

شاخص‌های ناب

۱. کاهش ضایعات تولید
 - فرمول: ضایعات = تولید کل - تولید مفید
۲. بهینه‌سازی موجودی
 - فرمول: موجودی بهینه = میزان تقاضا × زمان تأخیر
۳. زمان چرخه تولید
 - فرمول: زمان چرخه = زمان تولید کل / تعداد محصولات تولیدی
۴. کیفیت محصول نهایی
 - فرمول: (تعداد محصولات بدون نقص / کل محصولات) × ۱۰۰
۵. هزینه تولید
 - فرمول: هزینه کل تولید / تعداد واحد تولیدی
۶. زمان تدارکات
 - فرمول: زمان کل تحویل - زمان آماده‌سازی
۷. بهره‌وری نیروی کار
 - فرمول: تولید نهایی / تعداد کارکنان
۸. سرعت پردازش سفارش
 - فرمول: تعداد سفارش‌های پردازش شده / زمان پردازش
۹. استفاده از ظرفیت
 - فرمول: تولید واقعی / ظرفیت تولیدی کل
۱۰. هزینه‌های نگهداری موجودی
 - فرمول: هزینه نگهداری / متوسط موجودی

مهمترین روابط علی و معلولی

- کاهش ضایعات ← کاهش هزینه‌ها
- بهینه‌سازی موجودی ← کاهش هزینه‌های نگهداری
- زمان چرخه تولید ← افزایش سرعت پاسخگویی

متغیرهای حالت و جریان

- متغیر حالت: سطح موجودی، کیفیت محصول
- متغیر جریان: نرخ تولید، نرخ مصرف موجودی

شاخص‌های چابک

۱. انعطاف‌پذیری تولید
 - فرمول : میزان تغییرات تولیدی / کل تغییرات مورد نیاز
۲. سرعت پاسخگویی به بازار
 - فرمول : زمان پاسخ / تعداد سفارش‌های پاسخ داده‌شده
۳. زمان تحویل
 - فرمول : زمان کل سفارش - زمان شروع
۴. رضایت مشتری
 - فرمول : (تعداد نظرسنجی‌های مثبت / کل نظرسنجی‌ها) × ۱۰۰
۵. تغییرپذیری تقاضا
 - فرمول : انحراف استاندارد تقاضا / میانگین تقاضا
۶. تنوع محصول
 - فرمول : تعداد محصولات جدید / کل محصولات
۷. همکاری با تأمین‌کنندگان
 - فرمول : ارزیابی کیفی همکاری / تعداد تأمین‌کنندگان
۸. سرعت تولید
 - فرمول : تعداد واحد تولید شده / زمان تولید
۹. پاسخ به تغییرات بازار
 - فرمول : زمان تغییر محصول / زمان کل تغییر
۱۰. انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین
 - فرمول : تعداد تغییرات پذیرفته‌شده / کل تغییرات درخواست‌شده

روابط علی و معلولی

- انعطاف‌پذیری تولید ← افزایش رضایت مشتری
- سرعت پاسخگویی به بازار ← کاهش زمان تحویل

متغیرهای حالت و جریان

- متغیر حالت : موجودی آماده تحویل، سطح رضایت مشتری
- متغیر جریان : نرخ تغییر تولید، نرخ تحویل

شاخص‌های تاب‌آور

۱. توانایی بازیابی

- فرمول : زمان بازگشت به حالت عادی / زمان بحران
- ۲. میزان ریسک
- فرمول : احتمال وقوع × تأثیر وقوع
- ۳. پایداری تأمین
- فرمول : تعداد منابع پایدار / کل منابع
- ۴. زمان بازیابی
- فرمول : زمان بحران - زمان بازگشت
- ۵. تعداد قطعی‌های زنجیره تأمین
- فرمول : تعداد وقایع / زمان مشخص
- ۶. کیفیت مدیریت بحران
- فرمول : ارزیابی کیفی / تعداد بحران‌ها
- ۷. سطح موجودی احتیاطی
- فرمول : موجودی ایمنی / تقاضای متوسط
- ۸. توانایی انطباق با تغییرات
- فرمول : تعداد تغییرات انطباق‌شده / کل درخواست‌های تغییر
- ۹. هزینه‌های ناشی از بحران
- فرمول : هزینه‌های اضافی / زمان بحران
- ۱۰. پایداری عملکرد زنجیره تأمین
- فرمول : تعداد اهداف محقق شده / کل اهداف

روابط علی و معلولی

- توانایی بازیابی ← کاهش زمان بازیابی
- مدیریت ریسک ← کاهش وقایع بحرانی

متغیرهای حالت و جریان

- متغیر حالت: سطح موجودی ایمنی، پایداری زنجیره
- متغیر جریان: نرخ بازیابی، نرخ وقوع بحران

شاخص‌های سبز

- ۱. کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- فرمول : میزان انتشار / تعداد واحدهای تولیدی
- ۲. مدیریت پسماند
- فرمول : میزان بازیافت / کل پسماند

۳. استفاده از منابع تجدیدپذیر
 - فرمول : انرژی تجدیدپذیر / کل انرژی مصرفی
۴. کاهش مصرف آب
 - فرمول : مصرف آب / تعداد واحد تولیدی
۵. کاهش مصرف انرژی
 - فرمول : مصرف انرژی / تعداد واحد تولیدی
۶. کارایی محیطی
 - فرمول : میزان کاهش ضایعات / کل تولید
۷. استفاده مجدد از مواد
 - فرمول : مواد بازیافتی / کل مواد اولیه
۸. پایداری زنجیره تأمین
 - فرمول : تعداد تأمین کنندگان پایدار / کل تأمین کنندگان
۹. تعهد به معیارهای محیطی
 - فرمول : ارزیابی کیفی تعهد / کل معیارها
۱۰. کاهش مواد خطرناک
 - فرمول : میزان مواد خطرناک / کل مواد مصرفی

روابط علی و معلولی

- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ← بهبود کارایی محیطی
- مدیریت پسماند ← افزایش استفاده مجدد

متغیرهای حالت و جریان

- متغیر حالت : سطح آلودگی، میزان پسماند
- متغیر جریان : نرخ انتشار، نرخ بازیافت

فرضیات پویا

سناریو ۱: کاهش هزینه‌های تولید

فرضیه : با بهبود فرآیندهای ناب و کاهش ضایعات، هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد.
 ارزیابی : بررسی تأثیر کاهش ضایعات و بهینه‌سازی موجودی بر کاهش هزینه کل و افزایش سودآوری.

سناریو ۲: افزایش انعطاف پذیری و پاسخگویی

فرضیه: افزایش انعطاف پذیری تولید و سرعت پاسخگویی به تقاضا، باعث بهبود رضایت مشتری و کاهش زمان تحویل می‌شود.

ارزیابی: سنجش تأثیر تغییرات سریع در تولید و تحویل بر سطح رضایت مشتری و سهم بازار.

سناریو ۳: بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین

فرضیه: تقویت مدیریت ریسک و افزایش توانایی بازیابی، منجر به بهبود پایداری زنجیره تأمین در برابر بحران‌ها می‌شود.

ارزیابی: تحلیل تأثیر استراتژی‌های مدیریت بحران بر کاهش زمان بازیابی و کاهش خسارات ناشی از وقایع بحرانی.

سناریو ۴: کاهش اثرات زیست‌محیطی

فرضیه: با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود مدیریت پسماند، کارایی محیطی زنجیره تأمین افزایش می‌یابد.

ارزیابی: ارزیابی کاهش آلودگی و بهبود تصویر برند در بازار از طریق ابتکارات سبز.

سناریو ۵: بهینه‌سازی جامع زنجیره تأمین

فرضیه: ادغام اصول ناب، چابک، تاب‌آور و سبز، منجر به بهینه‌سازی جامع زنجیره تأمین و کاهش کلی هزینه‌ها می‌شود.

ارزیابی: بررسی تعاملات بین شاخص‌های مختلف و تأثیر آن‌ها بر هزینه و کارایی کلی زنجیره تأمین

در نظر گرفتن عدم قطعیت:

در شاخص کاهش ضایعات تولید، عوامل مختلفی مانند کیفیت مواد اولیه، خطاهای انسانی و نقص در ماشین‌آلات می‌توانند باعث افزایش میزان ضایعات شوند. این عوامل را می‌توان به صورت متغیرهای تصادفی با توزیع‌های احتمالی مناسب در فرمول ضایعات تولید لحاظ کرد. به این ترتیب، میزان ضایعات در مدل سازی به صورت یک متغیر تصادفی مدل سازی خواهد شد که نوسانات و عدم قطعیت موجود در فرآیند تولید را منعکس می‌کند.

همچنین در شاخص بهینه‌سازی موجودی، عواملی مانند زمان تأخیر در تأمین مواد اولیه و نوسانات در تقاضا می‌توانند بر میزان موجودی بهینه تأثیر بگذارند. این عوامل را می‌توان به صورت متغیرهای تصادفی در فرمول محاسبه موجودی بهینه در نظر گرفت تا عدم قطعیت‌های مرتبط با تأمین کنندگان و تقاضای مشتریان در مدل سازی لحاظ شوند.

برای وارد کردن این منابع عدم قطعیت در مدل شبیه‌سازی خود، باید از توزیع‌های احتمالی مناسب برای هر متغیر تصادفی استفاده کنید. برای مثال، می‌توانید از توزیع نرمال برای مدل‌سازی تغییرات قیمت مواد اولیه، توزیع یکنواخت برای تغییرات تقاضا و توزیع پواسون برای مدل‌سازی خرابی‌های ماشین‌آلات استفاده کنید. سپس این متغیرهای تصادفی را در محاسبات مربوط به هر شاخص در مدل شبیه‌سازی خود وارد کنید تا اثرات عدم قطعیت‌های موجود را بر عملکرد زنجیره تأمین تحلیل نمایید.