

طراحی یک مدل تصمیم‌گیری در مورد خرید یا اجاره کارخانه آسفالت

مهدی دزفولی نژاد*، دانشجوی دکتری، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
محمد حسن شفیعیان، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.dezfulinezhad@gmail.com

دریافت: ۹۶/۱۱/۲۰ - پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۸

صفحه

چکیده

یکی از مهمترین تصمیمات در مدیریت پروژه‌های راهسازی، تصمیم‌گیری در خصوص خرید یا اجاره ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز است. در این مقاله مدلی جدید طراحی و ارائه شده است که با استفاده از آن می‌توان هزینه تولید هر تن آسفالت را در حالت خرید کارخانه آسفالت، تخمین زده و با هزینه تولید هر تن آسفالت در حالت اجاره مقایسه نمود. هزینه تولید هر تن آسفالت در حالت اجاره، یک هزینه قطعی و مشخص بوده و جزء مسائل تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان است، در صورتی که هزینه‌های تملک و بهره‌برداری در شرایط خرید، غیر قطعی و متغیر است. از این رو در این مقاله برای محاسبه هزینه‌های خرید از روش‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان (ریسک) و ارزش مورد انتظار استفاده شده است. مطابق نتایج به دست آمده در هر پروژه با توجه به میزان آسفالت مورد نیاز، یک نقطه سر به سر وجود دارد که به ازاء مقادیر کمتر از این نقطه، اجاره و به ازاء مقادیر بیشتر از آن، خرید اقتصادی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری، سرمایه‌گذاری، کارخانه آسفالت، خرید، اجاره، راهسازی

۱- مقدمه

تصمیم‌گیری در خصوص خرید یا اجاره ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز یکی از مهمترین تصمیمات در مدیریت پروژه‌های راهسازی است. خرید و اجاره ماشین‌آلات هرکدام مزایا و معایبی مختلفی دارند که بررسی و مقایسه آن‌ها منجر به تصمیم‌گیری بهتری در خصوص خرید با اجاره ماشین‌آلات خواهد شد، در جدول (۱) به برخی از آن‌ها اشاره شده است. تصمیم‌گیری بدون بررسی اقتصادی در خصوص خرید یا اجاره ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز، منجر به افزایش هزینه اجرا و زیان پروژه خواهد شد. کارخانه آسفالت یکی موثرترین تجهیزات در هزینه اجرای پروژه‌های راهسازی بوده و تصمیم‌گیری اقتصادی در

خصوص خرید یا اجاره آن از اهمیت بالایی برخوردار است. شکل (۱) یک نمونه از آن انواع کارخانه آسفالت و اجزا مختلف آن را نمایش می‌دهد. کارخانه‌های آسفالت مختلف ظرفیت‌های تولید ساعتی متفاوتی دارند، جدول (۲) فرضیات راندمان کارخانه آسفالت در نظر گرفته شده در این مقاله را نمایش می‌دهد. در این مقاله مدلی جدید طراحی و ارائه شده است که با استفاده از آن می‌توان هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت را در حالت خرید کارخانه آسفالت تخمین زده و با هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در حالت اجاره کارخانه آسفالت مقایسه نمود.

جدول ۱. مزایا و معایب خرید ماشین آلات

معایب		مزایا	
خرید ماشین ممکن است در مواردی گران‌تر از اجاره تمام شود.	عدم صرفه اقتصادی	در صورتی که ماشین به اندازه کافی مورد استفاده قرار گیرد، در دراز مدت نسبت به اجاره اقتصادی تر خواهد بود.	صرفه اقتصادی
سرمایه هزینه شده برای خرید ماشین آلات می تواند در قسمتهای دیگری که دارای بازده بالاتری است صرف شود.	هزینه فرصت از دست رفته سرمایه گذاری	دسترسی به ماشین در هنگام نیاز، سریع تر و آسان تر است.	دسترسی هنگام نیاز
تملك ماشین توسط پیمانکار ممکن است عامل بازدارنده‌ای برای بسنده کردن به استفاده از همان نوع ماشین آلات در مقایسه با دیگر ماشین آلات دارای بازده و قابلیت های بیشتر باشد.	بازدارنده بروزآوری ماشین آلات	به دلیل تملك، صاحب ماشین آلات، آنها را در وضعیت مکانیکی بهتری نگهداری می کند.	وضعیت مناسب مکانیکی
معمولا تملك ماشین آلات باعث استفاده از آنها در مدتی بیشتر از عمر اقتصادی شان می شود که در نتیجه هزینه کار به طور صعودی افزایش می یابد.	افزایش هزینه های نگهداری در دراز مدت	در مورد ماشین آلات ثابت مانند سنک شکن، بچینگ و کارخانه آسفالت به دلیل امکان تعیین محل نصب در مکان مورد نظر، منجر به کاهش هزینه حمل خواهد شد.	کاهش هزینه حمل



شکل ۱. اجزاء کارخانه آسفالت

۱- سیلوی مصالح سرد (فیدرها) ۲- درایر (خشک کن) ۳- مشعل توربوجت درایر ۴- فیدر زغال سنگ ۵- فیلتر مولتی سیکلون جهت تفکیک فیلتر و غبار ۶- فیلتر آبی یا بگ فیلتر ۷- الواتور (بالابر) مصالح گرم ۸- سرند ۹- سیستم تامین فیلر ۱۰- سیستم توزین و اختلاط مصالح، قیر و فیلر ۱۱- ذخیره آسفالت ۱۲- سیستم تامین قیر

۲- مدل تصمیم‌گیری خرید یا اجاره کارخانه

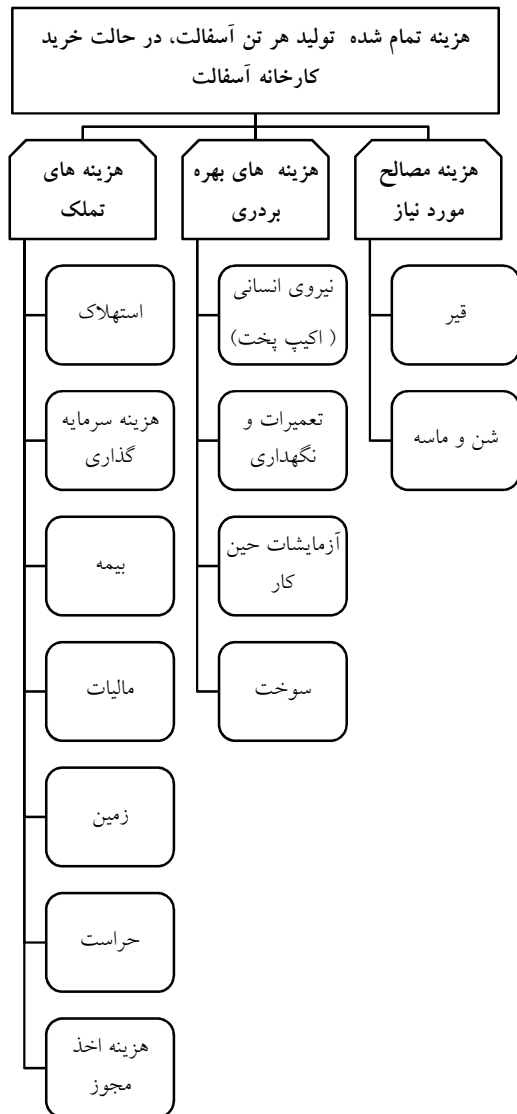
آسفالت

اگر پروژه‌ای به ماشین‌آلات خاصی نیاز داشته باشد و پیشنهادهاى متعددى به مدیر پروژه شود که تعدادی از آنها شرایط فروش و تعدادی شرایط اجاره را داشته باشند، بر سر دوراهی قرار گرفتن مدیر پروژه، به این معناست که یا باید اقلامی از ماشین‌آلات را بخرد یا آنها را اجاره کند.

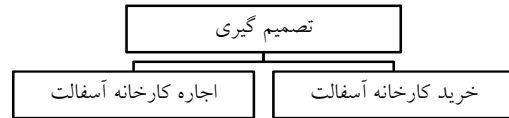
جدول ۲. تولید روزانه پایه محاسبات مقاله (تن)

۱۲۰	میزان تولید اسمی ساعتی (تن)
٪۷۰	بازده (راندمان)
۸۴	میزان تولید واقعی ساعتی (تن)
۸	کارکرد ساعتی روزانه (ساعت)
۶۷۲	میزان تولید واقعی روزانه (تن)
۶۵۰	تولید روزانه پایه محاسبات مقاله (تن)

هزینه‌های تملک، هزینه‌های اولیه جهت خرید، تجهیز و راه‌اندازی کارخانه آسفالت بوده و مستقل از تولید است، در صورتی که هزینه‌های بهره‌برداری به تولید کارخانه وابسته هستند و در صورتی که کارخانه فعالیت نداشته باشد، صفر در نظر گرفته می‌شوند، در این مقاله از مدل نشان داده شده در شکل ۵. برای محاسبه هزینه‌های تملک، بهره‌برداری و مصالح در شرایط خرید کارخانه آسفالت استفاده خواهد شد.



شکل ۵. مدل محاسبه هزینه‌ها در شرایط خرید



شکل ۲. تصمیم در خصوص خرید یا اجاره کارخانه آسفالت

در این مقاله مدلی چند مرحله‌ای ارائه شده است که با استفاده از آن می‌توان در خصوص خرید یا اجاره کارخانه آسفالت، تصمیم‌گیری بهینه را اتخاذ نمود. شکل (۳) به صورت خلاصه مراحل مدل ارائه شده در این مقاله را نمایش می‌دهد و در ادامه هر یک از مراحل به طور کامل بیان خواهد شد.

۲-۱- مرحله اول: تعیین میزان آسفالت مورد نیاز

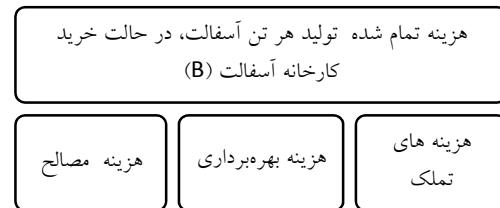
در پروژه (تناژ)

اولین مرحله در تصمیم‌گیری در خصوص خرید یا اجاره کارخانه آسفالت، تعیین تناژ آسفالت مورد نیاز در پروژه است. تصمیم‌گیری در خصوص خرید یا اجاره در تناژهای مختلف یکسان نبوده و با توجه به میزان تناژهای مورد نیاز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

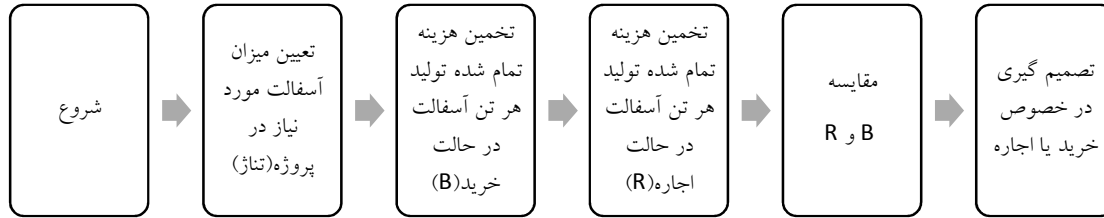
۲-۲- مرحله دوم: تخمین هزینه تمام شده تولید

هر تن آسفالت در حالت خرید (B)

مرحله دوم مدل ارائه شده در این مقاله، تخمین هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در حالت خرید (B) برای تناژهای مختلف است، هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت، در حالت خرید کارخانه آسفالت را می‌توان در سه گروه کلی، هزینه‌های تملک و هزینه‌های بهره‌برداری و هزینه مصالح دسته بندی نمود. شکل (۴) این موضوع را نمایش می‌دهد.



شکل ۴. سه گروه کلی هزینه‌های حالت خرید



شکل ۳. مدل تصمیم‌گیری خرید و اجاره کارخانه آسفالت

جدول ۳. سطوح مختلف اجاره کارخانه آسفالت

نماد			سطوح مختلف اجاره کارخانه آسفالت
R3	R2	R1	
فراداد اجاره تجهیزات کارخانه آسفالت	فراداد اجاره تجهیزات و خدمات تولید آسفالت	فراداد اجاره تجهیزات و خدمات تولید آسفالت و تامین مصالح	
سطح برون سپاری کم	برون سپاری متوسط	بالاترین سطح برون سپاری	سطح برون سپاری
✓	✓	✓	اجاره تجهیزات کارخانه آسفالت
-	✓	✓	اجاره خدمات تولید آسفالت
-	-	✓	تامین مصالح
تامین مصالح و انجام خدمات تولید آسفالت توسط مستأجر و تامین تجهیزات تولید توسط موجهر	تامین و تحویل مصالح توسط مستأجر و دریافت آسفالت مورد نیاز از موجهر	دریافت آسفالت مورد نیاز به صورت کامل و آماده از موجهر	توضیحات

۲-۳- مرحله سوم: تخمین هزینه تمام شده تولید هر

تن آسفالت در حالت اجاره (R)

مرحله سوم در مدل ارائه شده در این مقاله، تخمین هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در حالت اجاره (R) است. اجاره قراردادی است که به موجب آن صاحب یک قلم دارائی، آن را به شرکتی اجاره می‌دهد، تا در ازاء پرداخت مبالغی معین از آن دارائی استفاده کند. شرکتی که از آن دارائی استفاده می‌کند و مبالغ معین را می‌پردازد، مستأجر و صاحب دارائی را موجهر می‌نامند. در این مقاله هزینه‌های تمام شده تولید هر تن آسفالت در سه سطح مختلف اجاره کارخانه آسفالت به شرح اشاره شده در جدول (۳) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۴- مرحله چهارم: مقایسه R و B

در این مرحله، هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در حالت خرید (B) با هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در سطوح مختلف اجاره (R1، R2 و R3) مقایسه می‌شود.

۲-۵- مرحله پنجم: تصمیم‌گیری بهینه

در این مرحله با توجه به حالت‌های مختلف مقایسه B و R_i در خصوص خرید یا اجاره کارخانه آسفالت تصمیم‌گیری می‌شود، جدول (۴) حالات مختلف مقایسه B و R_i و تصمیم بهینه در هر حالت را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه R_i و B

تصمیم بهینه	حالت
اجاره به صرفه تر خواهد بود	$R_i < B$
با توجه به اهداف بلند مدت شرکت تصمیم‌گیری می‌شود	$R_i = B$
خرید به صرفه تر خواهد بود	$R_i > B$

۳- ارائه مثال کاربردی

در ادامه جهت شرح نحوه کاربرد مدل ارائه شده در تصمیم‌گیری در خصوص خرید یا اجاره کارخانه آسفالت یک مثال عددی ارائه شده است.

۳-۱- مرحله اول: تعیین میزان آسفالت مورد نیاز در پروژه (تناژ)

این مقاله هزینه تمام شده تولید آسفالت هم در حالت خرید و هم در حالت اجاره در ۷ سطح تناژهای مختلف از سطح پروژه‌های خیلی کوچک (۲۵,۰۰۰ تن) تا پروژه‌های خیلی بزرگ (۱,۰۰۰,۰۰۰ تن) محاسبه و مورد مقایسه قرار می‌گیرد. جدول (۵) سطوح مختلف تناژهای مورد بررسی در این مقاله و زمان مورد نیاز برای تولید هر یک از این سطوح را نمایش می‌دهد، همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود در این مقاله فرض شده با افزایش میزان تناژ مورد نیاز راندمان پایه مبنای محاسبات (۶۵۰ تن در روز) تا حدودی کاهش می‌یابد.

جدول ۵. سطوح تناژهای مختلف

تناژ	راندمان (تن در روز)	زمان (روز)	زمان (ماه)	زمان (سال)
۲۵,۰۰۰	۶۵۰	۳۸	۱,۳	۰,۱۱
۵۰,۰۰۰	۶۳۰	۷۹	۲,۷	۰,۲۳
۱۰۰,۰۰۰	۶۰۰	۱۶۷	۵,۶	۰,۴۷
۲۵۰,۰۰۰	۵۷۰	۴۳۹	۱۴,۷	۱,۲۳
۵۰۰,۰۰۰	۵۵۰	۹۰۹	۳۰,۴	۲,۵۳
۷۵۰,۰۰۰	۵۲۵	۱,۴۲۹	۴۷,۷	۳,۹۸
۱,۰۰۰,۰۰۰	۵۰۰	۲,۰۰۰	۶۶,۷	۵,۵۶

۳-۲- مرحله دوم: تخمین هزینه تمام شده تولید

هر تن آسفالت در حالت خرید (B)

تخمین هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در حالت خرید، شامل تخمین هزینه‌های تملک، بهره‌برداری و تهیه و حمل مصالح به ازاء تولید هر تن آسفالت است. بهترین روش برای تخمین هزینه‌های فوق، استفاده از اطلاعات دقیق ثبت شده از ماشین‌آلات قبلی است. اگرچه نمی‌توان اطمینان دقیق داشت که ماشین‌آلات مشابه دارای هزینه‌های مشابهی باشند، بخصوص اگر در کارهای مختلف و در زمان‌های مختلف

بکار برده شده باشند. با این همه اگر بانک اطلاعاتی جامع، کامل و دقیقی از تجارب در اختیار باشد، می‌توان با دقت خوبی به تخمین این هزینه‌ها اقدام کرد. در این مقاله اطلاعات مورد استفاده در این مثال عددی، از طریق تحقیقات میدانی در خصوص هزینه‌های پیش‌بینی شده و ثبت شده مربوط به ۸ کارخانه آسفالت یک شرکت پیمانکاری راهسازی در استان خوزستان به دست آمده است.

۳-۲-۱- تخمین هزینه‌های تملک کارخانه آسفالت

مطابق مدل ارائه شده در این مقاله هزینه‌های تملک شامل هزینه استهلاک کارخانه آسفالت و تجهیزات مرتبط، هزینه فرصت از دست رفته ناشی از سرمایه‌گذاری خرید کارخانه آسفالت و تجهیزات مرتبط، هزینه بیمه، هزینه مالیات، هزینه فرصت از دست رفته برای خرید زمین، هزینه محوطه‌سازی و تجهیزات دفترکار و آزمایشگاه، هزینه حراست، هزینه اخذ مجوز و استانداردهای مختلف برای تاسیس کارخانه آسفالت می‌باشد. جدول (۶) هزینه‌های تملک پیش‌بینی شده را بر مبنای محاسبات این مقاله، برای تناژهای مختلف، بدون در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها نشان می‌دهد. هزینه‌های تملک و بهره‌برداری کارخانه آسفالت و هزینه‌های تهیه و حمل مصالح، غیر قطعی و متغیر است، از این رو در این مقاله برای محاسبه هزینه‌های خرید از روش‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان (ریسک) و ارزش مورد انتظار استفاده شده است. در بررسی هزینه‌های پیش‌بینی شده و ثبت شده مربوط به ۸ کارخانه آسفالت مشخص گردید که هزینه‌های تملک در ۴ مورد از آن‌ها مطابق پیش‌بینی بود در ۳ مورد افزایش هزینه و در ۱ مورد کاهش هزینه‌ها نسبت به هزینه‌های پیش‌بینی شده وجود داشت. همچنین میانگین وزنی درصد افزایش هزینه‌ها ۱۹٪ و کاهش هزینه‌ها ۱۲٪ بدست آمد. جدول (۷) ماتریس ریسک تغییر هزینه‌های تملک در سه حالت احتمال افزایش، کاهش و ثبات هزینه‌های را نمایش می‌دهد. بنابراین با در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها، هزینه تملک مورد انتظار مطابق جدول (۸) محاسبه می‌شود.

جدول ۶. پیش بینی هزینه های تملک برای هر تن آسفالت برای تناژهای مختلف

تناژ های مورد بررسی	هزینه استهلاک کارخانه آسفالت و تجهیزات مرتبط	هزینه فرصت از دست رفته ناشی از سرمایه گذاری خرید کارخانه آسفالت و تجهیزات مرتبط	هزینه بیمه	هزینه مالیات	خرید زمین	هزینه فرصت از دست رفته برای دفتر کار و آزمایشگاه	هزینه محوطه سازی و تجهیزات	هزینه حراست	هزینه اخذ مجوز و استانداردهای مختلف برای تاسیس کارخانه آسفالت	جمع هزینه های تملک پیش بینی شده (بدون در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه ها)
۲۵۰,۰۰۰	۸,۰۰۰	۵,۳۷۵	۳۰۰	۳,۷۵۰	۲۱۷	۱۰,۰۰۰	۷۸۰	۲۰,۰۰۰	۴۸,۴۲۲	
۵۰۰,۰۰۰	۶,۰۰۰	۳,۵۶۳	۱۵۰	۳,۲۵۰	۲۲۵	۵,۰۰۰	۸۱۰	۱۰,۰۰۰	۲۸,۹۹۸	
۱۰۰۰,۰۰۰	۳,۵۰۰	۲,۶۸۸	۷۵	۳,۰۰۰	۲۳۴	۲,۵۰۰	۸۴۰	۵,۰۰۰	۱۷,۸۳۷	
۲۵۰۰,۰۰۰	۱,۶۰۰	۲,۲۱۳	۶۰	۲,۷۵۰	۲۴۵	۱,۰۰۰	۸۸۲	۲,۰۰۰	۱۰,۷۵۰	
۵۰۰۰,۰۰۰	۱,۲۰۰	۲,۰۸۸	۴۵	۲,۵۰۰	۲۵۴	۵۰۰	۹۱۲	۱,۰۰۰	۸,۴۹۹	
۷۵۰۰,۰۰۰	۹۳۳	۲,۱۱۳	۴۰	۲,۲۵۰	۲۶۵	۳۳۳	۹۵۴	۶۶۷	۷,۵۵۵	
۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۸۰۰	۲,۱۷۹	۳۸	۲,۰۰۰	۲۷۸	۲۵۰	۱,۰۰۱	۵۰۰	۷,۰۴۶	

جدول ۷. ماتریس ریسک تغییر هزینه های تملک

		احتمال تغییر هزینه های پیش بینی شده		
		کاهش ↓	ثبات	افزایش ↑
		۱۲/۵ %	۵۰ %	۳۷/۵ %
میزان تغییر هزینه های پیش بینی شده	کاهش ↓	-۱/۵ %		
	ثبات		۰	
	افزایش ↑			+۷/۱۲ %

جدول ۸. هزینه های تملک مورد انتظار (با ریسک) (EV)

هزینه های تملک مورد انتظار (با ریسک) (EV)	احتمال تغییر هزینه های پیش بینی شده			تناژ های مورد بررسی
	کاهش ↓	ثبات	افزایش ↑	
۲۵۰,۰۰۰	۴۲,۶۱۱	۴۸,۴۲۲	۵۷,۶۲۲	۵۱,۱۴۶
۵۰۰,۰۰۰	۲۵,۵۱۸	۲۸,۹۹۸	۳۴,۵۰۸	۳۰,۶۲۹
۱۰۰۰,۰۰۰	۱۵,۶۹۷	۱۷,۸۳۷	۲۱,۲۲۶	۱۸,۸۴۰
۲۵۰۰,۰۰۰	۹,۴۶۰	۱۰,۷۵۰	۱۲,۷۹۳	۱۱,۳۵۵
۵۰۰۰,۰۰۰	۷,۴۷۹	۸,۴۹۹	۱۰,۱۱۴	۸,۹۷۷
۷۵۰۰,۰۰۰	۶,۶۴۹	۷,۵۵۵	۸,۹۹۱	۷,۹۸۰
۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۶,۲۰۰	۷,۰۴۶	۸,۳۸۴	۷,۴۴۲

۲-۲-۳- تخمین هزینه های بهره برداری کارخانه آسفالت

مطابق مدل ارائه شده در این مقاله هزینه های بهره برداری شامل، هزینه نیروی انسانی، هزینه تعمیرات و نگهداری، هزینه آزمایشات حین کار و هزینه سوخت است. به طریق مشابه مرحله قبل این هزینه ها ابتدا بدون در نظر گرفتن ریسک پیش بینی شده، سپس با محاسبه و اعمال ریسک تغییر هزینه های بهره برداری ارزش مورد انتظار آن ها محاسبه می شوند.

بر مبنای محاسبات این مقاله، برای تناژهای مختلف، بدون در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. ماتریس ریسک تغییر هزینه‌های بهره‌برداری

احتمال تغییر هزینه‌های پیش‌بینی شده			کاهش ↓	ثبات	افزایش ↑
کاهش ↓	ثبات	افزایش ↑			
۲۵ %	۳۷/۵ %	۳۷/۵ %			
			کاهش ↓	ثبات	افزایش ↑
			-۲ %	۰	۰
			-۰/۸	۰	۰
			افزایش ↑	افزایش ↑	افزایش ↑
			+۰/۳۲	+۱۲ %	+۱۲ %

جدول ۱۱. هزینه‌های بهره‌برداری مورد انتظار (با ریسک) (EV)

هزینه‌های بهره‌برداری مورد انتظار (با ریسک) (EV)	احتمال تغییر هزینه‌های پیش‌بینی شده			تناژهای مورد بررسی
	کاهش ↓	ثبات	افزایش ↑	
	۲۵ %	۳۷/۵ %	۳۷/۵ %	
۱۰.۵۲۵	۱۲.۶۳۰	۹.۵۶۸	۸.۸۰۳	۲۵۰.۰۰۰
۱۰.۴۹۰	۱۲.۵۸۱	۹.۵۳۶	۸.۷۷۳	۵۰۰.۰۰۰
۱۰.۳۴۴	۱۲.۴۱۳	۹.۴۰۴	۸.۶۵۲	۱۰۰۰.۰۰۰
۱۰.۳۴۰	۱۲.۴۰۸	۹.۴۰۰	۸.۶۴۸	۲۵۰۰.۰۰۰
۱۰.۳۰۵	۱۲.۳۶۶	۹.۳۶۸	۸.۶۱۹	۵۰۰۰.۰۰۰
۱۰.۴۰۲	۱۲.۴۸۲	۹.۴۵۶	۸.۷۰۰	۷۵۰۰.۰۰۰
۱۰.۵۰۳	۱۲.۶۰۳	۹.۵۴۸	۸.۷۸۴	۱۰۰۰۰.۰۰۰

۳-۲-۴- تخمین هزینه خرید مورد انتظار (با ریسک) (EV)

مطابق مدل ارائه شده در این مقاله، هزینه تمام شده مورد انتظار تهیه هرتن آسفالت در حالت خرید (با در نظر گرفتن ریسک)، برابر است با مجموع هزینه‌های مورد انتظار تملک، بهره‌برداری و مصالح، که در مراحل قبل محاسبه شده‌اند. جدول (۱۵) و شکل (۶) هزینه تمام شده هرتن آسفالت در حالت خرید را در تناژهای مورد بررسی نشان می‌دهند.

جدول ۱۲. پیش‌بینی هزینه تهیه و حمل مصالح

جدول (۹) هزینه‌های بهره‌برداری پیش‌بینی شده را بر مبنای محاسبات این مقاله، برای تناژهای مختلف، بدون در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۹. پیش‌بینی هزینه‌های بهره‌برداری برای تناژهای مختلف

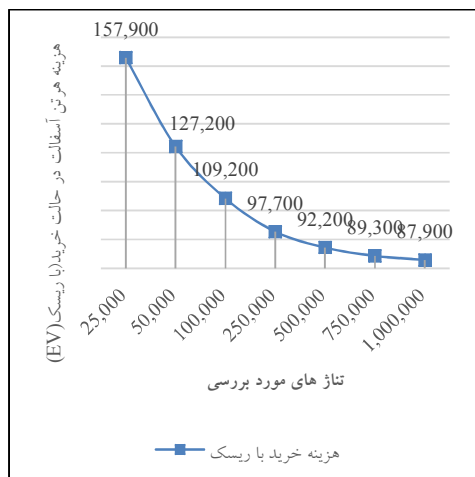
تناژهای مورد بررسی	هزینه نیروی انسانی به ازاء هرتن	هزینه تعمیرات و نگهداری به ازاء هرتن	هزینه آزمایشات حین کار به ازاء هرتن	هزینه سوخت به ازاء هرتن	جمع هزینه‌های بهره‌برداری پیش‌بینی شده (بدون در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها)
۲۵۰.۰۰۰	۱.۲۴۸	۸۰۰	۵۲۰	۷.۰۰۰	۹.۵۶۸
۵۰۰.۰۰۰	۱.۲۹۶	۷۰۰	۵۴۰	۷.۰۰۰	۹.۵۳۶
۱۰۰۰.۰۰۰	۱.۳۴۴	۵۰۰	۵۶۰	۷.۰۰۰	۹.۴۰۴
۲۵۰۰.۰۰۰	۱.۴۱۲	۴۰۰	۵۸۸	۷.۰۰۰	۹.۴۰۰
۵۰۰۰.۰۰۰	۱.۴۶۰	۳۰۰	۶۰۸	۷.۰۰۰	۹.۳۶۸
۷۵۰۰.۰۰۰	۱.۵۲۷	۲۹۳	۶۳۶	۷.۰۰۰	۹.۴۵۶
۱۰۰۰۰.۰۰۰	۱.۶۰۱	۲۸۰	۶۶۷	۷.۰۰۰	۹.۵۴۸

در بررسی هزینه‌های پیش‌بینی شده و ثبت شده بهره‌برداری مربوط به ۸ کارخانه آسفالت مشخص گردید که در ۳ مورد از آنها هزینه‌های بهره‌برداری مطابق پیش‌بینی بود در ۳ مورد افزایش هزینه و در ۲ مورد کاهش هزینه وجود داشت. همچنین میانگین وزنی درصد افزایش هزینه‌ها ۳۲٪ و کاهش هزینه‌ها ۸٪ بدست آمد. جدول (۱۰) ماتریس ریسک تغییر هزینه‌های بهره‌برداری را در سه حالت احتمال افزایش، کاهش و ثبات هزینه‌های نمایش می‌دهد و با در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها، هزینه بهره‌برداری مورد انتظار مطابق جدول (۱۱) محاسبه می‌شود.

۳-۲-۳- تخمین هزینه‌های تهیه و حمل مصالح

به طریق مشابه مراحل قبل هزینه‌های تهیه و حمل مصالح ابتدا بدون در نظر گرفتن ریسک پیش‌بینی شده، سپس با محاسبه و اعمال ریسک تغییر هزینه‌های بهره‌برداری ارزش مورد انتظار آن‌ها محاسبه می‌شوند. جدول (۱۲) هزینه‌های هزینه‌های تهیه و حمل مصالح پیش‌بینی شده را

هزینه خرید مورد انتظار (با ریسک) (EV)	هزینه های تهیه و حمل مصالح مورد انتظار (با ریسک) (EV)	هزینه های بهره‌برداری مورد انتظار (با ریسک) (EV)	هزینه های تملک مورد انتظار (با ریسک) (EV)	تناژهای مورد بررسی
۱۵۷,۹۰۰	۹۶,۱۸۸	۱۰,۵۲۵	۵۱,۱۴۶	۲۵۰,۰۰۰
۱۲۷,۲۰۰	۸۶,۰۶۳	۱۰,۴۹۰	۳۰,۶۲۹	۵۰۰,۰۰۰
۱۰۹,۲۰۰	۷۹,۹۸۸	۱۰,۳۴۴	۱۸,۸۴۰	۱۰۰۰,۰۰۰
۹۷,۷۰۰	۷۵,۹۳۸	۱۰,۳۴۰	۱۱,۳۵۵	۲۵۰۰,۰۰۰
۹۲,۲۰۰	۷۲,۹۰۰	۱۰,۳۰۵	۸,۹۷۷	۵۰۰۰,۰۰۰
۸۹,۳۰۰	۷۰,۸۷۵	۱۰,۴۰۲	۷,۹۸۰	۷۵۰۰,۰۰۰
۸۷,۹۰۰	۶۹,۸۶۳	۱۰,۵۰۳	۷,۴۴۲	۱۰,۰۰۰,۰۰۰



شکل ۶. هزینه خرید مورد انتظار (با ریسک) (EV)

همچنین در بررسی هزینه‌های پیش‌بینی شده و ثبت شده تهیه و حمل مصالح مربوط به ۸ کارخانه آسفالت مشخص گردید که در ۵ مورد از آن‌ها هزینه‌های هزینه‌های تهیه و حمل مصالح مطابق پیش‌بینی بود در ۲ مورد افزایش هزینه و در ۱ مورد کاهش هزینه وجود داشت. همچنین میانگین وزنی درصد افزایش هزینه‌ها ۷٪ و کاهش هزینه‌ها ۴٪ بدست آمد. جدول (۱۳) ماتریس ریسک تغییر هزینه‌های تهیه و حمل مصالح را در سه حالت احتمال افزایش، کاهش و ثبات هزینه‌های نمایش می‌دهد و با در نظر گرفتن ریسک تغییر هزینه‌ها، هزینه تهیه و حمل مصالح مورد انتظار مطابق جدول (۱۴) محاسبه می‌شود.

هزینه تهیه و حمل مصالح برای هر تن آسفالت	تناژهای مورد بررسی
۹۵,۰۰۰	۲۵۰,۰۰۰
۸۵,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰
۷۹,۰۰۰	۱۰۰۰,۰۰۰
۷۵,۰۰۰	۲۵۰۰,۰۰۰
۷۲,۰۰۰	۵۰۰۰,۰۰۰
۷۰,۰۰۰	۷۵۰۰,۰۰۰
۶۹,۰۰۰	۱۰,۰۰۰,۰۰۰

جدول ۱۳. ماتریس ریسک تغییر هزینه‌های تهیه و حمل مصالح

احتمال تغییر هزینه‌های پیش‌بینی شده			میزان تغییر هزینه‌های پیش‌بینی شده
افزایش ↑	ثبات	کاهش ↓	
۲۵٪	۶۲,۵۰٪	۱۲,۵۰٪	
			کاهش ↓ -۰/۵٪
			ثبات
			افزایش ↑ +۱/۷۵٪

جدول ۱۴. هزینه‌های مصالح مورد انتظار (با ریسک) (EV)

هزینه های بهره‌برداری مورد انتظار (با ریسک) (EV)	احتمال تغییر هزینه‌های پیش‌بینی شده			تناژهای مورد بررسی
	افزایش ↑	ثبات	کاهش ↓	
	۳۷/۵٪	۳۷/۵٪	۲۵٪	
۹۶,۱۸۸	۱۰۱,۶۵۰	۹۵,۰۰۰	۹۱,۲۰۰	۲۵۰,۰۰۰
۸۶,۰۶۳	۹۰,۹۵۰	۸۵,۰۰۰	۸۱,۶۰۰	۵۰۰,۰۰۰
۷۹,۹۸۸	۸۴,۵۳۰	۷۹,۰۰۰	۷۵,۸۴۰	۱۰۰۰,۰۰۰
۷۵,۹۳۸	۸۰,۲۵۰	۷۵,۰۰۰	۷۲,۰۰۰	۲۵۰۰,۰۰۰

جدول ۱۵. هزینه خرید مورد انتظار (با ریسک) (EV)

را که مبنای محاسبات این مقاله است را در تناژهای مورد بررسی نمایش می‌دهند.

جدول ۱۶. هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R1

R1	تناژ های مورد بررسی
۱۳۵,۰۰۰	۲۵,۰۰۰
۱۲۲,۰۰۰	۵۰,۰۰۰
۱۱۳,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۷,۰۰۰	۲۵۰,۰۰۰
۱۰۳,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰
۱۰۰,۰۰۰	۷۵۰,۰۰۰
۹۸,۰۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰

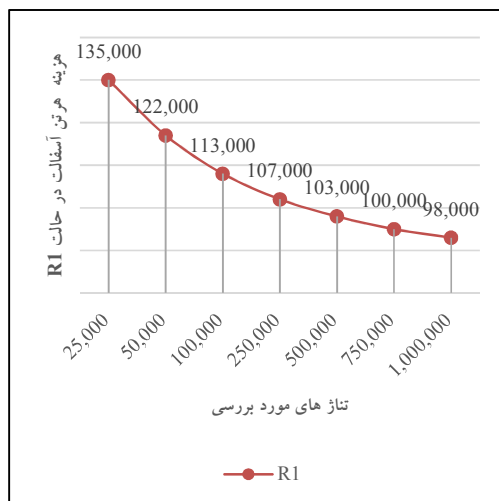
۳-۳-۳- مرحله سوم: تخمین هزینه تمام شده تولید هر

تن آسفالت در حالت اجاره (R)

همانطور که اشاره شده در این مقاله هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در سه سطح مختلف اجاره (R1, R2 و R3) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳-۳-۱- هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R1

حالت R1 عبارت است از دریافت آسفالت مورد نیاز به صورت کامل و آماده از موجر، با توجه به اینکه هزینه اجاره در این حالت یک هزینه قطعی و مشخص است، بنابراین جزء مسائل تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان بوده و نیازی به محاسبه ریسک تغییر هزینه ها نمی باشد، جدول (۱۶) و شکل (۷) هزینه تمام شده تهیه هر تن آسفالت در حالت R1



شکل ۷. هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R1

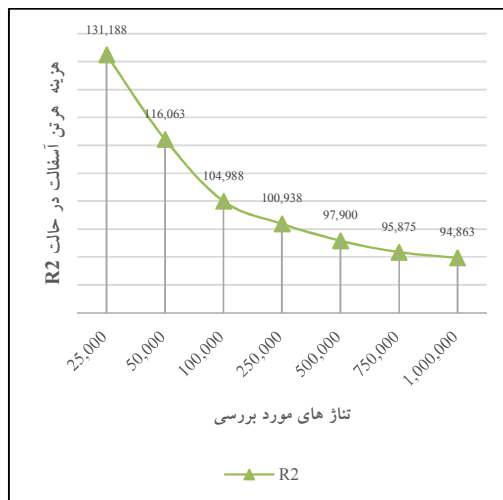
مراحل قبل محاسبه گردید، بنابراین هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R2 برابر است با مجموع این گروه از هزینه‌ها، جدول (۱۷) و شکل (۸) هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R2 را نمایش می‌دهند.

جدول ۱۷. هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R2

R2	هزینه مقطوع		تناژ های مورد بررسی
	هزینه تهیه و حمل مصالح با ریسک	بابت تامین کارخانه و	

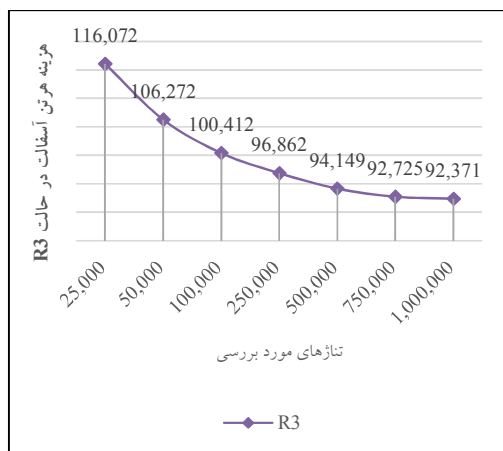
۳-۳-۲- هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R2

حالت R2 عبارت است از تامین و تحویل مصالح توسط مستأجر و دریافت آسفالت مورد نیاز از موجر، هزینه‌های موثر در این سطح از اجاره، شامل دو گروه کلی می‌شود، گروه اول هزینه تامین کارخانه و پخت آسفالت (به صورت مقطوع به موجر پرداخت می‌شود و نیازی به محاسبه ریسک تغییر هزینه برای آن نیست) و گروه دوم هزینه تهیه و حمل مصالح که هزینه مورد انتظار آن با در نظر گرفتن ریسک در



شکل ۸. هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R2

۹۲,۳۷۱	۱۰,۵۰۳	۶۹,۸۶۳	۱۲,۰۰۶	۱,۰۰۰,۰۰۰
--------	--------	--------	--------	-----------



شکل ۹. هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R3

۳-۴- مرحله چهارم: مقایسه

در این مرحله نمودار حالات مختلف اجاره و خرید به طور همزمان رسم شده و با یکدیگر مقایسه می شوند. شکل (۱۷) مقایسه هزینه تمام شده در حالات مختلف اجاره و خرید را نمایش می دهد.

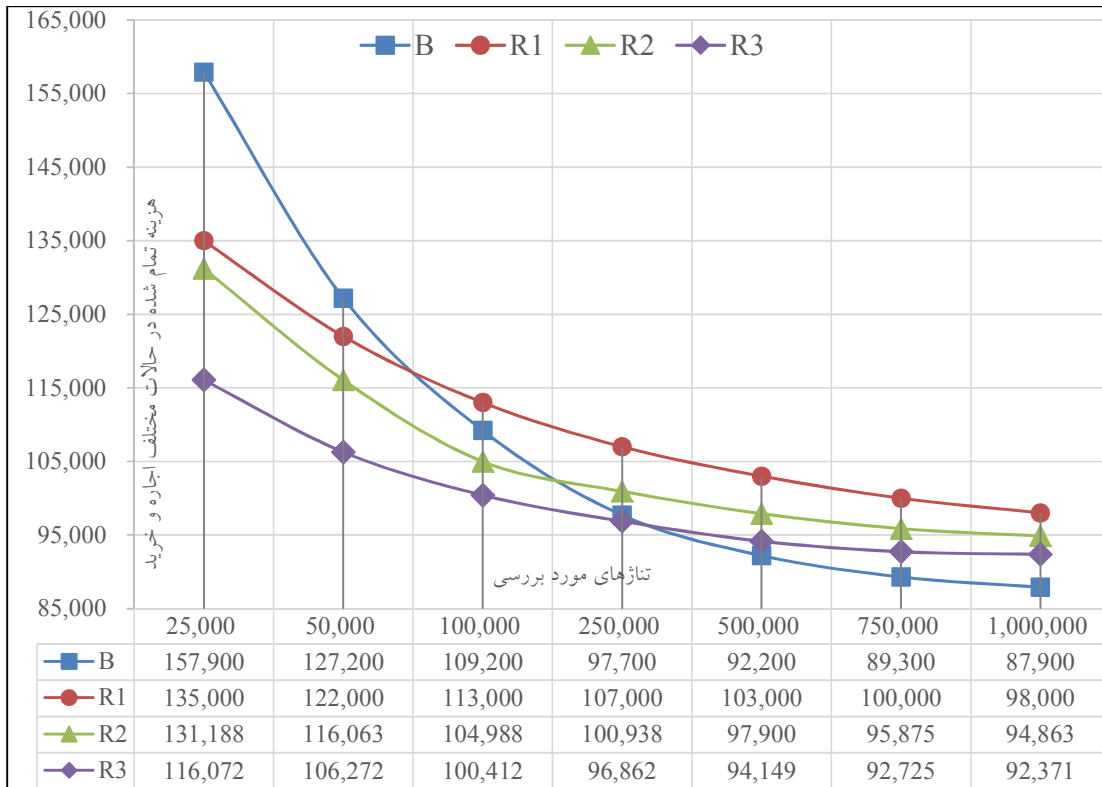
		پخت آسفالت	
۱۳۱,۱۸۸	۹۶,۱۸۸	۳۵,۰۰۰	۲۵,۰۰۰
۱۱۶,۰۶۳	۸۶,۰۶۳	۳۰,۰۰۰	۵۰,۰۰۰
۱۰۴,۹۸۸	۷۹,۹۸۸	۲۵,۰۰۰	۱۰۰,۰۰۰
۱۰۰,۹۳۸	۷۵,۹۳۸	۲۵,۰۰۰	۲۵۰,۰۰۰
۹۷,۹۰۰	۷۲,۹۰۰	۲۵,۰۰۰	۵۰۰,۰۰۰
۹۵,۸۷۵	۷۰,۸۷۵	۲۵,۰۰۰	۷۵۰,۰۰۰
۹۴,۸۶۳	۶۹,۸۶۳	۲۵,۰۰۰	۱,۰۰۰,۰۰۰

۳-۳- هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R3

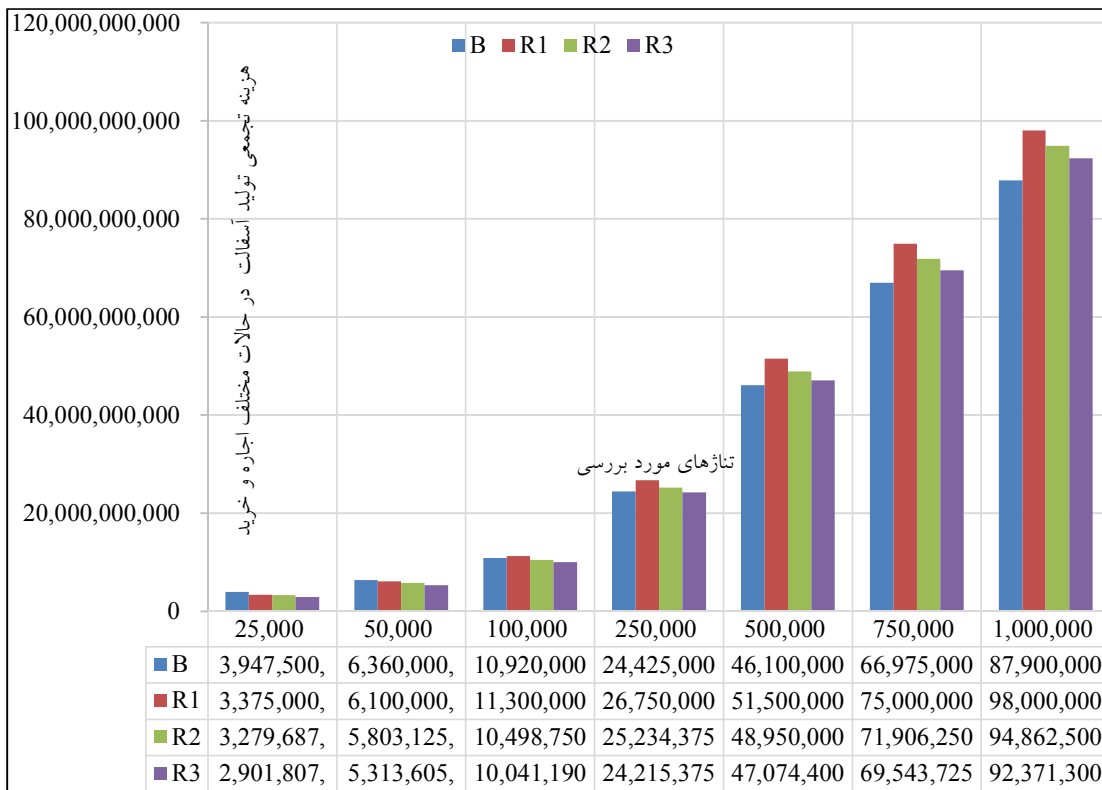
حالت R3 عبارت است از تامین مصالح و انجام خدمات توسط مستأجر و تامین تجهیزات توسط موجر، هزینه های موثر در این سطح از اجاره، شامل سه گروه کلی می شود، گروه اول هزینه تامین کارخانه (به صورت مقطوع به موجر پرداخت می شود و نیازی به محاسبه ریسک تغییر هزینه برای آن نیست)، گروه دوم هزینه تهیه و حمل مصالح و گروه سوم هزینه بهره برداری از کارخانه که در مراحل قبل هزینه مورد انتظار آنها با در نظر گرفتن ریسک محاسبه گردید، بنابراین هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R3 برابر است با مجموع این سه گروه از هزینه ها، جدول (۱۸) و شکل (۹) هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R3 نمایش می دهند.

جدول ۱۸. هزینه تمام شده هر تن آسفالت در حالت R3

تناژهای مورد بررسی	هزینه مقطوع بابت اجاره دستگاه	هزینه تهیه و حمل مصالح با ریسک	هزینه های بهره برداری با ریسک	هزینه های مقابله با ریسک
۲۵,۰۰۰	۹,۳۶۰	۹۶,۱۸۸	۱۰,۵۲۵	۱۱۶,۰۷۲
۵۰,۰۰۰	۹,۷۲۰	۸۶,۰۶۳	۱۰,۴۹۰	۱۰۶,۲۷۲
۱۰۰,۰۰۰	۱۰,۰۸۰	۷۹,۹۸۸	۱۰,۳۴۴	۱۰۰,۴۱۲
۲۵۰,۰۰۰	۱۰,۵۸۴	۷۵,۹۳۸	۱۰,۳۴۰	۹۶,۸۶۲
۵۰۰,۰۰۰	۱۰,۹۴۴	۷۲,۹۰۰	۱۰,۳۰۵	۹۴,۱۴۹
۷۵۰,۰۰۰	۱۱,۴۴۸	۷۰,۸۷۵	۱۰,۴۰۲	۹۲,۷۲۵



شکل ۹. مقایسه هزینه تمام شده در حالات مختلف اجاره و خرید



شکل ۱۰. نمودار هزینه تجمعی تمام شده تولید آسفالت در تنازهای مورد بررسی

۴- نتیجه گیری

با بررسی نمودار مقایسه هزینه تمام شده در حالات مختلف اجاره و خرید نتایج زیر حاصل می شود:

۱- هزینه تمام شده در حالت R3 یعنی شرایط تامین مصالح و انجام خدمات توسط مستأجر و تامین تجهیزات توسط موجر نسبت به حالت R1 و R2 در تمامی سطوح تناژ مورد بررسی کمتر می باشد. البته این حالت اجاره در بازار واقعیت کمتر اتفاق می افتد.

۲- در صورتی که به دلیل محدودیت های بازار شرایط ایجاد اجاره در حالت R3 یافت نشود، حالت اجاره R2 یعنی شرایط تامین و تحویل مصالح توسط مستأجر و دریافت آسفالت مورد نیاز از موجر نسبت به حالت R1 یعنی حالت تامین و تحویل مصالح توسط مستأجر و دریافت آسفالت مورد نیاز از موجر در تمامی سطوح تناژ مورد بررسی کمتر می باشد.

۳- در صورتی که اجاره در حالت R3 موجود باشد، در بازه تناژهای زیر ۲۵۰،۰۰۰ تن حالت R3 به صرفه بوده و در تناژهای بالاتر از ۲۵۰،۰۰۰ خرید B کارخانه آسفالت اقتصادی خواهد بود و همچنین هر چه میزان تناژ مورد نیاز از ۲۵۰،۰۰۰ بیشتر شود، هزینه تمام شده هر تن به صورت پیوسته کاهش خواهد یافت.

۴- در صورتی که اجاره در حالت R3 موجود نباشد، در بازه تناژهای زیر ۱۷۵،۰۰۰ تن حالت R2 به صرفه بوده و در تناژهای بالاتر از ۱۷۵،۰۰۰ خرید B کارخانه آسفالت اقتصادی خواهد بود و همچنین هر چه میزان تناژ مورد نیاز از ۱۷۵،۰۰۰ بیشتر شود، هزینه تمام شده هر تن به صورت پیوسته کاهش خواهد یافت.

۵- در صورتی که اجاره در حالت R2 و R3 موجود نباشد در بازه تناژهای زیر ۷۵،۰۰۰ تن حالت R1 به صرفه بوده و در تناژهای بالاتر از ۷۵،۰۰۰ خرید B کارخانه آسفالت اقتصادی خواهد بود و همچنین هر چه میزان تناژ مورد نیاز از ۷۵،۰۰۰ بیشتر شود، هزینه تمام شده هر تن به صورت پیوسته کاهش خواهد یافت.

همچنین بررسی نمودار هزینه تجمعی تمام شده تولید آسفالت در تناژهای مورد بررسی نیز نشان می دهد که نتایج به دست آمده برای نمودار هزینه تمام شده تولید هر تن آسفالت در حالت تجمعی نیز مشابه می باشد و با افزایش

میزان تناژ آسفالت مورد نیاز هزینه تجمعی تمام شده تولید آسفالت به مرور با کاهش یافته و خرید کارخانه اقتصادی خواهد می شود.

۵- مراجع

- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی (۱۳۸۸)، "نشریه شماره ۴۴۹، مدیریت بهره برداری/ ماشین آلات عمرانی".

- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی (۱۳۸۸)، "نشریه شماره ۴۴۸، مدیریت نگهداری و تعمیرات ماشین آلات عمرانی".

- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی (۱۳۸۸)، "نشریه شماره ۴۴۶، معرفی ماشین آلات عمرانی".

- روانشاد نیا، م.، (۱۳۹۱)، "مرجع مدیریت ماشین آلات عمرانی برای مهندسان و مدیران پروژه"، سیمای دانش، چاپ: اول.

- معینی، م.، (۱۳۸۵)، "دستورالعمل کاربردی آنالیز بهای ساعتی ماشین آلات ساختمانی".

- مشکی، م.، (۱۳۸۲)، "عوامل اقتصادی موثر بر تصمیم گیری درباره اجاره یا خرید". پیک نور (علوم انسانی)، ۴، ۵۱.

- محتشمی، ع.، (۱۳۹۱)، "تصمیم ساخت یا خرید در حالت عدم اطمینان با رویکرد منطق فازی"، مدیریت تولید و عملیات ۲، ۱.

- امینی، ا.، (۱۳۹۱)، "مکانیابی کارخانه آسفالت برای پروژه های راه سازی" ششمین همایش ملی مهندسی محیط زیست، تهران.

- میرمحمدی، ز.، (۱۳۹۴)، "رویکرد فرابکارتری ترکیبی برای حل مسئله مسیریابی وسایل نقلیه با محدودیت ظرفیت و تصمیم گیری همزمان در مورد خرید یا اجاره

- محیط زیست، شیراز، شرکت مهندسان مشاور پارس چگالش، دانشگاه صنعتی شیراز.
- وسایل نقلیه". مهندسی صنایع و مدیریت شریف ا. ص. ۷۳-۸۰.
- مشکوری نجفی، م.، (۱۳۹۱)، "تحلیل اقتصادی و فنی معاملات هواپیما".
- حسینی هاشم امینی، ع.، (۱۳۹۴)، "ارزیابی عملکرد کارخانه‌های آسفالت استان قم در سال ۹۳ و رتبه بندی آنها"، هفتمین همایش قیر و آسفالت ایران، تهران، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی.
- طباطبائی، ع.، (۱۳۹۴)، "ارزیابی نقش کیفیت فیلم مصرفی کارخانه‌های تولید آسفالت در بروز خرابی‌های راه‌های استان خوزستان"، سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- طباطبائی، ع.، (۱۳۹۴)، "ارزیابی تاثیر وضعیت فیلم مصرفی کارخانه‌های آسفالت بر شیارشدگی رویه‌های آسفالتی"، سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
- عامری، م.، (۱۳۸۳)، "روش‌های افزایش بهره‌وری در کارخانه آسفالت". وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده مهندسی عمران.
- طاهرخانی، ح.، (۱۳۹۱)، "بررسی تأثیر نحوه تولید آسفالت بر عملکرد روسازی‌های آسفالتی با مطالعه موردی کارخانه آسفالت". دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) - قزوین - پژوهشکده فنی و مهندسی.
- منصورى، م.، (۱۳۹۵)، "ارزیابی و مدیریت ریسک محیط زیستی کارخانه تولید آسفالت گرم به روش EFMEA (مطالعه موردی کارخانه آسفالت گرم شهر لامرد)"، دومین همایش ملی توسعه پایدار در راهسازی با رویکرد حفظ
- Gordon, M. J. (1974), "A general solution to the buy or lease decision: A pedagogical note". The journal of finance, 29(1), pp.245-250.
- Schall, L. D. (1974), "The lease-or-buy and asset acquisition decisions. The journal of finance, 29(4), pp.1203-1214.
- Johnson, R. W., & Lewellen, W. G. (1972), "Analysis of the Lease-or-Buy Decision". The journal of Finance, 27(4), pp.815-823.
- Rai, V., & Sigrin, B. (2013), Diffusion of environmentally-friendly energy technologies: buy versus lease differences in residential PV markets. Environmental Research Letters, 8(1), 014022.
- Helo, P., Gunasekaran, A., & Rymaszewska, A. (2017), "Pricing Decisions: From Ownership to Subscription. In Designing and Managing Industrial Product-Service Systems, pp.73-81. Springer International Publishing.
- Hopkin, J. A. (1971), "Leasing versus buying of machinery". Journal of ASFMRA, 35(1), pp.17-23.
- Weingartner, H. M. (1987), "Leasing, asset lives and uncertainty: Guides to decision making. Financial Management, pp.5-12.
- Engelbourg, S. (1966), "Some consequences of the leasing of industrial machinery". The Journal of Business, 39(1), pp.52-66.
- Drury, C., & Braund, S. (1990), "The leasing decision: a comparison of theory and practice". Accounting and Business Research, 20(79), pp.179-191.
- Huang, H., Zhang, L., Yu, W., & Ye, C. (2017), "The comparison and analysis of agricultural mechanization decision

Service and Lease Contracts, Springer London.

-Singh, K., & Mehta, C. R. (2015), "Decision Support System for Estimating Operating Costs and Break-Even Units of Farm Machinery, agricultural mechanization in Asia, Africa, and Latin America", 46(1), pp.36.

mechanism between the traditional farmers and the new professional farmers". In 2017 ASABE Annual International Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

- Murthy, D. P., & Jack, N. (2014), "Leasing and Maintenance of Leased Assets. In Extended Warranties", Maintenance