان نمود از آنجایی‌که در استان‌های شمالی ایران بارندگی زیاد، رطوبت نسبی بالا و دمای متعادل وجود دارد لذا تنوع و تراکم آفات، قارچ‌ها، بیماری‌ها و علف‌های هرز، بسیار زیاد است، که خسارت قابل‌توجهی به باغات مرکبات وارد می‌کنند. برای کنترل این عوامل توصیه می‌شود آفات و بیماری‌های منطقه مورد نظر توسط کارشناسان گیاه‌پزشکی شناسایی شده و بازه زمانی مناسب جهت مبارزه علیه آنها مشخص گردد. همچنین جهاد کشاورزی شرایطی فراهم آورد تا از باغات به‌طور جداگانه نمونه‌گیری صورت گیرد تا سموم طبق نظر تخصصی کارشناسان، با ترکیب صحیح و به میزان بهینه تهیه شود. از طرفی در سال‌های اخیر بالا بودن سموم یکی از دلایل برگشت برخی محصولات کشاورزی صادراتی کشور است. از این رو برای از دست ندادن بازار کشورهای همسایه و سلامت مردم کشورمان نیاز است که استانداردهای بین‌المللی جهت مصرف سموم رعایت شود. همچنین به دلیل اهمیت حمایت از دشمنان طبیعی آفات و کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی لازم است سمپاشی فقط روی درختان آلوده انجام شود. در صورت امکان بهتر است از مبارزه بیولوژیک با آفات استفاده شود. به عنوان مثال در هنگام حمله آفت شپشک آرد آلود مرکبات بهتر است از کفشدوزک ۱۰ روز پس از مبارزه شیمیایی استفاده نمود.

استان‌های شمالی ایران به دلیل شرایط اقلیمی خاص، مناطقی هستند که در معرض صدمات ناشی از سرمازدگی قرار دارند از این رو شاخص عدم کنترل سرمازدگی از نظر

رتبه پنجم عوامل تأثیرگذار بر ضایعات مرکبات قرار گرفت. هجوم عوامل بیماری‌زا معمولاً به دنبال صدمات فیزیکی به محصول صورت می‌گیرد. برای جلوگیری از رشد و توسعه عوامل بیماری‌زا در طی انبارمانی و همچنین توصیه به عدم استفاده از ترکیبات شیمیایی برای از بین بردن قارچ‌ها، باکتری‌ها و دیگر عوامل بیماری‌زا استفاده از روش‌های نوین همچون اشعه فرابنفش و گرمادرمانی پیشنهاد می‌شود.

صنایع تبدیلی و تکمیلی به‌عنوان عواملی مهم در توسعه پایدار کشاورزی نقش کلیدی در ایجاد امنیت غذایی و اشتغال‌زایی دارند. بنابراین توسعه صنایع تبدیلی در سه استان شمالی که اقتصادشان بر کشاورزی استوار است، ضروری است. همچنین توسعه این صنایع راهکار مؤثری برای کاهش حجم ضایعات محصولات به شمار می‌رود. هر ساله در زمان برداشت، حجم بالایی از مرکبات ریز، بدشکل و نامرغوب به دلیل بازارپسند نبودن، تبدیل به ضایعات می‌شود که به کمک صنایع تبدیلی امکان فرآوری آنها وجود دارد. همچنین این صنایع می‌توانند ماده غذایی را در خارج از فصل تولید تأمین کرده و از مازاد تولید محصول به نحو احسن استفاده نماید. از این رو شاخص کمبود صنایع تبدیلی در رتبه ششم عوامل تأثیرگذار بر ضایعات مرکبات از دیدگاه متخصصان قرار گرفت. با توجه به اینکه برخی از صنایع تبدیلی مرکبات در استان‌های مورد مطالعه به دلیل نداشتن صرفه اقتصادی تعطیل شده‌اند و یا بسیار ضعیف عمل می‌کنند، لازم است از طرف دولت برای احیا، توسعه و بازدهی بیشتر آنها برنامه‌ریزی و اقدام از جنبه‌های مدیریتی و مالی صورت گیرد.

با توجه به اینکه در پژوهش‌های انجام شده در زمینه ضایعات محصولات کشاورزی و به‌طور خاص مرکبات، معمولاً توجه و تمرکز مطالعات بر مرحله پس از برداشت بوده و کمتر به ضایعات در مرحله داشت پرداخته شده است؛ این مسئله می‌تواند به دلیل دسترسی آسان‌تر به آمار در مرحله برداشت و پس از برداشت و صرفه اقتصادی برای ذینفعان این مراحل باشد. در صورتی‌که در مرحله داشت، دسترسی به آمار دقیق ضایعات برای کشاورز دشوار است. یگروه‌بندی‌های عوامل مؤثر در ضایعات مرکبات در پژوهش‌های پیشین با نگرش‌های دیگری انجام شده اما در این تحقیق تقسیم‌بندی با هدف یافتن وزن هریک از مراحل زنجیره تولید انجام شده است. با این تفاسیر با اتکا

به نظر کارشناسان حوزه ضایعات مرکبات و پردازش نظرات آنها با روش AHP مشخص شد که ضایعات این محصولات در مرحله داشت در استان‌های شمالی بسیار بالاست. دلیل این مسئله وزن بالای دو عامل «عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها» و «عدم کنترل سرمازدگی» که هر دو مورد مربوط به شرایط اقلیمی این منطقه و دانش کشاورزان یاست.

به‌طورکلی برای کاهش ضایعات مرکبات لازم است در تمامی مراحل تولید از مرحله پیش از کاشت، کاشت، داشت، برداشت، پس از برداشت و مرحله بازار اصلاح در ساختار تولید و مدیریت از طریق بهبود سیاست‌گذاری‌ها، حمایت‌های اقتصادی و آموزشی صورت گیرد؛ زیرا برای بهبود وضعیت در تمامی شاخص‌های ذکرشده در تحقیق حاضر نیاز به برنامه‌ریزی‌های اصولی، دانش بالای ذینفعان و بودجه کافی است. از جمله این راهکارها می‌توان به آموزش کشاورزان با برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی متناسب با هر مرحله، شامل انتخاب رقم مناسب، انجام صحیح هرس درختان در زمان مناسب، استفاده درست و به‌موقع از سموم و کودهای شیمیایی، مدیریت دقیق زمان برداشت، استفاده از ماشین‌آلات مناسب و به‌کارگیری روش‌های نوین اشاره کرد. همچنین حمایت اقتصادی دولت از تشکیل تعاونی‌های فراوری، تخصیص وام‌های کم‌بهره و مشوق‌های مالیاتی جهت احداث صنایع تبدیلی، انبارها و سردخانه‌ها با تکنولوژی‌های به‌روز نیز می‌تواند در کاهش ضایعات، کشاورزی پایدار و بهبود امنیت غذایی نقش مؤثری را ایفا نمایند.

نتیجه‌گیری

هدف کلی پژوهش حاضر اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر افزایش ضایعات در فرآیند تولید مرکبات در سه استان شمالی است. نتایج رتبه‌بندی با روش AHP نشان داد که در بین شاخص‌های اصلی تلفات به ترتیب در مراحل داشت، پس از برداشت، برداشت و بازار صورت می‌گیرد. همچنین در اولویت‌بندی زیرمعیارها شاخص «عدم مبارزه به‌موقع و صحیح با آفات و بیماری‌ها» و «عدم کنترل سرمازدگی»، به ترتیب رتبه‌های اول و دوم را به خود اختصاص دادند. جهت بهبود این مشکلات پیشنهاد می‌شود آفات و بیماری‌های منطقه مورد مطالعه توسط کارشناسان گیاه‌پزشکی شناسایی شده و بازه زمانی مناسب

- Assessment of Mobility Services. *Sustainability*, 13(3): 1258.
- Habibi, A., Izadyar, S., & Sarafrazi, A. (2015). Fuzzy multi criteria decision making. Simaye danesh press. (In Persian)
- He, G., Liu, X., & Cui, Z. (2021). Achieving global food security by focusing on nitrogen efficiency potentials and local production. *Global Food Security*, 29: 100536.
- Kantaroglu, M. & Demirbaş, N. (2020). Technical and Economic Factors Affecting Losses in Sweet Cherry Production: A Case Study from Turkey. *International Journal of Fruit Science*, 20(3): 1994-2004.
- Khosravani, F., Pezeshkirad, G., farhadian, H. (2014). Investigate of the agricultural waste and waste management situation and present of solutions in order to achieve sustainable development goals. *Popularization of Science*, 5(1): 95-112.
- Lemaire, A. & Limbourg, S. (2019). How can food loss and waste management achieve sustainable development goals? *Journal of cleaner production*, 234: 1221-1234.
- Ministry of Agricultural-Jahad, (2021). Agricultural Statistics - Horticultural Products (3).
- Miraei Ashtiani, S. H., Rafiee, M., Mohebi Morad, M., & Martynenko, A. (2022). Cold plasma pretreatment improves the quality and nutritional value of ultrasound-assisted convective drying: The case of goldenberry. *Drying Technology*, 1-19.
- Mirmajidi Hashtijin, A. (2016). Reducing agricultural waste, the main strategy in promoting food security. Karaj, Alborz. AREEO. (In Persian)
- Mirzaie Gorji, N., Shabanali Fami, H., & Iravani, H. (2017). Investigating Factors that Affecting Citrus Waste Production in Mazandaran Province, Iran. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 7(1): 95-99.
- Opara, I. K., Fawole, O. A., Kelly, C., & Opara, U. L. (2021). Quantification of on-farm pomegranate fruit postharvest losses and waste, and implications on sustainability indicators: South African case study. *Sustainability*, 13(9): 5168.
- Pendar, M., Pouryegan, M., Bahrani, S., & Pourasghar Sangachin, F. (2020). Surveying and ranking the deprivation in the Northern provinces of Iran. *Regional Planning*, 10(38): 19-32. (In Persian)
- Pirouz, E. & Cheraghi, D. (2015). Identifying the Factors Creating Citrus Waste in Fars Province Using Structural Equation. *Agricultural Economics and Development*, 23(3): 115-133. (In Persian)
- Razeghi, S. M. & Sadighi H. (2018). برای مبارزه علیه آنها اعلام گردد. به علاوه با همکاری جهاد کشاورزی از باغات نمونه‌گیری شود و سموم با نظر کارشناسان تجویز و به میزان بهینه مصرف شود. برای کنترل سرمازدگی نیز راهکارهای از قبیل احداث بادشکن، عایق‌بندی نهال‌ها و تنه درختان، استفاده از آب آهک روی تنه درخت، گرم نمودن باغات و ایجاد دود توصیه می‌شود.
- ### منابع
- Abi Tarabay, P., Chahine-Tsouvalakis, H., Tawk, S. T., Nemer, N., & Habib, W. (2018). Reduction of food losses in Lebanese apple through good harvesting and postharvest practices. *Annals of Agricultural Sciences*, 63(2): 207-213.
- Ashtiani, S. H. M., Rafiee, M., Morad, M. M., Khojastehpour, M., Khani, M. R., Rohani, A., Shokri, B., & Martynenko, A. (2020). Impact of gliding arc plasma pretreatment on drying efficiency and physicochemical properties of grape. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 63: 102381.
- Baby, S. (2013). AHP modeling for multicriteria decision-making and to optimize strategies for protecting coastal landscape resources. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 4(2): 218.
- Chauhan, C., Dhir, A., Akram, M. U., & Salo, J. (2021). Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production*, 126438.
- Citrus and subtropical fruits research center, Ministry of Agricultural-Jahad. (2021). <https://icri.hsri.ac.ir/-> 11/02/2022
- Czech, A., Zarycka, E., Yanovych, D., Zasadna, Z., Grzegorzcyk, I., & Kłys, S. (2020). Mineral content of the pulp and peel of various citrus fruit cultivars. *Biological trace element research*, 193(2): 555-563.
- Doki, N. O., Eya, C. I., Tughgba, M. F., Akahi, O. G., & Ameh, A. (2019). Determinants of post-harvest losses of orange in selected Local Government Areas of Benue State. *International Journal of New Economics and Social Sciences*, 10: 295-308.
- Emana, B., Afari-Sefa, V., Nenguwo, N., Ayana, A., Kebede, D., & Mohammed, H. (2017). Characterization of pre-and postharvest losses of tomato supply chain in Ethiopia. *Agriculture & Food Security*, 6(1), 1-11.
- FAO 2021- <http://www.fao.org/fruits-vegetables-2021-11/02/2022>
- Gompf, K., Traverso, M., & Hetterich, J. (2021). Using Analytical Hierarchy Process (AHP) to Introduce Weights to Social Life Cycle

- Investigation of Mechanisms to Reduce Agricultural Waste Utilizing Delphi Technique. *FSCT*, 15(82): 1-16 (In Persian)
- Saaty, T. L. (1988). What is the analytic hierarchy process? In *Mathematical models for decision support* (pp. 109-121). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1): 83-98.
- Shahnazari, A., Rafiee, M., Rohani, A., Nagar, B. B., Ebrahiminik, M. A., & Aghkhani, M. H. (2020). Identification of effective factors to select energy recovery technologies from municipal solid waste using multi-criteria decision making (MCDM): A review of thermochemical technologies. *Sustainable energy technologies and assessments*, 40: 100737
- Sharma, R., Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Kumar, V., & Kumar, A. (2020). A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance. *Computers & Operations Research*, 119: 104926.
- Subramanian, J., kumar, S. K., Shinde, R., & El Kayal, W. (2018). Postharvest Technologies in Tender Fruits: Peach, Nectarine, Plum, and Apricot. *Postharvest Biology and Nanotechnology*, 265-285.
- Teuber, R., & Jensen, J. D. (2020). Definitions, measurement, and drivers of food loss and waste. In *Food Industry Wastes* (pp. 3-18). Academic Press.
- Thompson, A. K. (2015). *Fruit and vegetable storage: hypobaric, hyperbaric and controlled atmosphere*. Springer.