باسمه تعالی

شماره: 1401-14
تاریخ: 1401/04/20
پیوست ندارد

نشریه ماشین های کشاورزی
(با همکاری انجمن مکانیک ایران)

نشریه ماشین‌های کشاورزی

(نشریه علمی)

جناب آقای دکتر حمزه سلطانعلی

نویسنده مسئول مقاله با عنوان:

"شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها بر پایه مطالعات تجربی توسعه‌یافته"

نویسندگان: حمزه سلطانعلی، مهدی خجسته پور

باسلام، احتراماً به استحضار می‌رساند مقاله شما پس از بررسی در جلسه هیأت تحریریه نشریه ماشین‌های کشاورزی و با توجه به نظر ارزیابان و تأیید ارزیاب نهایی، به‌عنوان **مقاله پژوهشی** مورد پذیرش قرار گرفت (DOI: 10.22067/jam.2022.76333.1104) و در یکی از جلدهای آتی، براساس اولویت چاپ خواهد شد. امید است در آینده نیز از سایر دستاوردهای پژوهشی شما بهره‌مند شویم.

با احترام

محمد حسین عباسپورفرد

سردبیر نشریه ماشین های کشاورزی

مشهد
میدان آزادی
دانشگاه فردوسی
دانشکده کشاورزی
صندوق پستی:
1163-91775
تلفن:
051 -38804619
نمابر:
051 -38787430
jame@um.ac.ir

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت-ها بر پایه مطالعات تجربی توسعه یافته

حمزه سلطانعلی*[1]، مهدی خجسته پور[2]

*۱-پژوهشگر پسادکتری، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ایمیل نویسنده مسئول: ha.soltanali@mail.um.ac.ir

۲- استاد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ایمیل: mkhpour@um.ac.ir

چکیده

پیاده‌سازی الگوهای مدیریتی مناسب در حوزه نگهداری و تعمیرات جهت نگهداشت اصولی و ارتقای قابلیت اطمینان انواع ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی با هدف تسریع در روند تأمین غذای جامعه بسیار حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به کمبود مطالعات بنیادی و توسعه‌ای در این بخش، مطالعه حاضر به دنبال بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در سطح کشت و صنعت‌ها بر پایه مطالعات مفهومی و تجربی می‌باشد. بدین منظور ابتدا به بررسی و شناخت مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات با کمک مطالعات بنیادین و دیدگاه کارشناسان خبره پرداخته شد. در ادامه تحقیق، ارزیابی و اولویت‌بندی معیارهای تأثیرگذار با کمک روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین (BWM) انجام شد و به دنبال آن راهکارهای بهبودی به منظور مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها ارائه شدند. براساس نتایج به دست آمده، مهم‌ترین معیارها در مدل نگهداری و تعمیرات، به ترتیب "مدیریت سازمانی"، "عوامل انسانی" و "عوامل ساختاری" با استفاده از تحقیقات پیشین و نظر خبرگان بدست آمد. مطابق با نتایج روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین، زیرمعیارهایی چون "حمایت مدیریت عالی در سطح سازمان"، "اختصاص بودجه نگهداشت و مدیریت بهینه موجودی‌ها" و نیز "اتخاذ راهبردهای مناسب نگهداشت" به ترتیب با وزن کلی ۰/۱۰۸، ۰/۰۷۵ و ۰/۰۶۷ بیش‌ترین تأثیرگذاری را در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در سطح کشت و صنعت‌ها داشتند. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده مدیران برای دست‌یابی به یک الگوی مناسب در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها باشد و نیز قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج آن به سایر صنایع کشاورزی و غذایی در سطح کشور وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: نگهداری و تعمیرات، ماشین‌های کشاورزی، کشت و صنعت، مکانیزاسیون، روش بهترین- بدترین.

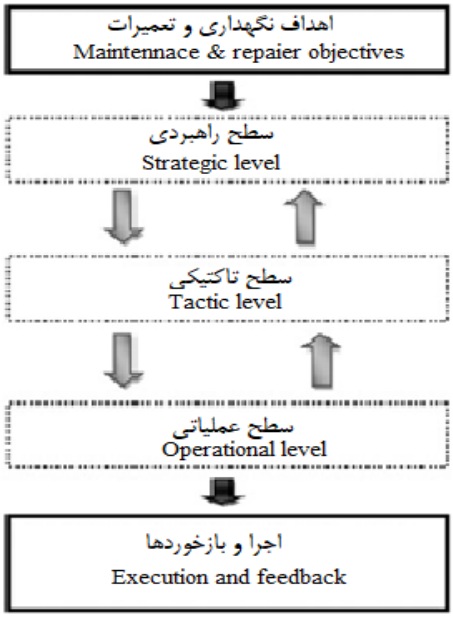
۱-مقدمه

بکارگیری تکنولوژی‌های مکانیزه در مراحل تولید و فرآوری انواع محصولات کشاورزی در ایران با هدف تسریع در روند تأمین غذای جامعه، روز به روز در حال گسترش است. از طرفی نحوه بکارگیری- و مدیریت این نوع از تکنولوژی‌ها به ویژه سرمایه‌های فیزیکی که شامل انواع ماشین‌ها، ادوات و تجهیزات می‌باشد، با هدف دست‌یابی به حداکثر بهره‌وری در حوزه صنایع کشاورزی بسیار حائز اهمیت است؛ چرا که مدیریت منسجم این سرمایه‌ها، نقش محوری در انجام به موقع فعالیت‌های زراعی شامل فرآیندهای مختلف تولید و فرآوری محصولات کشاورزی ایفا می‌نمایند (Soltanali and Rohani, 2016; Najafi *et al*., 2015; Mousavipour *et al*., 2012). علاوه بر این، با توجه به عدم دسترسی به موقع تجهیزات/ماشین‌های مورد نیاز و نیز تأمین قطعات یدکی بحرانی آن‌ها در شرایط تحریم کنونی،

اهمیت نگهداشت اصولی این سرمایه‌های فیزیکی و نحوه استفاده صحیح عملیاتی از آن‌ها، با هدف بهره‌برداری حداکثری از تمامی ظرفیت‌ها، افزایش آماده بکاری و کاهش هزینه چرخه عمر آن‌ها، امری اجتناب ناپذیر است (Afsharnia *et al*., 2014; Rohani *et al*., 2009).

مضاف بر این، مدیریت صحیح بهره‌برداری و نگهداری–تعمیرات انواع دارایی‌های فیزیکی در صنایع کشاورزی شامل ماشین‌ها، ادوات و تجهیزات با توجه به اهمیت آماده بکاری/قابلیت دسترسی بالای آن‌ها در فصول کاشت، داشت و برداشت محصولات کشاورزی و نیز شرایط ویژه این بخش، در مقایسه با سایر فرآیندهای تولیدی پیوسته، یکی از مهم‌ترین الزامات است. بدین منظور، استفاده از راهبردهای مدیریتی به ویژه بهره‌مندی از دانش مدیریتی/مهندسی بهره‌برداری و نگهداری–تعمیرات که در برگیرنده روش‌ها، رویه‌ها، نقشه راه‌ها، ابزارها و انواع تکنولوژی‌های نوین سخت افزاری و نرم افزاری است، دارای اهمیت فراوان است (Holweg *et al*., 2018. Soltanali *et al*, 2020; Soltanali *et al*., 2019;). از نگاه استانداردهای موجود، تعریف دانش نگهداری و تعمیرات شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های فنی[1]، اداری[2] و مدیریتی[3] با هدف نگهداشت سیستم و باز احیایی[4] سیستم است که در برگیرنده واکنش‌های بعد از خرابی یا اصلاحی و نیز واکنش‌های قبل از خرابی یا پیشگیرانه هستند (CEN, 2001; EN 13306, 2010). سطوح سازمانی در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات به طور کلی در سه سطح راهبردی (بلند مدت)، تاکتیکی (میان مدت) و عملیاتی (کوتاه مدت) تقسیم‌بندی می‌شود (Tubis and Werbińska-Wojciechowska, 2015; Anthony, 1965; Pintelon and Gelders, 1992) که یک شمای کلی از آن در شکل (۱) ارائه شده است. در سطح راهبردها، تعیین چشم‌اندازها، ماموریت‌ها و اهداف اصلی از نگهداشت، متناسب با نیازهای مشتریان یا سازمان صورت می‌پذیرد (Al-Turki *et al*., 2014; Thomas, 2005). همچنین در این سطح، منابع مورد نیاز شامل مالی، انسانی و تکنولوژیکی با هدف افزایش رقابت‌پذیری به همراه محدودیت‌ها و موانع قانونی و نیز مسائل اجتماعی و زیست محیطی، مورد توجه است (Van Horenbeek and Pintelon, 2014; Pintelon and Gelders, 1992). در سطح تاکتیکی، مدیریت مؤثر و اختصاص بهینه منابع تعیین شده در سطح پیشین، مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین در این مرحله انتخاب بهینه‌ترین و مناسب‌ترین سیاست‌های نگهداری و تعمیرات شامل انواع فعالیت‌های واکنشی و پیشگیرانه[5] با هدف ارتقای سطح قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی ماشین‌ها صورت می‌پذیرد. (Pintelon and Gelders, 1992) .

[1]Technical
[2]Administrative
[3]Managerial
[4]Retain and restore
[5] Corrective & preventive actions



شکل (۱). سطوح سازمانی در مدیریت نگهداری و تعمیرات (Tubis and Werbińska-Wojciechowska, 2015)

Figure 1. Organizational levels in maintenance and repair management (Tubis & Werbińska-Wojcowska, 2015)

در این مطالعه به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[1] مانند روش بهترین–بدترین[2] استفاده شده است. در سال‌های اخیر این روش در بسیاری از مسائل مرتبط با صنایع، مدیریت، تکنولوژی، انرژی، آموزش و سایر موارد، مورد توجه محققان و تصمیم‌گیرندگان به ویژه در حل مسائل چندوجهی بوده است (Kheybari *et al*., 2020; Moktadir *et al*., 2020; Van de Kaa *et al*., 2019). مهم‌ترین ویژگی‌های برتر روش بهترین–بدترین در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند روش تحلیل سلسله مراتبی[3] می‌توان به مواردی چون؛ الف) دارا بودن یک ساختار مقایسه زوجی بسیار قوی، ب) کارایی بیش‌تر داده‌ها (به عبارتی به داده‌های مقایسه‌ای کم‌تر نیاز دارد)؛ ج) کاهش سوگیری‌های احتمالی از سوی پاسخ دهندگان، در طول فرآیند وزن‌دهی و نیز د) دست‌یابی به جواب‌ها و نتایج قابل اعتمادتر، به‌عبارتی دیگر، چندین راه حل بهینه ارائه می‌دهد که باعث افزایش انعطاف‌پذیری در دست‌یابی به بهترین نقطه وزنی می‌شود، اشاره کرد (Rezaei, 2015; Rezaei, 2016).

مطالعات قابل توجهی به بررسی و شناخت ابعاد و عناصر اصلی در مدل/چارچوب نهایی مدیریت نگهداری و تعمیرات پرداخته‌اند. برای مثال در تحقیقی سه معیار شامل روش‌های پیش‌کنشی، ارتباطات نرم[4] و ارتباطات سخت[5] نگهداری و تعمیرات به عنوان اصلی‌ترین

[1] Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)
[2] Best Worst Method (BWM)
[3] Analytical Hierarchy Process (AHP)
[4] Hard maintenance integration
[5] Soft maintenance integration

متغیرها در مدل نگهداری و تعمیرات معرفی شدند. بر اساس این معیارها، یک بررسی میدانی در شرکت‌های سوئدی صورت پذیرفت که در آن‌ها، رویکردهای پیش‌کنشی و ارتباط بخش‌های نگهداری و تعمیرات به عنوان مهم‌ترین عناصر در فرآیندهای رقابت‌پذیری و انعطاف‌پذیری در تصمیم‌گیری‌ها شناخته شدند (Jonsson, 2000). به منظور دستیابی به یک مدل مناسب کسب و کار در حوزه نگهداشت، چهار معیار راهبردی از قبیل گزینه‌های تحویل خدمات، طراحی سازمانی، روش نگهداشت و سیستم‌های پشتیبان پیشنهاد شد (Tsang, 2002). در ادامه مطالعه پیشین، اثرات مدیریت مدرن نگهداری و تعمیرات بر روی کارآیی کلی سازمانی در شرکت‌های بزرگ و هوشمند مورد بررسی قرار گرفت. یک چارچوب مدیریتی با تکیه بر معیارهایی چون سیستم فناوری اطلاعات، شاخص‌های مدیریتی نگهداشت، مهارت‌های فنی، و سیستم مدیریت تولید ارائه شد (Marquez, and Gupta, 2004). در تحقیق دیگری، مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و رویه‌ها برای ارزیابی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در صنایع تولیدی براساس معیارهایی چون سازماندهی امور نگهداشت، برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداشت، سیستم‌های اطلاعاتی، سیاستگذاری‌ها، سطح تکنولوژی، مهارت‌های سخت و نرم، دسترسی به نیروی کار، مدیریت موجودی، آموزش و یادگیری مستمر مورد استفاده واقع شد (Salonen, 2008; Salonen, 2009). در همین راستا، بکارگیری روش‌های کاربردی با هدف طراحی مدل‌های مدیریتی پیشنهاد شد که هدف آن کاهش شکاف‌های موجود بین تئوری‌های دانشگاهی و محیط واقعی در صنعت بود. کلیدی‌ترین عناصر در مدل پیشنهادی شامل توسعه راهبردها، مهارت‌ها، سازماندهی نگهداشت، فرهنگ، و تکنولوژی بود (Bengtsson and Salonen, 2009). در مطالعه‌ای، به مرور مهم‌ترین معیارهای سنجشی برای دست‌یابی به مدل تعالی نگهداری و تعمیرات پرداخته شد. مهم‌ترین معیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات شامل مدیریت قراردادها، برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، مدیریت موجودی‌ها، سیستم پیشتیبان نگهداشت، بهینه‌سازی مالی راهبردها و سیاست‌ها، گزارش‌دهی و مدیریت سفارشات، آموزش، مدیریت اسناد و مدارک، و نیز مشارکت مدیریت تولید شناخته شدند (Wireman, 2010). در پژوهشی دیگر، با هدف طراحی مدل نگهداشت در شرکت‌های تولیدی، ارائه چارچوبی نوین برای بهبود و اثربخشی برنامه‌های نگهداری و تعمیرات صورت پذیرفت. در این مدل، معیارهایی چون راهبردها و اهداف، مدیریت جنبه‌های انسانی، مکانیزم‌های پشتیبان، سیاست‌های نگهداشت، ابزارها و روش‌ها، و نیز رویکرد سازماندهی مد نظر قرار گرفت (Sharma, 2013). در ادامه پژوهش‌های صورت گرفته، مدل مفهومی جدیدی با هدف دست‌یابی به یک سیستم نگهداری و تعمیرات هوشمند ارائه شد که در آن چهار عامل اصلی منابع انسانی، رویه‌های درون سازمانی، رویه‌های برون سازمانی و نهایتا بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نرم افزاری/سخت افزاری مبتنی بر داده کاوی مورد توجه قرار گرفت (Bokrantz, 2019). یک مطالعه مروری با هدف مفهومی‌سازی نگهداشت پیشرفته صورت پذیرفت که در آن یک تعریف جدیدی از مفهوم نگهداشت پیشرفته با تکیه بر عناصری چون خودآموزی[1]، پایش وضعیت برخط، تصمیم‌گیری یا محوریت داده، مدیریت منابع انسانی، تداخلات و تعاملات

[1] Self-learning

احتمالی ارائه شد (Roda and Macchi, 2021). همچنین مطالعات دیگری به ارائه مدل‌های مفهومی در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات پرداخته‌اند (Vasudevan and Duan, 2021; Bekar, 2020; Zhang *et al*., 2019; Wen *et al*., 2019; Kumar *et al*. 2018; Gopalakrishnan, 2018).

علاوه بر مطالعات بنیادی و مفهومی در حوزه مدیریت نگهداری و تعمیرات، در ادامه به مروری بر سیر مطالعات تخصصی در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع کشاورزی و غذایی پرداخته شده است. برای مثال در تحقیقی وضعیت عملکرد برنامه‌های نگهداری و تعمیرات در صنایع غذایی در اتریش مورد بررسی قرار گرفته است. مهم‌ترین ابعاد مدیریتی شامل مدیریت و رهبری، راهبرد و سیاست‌گذاری، مدیریت فرآیندها و منابع، و صلاحیت شغلی نیروی کار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که امکان افزایش رقابت‌پذیری و بهبود کیفیت اقتصادی در صنایع غذایی وجود دارد (Meixner *et al*., 2001). مشکلات و چالش‌های اصلی در واحدهای تولید و نگهداشت در مزارع کشاورزی در اوکراین مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین معیارهای اثرگذار در این مطالعه شامل زیرساخت‌های تدارکاتی، ارتباط بین واحدهای نگهداشت با کارگاه‌ها، و نیز پیشتیبانی‌های اطلاعاتی گزارش شد (Horyovy *et al*., 2007). مدیریت نگهداری و تعمیرات و نیز امکان دست‌یابی به تولید ناب[1] در مزارع لبنی مورد مطالعه قرار گرفت. مهم‌ترین فعالیت‌های برنامه‌ریزی شده شامل اولویت‌بندی فعالیت‌های نگهداشت، نظارت بر برنامه‌های نگهداشت، راهبردهای نگهداشت و نیز روش‌های تولید ناب بود (Arslankaya andAtay, 2015). ارتقاء سیستم‌های مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع غذایی و شیمایی در دستور کار قرار گرفت. مهم‌ترین شاخص‌های کلیدی برای توسعه مدل شامل سازوکارها برای ارزیابی عملکرد برنامه نگهداشت، سیستم‌های برنامه‌ریزی پیشگیرانه و تشخیص عیوب، سیستم‌های اطلاعاتی و روش‌های نوین نگهداشت، اهداف راهبردی، سازماندهی مرکزی و برونسپاری فعالیت‌ها بود (Branská *et al*., 2016). در مطالعه دیگری یک سیستم زمان‌بندی هوشمند به همراه تئوری‌های پایه به منظور مدیریت نگهداشت ماشین‌های کشاورزی ارائه شد. نتایج تحلیل‌ها حاکی از آن بود که چارچوب پیشنهادی بستر مناسبی برای بهبود روندهای جمع‌آوری و پردازش داده‌های عملیاتی فراهم کرده و نیز امکان هوشمندسازی فعالیت‌های نگهداشت در ماشین‌های کشاورزی وجود دارد (Liu *et al*., 2018). به دنبال این مطالعه، یک پلتفرم دیگری با هدف تشخیص عیوب در ماشین‌های کشاورزی از طریق کسب اطلاعات و داده‌های لازمه از اجزای تشکیل‌دهنده ماشین‌ها و نیز ریشه‌یابی علل خرابی‌ها ارائه شد. در این پلتفرم به منظور بهبود روند تصمیم‌گیری‌ها، معیارهایی چون اکتساب و تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از اینترنت و رویکرد داده‌های عظیم[2] در نظر گرفته شد (Li *et al*., 2019). ارزیابی عملکرد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها با تکیه بر معیارهایی چون برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، توسعه سیاستگذاری‌ها، مدیریت اقلام و قطعات یدکی، سازماندهی امور نگهداشت، مدیریت مالی و منابع انسانی انجام گرفت. بررسی ابعاد بنیادی در سه سطح صنعت، مدیریت نگهداشت و فعالیت‌های

[1] Lean manufacturing
[2] Big Data

نگهداشت، نشان داد که امکان شناسایی مهم‌ترین نقاط ضعف و فرصت‌های بهبودی در کشت و صنعت‌ها وجود دارد (Gandhare, and Akarte., 2020). به دنبال این پژوهش، یک سیستم مدیریت یکپارچه نگهداری و تعمیرات با هدف پایش خطوط تولید در صنایع تولید بیسکویت پیشنهاد شد. سیستم تشخیص عیوب در این تحقیق، قابلیت شناسایی عوامل کاهش بهره‌وری، کیفیت اثربخشی، وضعیت سلامت ماشین‌های و تجهیزات، و نیز میزان فرسودگی یا فرسایش آن‌ها را دارا بود (Amrani *et al.*, 2020). همچنین در مطالعه‌ای به کلیدی‌ترین معیارها در مدیریت نگهداری و تعمیراتِ دارایی‌های فیزیکی در مراکز اسنک مواد غذایی اندونزی پرداخته شد. مهم‌ترین ابعاد در مدل پیشنهادی شامل بکارگیری سیاست‌ها و سازماندهی امور نگهداشت، برنامه‌ریزی و کنترل، هزینه‌های نگهداشت، پارامتر بهبود مستمر و نیز مدیریت منابع انسانی بودند (Gandhi *et al.*, 2021).

جدول (۱). مروری بر معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار در مدل تعالی نگهداری و تعمیرات (از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱)

Table 1. Review of criteria and sub-criteria in excellence maintenance and repair management model

ابعاد یا معیار اصلی Main criteria	زیرمعیارها Sub-criteria	منابع مورد بررسی Reference
Organization management مدیرست سازمانی	راهبردهای و سیاستگذاری‌های سازمانی نگهداشت Strategies and policies	(Jonsson, 2000; Meixner et al. 2001; Tsang, 2002; Adebiyi et al., 2004; Garg and Deshmukh, 2006; Bengtsson and Salonen, 2009; Salonen, 2008; Salonen, 2009; Sharma, 2013; Karia et al. 2014; (Arslankaya and Atay, 2015; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Gomes et al., 2020; Gandhare and Akarte, 2020; Gandhi et al., 2021)
	حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت Top management support	(Meixner et al. 2001; Salonen, 2008; Salonen, 2009; Campbell and Reyes-Picknell, 2015)
	مدیریت چرخه کار و استانداردسازی امور نگهداشت Workflow management and standardization	(Meixner et al. 2001; Garg and Deshmukh, 2006; Srensen and Bochtis, 2010; Karia et al. 2014; Arslankaya and Atay, 2015; Gomes et al. 2020)
	اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها Fund allocation and inventory resource management	(Meixner et al. 2001; Salonen, 2008; Salonen, 2009; Srensen and Bochtis, 2010; Barbera et al. 2012; Karia et al. 2014; Milana et al., 2017; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Gomes et al., 2020; Gandhare and Akarte, 2020; Gandhi et al., 2021)
	آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان Awareness of maintenance and safety activities	(Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Bokrantz, 2019; Gomes et al., 2020)
	اندازه گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت Performance measurement and monitoring	(Marquez, and Gupta, 2004; Srensen and Bochtis, 2010; Karia et al. 2014; Arslankaya and Atay, 2015; Arslankaya and Atay, 2015; Branská et al., 2016; Bokrantz, 2019; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Gomes et al., 2020; Gandhi et al., 2021)
Human-related عوامل انسانی	آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت Training & education	(Salonen, 2008; Salonen, 2009; Barbera et al. 2012; Sharma, 2013; Karia et al. 2014; Milana et al., 2017; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Bokrantz, 2019; Gandhi et al., 2021)
	تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت Participation and commitment	(Barbera et al. 2012; Sharma, 2013; Karia et al. 2014; Milana et al., 2017; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Bokrantz, 2019; Gomes et al., 2020)
	صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)	(Meixner et al. 2001; Marquez, and Gupta, 2004; Salonen, 2008; Salonen, 2009; Bengtsson and Salonen, 2009; Barbera et al. 2012; Sharma, 2013;

ابعاد یا معیار اصلی Main criteria	زیرمعیارها Sub-criteria	منابع مورد بررسی Reference
	Adequacy of the maintenance crew	Karia et al. 2014; Milana et al., 2017; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Gomes et al., 2020)
	آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت Employee awareness of maintenance goals and strategies	(Barbera et al. 2012; Sharma, 2013; Karia et al. 2014; Milana et al., 2017; Bokrantz, 2019; Gomes et al., 2020; Gandhare and Akarte, 2020)
عوامل ساختاری Organizational aspects	مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت Documentation of maintenance works	(Srensen and Bochtis, 2010; Milana et al., 2017; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Arslankaya and Atay, 2015; Branská et al., 2016; Bokrantz, 2019; Gomes et al., 2020)
	برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت Well-established organizational structure	(Tsang, 2002; Horyovy et al. 2007; Barbera et al. 2012; Sharma, 2013; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Branská et al., 2016; Bokrantz, 2019; Bekar, 2020; Gandhare and Akarte, 2020; Gandhi et al., 2021)
	برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت Adequacy of IT infrastructures and facilities for operations	(Tsang, 2002; Marquez, and Gupta, 2004; Garg and Deshmukh, 2006; Horyovy et al. 2007; Pintelon an Parodi-Herz, 2008; Bengtsson and Salonen, 2009; Srensen and Bochtis, 2010; Barbera et al. 2012; Salonen, 2008; Salonen, 2009; Sharma, 2013; Karia et al. 2014; Branská et al., 2016; Bokrantz, 2019; Campbell and Reyes-Picknell, 2015; Bokrantz, 2019; Bekar, 2020)
	مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی Contracting out maintenance	(Tsang, 2002; Horyovy et al. 2007; Salonen, 2008; Salonen, 2009; Branská et al., 2016; Bokrantz, 2019)

براساس پیشینه تحقیقات انجام شده در جدول (۱) شامل مطالعات مفهومی و تخصصی در صنایع مختلف، به طور کلی می‌توان مهم‌ترین معیارها در مدل‌های یکپارچه و مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات، را در سه بعد یا معیار اصلی شامل: ۱-مدیریت سازمانی[1]، ۲-عوامل انسانی[2] و ۳-عوامل ساختاری[3] تقسیم‌بندی کرد. بدین منظور در "مدیریت سازمانی"، عواملی چون راهبردهای و سیاستگذاری-های نگهداشت، حمایت مدیران عالی در مدیریت نگهداشت، آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت، اندازه‌گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌های نگهداشت، اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها و مدیریت چرخه کار و استانداردسازی فعالیت‌ها نقش بنیادی ایفا می‌کنند. در سطح "مدیریت عوامل انسانی" نیز عناصری چون اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت، تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت، صلاحیت و توانمندی پرسنل نت (نیروی متخصص) و نیز آگاهی کارکنان از اهداف و راهبردهای نگهداشت نقش کلیدی ایفا می‌نمایند. از طرفی در سطح "مدیریت عوامل ساختاری" زیر معیارهایی چون مستندسازی فعالیت-های نگهداشت، برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداری و تعمیرات، برخورداری از ساختارهای سیستم

[1] Organization management
[2] Human-related
[3] Organizational aspects

اطلاعاتی مناسب در کنار بکارگیری تجهیزات مناسب و نیز مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی نقش اساسی ایفا می‌کنند.

از آن‌جا که مطالعات بنیادی، توسعه‌ای و نیز کاربردی بسیار کمی با هدف بررسی، بهبود و ارتقای مدل‌های مدیریت نگهداری و تعمیراتِ سرمایه‌های فیزیکی در حوزه صنایع کشاورزی انجام شده است، مطالعه حاضر به دنبال یک بررسی همه جانبه و ارائه یک چارچوب مدیریتی نگهداری و تعمیرات با تکیه بر فرآیندهایی چون طرح‌ریزی و مفهومی‌سازی اولیه و به دنبال آن ارزیابی آن‌ها با هدف بهبود برنامه‌های نگهداشت در صنایع کشاورزی می‌باشد. عمده تمرکز این پژوهش بر روی دخالت دادن سطوح راهبردی و تاکتیکی در مدل مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع کشاورزی و در نهایت گسترش سازوکارها به سمت رویکرد عملیاتی، در قالب برنامه‌ریزی‌های کوتاه مدت است. به منظور ارزیابی مدل پیشنهادی در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات در پژوهش حاضر، اراضی کشاورزی با سطح زیرکشت بالای ۲۰۰۰ هکتار در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد مورد بررسی قرار گرفت.

۲-مواد و روش‌ها

شرح مختصری از گام‌های چهار گانه پژوهش حاضر مطابق زیر می‌باشد که در شکل (۲) نیز به نمایش در آمده است:

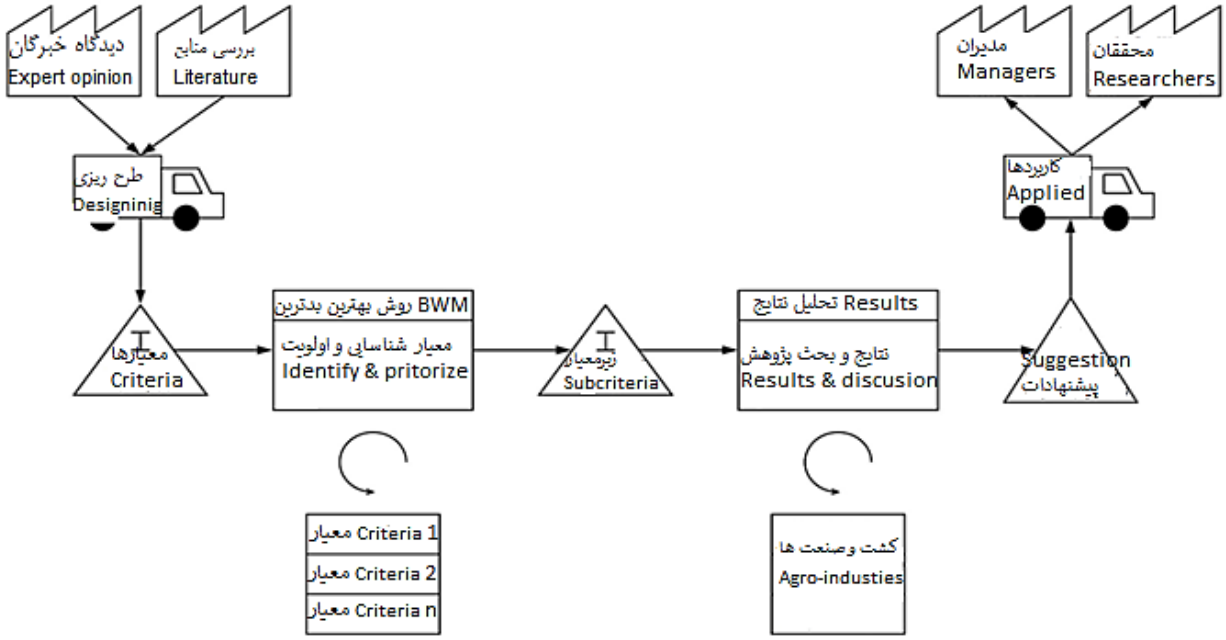
- گام نخست: طرح‌ریزی و مفهومی‌سازی چارچوب مدیریت نگهداری و تعمیرات در حوزه صنایع کشاورزی براساس روش‌های بررسی منابع کتابخانه‌ای و نیز طراحی پرسشنامه اولیه به منظور بهره‌مندی از نظر خبرگان مطرح در مورد معیارها و زیرمعیارهای انتخابی.
- گام دوم: طراحی پرسشنامه ثانویه به منظور شناخت مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای اثر گذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد صورت گرفت. بدین منظور براساس اطلاعات پرسشنامه اولیه و بررسی منابع انجام شده، از نظرات کارشناسان و مدیران در حوزه مدیریت صنایع کشاورزی و صنایع وابسته بودند، بهره گرفته شد. پرسشنامه‌های ارسالی عمدتا در اختیار کارشناسان و مدیران در واحدهای کشت و صنعت مزرعه آستان قدس رضوی، کشت و صنعت نمونه امید خراسان، کشت و صنعت سبزداناب، کشت و صنعت رشدینه، و کشت و صنعت سادات خراسان گرفت که دارای حجم بالایی از ناوگان ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در سطوح مزرعه و گلخانه، حمل و نقل و فرآوری محصولات کشاورزی بودند. جدول (۲) اطلاعات مربوط به نوع محصولات و کشت‌ها، فصول کشت و برداشت، نوع ماشین‌های متداول در عملیات‌های مختلف در سطح کشت و صنعت‌های مورد بررسی آورده شده است. همچنین براساس بررسی‌های میدانی صورت گرفته، نوع سیستم نگهداری و تعمیرات به کار رفته در حال حاضر از نوع واکنشی (اصلاح بعد از خرابی) برای اغلب ماشین‌ها و تجهیزات در این واحدها می‌باشد.

جدول (۲). اطلاعات مربوط به انواع ماشین‌ها، ادوات، تجهیزات به همراه انواع محصولات در واحدهای کشت و صنعت

انواع ماشین-آلات مورد استفاده Types of machines used	تراکتورها Tractors	تراکتورهای بزرگ مخصوص فعالیت‌های مزرعه و امور دام، تراکتورهای کوچک مخصوص فعالیت‌های باغی Large tractors for farm and livestock activities, small tractors for garden activities	
	ادوات و دیگر ماشین‌ها در سطح مزارع Implements and other farm machines	مخصوص خاک‌ورزی Tillage process	گاوآهن‌ها، دیسک‌ها و لولرها، چیزل‌ها Plows, discs and levelers, chisels
		مخصوص فرآیند کاشت Cultivation/Planting process	خطی کارها، نشاءکارها، ردیف کارها Planters and seeders
		مخصوص فرآیند داشت Maintain process	سمپاس‌های دستی و نیمه مکانیزه، کودپاش‌ها، سیستم‌های آبیاری تحت فشار و قطره‌ای، میکروالمنت‌ها، انواع ادوات هرس، انواع پمپ‌ها Manual and semi-mechanized sampans, fertilizer sprayers, pressurized and drip irrigation systems, microelements, types of pruning tools, types of pumps
		مخصوص فرآیند برداشت و بسته‌بندی Harvesting and packaging process	دروگرها، شیکرها، بیلرها،کمباین‌ها Harvesters, shakers, balers, combines
	تجهیزات مخصوص گلخانه Special greenhouse equipment	تأسیسات تهویه، تأسیسات گرمایشی، تأسیسات سرمایشی، سیستم‌های کانال کشی و آبیاری، سیستم‌های کنترل برق و روشنایی، تجهیزات رطوبت‌رسانی. Ventilation facilities, heating facilities, cooling facilities, canalization and irrigation systems, electricity and lighting control systems, humidification equipment.	
	تجهیزات در سطح دامپروری‌ها Equipment in livestock breeding	میکسر، علوفه خردکن، ماشین بیلر، تأسیسات تهویه، تأسیسات گرمایشی، تأسیسات سرمایشی، سیستم‌های آبخوری، سیستم‌های شیردوشی، سیستم‌های خنک‌کاری شیر (شیرسردکن‌ها)، مبدل‌های حرارتی Mixer, fodder crusher, baler machine, ventilation facilities, heating facilities, cooling facilities, drinking systems, milking systems, milk cooling systems (milk coolers), heat exchangers	
	تجهیزات حمل و نقل و عمرانی Transportation equipment	تریلی‌ها، لودرها، گریدرها، کامیون‌ها Trolleys, loaders, graders, trucks	
محصولات زراعی Crops	گندم و جو wheat and barley	زمان کشت مهر تا آذرماه، زمان برداشت تیرماه Cultivation time from October to December, harvest time is in July	
	چغندرقند Sugar beet	زمان کشت اسفند تا فروردین ماه، زمان برداشت مهر و آبان Cultivation time from March to April, harvest time is in October and November	
	ذرت علوفه‌ای fodder corn	زمان کشت خرداد ماه، زمان برداشت مهرماه Cultivation time in June, harvest time in October	
	کلزا Canola	زمان کشت شهریور ماه، زمان برداشت خردادماه Cultivation time in September, harvest time is in June	
محصولات صیفی‌جات Summer products	گوجه فرنگی Tomato	زمان کشت اردیبشهت ماه، زمان برداشت شهریورماه Cultivation time in May, harvest time in September	
	خربزه Melon	زمان کشت خردادماه، زمان برداشت شهریورماه Cultivation time in June, the harvest time in September	
محصولات باغی Garden products	سیب Apple	زمان برداشت شهریور تا مهرماه Harvest time from September to October	
	گلابی Pear	زمان برداشت شهریورماه Harvest time in September	
	هلو Peach	زمان برداشت اردیبهشت و خرداد ماه Harvest time in May and June	

گوجه سبز	زمان برداشت اردیبهشت و خرداد ماه
Greengage	Harvest time in May and June
شلیل	زمان برداشت تیرماه
Nectar	Harvest time in July
گیلاس	زمان برداشت تیرماه
Cherry	Harvest time in July

- گام سوم: تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده. با دریافت نظرات کارشناسی خبرگان، به منظور اولویت‌بندی معیارها و زیر معیارها در چارچوب مدل مفهومی نگهداری و تعمیرات از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شد.
- گام چهارم: در این بخش، هریک از معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها مورد بحث و بررسی بیشتر قرار گرفت و با مقایسه با سایر مطالعات انجام شده، راهکارها و پیشنهادات کاربردی با هدف بهره‌مندی از نتایج آن برای مدیران و کارشناسان در کشت وصنعت‌ها و نیز قابلیت تعمیم‌پذیری آن برای سایر صنایع غذایی و کشاورزی ارائه شد.



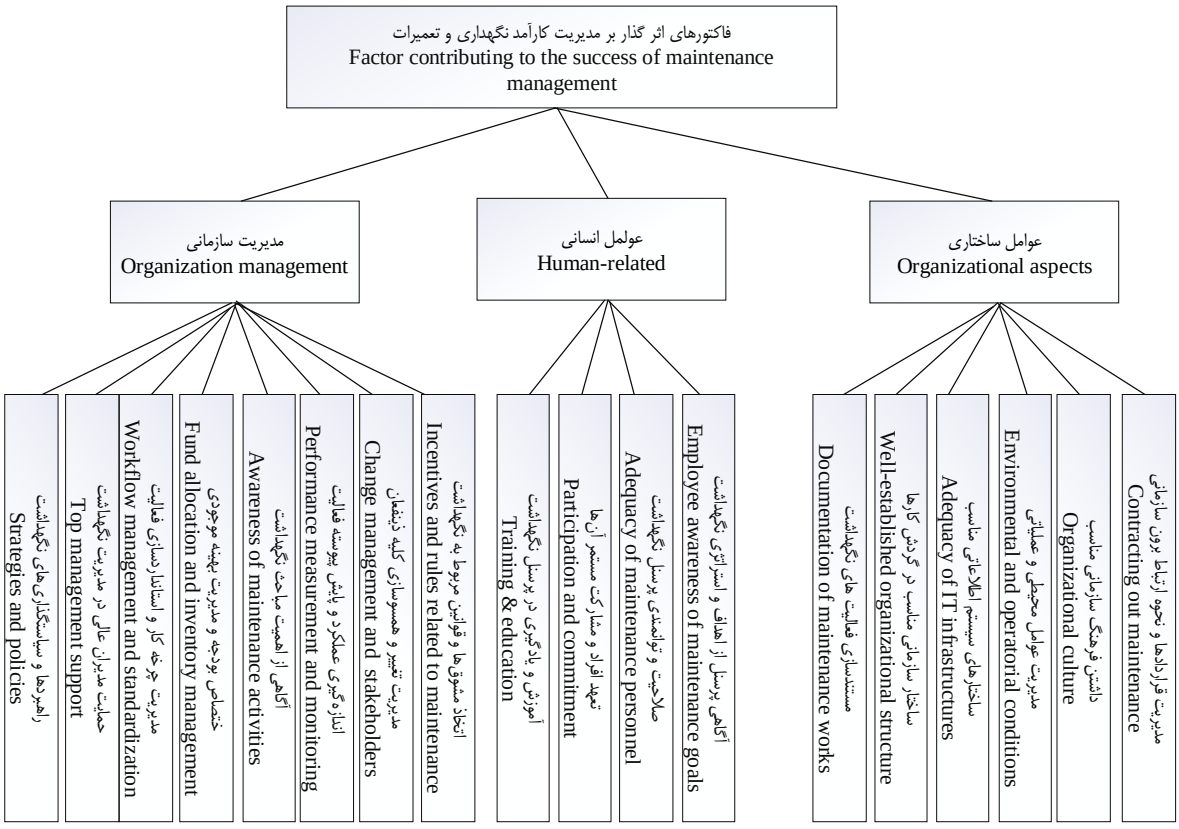
شکل (۲). مراحل انجام پژوهش (شناسایی و اولویت‌بندی معیارها/زیرمعیارهای مؤثر بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات)

Figure 2. Steps of conducting research (identifying and prioritizing criteria / sub-criteria affecting efficient maintenance and repair management)

۲-۱. طرح‌ریزی با هدف تعیین معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار

به دنبال مرور منابع صورت گرفته در جداول (۱) و (۲)، با هدف شناسایی معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات، پرسشنامه اولیه به منظور تأیید، حذف یا اضافه کردن معیارها و زیرمعیارهای مورد مطالعه، از طریق نظرات کارشناسی ۱۵ خبره با سوابق مشاوره و مدیریت نگهداری و تعمیرات حداقل ۱۵ سال در صنایع مختلف، طراحی شد. بدین منظور در معیار مدیریت

سازمانی، زیر معیارهای دیگری چون "مدیریت تغییر و همسوسازی کلیه ذینفعان" و "اتخاذ مشوق‌ها و قوانین مربوط به نگهداشت"، و در معیار عوامل ساختاری زیر معیارهایی چون"مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی" و نیز "داشتن فرهنگ سازمانی مناسب" از نگاه خبرگان پیشنهاد گردید که نتایج آن به همراه نتایج مرور منابع، در شکل (۳) آورده شده است.



شکل (۳). طبقه‌بندی معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات براساس پیشینه تحقیقات و نظر خبرگان

Figure 3. Classification of criteria and sub-criteria affecting maintenance and repair management based on literature and expert opinion

۲-۲- اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت نگهداری-تعمیرات با کمک روش بهترین-بدترین

طراحی پرسشنامه ثانویه به منظور شناخت و اولویت‌بندی مهم‌ترین معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد انجام گرفت. بدین منظور براساس اطلاعات پرسشنامه اولیه و نیز بررسی منابع انجام شده، پرسشنامه ثانویه در اختیار ۳۰ کارشناس خبره که دارای سوابق مدیریتی و اجرایی در بخش‌های صنایع کشاورزی بودند، قرار داده شد که در نهایت با توجه به بررسی اطلاعات تکمیل شده/نشده، نظرات کارشناسی ۲۳ خبره مبنای تجزیه و تحلیل‌ها با کمک روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین قرار گرفت. اطلاعات مربوط به خبرگان شامل سطح تحصیلات، سمت شغلی و تجربه بر حسب سال در جدول (۳) آورده شده است.

جدول (۳). اطلاعات مربوط به خبرگان در کشت و صنعت‌های مورد مطالعه

ردیف کارشناس Expert no.	سطح تحصیلات Education	سمت شغلی Occupation	تجربه بر حسب سال Years of experience	ردیف کارشناس Expert no.	سطح تحصیلات Education	سمت شغلی Occupation	تجربه بر حسب سال Years of experience
1	کارشناسی BSc	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop management	14	13	کارشناسی BSc	تکنیسن فنی Technician	14
2	کارشناسی ارشد MSc	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop management	11	14	کارشناسی ارشد MSc	مدیر امور فنی Technical management	12
3	کارشناسی BSc	مدیر امور فنی Technical management	12	15	کارشناسی BSc	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop management	16
4	کارشناسی ارشد MSc	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning management	15	16	کارشناسی ارشد MSc	مدیر کشت و صنعت Agro-industry management	9
5	کارشناسی ارشد MSc	مدیر کشت و صنعت Agro-industry management	9	17	کارشناسی ارشد MSc	مدیر امور فنی Technical management	9
6	دکتری PhD	مدیر کشت و صنعت Agro-industry management	10	18	کارشناسی ارشد MSc	تکنیسن فنی Technician	7
7	کارشناسی ارشد MSc	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning management	9	19	دکتری PhD	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning management	10
8	کارشناسی BSc	Finance and budget management	12	20	کارشناسی BSc	مدیر منابع انسانی Human resources management	10
9	کارشناسی ارشد MSc	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop management	7	21	کارشناسی ارشد MSc	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop management	14
10	کارشناسی BSc	مدیر منابع انسانی Human resources management	8	22	کارشناسی ارشد MSc	مدیرکارگاه تعمیرات Workshop management	11
11	کارشناسی ارشد MSc	مدیر تولید و برنامه‌ریزی Production and planning management	8	23	کارشناسی BSc	مدیر منابع انسانی Human resources management	15
12	کارشناسی BSc	تکنیسن فنی Technician	13	-		-	-

روش بهترین–بدترین به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی نظر خبرگان در مورد معیارهای مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت وصنعت‌ها مورد استفاده واقع شد. نخستین بار این روش توسط Rezaei, (2015) در سال ۲۰۱۵ معرفی شد. در این روش، بهترین (مطلوب‌ترین و مهم‌ترین) معیار و بدترین (نامطلوب‌ترین و کم اهمیت‌ترین) معیار توسط تصمیم‌گیرندگان شناسایی شده و سپس مقایسات زوجی بین این دو معیار بهترین و بدترین و سایر زیرمعیارها انجام می‌شود. به دنبال آن، یک مسأله بهینه‌سازی حداقل–حداکثری[1] به منظور تعیین وزن معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار فرمول‌بندی و حل می‌شود. به عبارتی این روش، ابزار مناسبی برای وزن‌دهی به معیارها به شمار می‌رود. به طور کلی فرآیند بکارگیری روش تصمیم‌گیری بهترین–بدترین براساس گام‌های پنج‌گانه زیر می‌باشد (Rezaei, 2015; Rezaei, 2016):

گام اول: تعیین یک مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ براساس دیدگاه خبرگان یا تصمیم‌گیرندگان.

گام دوم: شناسایی مهم‌ترین معیارها (بهترین (B)) و کم اهمیت‌ترین معیارها (بدترین (W)) براساس دیدگاه خبرگان یا تصمیم‌گیرندگان، جایی‌که هر فرد می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی داشته باشد.

گام سوم: تعیین بهترین معیار اولویت‌دار در مقایسه با سایرمعیارها از طریق نمره‌دهی از عدد ۱ تا ۹. جایی که عدد ۱ به مفهوم اهمیت یکسان و عدد ۹ بیش‌ترین اهمیت آن معیار را بیان می‌کند. بدین ترتیب، نتایج مقایسه بهترین معیار در برابر دیگر معیارها به صورت یک بردار $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bj}, \dots, a_{Bn})$ قابل تعریف است که در آن a_{Bj} نشان‌دهنده مهم بودن آن معیار (B) به ازای jمعیار مورد بررسی است.

گام چهارم: تعیین اولویت‌دار بودن سایر معیارها در برابر بدترین یا کم اهمیت‌ترین معیار از طریق نمره‌دهی از عدد ۱ تا ۹. در نتیجه، نتایج دیگر معیارها در برابر بدترین معیار شناخته شده به صورت یک بردار $A_w = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{jW}, \dots, a_{nW})$ قابل تعریف است که در آن a_{jW} نشان‌دهنده اولویت‌دار بودن یا مهم بودن سایر معیارها به ازای jدر مقایسه با بدترین معیار (W) می‌باشد.

گام پنجم: محاسبه وزن‌های بهینه $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$. در واقع محاسبه وزن‌های بهینه از طریق کمینه‌کردنِ بیشینه قدرمطلق اختلاف رابطه $\{|w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jW}w_W|\}$ برای تمامی jها بدست می‌آید که در نهایت به صورت یک مسأله بهینه‌سازی مطابق با معادلات (۱) و (۲) تبدیل می‌شود:

$$\min \max_j \{|w_B - a_{Bj}w_j| . |w_j - a_{jW}w_W|\} \quad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1 \quad \text{به شرطی که}$$

$$w_j \geq 0 \quad \text{برای تمامی } j\text{ها}$$

[1] Max-Min

در ادامه، معادله (۱) به صورت معادله (۲) تبدیل می‌شود:

$$\min \xi$$

که در آن داریم:

$$\left|w_B - a_{Bj} w_j\right| \le \xi, \text{ for all } j$$

$$\left|w_j - a_{jW} w_W\right| \le \xi, \text{ for all } j \qquad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

$w_j \ge 0$ برای تمامی j ها

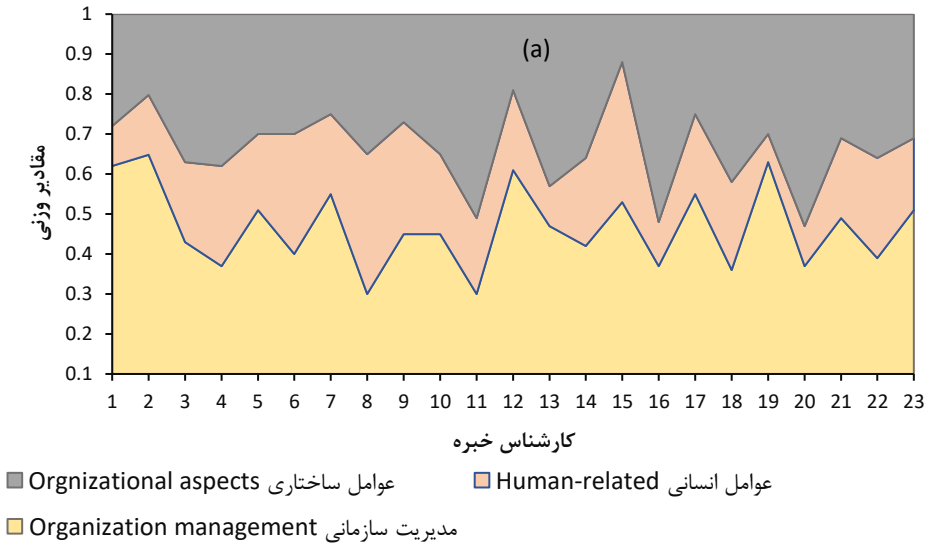
مطابق با خروجی معادله (۲)، رابطه $w^* = \left(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*\right)$ and ξ^* به‌ترتیب بیانگر وزن بهینه معیارها و نرخ سازگاری[1] در هر سطح می‌باشد. اگر نرخ سازگاری به عدد صفر نزدیک باشد، بدین مفهوم است که سطح سازگاری در مقایسات زوجی، از سوی پاسخ‌دهندگان، بسیار بالا بوده است و بالعکس. از طرفی اگر در مسائل بیش از یک سطح در درخت سلسله مراتبی برای معیارها تعریف شده باشد، آنگاه w^* که برای هر سطح تخمین زده می‌شود، به عنوان وزن محلی[2] شناخته خواهد شد. بنابراین وزن سراسری[3] برای هر زیرمعیار در آخرین سطح از درخت سلسله‌مراتبی از طریق ضرب وزن معیارهای محلی قابل محاسبه است. در این مطالعه از محیط برنامه‌نویسی VBA در نرم افزار اکسل[4] به منظور محاسبات روش بهترین-بدترین بهره گرفته شد.

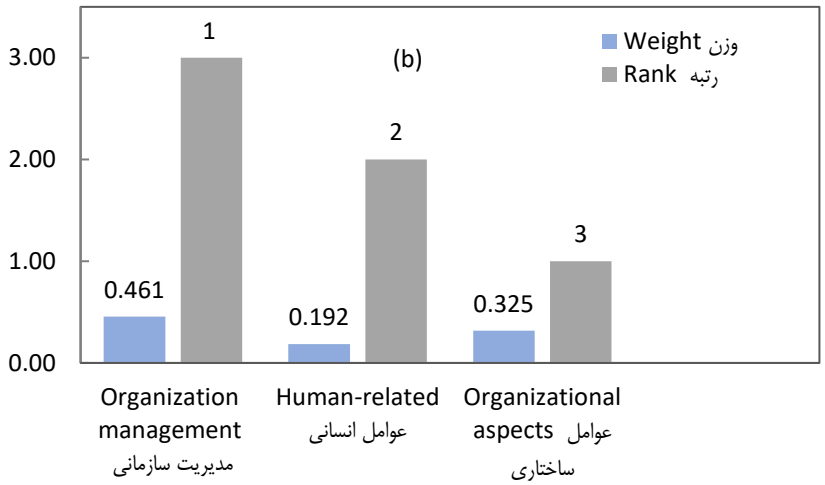
۳-نتایج و بحث

نتایج مربوط به وزن مهم‌ترین معیارهای مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از طریق دیدگاه هر یک از خبرگان و نیز میانگین وزنی آن‌ها به همراه اولویت‌بندی (رتبه‌بندی) آن‌ها براساس روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین-بدترین در شکل (۴) ارائه شده است. با توجه به نمودار سلسله مراتبی در شکل (۳) مشاهده می‌شود که از بین معیارهای مورد بررسی در سطح اوّل، معیارهای "مدیریت سازمانی"،"عوامل انسانی"و "عوامل ساختاری" به ترتیب دارای بالاترین اولویت با میانگین هندسی[5] وزنی ۰/۴۶۱، ۰/۱۹۲ و ۰/۳۲۵ از نگاه کارشناسان می‌باشند. هم‌چنین میانگین وزنی نرخ سازگاری (ξ^*) برابر ۰/۱۳ بدست آمد که هر چه به عدد صفر نزدیک‌تر باشد، کیفیت مناسب پاسخ‌دهی را نشان می‌دهد (Liang *et al.*, 2019). یکی از مهم‌ترین وظایف مدیریت سازمان، تبیین راهبردها، اهداف و سیاست‌گذاری‌ها در راستای دست‌یابی به تعالی در حوزه نگهداری و تعمیرات جهت مدیریت بهینه تجهیزات و ماشین‌ها در کشت و صنعت‌ها بوده که این امر در معیار وزن‌دهی از نگاه خبرگان قابل توجه می‌باشد. همچنین، براساس دیدگاه خبرگان می‌توان دریافت که

[1] Consistency rate
[2] Local weight
[3] Global weight
[4] Excel Microsoft software
[5] Geometric mean

نبود راهبردها و سیاست‌گذاری‌های پایدار و منسجم، به دلیل تغییرات مکرر و پیوسته در سطح مدیریت سازمان و یا به عبارتی عدم توجه کافی به مقوله "مدیریت سازمانی" در بخش کشت و صنعت‌ها بوده است. از طرفی اهمیت مقوله "مدیریت سازمانی" در مدیریت نگهداشت دارایی‌های فیزیکی مورد توجه محققان در سایر مطالعات بوده است. برای مثال در یک مطالعه به مبحث "مدیریت سازمانی" و نقش رهبران/مدیران عالی در ایجاد تغییرات اساسی برای دست‌یابی به فرهنگ نگهداشت مبتنی بر قابلیت اطمینان در سازمان‌ها/شرکت‌ها پرداخته شده است. براساس تحلیل‌های صورت گرفته رهبران شامل عمل‌گرا و تحول‌گرا دسته‌بندی شده که نقش مهمی در تبیین نقشه‌راه‌ها و چشم اندازها، جهت‌دهی به سمت خط مشی‌ها و راهبردها، توجه به مدیریت تغییر همگام با تحولات روز، آگاهی از نیازمندی‌های سازمان در راستای اهداف و چشم اندازها، حفظ تعادل سازمان در مواجهه با چالش‌ها و رکودها، و نیز پاسخگویی از دیگران در قبال انحراف سازمان از اهداف دارند (Thomas, 2005). در مطالعه‌ای در صنایع تولید و فرآوری شکر، در مقوله "مدیریت سازمانی"، به ترتیب عواملی مانند اتخاذ سیاستگذاری‌های مناسب نگهداشت، اختصاص بودجه و مدیریت موجودی‌ها، ارزیابی عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌های نگهداشت از مهم‌ترین عوامل موفقیت گزارش شده است (Gandhare *et al*., 2018). از طرفی بررسی عملکرد نگهداری و تعمیرات کشت و صنعت‌ها در غرب هند نشان داد که در مرحله "مدیریت سازمانی"، اهمیت انتخاب راهبردهای مناسب نگهداشت از سوی مدیران به همراه برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اصولی فعالیت‌ها، نقش اساسی در ارتقای عمکلرد نگهداشت فعلی انواع ماشین‌ها و ادوات در سطح مزرعه دارند (Gandhare *and* Akarte, 2020). براساس نظر خبرگان، معیار "عوامل ساختاری" به عنوان اولویت دوم در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد شناخته شد. عدم برخورداری مناسب از فرهنگ سازمانی مناسب همسو با اهداف و راهبردهای نگهداشت و نداشتن ساختار سلسله مراتبی مناسب با هدف تعیین جایگاه افراد و نیز نقش آن‌ها از جمله وظایف مدیران عالی بوده که کم‌تر مورد توجه در این بخش بوده است. براساس مطالعات صورت گرفته با هدف ایجاد ساختارهای نگهداشت قابلیت اطمینان محور، توجه به مقوله ساختارهای کارکرد محور و فرآیند محور به همراه تقویت ارزش‌ها و فرهنگ سازمانی می‌تواند نقش اساسی ایفا نمایند. به عبارتی در این مرحله نیاز به تعامل گروهی با ایجاد کارگروه‌های کارکردی و فرآیندی در سطح سازمان/شرکت با هدف برقراری ارتباط بین عناصر فرهنگ سازمانی و ساختار طراحی شده می‌باشد (Thomas, 2005). از طرفی براساس نتایج به دست آمده، معیار "عوامل انسانی" ضریب وزنی و درجه اولویت کم‌تری از دیدگاه کارشناسان به خود اختصاص داده است که این امر بیش‌تر ناشی از ماهیت فصلی بودن فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات انواع ماشین‌ها و تداخل کم‌تر نیروی انسانی در طول ایام سال در کشت و صنعت‌ها می‌باشد. اما با این وجود همسو با اهداف "مدیریت سازمانی" که دارای اولویت بالایی بوده است، تقویت برنامه‌های آموزشی سالیانه و آگاهی بخشی نیروی انسانی نسبت به راهبردها و سیاست‌گذاری‌های نگهداشت در کشت و صنعت‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.





شکل (٤). وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارهای مؤثر بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از طریق روش بهترین–بدترین

Figure 4. The weight and rank of the criteria for maintenance and repair management at the first level using BWM

در سطح دوم از نمودار سلسله مراتبی در شکل (۳) به تبیین زیر معیارهای مربوط به هریک از معیارهای سه گانه در مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها پرداخته شده است. براساس نتایج به دست آمده از روش تصمیم‌گیری بهترین–بدترین ، که در جدول (۴) ارائه شده است، در معیار "مدیریت سازمانی"، زیرمعیارهایی چون"حمایت مدیران عالی"، "اختصاص بودجه و مدیریت بهینه موجودی" و "راهبردها و سیاست‌گذاری‌های نگهداشت" در کشت و صنعت‌ها به ترتیب بالاترین نمره وزنی با مقادیر

۰/۲۴۶، ۰/۱۶۰ و ۰/۱۴۲ را به خود اختصاص دادند. به‌عبارتی از نگاه کارشناسان، این زیرمعیارها دارای بالاترین اولویت در دست‌یابی به برنامه‌های مناسب نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها شناخته شدند. بنابراین می‌توان گفت حمایت مدیریت سازمان و تقویت این رکن در سطح کشت و صنعت‌ها می‌تواند به عنوان یک عامل محرک بر روی مدیریت بودجه و موجودی‌ها و نیز تبیین و پیشبرد اهداف و راهبردهای سازمان تأثیر مستقیم داشته باشد و متعاقب آن می‌تواند سبب افزایش اثربخشی پروژه‌های نگهداشت در این بخش گردد. با توجه به اهمیت جایگاه رهبران و مدیران عالی در مدیریت نگهداری و تعمیرات، از این رو حساسیت ویژه‌ای می‌بایست در انتخاب مدیران میانی باید اتخاذ شود، به طوری‌که آگاهی کافی به سازوکارهای نگهداری و تعمیرات در واحدهای کشت و صنعت‌ها داشته باشند. در این راستا، اهمیت جایگاه مدیران عالی در مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع غذایی و شیمیایی در کشور چک به منظور بکارگیری روش‌ها و راهبردهای نوین نگهداشت، سازماندهی امور مرکزی، برونسپاری فعالیت‌ها، مدیریت چرخه کار و استانداردسازی فعالیت‌ها مورد توجه قرار گرفته است (Branská *et al.*, 2016). علاوه بر این، جایگاه مدیران عالی سازمان در مدیریت فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در مزارع کشاورزی در کشور چین شامل مدیریت رویه‌ها و سازوکارهای عملیاتی، مدیریت برنامه‌های عملیاتی، مدیریت سیستم‌های پشتیبان، مدیریت عوامل خارج از مزرعه، و نیز مدیریت عوامل داخلی یا محلی مورد توجه بوده است. نتایج نشان داد که امکان دست‌یابی به پارامترهای توسعه پایدار از طریق پایش مستمر شاخص‌های ارزیابی نگهداشت با توجه به چارچوب پیشنهادی از طریق حمایت مدیران عالی وجود دارد (Kim *et al.*, 2014). زیر معیار "اختصاص بودجه و مدیریت بهینه موجودی" در اولویت دوم به منظور موفقیت مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها در خراسان رضوی (شهرستان مشهد) از نگاه خبرگان برشمرده شد. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که در حال حاضر سهم بودجه اختصاص‌یافته به بخش نگهداری و تعمیرات در مقایسه با کل بودجه سازمان در کشت و صنعت‌ها ناچیز است. از این‌رو اختصاص بودجه مناسب با هدف تقویت راهبردهای نگهداشت به ویژه از نوع پیشگیرانه می‌تواند اثربخشی قابل توجهی در کاهش هزینه‌های از کارافتادگی ماشین‌ها و نیز بهبود بهره‌وری عملیات کشاورزی داشته باشد. در این راستا، اهمیت اختصاص بودجه و مدیریت بهینه موجودی‌ها در مطالعات مختلف در ارائه مدل‌های نگهداری و تعمیرات مورد توجه پژوهشگران بوده است. برای مثال بودجه‌بندی مناسب با هدف پوشش انواع هزینه‌های نگهداری و تعمیرات به ویژه تمرکز بیش‌تر بر روی هزینه‌های نگهداشت پیشگیرانه به منظور کاهش تعداد خرابی‌ها و از کارافتادگی‌های تصادفی در ماشین‌ها، از جمله مهم‌ترین وظایف در سطح "مدیریت سازمانی" گزارش شده است (Johannes *et al.*, 2021; Gandhare and Akarte, 2020; Oliveira and Lopes, 2019). در ادامه معیار مدیریت سازمانی، زیر معیار "راهبردها و سیاست‌گذاری‌های مناسب نگهداشت" از نگاه نظر خبرگان، به منظور دست‌یابی به مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها در اولویت سوم قرار گرفت. بررسی‌ها نشان داد که عمده راهبردهای نگهداشت در کشت و صنعت‌ها به صورت واکنشی (انجام تعمیرات ماشین‌ها بعد از خرابی) بوده است. از این رو به منظور کاهش توقفات اضطراری (تصادفی) در عملیات کشاورزی به ویژه در

زمان‌ها یا فصل‌های اوج عملیات زراعی و باغی و متعاقب آن مدیریت بهینه هزینه‌های تعمیرات، بهره‌گیری از راهبردهای پیشگیرانه نگهداشت مبتنی بر استانداردهای بین‌المللی شناخته شده در حوزه نگهداشت مانند استانداردهای ایزو[1]، استانداردهای موسسه بریتانیا[2] و سایر استانداردهای اروپایی[3] می‌تواند از سوی مدیران مورد توجه قرار گیرد. مطالعات مشابه دیگری نیز به اهمیت جایگاه "راهبردها و سیاست‌گذاری‌های نگهداشت" در ابعاد مختلف مدیریت نگهداری و تعمیرات در صنایع تولیدی و کشاورزی پرداخته‌اند. برای مثال تأکید بر راهبردهای نگهداشت پیشگیرانه قابلیت اطمینان محور به جای راهبردهای واکنشی (اصلاح بعد از خرابی) در صنایع کشاورزیِ کشور ترکیه با هدف افزایش اثربخشی بیش‌تر برنامه‌های نگهداشت مورد توجه بوده است. نتایج نشان داد که بهره‌مندی از راهبردهای مبتنی بر قابلیت اطمینان نقش بسزایی در ارتقای قابلیت اطمینان و پویایی انواع تجهیزات و ماشین‌ها ایفا می‌نمایند (Yavuz *et al.*, 2019). نتایج ارائه مدل مدیریت نگهداری و تعمیرات به منظور دست‌یابی به تولید ناب در مزارع لبنی نشان داد که بهره‌مندی از راهبردهای مناسب نگهداشت در کنار عواملی چون روش‌های تولید ناب، برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی فعالیت‌های نگهداشت و نیز آماده‌سازی و نظارت بر برنامه‌های نگهداشت، نقش اساسی در کاهش تعداد از کار افتادگی‌های ماشین‌ها، بهبود بهره‌وری و نیز اثربخشی نیروی کارگری در مزارع لبنی خواهد داشت (Atay and Arslankaya, 2015).

در اولویت‌های بعدی، زیر معیار "میزان آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان" از نگاه کارشناسان، نقش محوری در معیار "مدیریت سازمانی" در کشت و صنعت‌ها ایفا نموده که بی‌شک از مهم‌ترین وظایف مدیران و رهبران عالی و نیز مدیران ارشد/میانی در سطح شرکت‌ها برشمرده می‌شود. تحلیل‌ها نشان داد که در حال حاضر در عمده کشت و صنعت‌های مورد بررسی، رویه‌ها و سازوکارهای مناسب به منظور تقویت مباحث ایمنی و نیز آگاهی بخشی از انواع استراتژی‌های نوین در حوزه نگهداشت مانند رویکردهای پیشگیرانه و پیش‌بینانه، کم‌تر مورد توجه مدیران در سطح سازمان بوده است. علاوه بر این نکته قابل توجه، درجه کم اهمیتی زیر معیارهایی چون "در نظر گرفتن مشوق‌ها و قوانین مربوط به امور نگهداشت"و "اندازه‌گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت" با مقادیر میانگین وزنی به ترتیب ۰/۰۵۵ و ۰/۰۴۷ بوده که از دیدگاه خبرگان در جایگاه مدیریت سازمانی گزارش شده است. دلیل کم اهمیتی این شاخص‌ها در مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها از نگاه خبرگان، به دلیل عدم توجه به مسائلی چون برنامه‌های آگاهی بخشی مناسب و نیز نبود سازوکاروهایی برای پایش مستمر عمکلرد تجهیزات و پرسنل در این بخش بوده است. به منظور تقویت سازوکارهای اندازه‌گیری عملکرد انواع دارایی‌ها (انسانی، مالی و فیزیکی) در

[1] International Organization for Standardization（ISO）
[2] British Standards Institute (BSI)
[3] Europäische Norm(EN Standards

کشت وصنعت‌ها و به دنبال آن بصری‌سازی روند پیشرفت‌ها، زیرساختارهای فناوری اطلاعات مبتنی بر نرم‌افزارهای مدیریت منابع سازمانی می‌تواند مورد استفاده باشد. اهمیت این مسأله در معیار "جنبه‌های ساختاری" در ادامه بحث شده است.

جدول (٤). وزن‌دهی و اولویت‌بندی زیرمعیارهای مؤثر در سطح دوم بر مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها
Table 3. The weight and rank of the sub-criteria for the economic criteria at the second level using BWM

معیار criteria	زیرمعیار Sub-criteria	میانگین وزنی Weight	رتبه یا اولویت Rank
مدیریت سازمانی Organization management	راهبردهای و سیاستگذاری‌های سازمانی نگهداشت Strategies and policies	0.142	3
	حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت Top management support	0.246	1
	مدیریت چرخه کار و استانداردسازی امور نگهداشت Workflow management and standardization	0.071	5
	اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها Fund allocation and inventory resource management	0.160	2
	میزان آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان Awareness of maintenance and safety activities	0.116	4
	اندازه گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت Performance measurement and monitoring	0.047	8
	مدیریت تغییر و همسوسازی کلیه ذینفعان Change management and alignment of all stakeholders	0.091	7
	در نظر گرفتن مشوق‌ها و قوانین مربوط به امور نگهداشت Incentives and rules related to maintenance	0.055	6
عوامل انسانی Human-related	اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت Training & education	0.318	2
	تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت Participation and commitment	0.156	3
	صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص) Adequacy of maintenance personnel	0.352	1
	آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت Employee awareness of maintenance goals and strategies	0.110	4
عوامل ساختاری Organizational aspects	مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت Documentation of maintenance works	0.163	2
	برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت Well-established organizational structure	0.121	4
	برخورداری از ساختارهای مناسب فناوری اطلاعات در کنار تجهیزات مناسب Adequacy of IT infrastructures and facilities for operations	0.154	3
	مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی در فعالیت‌های نگهداشت Environmental and operatorial conditions	0.112	5
	برخورداری از فرهنگ سازمانی مناسب Organizational culture	0.09	6
	مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی Contracting out maintenance	0.191	1

در ادامه و در سطح معیار "عوامل انسانی"، مطابق با نتایج مدل بهترین–بدترین، به ترتیب زیر معیارهایی چون"صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)" و " اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت" دارای بالاترین

مقادیر وزنی و نمره اولویت‌بندی به ترتیب با مقادیر ۰/۳۵۲ و ۰/۳۱۸ در واحدهای کشت و صنعت‌ها به دست آمدند. به منظور دست‌یابی به برنامه‌های مناسب نگهداشت در کشت و صنعت‌ها، بهره‌مندی از برنامه‌های آموزشی مستمر و برگزاری کارگاه‌های فصلی در محیط کشت و صنعت‌ها در جهت ارتقاء توانمندی‌های ارتباطی و فنی پرسنل به ویژه در بخش نگهداری و تعمیرات، توجه به نکاتی چون استخدام پرسنل با قابلیت توانایی‌های چند مهارته شامل مهارت‌های نرم‌افزاری، مهارت‌های مدیریت در شرایط بحران، مهارت‌های برقراری تعامل و ارتباطات، در کنار مهارت‌های سخت افزاری/فنی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. از طرفی این شاخص‌ها در فاز "عوامل انسانی" در سایر مطالعات نیز مورد بررسی قرار گرفته است. برای مثال زیر معیار" اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت" از طریق آموزش روش‌هایی چون نگهداشت بهره‌ور فراگیر (نگهداشت خودآموز برای اپراتورها)، برگزاری کارگاه‌های آموزشی در راستای تقویت ارتباطات و قابلیت حل مسأله توسط پرسنل نگهداشت، برنامه‌های آموزش با هدف آشنایی پرسنل با سیستم‌های کامپیوتری در جهت تسریع روند جریان کارها و حذف فرآیندهای دستی انجام امور نگهداشت، اختصاص بودجه ویژه به منظور برگزاری آموزش‌های فنی موردنیاز مورد توجه بوده است. علاوه بر این، در زیر معیار "صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)" توجه به استخدام نیروی کار چند مهارته، میزان مرتبط بودن تخصص‌ها متناسب با کار تعریف شده، سنجش عملکرد پرسنل به صورت دوره‌ای، تشویق پرسنل در اختیار برای دریافت صلاحیت‌های لازم با توجه به نیازهای روز، در صنایع تولیدی و کشاورزی پیشنهاد شده است (Priyantha, 2021; Sarbini *et al*., 2021; Jandali and Sweis,2018; Tan *et al*., 2014; Macchi and Fumagalli, 2013; Ab Wahid and Corner, 2009). در ادامه معیار "عوامل انسانی"، شاخص‌های دیگری چون " تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت" و " آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت" دارای کم‌ترین اولویت در مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت وصنعت‌ها براساس نظر خبرگان شناخته شدند. این در حالی است که مدیران عالی و میانی در سطح کشت و صنعت‌ها می‌توانند نقش مؤثری در تقویت تعهد و افزایش مشارکت پرسنل در نگهداشت سامانه‌ها و نیز آگاهی بخشی آن‌ها نسبت به موضوعات ایمنی و راهبردهای نگهداشت داشته باشند. در این راستا اختصاص جلسات هم‌اندیشی هفتگی یا ماهیانه با هدف تحلیل وضعیت نگهداشت با هدف بهبود مشارکت‌پذیری پرسنل و نیز اختصاص تشویق‌های حمایتی در راستای بهبود فرهنگ نگهداشت (به طور خاص پیشگیرانه)، از سوی مدیران می‌تواند کمک‌کننده باشد.

در طبقه‌بندی‌های سلسله مراتبی مربوط به معیار "عوامل ساختاری"، براساس نظر خبرگان، برخورداری از "مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی" و "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت"، با مقادیر میانگین وزنی ۰/۱۹۱ و ۰/۱۶۳ به ترتیب بالاترین اولویت ممکن را به خود اختصاص دادند. بخشی از سیاست‌گذاری‌های نگهداری و تعمیرات انواع ماشین‌ها و تجهیزات در کشت و صنعت‌ها و نیز بخش قابل توجهی از عملیات برداشت محصولات کشاورزی به صورت پیمانکاری و استیجاری

انجام می‌پذیرد. این در حالی است که هنوز سازوکاری در رابطه با ارزیابی اثربخشی این نوع سیاست‌های نگهداری و تعمیرات به ویژه تعمیرات اورهال (سراسری) سالیانه توسط پیمانکاران در این بخش وجود ندارد. لذا ارزیابی هزینه‌های اختصاص‌یافته به پیمانکاران و نیز میزان موفقیت آن‌ها در بهبود عملکرد تجهیزات در مواجهه با خرابی‌ها از سوی مدیران در کشت و صنعت‌ها، نقش بسزایی در مدیریت بهینه قراردادها خواهد داشت. مضاف بر این، براساس بررسی‌های میدانی صورت گرفته، بخش قابل توجهی از عملیات برداشت محصولات زراعی مانند گندم، جو، ذرت علوفه‌ای و نیز چغندرقند توسط کمباین‌های استیجاری است. بدین مفهوم که براساس نظر خبرگان، وجود سازوکارهای قراردادی و برونسپاری بخشی از عملیات ویژه محصولات کشاورزی، می‌تواند صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها داشته باشد. از طرفی، جدول (۵) به ارائه مهم‌ترین تجهیزات بحرانی با اولویت نگهداشت بالا براساس نوع کشت/محصول تولیدی و نیز فصل/فصول پرتراکم عملیات کشاورزی شامل مراحل آماده‌سازی اولیه، کاشت، داشت و برداشت می‌پردازد. همان‌طور که در معیار "مدیریت سازمانی" اشاره شد، نوع راهبرد غالب نگهداشت در بیش‌تر تجهیزات بحرانی به دست آمده، از نوع واکنشی (انجام تعمیرات بعد از خرابی) می‌باشد که در بخش کارگاه تعمیرات در واحدهای کشت و صنعت‌ها مورد اصلاح و بازبینی مجدد قرار می‌گیرند. برای مثال از میان ماشین‌های کشاورزی تراکتورهای بزرگ و نیز ادوات خاک‌ورزی شامل انواع دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها در فرآیند آماده‌سازی اولیه زمین بیش‌ترین سهم عملیاتی را دارند. از طرفی، در فرآیند کشت محصولات زراعی در کشت و صنعت‌ها، قابلیت دسترسی بالای انواع بذرکارها و ردیف‌کارها حائز اهمیت است. علاوه بر این اهمیت نگهداشت و سرویس‌دهی مناسب انواع دروگرهای متصل به تراکتورها و نیز بسته‌بندها و همچنین آماده بکاری بالای کامیون‌های بارگیری و انتقال در فاز برداشت محصولات زراعی در فصل‌های پرتراکم عملیاتی بسیار حیاتی است. در ادامه، بیش‌ترین سهم از ماشین‌ها و تجهیزات پرکاربرد در اغلب محصولات باغی و زراعی عمدتاً مربوط به فاز داشت به ویژه در فصول بهار و تابستان مرتبط می‌شود. جایی‌که در این فاز، دسترسی‌بالای انواع تجهیزات شامل موتورهای دیزل و پمپ‌های مربوط به سیستم‌های مکانیزه آبیاری به همراه انواع سمپاش‌ها و کودپاش‌های نیمه مکانیزه دارای اهمیت فراوان است. همچنین در فعالیت‌های گلخانه‌ای و واحدهای دامی در اغلب فصول سال تجهیزات بحرانی شامل انواع سیستم‌های تهویه، سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، خردکن‌ها، میکسرها و نیز دستگاه‌های شیردوش دارای اهمیت بالایی از نگهداشت هستند. در نتیجه شناسایی این تجهیزات بحرانی مطابق با نوع محصولات و فصول پرتراکم عملیاتی و نیز ارائه برنامه‌ریزی‌های اصولی نگهداری و تعمیرات می‌تواند بر روی بهبود قابلیت اطمینان عملیاتی و بهره‌وری عملکردی تولیدات در واحدهای کشت و صنعت‌ها مؤثر باشد.

جدول (۵). تجهیزات بحرانی در کشت و صنعت‌ها براساس نوع کشت/محصول و فصول پرتراکم عملیاتی

ماشین‌ها و تجهیزات بحرانی Critical agricultural fleet	فصل/فصول پرتراکم Dense operating season (s)	نوع کشت/محصول (زراعی، باغی، دامی، گلخانه‌ی) Type of product (crop, orchard, livestock, greenhouse)
تراکتورها و نیز ادوات خاکورزی (دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها)، بذرکارها، ردیف‌کارها Tractors, tillage implements (discs, plows, rollers), seeders	زمان فرآیند آماده‌سازی و کشت مهر تا آذرماه Preparation and cultivation times from October to December	گندم و جو Wheat and barley
انواع دروگرها و بیلرهای متصل به تراکتورها، کمباین‌ها، ماشین‌های حمل و نقل (کامیون‌ها) Harvesters and balers attached to tractors, combines, transport machines (trucks)	زمان برداشت تیرماه Harvest time in July	گندم و جو Wheat and barley
تراکتورها و نیز ادوات خاکورزی (دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها)، بذرکارها Tractors, tillage implements (discs, plows, rollers), seeders	زمان فرآیند آماده‌سازی و کشت خردادماه Cultivation time in June	ذرت علوفه‌ی Forage corn
انواع دروگرها و بیلرهای متصل به تراکتورها، ماشین‌های حمل و نقل (کامیون‌ها) Harvesters and balers attached to tractors, combines, transport machines (trucks)	زمان برداشت مهرماه Harvest time in October	ذرت علوفه‌ی Forage corn
تراکتورها و نیز ادوات خاکورزی (دیسک‌ها، گاوآهن‌ها، لولرها)، بذرکارها Tractors, tillage implements (discs, plows, rollers), seeders	زمان فرآیند آماده‌سازی و کشت اسفند تا فروردین ماه Cultivation time from March to April	چغندرقند Sugar beet
انواع دروگرها و بیلرهای متصل به تراکتورها، ماشین‌های حمل و نقل (کامیون‌ها) Harvesters and balers attached to tractors, combines, transport machines (trucks)	زمان برداشت مهر و آبان Harvest time in October and November	چغندرقند Sugar beet
سیستم‌های مکانیزه آبیاری، میکروالمنت‌ها، پمپ‌ها و موتورهای دیزل، سمپاش‌ها Mechanized irrigation systems, micronutrients, pumps and diesel engines, sprayers	بهار و تابستان Spring and summer	اغلب محصولات باغی و زراعی Most orchard and crop products
سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، سیستم‌های تهویه، ژنراتورها Heating and cooling systems, ventilation systems, generators	بهار و تابستان Spring and summer	محصولات گلخانه Greenhouse products
انواع تراکتورها، کامیون‌ها، خردکن‌ها، میکسرها، دستگاه‌های شیردوش، سیستم‌های تهویه Tractors, trucks, shredders, mixers, milking machines, ventilation systems	در بیشتر فصول سال In most seasons	محصولات دامی و لبنی Livestock and dairy products

در ادامه، اهمیت زیرمعیار "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت" در اولویت دوم در معیار "عوامل ساختاری" از نگاه خبرگان به منظور مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های مشهد قرار گرفت. بدین مفهوم که برای دست‌یابی به یک مدیریت

یکپارچه و ساختارمند نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها، مدیریت یکپارچه اسناد، مدارک و مستندات مربوط به انواع تجهیزات و ماشین‌ها می‌تواند از حجم قابل توجهی از زمان و نیروی انسانی مورد نیاز صرفه‌جویی به عمل آورد. با توجه به بررسی‌های میدانی صورت گرفته، در حال حاضر تنها مستندسازی بخشی از تجهیزات بحرانی (جدول ۵) در بخش‌های عملیات زراعی و باغی که شامل انواع کاتولوگ‌ها و دفترچه راهنماها که از سوی سازنده می‌باشد، صورت گرفته است. حال آن‌که سایر مستندسازی‌ها مرتبط با تجهیزات بحرانی به ویژه در گلخانه‌ها و واحدهای دامپروری شامل ثبت دقیق مواردی چون زمان خرابی‌ها، زمان تعمیرات و برخی فعالیت‌های پیشگیرانه و بازرسی شامل آچارکشی‌ها و تعویض روغن، هزینه‌های مرتبط با نگهداشت و تعمیرات، اطلاعات مربوط به ورودی و خروجی قطعات یدکی، مشخصات فنی و کدگذاری انواع تجهیزات و اقلام یدکی، از جمله مهم‌ترین نارسایی‌های فعلی در زیرمعیار "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت" در واحدهای کشت و صنعت‌های مورد بررسی می‌باشد. از این رو اقداماتی مانند برگزاری سلسله جلسات آموزشی با هدف آشنایی پرسنل نگهداشت با نحوه مستندسازی اولیه تجهیزات در این واحدها با بهره‌مندی از استانداردهای شناخته شده در این عرصه شامل استانداردهایی مانند ایزو ۱۴۲۲۴ می‌تواند بسیار مؤثر باشد. علاوه بر این، به منظور تکمیل فرآیند مستندسازی‌ها، فراهم کردن زیرساخت‌های فناوری اطلاعات شامل انواع بهره‌مندی از نرم‌افزارهای کابردی با هدف تسریع در روند زمان دستورکارها و درخواست کارها و نیز مدیریت بهینه نیروی انسانی می‌تواند کمک‌کننده باشد.

در ادامه، زیر معیارهایی چون"برخورداری از زیرساختارهای مناسب فناوری اطلاعات در کنار تجهیزات مناسب" و "برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت" به ترتیب با مقادیر وزنی ۰/۱۵۴ و ۰/۱۲۱ در رتبه بعدی از مهم‌ترین "عوامل ساختاری" به دست آمدند. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، عمده کشت و صنعت‌های مورد بررسی عمدتاً از فرآیندهای غیراتوماسیونی به منظور انجام فرآیندها و فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات استفاده می‌کنند. این در حالی است که با فراهم کردن زیرساخت‌های مناسب فناوری اطلاعات و با استقرار نرم‌افزارهای یکپارچه می‌توان بخش قابل توجهی از فعالیت‌ها شامل روند مستندسازی‌ها، مدیریت دستورکارها و گردش کارهای نگهداشت، مدیریت کاربران، ارزیابی پیوسته عملکرد دارایی‌ها، مدیریت هزینه‌ها و موارد دیگر را به صورت خودکار مدیریت کرد که این امر می‌تواند نقش بسزایی در کاهش زمان و صرفه‌جویی هزینه‌ها در بخش عملیات و نگهداشت در کشت و صنعت‌ها داشته باشد. در ادامه بررسی‌ها، زیرمعیارهایی از قبیل " داشتن فرهنگ سازمانی مناسب" و" مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی" دارای کم اهمیت‌ترین عناصر از دیدگاه خبرگان معرفی شدند. همچنین این زیرمعیارها در شکل‌دهی "عوامل ساختاری" مورد توجه سایر مطالعات در سال‌های اخیر بوده است. برای مثال اهمیت شاخص ساختار سازمانیِ کشت و صنعت‌ها در غرب کشور هند با تأکید ویژه بر زیرمعیارهایی چون مدیریت منسجم اطلاعات، فراهم کردن زیر ساخت‌های مناسب فناوری اطلاعات و نیز توجه به مدیریت برون‌سپاری‌های فعالیت‌های نگهداشت بوده است (Gandhare and Akarte,

2020). در مطالعات دیگری بهره‌مندی از زیرساخت‌ها و سیستم‌های یکپارچه اطلاعاتی به همراه قابلیت انطباق آن با اینترنت و پلتفرم‌های اینترنتی و فضای ابری، با هدف مدیریت انواع عملیات زراعی، مدیریت عملکرد و گردش کارهای مربوط به انواع ماشین‌ها، تشخیص و پیش‌بینی عیوب تجهیزات مورد توجه در صنایع کشاورزی بوده است (Fountas *et al*., 2015; Li *et al*., 2019). علاوه بر این، پشتیبانی‌های اطلاعاتی، زیرساخت‌های تدارکاتی مانند اجاره ماشین‌های کشاورزی و نحوه برون‌سپاری فعالیت‌های نگهداشت از جمله مهم‌ترین چالش‌ها در مزارع کشاورزی اوکراین گزارش شده است (Horyovy *et al*., 2007). در تحقیق دیگری توجه به مقوله مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت و تقویت آن‌ها از طریق پشتیبانی‌های سخت و نرم‌افزاری در انجام فعالیت‌های زراعی مهم‌ترین دغدغه کشاورزان و پیمانکاران ماشین‌ها بوده است (Sørensen and Bochtis, 2010). همچنین مدیریت رویه‌ها و سازوکارهای عملیاتی، مدیریت سیستم‌های پشتیبان، مدیریت عوامل داخل و خارج از مزرعه و نیز نحوه تعاملات برون‌سازمانی در مزارع کشاورزی در کشور چین از جمله مهم‌ترین عوامل برای تقویت فاکتور "عوامل ساختاری" در نگهداشت ماشین‌ها عنوان شده است (Kim *et al*., 2014).

در ادامه تجزیه و تحلیل‌ها، به محاسبه وزن کلی/سراسری با کمک روش بهترین–بدترین پرداخته شده است که نتایج آن در جدول (۶) به نمایش درآمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مطابق با نتایج فراوانی تجمعی، زیرمعیارهای شماره ۱ تا ۹، حدود ۶۰ درصد از کل میانگین وزنی را در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها را به خود اختصاص دادند. در این بین زیرمعیارهایی چون "حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت"، "اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها"، "راهبردهای و سیاستگذاری‌های سازمانی نگهداشت" و" صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص)" با اختصاص اولویت‌های یکم تا چهارم و میانگین وزنی ۰/۱۰۸، ۰/۰۷۵، ۰/۰۶۷ و ۰/۰۶۶ دارای بالاترین اثرگذاری‌ها به دست آمدند که تجزیه و تحلیل‌ها در رابطه با این معیارها و مقایسه نتایج آن‌ها با سایر مطالعات در بخش قبل در جدول (۴) پرداخته شد.

جدول (٦). وزن‌دهی و اولویت‌بندی کلی زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها

Table 3. The global weight of the sub-criteria for maintenance and repair management in agro-industries

زیرمعیار Sub-criteria	میانگین وزنی Weight	رتبه یا اولویت Rank
حمایت مدیر عالی در مدیریت سازمانی نگهداشت Top management support	0.108	1
اختصاص بودجه لازمه و نیز مدیریت بهینه موجودی‌ها Fund allocation and inventory resource management	0.075	2
راهبردهای و سیاستگذاری‌های سازمانی نگهداشت Maintenance strategies and policies	0.067	3
صلاحیت و توانمندی پرسنل نگهداشت (نیروی متخصص) Adequacy of maintenance personnel	0.066	4
مدیریت مناسب قراردادها و نحوه تعامل با عوامل برون سازمانی Contracting out maintenance	0.061	5

زیرمعیار Sub-criteria	میانگین وزنی Weight	رتبه یا اولویت Rank
اهمیت و جایگاه آموزش و یادگیری در پرسنل نگهداشت Training & education	0.059	6
میزان آگاهی از اهمیت مباحث نگهداشت و ایمنی در سازمان Awareness of maintenance and safety activities	0.053	7
مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت Documentation of maintenance works	0.052	8
برخورداری از ساختارهای مناسب فناوری اطلاعات در کنار تجهیزات مناسب Adequacy of IT infrastructures and facilities for operations	0.049	9
مدیریت تغییر و همسوسازی کلیه ذینفعان Change management and alignment of all stakeholders	0.039	10
برخورداری از یک ساختار سازمانی مناسب در گردش کارهای نگهداشت Well-established organizational structure	0.038	11
مدیریت عوامل محیطی و عملیاتی در فعالیت‌های نگهداشت Environmental and operatorial conditions	0.035	12
مدیریت چرخه کار و استانداردسازی امور نگهداشت Workflow management and standardization	0.034	13
برخورداری از فرهنگ سازمانی مناسب Organizational culture	0.029	14
تعهد افراد و مشارکت مستمر آن‌ها در فعالیت‌های نگهداشت Participation and commitment	0.028	15
در نظر گرفتن مشوق‌ها و قوانین مربوط به امور نگهداشت Incentives and rules related to maintenance	0.024	16
آگاهی پرسنل از اهداف و راهبردهای نگهداشت Employee awareness of maintenance goals and strategies	0.021	17
اندازه گیری عملکرد و پایش پیوسته فعالیت‌ها و راهبردهای نگهداشت Performance measurement and monitoring	0.017	18

۵-نتیجه‌گیری

بهره‌مندی از مدیریت مناسب نگهداری و تعمیرات انواع ماشین‌ها و تجهیزات در کشت و صنعت‌ها نقش مهمی در انجام به موقع انواع عملیات کشاورزی دارد که در نهایت می‌تواند بهبود بهره‌وری در فرآیندهای تولید و فرآوری محصولات کشاورزی را به دنبال داشته باشد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که معیارهایی چون "مدیریت سازمانی"، "عوامل انسانی" و نیز "عوامل ساختاری" به ترتیب بیش‌ترین وزن‌دهی در مدل تعالی نگهداری و تعمیرات را دارند. براساس روش تصمیم‌گیری بهترین–بدترین، زیرمعیارهایی چون "حمایت مدیریت عالی در سطح سازمان"، "اختصاص بودجه نگهداشت و مدیریت بهینه موجودی‌ها" و نیز "اتخاذ راهبردهای مناسب نگهداشت" به ترتیب بیش‌ترین تأثیرگذاری را در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد داشتند. در ادامه مهم‌ترین پیشنهادات کاربردی و راهکارهای مدیریتی در واحدهای کشت و صنعت با هدف ارتقای برنامه‌های و تعمیرات و نیز قابلیت تعمیم‌پذیری آن‌ها به سایر صنایع کشاورزی و غذایی در سطح کشور پرداخته شده است:

- براساس نتایج به دست آمده، توجه ویژه به مقوله مدیریت استراتژیک نگهداشت و اتخاذ برنامه‌ریزی‌های مناسب انواع عملیات کشاورزی در بخش‌های زراعی، باغی، دامی و گلخانه‌ای با تکیه بر سه عنصر عوامل انسانی، ساختاری و سازمانی در واحدهای کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد پیشنهاد می‌گردد.
- یکی از مهم‌ترین نتایج براساس نظر خبرگان در واحدهای کشت و صنعت‌ها در معیار مدیریت سازمانی، جایگاه و نقش ویژه مدیران در مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات گزارش شد که این موضوع در این سال‌ها کم‌تر مورد توجه بوده است. بنابراین انتخاب مدیران میانی و فنی آگاه با سازوکارها و آشنا به فرهنگ کلی نگهداشت انواع تجهیزات بحرانی شناخته شده در بخش‌های زراعی، باغی، دامی و گلخانه‌ای در واحدهای کشت و صنعت‌ها، می‌بایست مد نظر قرار گیرد.
- بررسی‌های میدانی نشان داد با توجه به این‌که عمده برنامه‌های نگهداری و تعمیرات بر مبنای نگهداشت واکنشی یا اصلاحی در کشت و صنعت‌های مورد بررسی استوار است، بخش قابل توجهی از پرسنل به ویژه در بخش کارگاه‌های نگهداری و تعمیرات و عملیات کشاورزی از آگاهی کافی در مورد مفاهیم نگهداشت به ویژه اثربخشی فعالیت‌های پیشگیرانه در کاهش تعداد خرابی‌ها و تعداد تعمیرات در ماشین‌های بحرانی شامل انواع تراکتورها، کارنده‌ها و دروگرها در سطح عملیات زراعی، پمپ‌ها و تجهیزات مکانیزه آبیاری در فعالیت‌های باغی و میکسرها و خردکن‌ها در فعالیت‌های دامی و نیز انواع سیستم‌های تهویه در سطح گلخانه‌ها با هدف مدیریت هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در میان مدت و بلند مدت برخودار نیستند. از این‌رو آشنایی با آخرین راهبردهای نوین در حوزه نگهداشت و اتخاذ بودجه اختصاصی در این بخش و نیز برگزاری کارگاه‌های آموزشی به ویژه تکنیک‌های نگهداشت قابلیت اطمینان محور در کشت و صنعت‌ها پیشنهاد می‌گردد.
- مطابق با نتایج به دست آمده، زیرمعیار "مستندسازی فعالیت‌های نگهداشت" از جمله اساسی‌ترین عنصر به منظور مدیریت کارآمد نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌های مشهد در معیار "عوامل ساختاری" از نگاه خبرگان گزارش شد. بررسی‌های میدانی حاکی از آن بود که تنها بخشی از مستندسازی‌ها شامل گردآوری انواع کاتولوگ‌ها و دفترچه راهنماهای تجهیزات بحرانی به ویژه ماشین‌آلات مربوط به عملیات زراعی و باغی شامل انواع تراکتورها، دروگرها، ادوات خاک‌ورزی و نیز کارنده‌ها صورت گرفته است. این در حالی است که سایر مستندسازی‌ها و گردآوری اطلاعات در واحدهای کشت و صنعت‌ها مورد غفلت قرار گرفته است. از این رو اقداماتی مانند برگزاری سلسله جلسات آموزشی با هدف آشنایی پرسنل نگهداشت با مستندسازی اولیه تجهیزات در این واحدها با بهره‌مندی از استانداردهای شاخته شده، می‌تواند بسیار مؤثر باشد.
- نتایج تحلیل‌ها از نگاه خبرگان در کشت و صنعت‌های مورد بررسی نشان داد که علاوه بر عدم وجود سازوکارهای مناسب با هدف افزایش سطح آگاهی پرسنل در زمینه نگهداشت اصولی و مباحث ایمنی انواع ماشین‌ها و تجهیزات بحرانی در عملیات مختلف

کشاورزی، توجه به مقوله توانمندسازی مهارت‌ها در سطح تکنسین‌ها نیز کم‌تر در برنامه‌های آموزشی مورد تأکید بوده است. بنابراین سرمایه‌گذاری در مواردی چون تربیت پرسنل چندمهارته دارای مهارت‌های نرم‌افزاری در کنار مباحث فنی، مهارت‌های مدیریت در شرایط بحران، و مهارت‌های برقراری تعامل و ارتباطات می‌تواند از سوی واحدهای نیروی انسانی در کشت و صنعت‌های شهرستان مشهد انجام گردد.

علاوه بر این، از آن‌جا که مطالعه حاضر بیش‌تر به مقوله مدیریت نگهداری و تعمیرات در سطح راهبردی در کشت وصنعت‌ها پرداخته شده است، سیر تحقیقات آینده می‌تواند در سطح عملیاتی به منظور بررسی وضعیت فعلی برنامه‌های نگهداری و تعمیرات متناسب با نوع کشت، نوع فصل و نوع تجهیزات/ماشین‌های کشاورزی در بخش‌های مختلف در کشت و صنعت‌ها معطوف شود. علاوه بر این از جنبه توسعه تئوری و مدل‌ها، بررسی ارتباط منطقی و وابستگی معیارها و زیرمعیارهای اثرگذار بر مدیریت نگهداری و تعمیرات در کشت و صنعت‌ها، با استفاده از دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مانند یا روش‌های پیشرفته آماری مانند آنالیز فاکتورهای عاملی برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مالی و معنوی صندوق پژوهشگران و فناوران کشور (زیر نظر نهاد ریاست جمهوری) در قالب طرح پسادکتری مستقل به شماره ۹۹۰۲۴۷۷۵، و حمایت‌های دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

منابع مورد استفاده

1. Ab Wahid, R., & Corner, J. (2009). Critical success factors and problems in ISO 9000 maintenance. International Journal of Quality & Reliability Management, 26(9), 881-893.
2. Adebiyi, K. A., Ojediran, J. O., & Oyenuga, O. A. (2004). An appraisal of maintenance practice in food industries in Nigeria. Journal of food engineering, 62(2), 131-133.
3. Afsharnia, F., Asoodar, M., & Abdeshahi, A. (2014). Regression Analysis and Modeling of Failure Rate and its Effective Factors on Tractors in Some Cities of Khuzestan Province. Journal of Agricultural Engineering,36 (2), 49-58.
4. Al-Turki, U. M., Ayar, T., Yilbas, B. S., & Sahin, A. Z. (2014). Integrated maintenance planning. In Integrated Maintenance Planning in Manufacturing Systems (pp. 25-57). Springer, Cham.
5. Amrani, M. A., Alhomdi, M., Ghaleb, A. M., Al-Qubati, M., & Shameeri, M. (2020). Implementing an integrated maintenance management system for monitoring production lines: a case study for biscuit industry. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 28 (1), 180-196.
6. Anthony, R. N. (1965). Planning and control systems: a framework for analysis. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
7. Arslankaya, S., & Atay, H. (2015). Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 207, 214-224.
8. Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P., & Stegmaier, R. (2012). Advanced model for maintenance management in a continuous improvement cycle: integration into the business strategy. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 3(1), 47-63.

9. Bekar, E. T., Nyqvist, P., & Skoogh, A. (2020). An intelligent approach for data pre-processing and analysis in predictive maintenance with an industrial case study. Advances in Mechanical Engineering, 12(5), 1687814020919207.
10. Bengtsson, M., & Salonen, A. (2009, June). On the need for research on holistic maintenance. In Proceedings of the 22nd international congress on Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management (COMADEM) (pp. 9-11).
11. Bottani, E., Ferretti, G., Montanari, R., & Vignali, G. (2014). An empirical study on the relationships between maintenance policies and approaches among Italian companies. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 20 (2), 135-162.
12. Branská, L., Pecinová, Z., Paták, M., Stankova, M., & Kholová, P. (2016). Maintenance management systems in the Czech enterprises of chemical and food industries. Trends Economics and Management, 10(27), 20-29.
13. En 13306 2010. Maintenance — Maintenance Terminology.
14. Fountas, S., Sorensen, C. G., Tsiropoulos, Z., Cavalaris, C., Liakos, V., & Gemtos, T. (2015). Farm machinery management information system. Computers and Electronics in Agriculture, 110, 131-138.
15. Fredriksson, G., & Larsson, H. (2012). An analysis of maintenance strategies and development of a model for strategy formulation. Master of science thesis in production engineering. Department of product and production development. Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden.
16. Gandhare, B. S., & Akarte, M. M. (2020). Benchmarking maintenance performance in select agro-based industry. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 28 (2), 296-326.
17. Gandhare, B. S., Akarte, M. M., & Patil, P. P. (2018). Maintenance performance measurement–a case of the sugar industry. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 24 (1), 79-100.
18. Gandhi, A., Purwani, D. R., Susanti, Y. D., & Prasetya, Y. (2021). The Status of Maintenance Management in Indonesia: Result from a Pilot Survey Food Snack MSMEs. Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Singapore
19. Garg, A., & Deshmukh, S. G. (2006). Maintenance management: literature review and directions. Journal of quality in maintenance engineering, 12 (3), 205-238.
20. Gomes, C. F., Yasin, M. M., & Simões, J. M. (2020). The emerging organizational role of the maintenance function: a strategic perspective. Journal of Quality in Maintenance Engineering.
21. Gopalakrishnan, M. (2018). Data-driven Decision Support for Maintenance Prioritisation: Connecting Maintenance to Productivity. Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden).
22. Hassanain, M. A. (2002). Integrated systems for maintenance management (Doctoral dissertation, University of British Columbia). http://hdl.handle.net/2429/13109.
23. Holweg, M., Davies, J., De Meyer, A., Lawson, B., & Schmenner, R. W. (2018). Process theory: The principles of operations management. Oxford University Press.
24. Horyovy, V. P. (2007). Developing the production and maintenance support of enterprises of the AIC [agro-industrial complex of Ukraine]. Visnyk Ahrarnoyi Nauky (Ukraine).
25. Jandali, D., & Sweis, R. (2018). Factors affecting maintenance management in hospital buildings: Perceptions from the public and private sector. International Journal of Building Pathology and Adaptation.
26. Johannes, K., Theodorus Voordijk, J., Marias Adriaanse, A., & Aranda-Mena, G. (2021). Identifying Maturity Dimensions for Smart Maintenance Management of Constructed Assets: A Multiple Case Study. Journal of Construction Engineering and Management, 147(9), 05021007.
27. Jonsson, P. (2000). Towards a holistic understanding of disruptions in Operations Management. Journal of operations management, 18(6), 701-718.
28. Karia, N., Asaari, M. H. A. H., & Saleh, H. (2014, January). Exploring Maintenance Management in Service Sector: A Case Study. In Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia.
29. Kheybari, S., Rezaie, F. M., Naji, S. A., Javdanmehr, M., & Rezaei, J. (2020). Evaluation of factors contributing to the failure of information systems in public universities: The case of Iran. Information Systems, 92, 101534.
30. Kim, E. J., Jeong, W. I., Lee, Y. K., & Lim, C. S. (2014). Development of evaluation indicators for maintenance and preservation of agriculture and rural heritage. Journal of Agricultural Extension & Community Development, 21(4), 1191-1226.

31. Kumar, A., Shankar, R., & Thakur, L. S. (2018). A big data driven sustainable manufacturing framework for condition-based maintenance prediction. Journal of computational science, 27, 428-439.
32. Li, D., Zheng, Y., & Zhao, W. (2019). Fault analysis system for agricultural machinery based on big data. IEEE Access, 7, 99136-99151.
33. Liang, F., Brunelli, M., & Rezaei, J. (2019). Consistency issues in the best worst method: Measurements and thresholds. Omega, 102175.
34. Liu, Y., Hu, Y., Wen, J., & Tang, Y. (2018, July). An overview on smart maintenance service scheduling system and theoretical basis for agricultural machinery. In 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (I Things) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData) (pp. 766-771). IEEE.
35. Macchi, M., & Fumagalli, L. (2013). A maintenance maturity assessment method for the manufacturing industry. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 19 (3), 295-315.
36. Marquez, A. C., & Gupta, J. N. (2004). Modern maintenance management for enhancing organizational efficiency. In Intelligent Enterprises of the 21st Century (pp. 321-332). IGI Global.
37. Meixner, O., Pöchtrager, S., & Haas, R. (2001). Determining the success factors for the introduction and maintenance of quality management in the Austrian food industry using the Analytic Hierarchy Process. In Proceedings of the 6th International Symposium on the Analytic Hierarchic Process, ISAHP (pp. 2-4).
38. Milana, M., Khan, M. K., & Munive-Hernandez, J. E. (2017). Design and development of knowledge-based system for integrated maintenance strategy and operations. Concurrent Engineering, 25(1), 5-18.
39. Moktadir, M. A., Kumar, A., Ali, S. M., Paul, S. K., Sultana, R., & Rezaei, J. (2020). Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment. Business strategy and the environment, 29(8), 3611-3635.
40. Mousavipour, A., Sheikh Davoodi, M.J., Ghanian, M., & Saeedi, S.N. (2012). Economic comparison of two common emergency methods and oil status monitoring maintenance and repair of sugarcane harvesting machines. . Journal of Agricultural Engineering, 36 (2).
41. Najafi, P., Asoodar, M.A., Marzban, A., & Hormozi, M.A. (2015). Reliability evaluation and analysis of sugarcane 7000 series harvesters in sugarcane harvesting, 5(2), 446-455.
42. Naji, A., Oumami, M. E., Bouksour, O., & Beidouri, Z. (2019). Mixed methods research toward a framework of a maintenance management model: A survey in Moroccan industries. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 26 (2), 260-289.
43. Oliveira, M. A., & Lopes, I. (2019). Evaluation and improvement of maintenance management performance using a maturity model. International Journal of Productivity and Performance Management, 69 (3), 559-58.
44. Pinjala, S. K., Pintelon, L., & Vereecke, A. (2006). An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies. International journal of production economics, 104(1), 214-229.
45. Pintelon, L. M., & Gelders, L. F. (1992). Maintenance management decision making. European journal of operational research, 58(3), 301-317.
46. Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). Maintenance: an evolutionary perspective. In Complex system maintenance handbook (pp. 21-48). Springer, London.
47. Priyantha, J. (2021). Literature Review: The Role of organizational factors in maintenance organizations affecting their manufacturing performance, from Sri Lankan cultural perspective. International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS), 4(5).
48. Reis, L. F., & Alves, F. J. D. C. (2020). Brazilian sugarcane agro-industry human resources' management: strategies to increase work intensity. Gestão & Produção, 27.
49. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 53, 49-57.
50. Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. Omega, 64, 126-130.
51. Roda, I., & Macchi, M. (2021). Maintenance concepts evolution: a comparative review towards Advanced Maintenance conceptualization. Computers in Industry, 133, 103531.
52. Rohani, A., Ranjbar, I., Ajabshir, Y., Abbaspour-Fard, M.H., & Valizadeh, M. (2009). Prediction of two-wheel drive tractor repair and maintenance costs using artificial neural network in comparing with regression. Journal of Agricultural Engineering Research, 16 (1), 225-235.

53. Salonen, A. (2009). Formulation of maintenance strategies (Doctoral dissertation). Ma¨lardalen University, Va¨stera°s,
54. Salonen, A., Strategic Factors for Maintenance in Manufacturing Industry, in the proceedings of 21st International Congress and Exhibition COMADEM – 2008: Prague, The Czech Republic.
55. Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Azizan, N. Z. N. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. Journal of Building Engineering, 44, 102985.
56. Sharma, S. K. (2013). Maintenance reengineering framework: a case study. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 19 (2), 96-113.
57. Soltanali, H., & Rohani, A. (2016). Evaluation of reliability of production systems in food industry. 10th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biosystems) and Mechanization of Iran, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
58. Soltanali, H., Garmabaki, A. H. S., Thaduri, A., Parida, A., Kumar, U., & Rohani, A. (2019). Sustainable production process: An application of reliability, availability, and maintainability methodologies in automotive manufacturing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, 233(4), 682-697.
59. Soltanali, H., Khojastehpour, M., & Farinha, J. T. (2020). Measuring the production performance indicators for food processing industry. Measurement, 173, 108394.
60. Sørensen, C. G., & Bochtis, D. D. (2010). Conceptual model of fleet management in agriculture. Biosystems Engineering, 105(1), 41-50.
61. Tan, Y., Shen, L., Langston, C., Lu, W., & Yam, M. C. (2014). Critical success factors for building maintenance business: a Hong Kong case study. Facilities.
62. Terminology, M. (2010). CEN (European Committee for Standardization). European Standard EN, 13306, 2010.
63. Thomas, S. J. (2005). Improving maintenance and reliability through cultural change. Industrial Press Inc.
64. Tsang, A. H. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. Journal of Quality in maintenance Engineering.
65. Tubis, A., & Werbińska-Wojciechowska, S. (2015). Concept of controlling for maintenance management performance: a case study of passenger transportation company. In Safety and reliability of complex engineered systems proceedings of the 25th European Safety and Reliability Conference, ESREL (pp. 1055-1063).
66. Van de Kaa, G., Fens, T., & Rezaei, J. (2019). Residential grid storage technology battles: a multi-criteria analysis using BWM. Technology Analysis & Strategic Management, 31(1), 40-52.
67. Van Horenbeek, A., & Pintelon, L. (2014). Development of a maintenance performance measurement framework—using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection. Omega, 42(1), 33-46.
68. Vasudevan, A., & Duan, X. (2021). A systematic data science approach towards predictive maintenance application in manufacturing industry. Examensarbete för masterexamen. Master Thesis. https://hdl.handle.net/20.500.12380/302632.
69. Wen, Q., Zhang, J. P., Hu, Z. Z., Xiang, X. S., & Shi, T. (2019). A data-driven approach to improve the operation and maintenance management of large public buildings. IEEE Access, 7, 176127-176140.
70. Wireman, T. (2010) Benchmarking Best Practices in Maintenance Management (2nd edition). [Electronic] New York: Industrial Press Inc.
71. Yavuz, O., Doğan, E., Carus, E., & Görgülü, A. (2019). Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry. Procedia Computer Science, 158, 227-234.
72. Zhang, W., Yang, D., & Wang, H. (2019). Data-driven methods for predictive maintenance of industrial equipment: A survey. IEEE Systems Journal, 13(3), 2213-2227.
73. Zhou, Q., Jiang, J., Zhao, Z., Zhong, J., Pan, B., Jin, X., & Sun, Y. (2017, August). Research on the Internet of Things Platform Design for Agricultural Machinery Operation and Operation Management. In International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (pp. 400-410). Springer, Cham.

Identifying and prioritizing the key factors affecting the efficient maintenance management in the agricultural industry based on empirical studies

Hamzeh Soltanali [*1], Mehdi Khojastehpour [2], Siamak Kheybari [3]

-Postdoctoral Researcher, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, *Corresponding author: ha.soltanali@mail.um.ac.ir, Postal Code: 9177948974, Mashhad, Tell: +98-5138764406

2-Professor (Full), Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Email: mkhnpour@um.ac.ir

3-Research Associate, Institute for Manufacturing, University of Cambridge, Cambridge, UK, Email: sk2196@cam.ac.uk

Introduction: With the advent of new automation and mechanized technologies in the production and processing of agricultural products in Iran to accelerate the process of food supply, benefit from appropriate management models in the field of maintenance is unavoidable to maintain and improve the operational reliability of agricultural machinery, tools, and equipment. Furthermore, proper management of the operation and maintenance of various physical assets in the agricultural industry is one of the most important requirements due to the importance of their readiness / high availability in the seasons of planting, holding, and harvesting of agricultural products compared to other continuous production processes.

Materials and Methods: To achieve an efficient model in the field of maintenance, the following steps have been contemplated: a) Review and identify the most important criteria and sub-criteria driving the maintenance management, based on the previous literature and the experts' opinion, b) Evaluate and prioritize the main criteria and interactions between their sub-criteria using the Best-Worst Method (BWM) and finally, c) Provide the improvement solutions in maintenance management for Iranian agro-industries. We decided to employ BWM because in, compared to similar methods, it (i) provides more reliable pairwise comparisons, (ii) reduces possible anchoring bias that may occur during the weighting process by respondents, (iii) is the most data-efficient method, and (vi) provides multiple optimal solutions, which increases the flexibility when it comes to accessing the best point of weight. The process of weighting by BWM is summarized in five steps, as follows: 1) Determine a set of evaluation criteria by the experts/decision-makers, 2) Identify the most important (Best) and the least important (Worst) criteria by the experts/decision-makers, each of whom might have their own Best and Worst, 3) Determine the preference of the Best over all the

other criteria with a number from 1 to 9 (where 1 represents equally important and 9 represents extremely more important), 4) Determine the preference of all the decision criteria over the Worst, and 5) Compute the optimal weights

Results and Discussion: According to preliminary surveys, the most important criteria in the excellence maintenance model were “organizational management”, “human-related factors”, and “organizational aspects”, respectively. The results of the BWM revealed that the sub-criteria such as "top management support," "fund allocation and inventory resource management," and "appropriate maintenance strategies" have the greatest impact on maintenance management in agro-industries with the global weights of 0.108, 0.075, and 0.067, respectively. Furthermore, the findings of this study were compared to previous research in the field of agricultural and production system maintenance models.

Conclusions: The study's findings could assist managers in revising and developing their maintenance management models in the agro-industries. To increase the accuracy of weighing criteria, future studies could calculate the interaction among criteria that were omitted in this study for the sake of simplifying the evaluation process, by the combination of DEMATEL and structural equations modeling.

Keywords: Maintenance, Machinery, Agro-industry, Mechanization, Best-Worst method.