



بررسی و آنالیز خرابی تجهیزات با روش AHP

شرکت ترام چاپ سپاهان
دستگاه چاپ هایدلبرگ

www.ipamc.org



مشخصات نویسندگان

آرش معمارنژاد - مدیر نگهداری و تعمیرات شرکت ترام چاپ سپاهان

الهام مسائلی - کارشناس ارشد برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات شرکت ترام چاپ سپاهان



نام و محل و سابقه فعالیت های نت

شرکت ترام چاپ سپاهان در سال ۱۳۸۶ با زمینه تولید چاپ و بسته بندی جعبه های مقوایی تاسیس شد.

نگهداری و تعمیرات تجهیزات تا سال ۱۳۹۴ در این شرکت به صورت سنتی انجام می شد که به علت توقفات بالای تجهیزات و ساختار نامناسب نگهداری و تعمیرات این واحد به صورت ساختار یافته در تاریخ ۱۳۹۴ شروع به کار کرده و با فراهم کردن زیر ساخت های استاندارد با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات نگهداری و تعمیرات و محاسبه و هدف گذاری شاخص های عملکرد نگهداری و تعمیرات، بهبود وضعیت اثرگذاری تجهیزات را مد نظر قرار داده است.



چکیده

در این مقاله خلاصه ای از آنالیز خرابی های دستگاه چاپ هایدلبرگ در شرکت ترام چاپ طی سال ۱۳۹۶ به منظور تعیین زیر تجهیزات موثر در شکست های اتفاق افتاده و هزینه یابی بر اساس این زیر تجهیزات ارائه شده است.

با توجه به هزینه یابی اتفاق افتاده، استراتژی سازمانی واحد نگهداری و تعمیرات درمورد تجهیزات مختلف بازیابی و تعیین می گردد.



مبانی نظری

فاصله زمانی بین دو تعمیر (MTTF) Mean Time To Failure :

متوسط مدت زمانی است که بین دو خرابی سیستم یا تجهیز در حالت در دسترس قرار دارد.

$$MTTF = \frac{\text{Run Time}}{\text{number of failures}}$$



مبانی نظری

متوسط زمان تعمیر (MTTR): Mean Time To Repair

متوسط زمانی است که برای عیب یابی و تعمیر تجهیز خراب شده تا رسیدن به شرایط عادی کاری نیاز است.

$$MTTR = \frac{\sum \text{repair time}}{\text{number of failures}}$$

مبانی نظری

متوسط زمان بین خرابی ها (MTBF) Mean Time Between Failures:

مدت زمانی است که انتظار می رود یک سیستم در حال کار، دوباره خراب شود. MTBF بخشی از مدلی است که فرض می کند سیستم از کار افتاده را می توان بی درنگ راه اندازی کرد.

$$MTBF = MTTR + MTTF$$



مبانی نظری

قابلیت دسترس پذیری Availability:

درصد زمان در دسترس بودن تجهیز با قابلیت دسترس پذیری تعریف می شود.

$$Availability = \frac{Run Time}{Run Time + EM Time + PM Time + CM Time}$$

www.ipamc.org

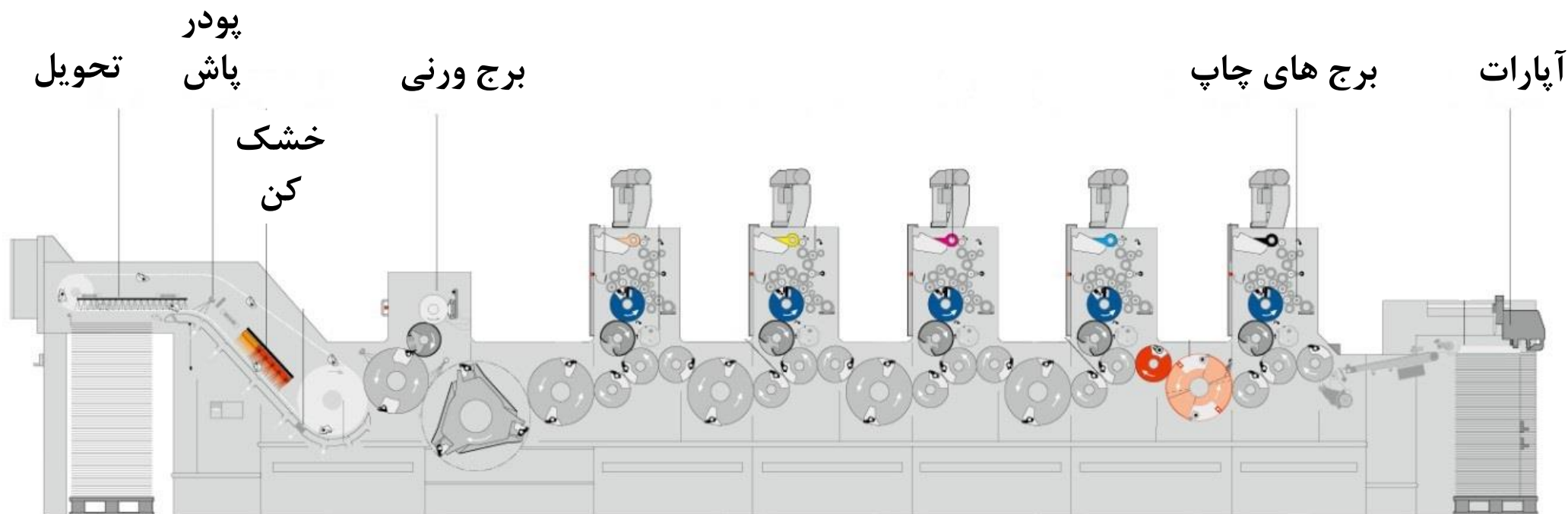
کدینگ زیر تجهیزات دستگاه چاپ هایدلبرگ

نام زیر تجهیز	الگوی کدینگ
دستگاه آپارات	PT01-FE
برج های چاپ	PT01-PU
برج ورنی	PT01-CU
پودر پاش	PT01-PW
کابینت خشک کن	PT01-DR
تحویل	PT01-DL
یخچال	PT01-RF
بدنه دستگاه	PT01-BO
کابین برق	PT01-EL
یونیت هوای فشرده	PT01-VP

www.ipamc.org



شماتیک کلی دستگاه چاپ‌هاید لبرگ



www.ipamc.org



خرابی های منجر به توقف دستگاه چاپ هایدلبرگ در سال ۱۳۹۶

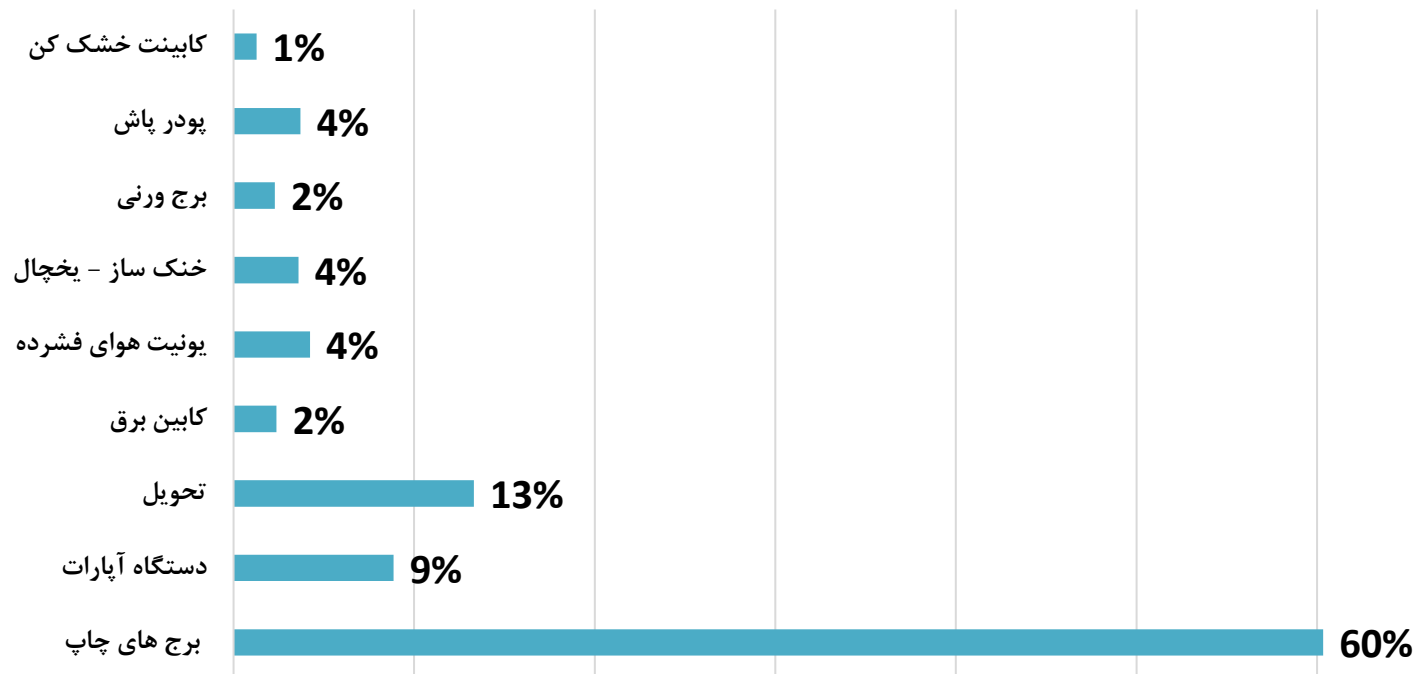
نام زیر تجهیز	کد محل خرابی	تعداد شکست	مدت زمان تعمیرات	تعداد شکست ها برحسب درصد	مدت زمان تعمیرات برحسب درصد
برج های چاپ	PT01-PU	94	371:34	44%	60%
دستگاه آپارات	PT01-FE	35	54:35	16%	9%
تحویل	PT01-DL	32	81:58	15%	13%
کابین برق	PT01-EL	15	14:40	7%	2%
یونیت هوای فشرده	PT01-VP	12	26:05	6%	4%
یخچال	PT01-RF	11	22:10	5%	4%
برج ورنی	PT01-CU	8	14:08	4%	2%
پودر پاش	PT01-PW	6	22:50	3%	4%
کابینت خشک کن	PT01-DR	3	7:50	1%	1%

www.ipamc.org



رتبه بندی زیر تجهیزات بر اساس مدت زمان تعمیرات

مدت زمان تعمیرات بر حسب درصد



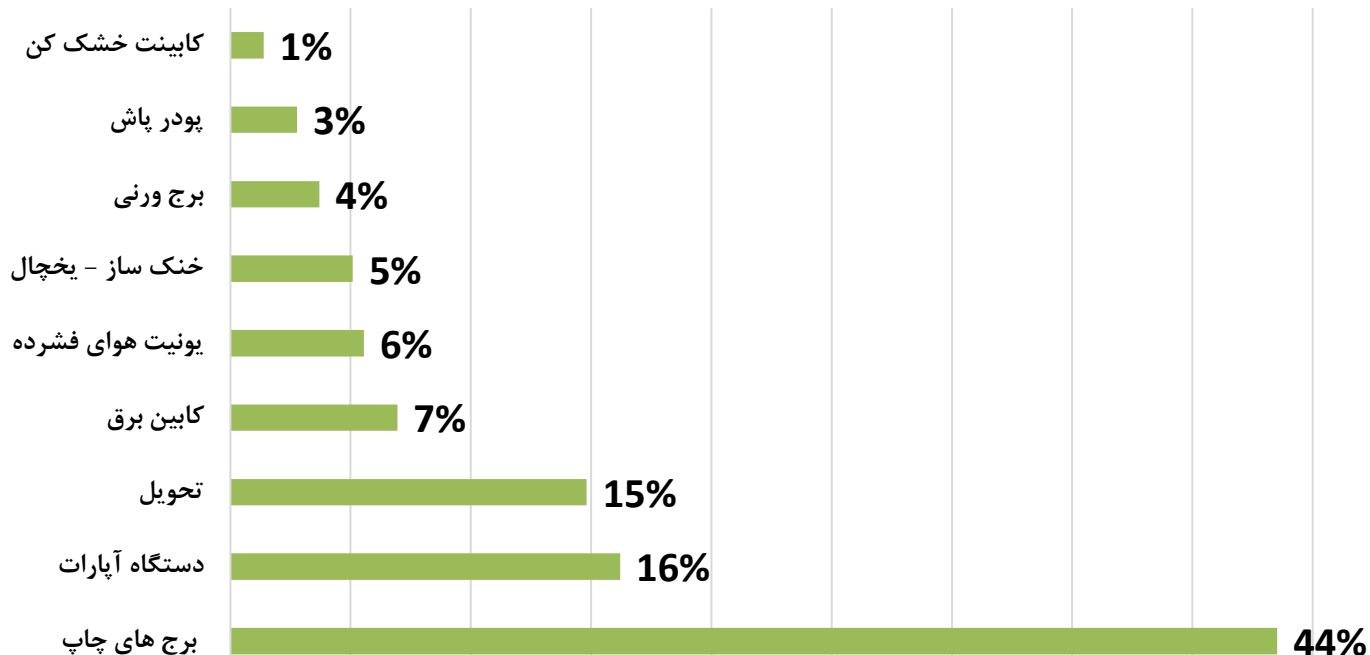
رتبه	نام زیر تجهیز
۱	برج های چاپ
۲	تحویل
۳	دستگاه آپارات
۴	یونیت هوای فشرده
۵	پودر پاش
۶	یخچال
۷	کابین برق
۸	برج ورنی
۹	کابینت خشک کن

www.ipamc.org



رتبه بندی زیر تجهیزات بر اساس تعداد شکست

تعداد شکست ها بر حسب درصد

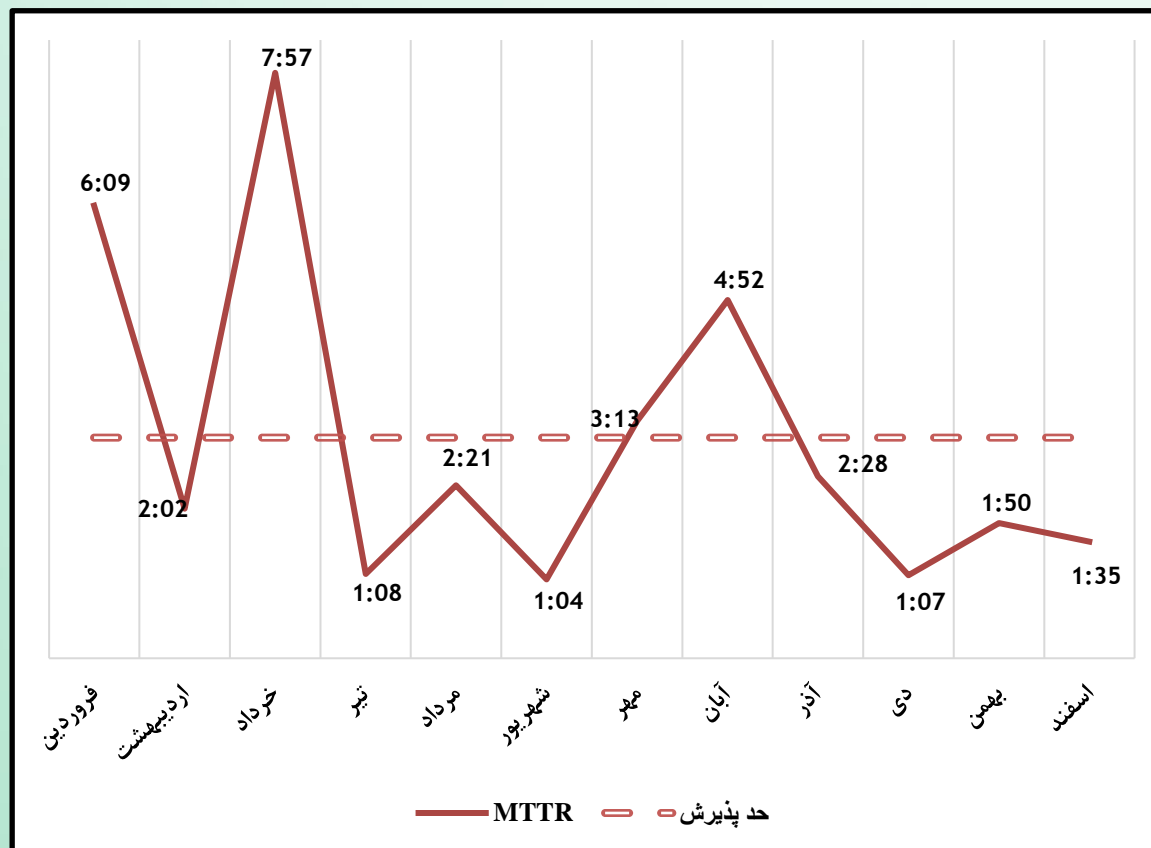


رتبه	نام زیر تجهیز
1	برج های چاپ
2	دستگاه آپارات
3	تحویل
4	کابین برق
5	یونیت هوای فشرده
6	یخچال
7	برج ورنی
8	پودر پاش
9	کابینت خشک کن

www.ipamc.org



بررسی شاخص MTTR

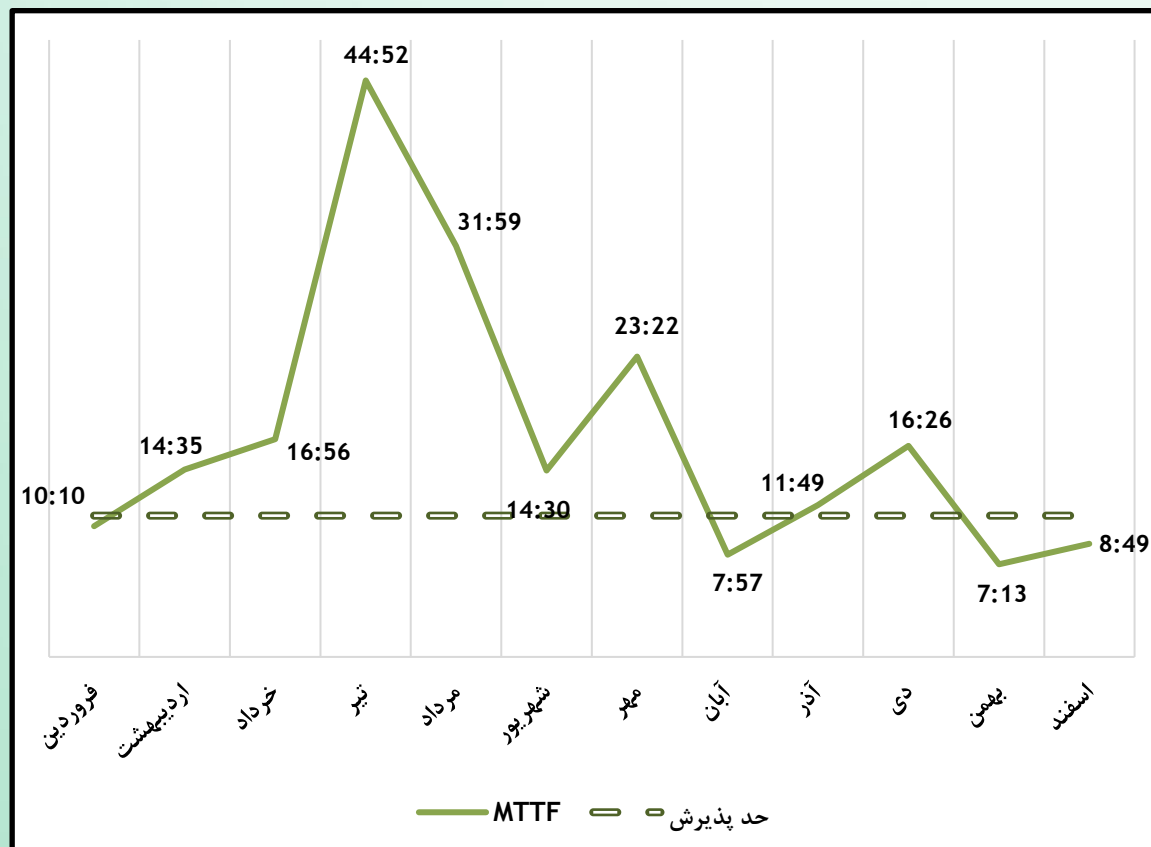


ماه	EM	تعداد شکست	MTTR
فروردین	67:40	11	6:09
اردیبهشت	28:30	14	2:02
خرداد	127:17	16	7:57
تیر	4:35	4	1:08
مرداد	18:48	8	2:21
شهریور	21:25	20	1:04
مهر	32:15	10	3:13
آبان	121:45	25	4:52
آذر	59:20	24	2:28
دی	22:35	20	1:07
بهمن	73:35	40	1:50
اسفند	38:05	24	1:35

www.ipamc.org



بررسی شاخص MTTF

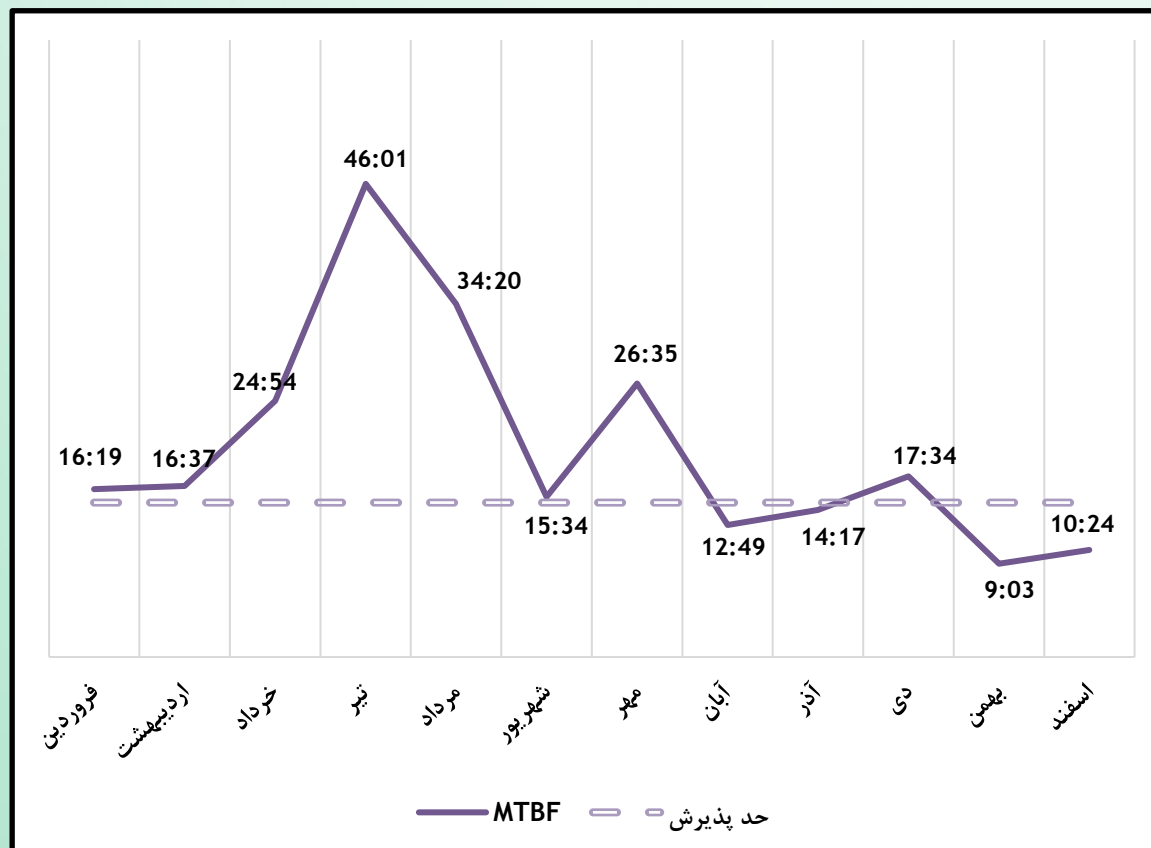


ماه	Run time	تعداد شکست	MTTF
فروردین	111:56	11	10:10
اردیبهشت	204:15	14	14:35
خرداد	271:11	16	16:56
تیر	179:29	4	44:52
مرداد	255:58	8	31:59
شهریور	290:11	20	14:30
مهر	233:41	10	23:22
آبان	199:02	25	7:57
آذر	283:39	24	11:49
دی	328:45	20	16:26
بهمن	288:45	40	7:13
اسفند	211:43	24	8:49

www.ipamc.org



بررسی شاخص MTBF

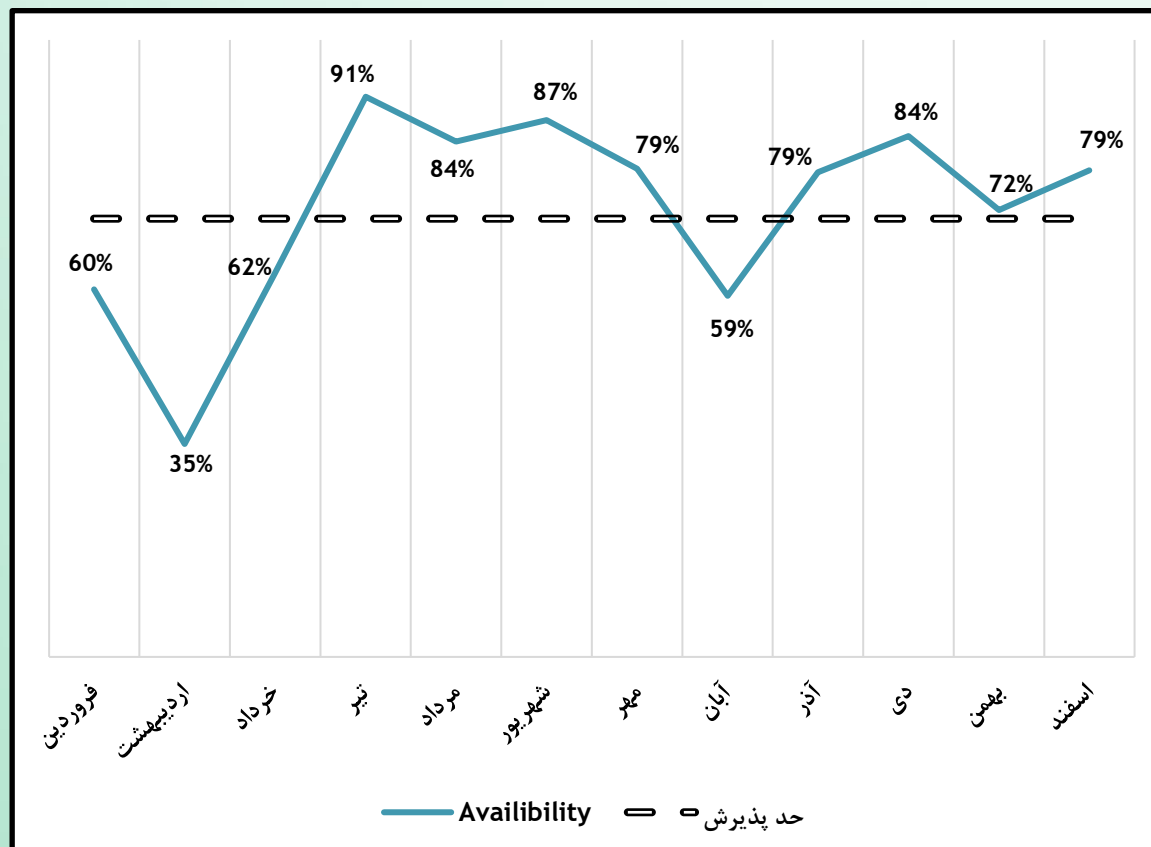


ماه	MTBF	MTTF	MTTR
فروردین	16:19	10:10	6:09
اردیبهشت	16:37	14:35	2:02
خرداد	24:54	16:56	7:57
تیر	46:01	44:52	1:08
مرداد	34:20	31:59	2:21
شهریور	15:34	14:30	1:04
مهر	26:35	23:22	3:13
آبان	12:49	7:57	4:52
آذر	14:17	11:49	2:28
دی	17:34	16:26	1:07
بهمن	9:03	7:13	1:50
اسفند	10:24	8:49	1:35

www.ipamc.org



بررسی شاخص Availability



Availability	Run time	CM	PM	EM	ماه
60%	111:56	0:00	8:20	67:40	فروردین
35%	204:15	0:00	359:00	28:30	اردیبهشت
62%	271:11	0:00	37:10	127:17	خرداد
91%	179:29	0:00	13:40	4:35	تیر
84%	255:58	17:30	14:15	18:48	مرداد
87%	290:11	0:00	22:00	21:25	شهریور
79%	233:41	5:00	24:30	32:15	مهر
59%	199:02	3:55	15:30	121:45	آبان
79%	283:39	10:20	7:50	59:20	آذر
84%	328:45	0:00	38:10	22:35	دی
72%	288:45	2:25	33:55	73:35	بهمن
79%	211:43	0:00	18:40	38:05	اسفند

www.ipamc.org



رتبه بندی بر اساس شاخص های نگهداری و تعمیرات

رتبه بندی

Availability

نام زیر تجهیز	رتبه بندی
برج های چاپ	1
تحویل	2
پودر پاش	3
دستگاه آپارات	4
یونیت هوای فشرده	5
یخچال	6
کابینت خشک کن	7
برج ورنی	8
کابین برق	9

رتبه بندی MTBF

نام زیر تجهیز	رتبه بندی
تحویل	1
برج های چاپ	2
دستگاه آپارات	3
کابین برق	4
یونیت هوای فشرده	5
یخچال	6
پودر پاش	7
برج ورنی	8
کابینت خشک کن	9

رتبه بندی MTTF

نام زیر تجهیز	رتبه بندی
برج های چاپ	1
تحویل	2
دستگاه آپارات	3
کابین برق	4
پودر پاش	5
یونیت هوای فشرده	6
یخچال	7
برج ورنی	8
کابینت خشک کن	9

رتبه بندی MTTR

نام زیر تجهیز	رتبه بندی
برج های چاپ	1
تحویل	2
پودر پاش	3
دستگاه آپارات	4
یونیت هوای فشرده	5
یخچال	6
کابینت خشک کن	7
برج ورنی	8
کابین برق	9

www.ipamc.org



مدیریت هزینه های نگهداری و تعمیرات در سال ۱۳۹۶

۱- هزینه های نگهداری و تعمیرات قطعات یدکی و خدمات

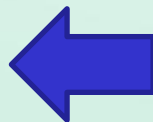
۲- هزینه های نگهداری و تعمیرات پرسنل اجرایی

www.ipamc.org



۱- هزینه های نگهداری و تعمیرات قطعات یدکی و خدمات

هزینه قطعات و خدمات	زیر تجهیز
۱۴۰,۲۲۶,۰۰۰	برج های چاپ
۶۲,۹۹۰,۰۰۰	برج ورنی
۳۰,۰۰۰,۰۰۰	کابین برق
۱۶,۳۸۰,۰۰۰	یونیت هوای فشرده
۱۶,۲۸۰,۰۰۰	دستگاه آپارات
۱۵,۰۰۰,۰۰۰	کابینت خشک کن
۱۳,۸۹۰,۰۰۰	تحویل
۱۳,۲۲۰,۰۰۰	یخچال



هزینه خدمات	زیر تجهیز
۴۹,۳۷۶,۰۰۰	برج های چاپ
۹,۶۳۰,۰۰۰	دستگاه آپارات
۱,۲۹۰,۰۰۰	برج ورنی

هزینه قطعات	زیر تجهیز
۹۰,۸۵۰,۰۰۰	برج های چاپ
۶۱,۷۰۰,۰۰۰	برج ورنی
۳۰,۰۰۰,۰۰۰	کابین برق
۱۶,۳۸۰,۰۰۰	یونیت هوای فشرده
۱۵,۰۰۰,۰۰۰	کابینت خشک کن
۱۳,۸۹۰,۰۰۰	تحویل
۱۳,۲۲۰,۰۰۰	یخچال
۶,۶۵۰,۰۰۰	دستگاه آپارات

www.ipamc.org



۲- هزینه های نگهداری و تعمیرات پرسنل اجرایی

هزینه پرسنلی	میانگین هزینه نفر ساعت	نفر ساعت	زیر تجهیز
۱۰,۸۶۹,۱۲۰	۱۰,۲۰۰	۱۰۶۵:۳۶	برج های چاپ
۱,۶۲۳,۵۳۴	۱۰,۲۰۰	۱۵۹:۱۰	تحویل
۱,۴۴۴,۱۱۶	۱۰,۲۰۰	۱۴۱:۳۵	دستگاه آپارات
۱,۰۴۷,۲۳۴	۱۰,۲۰۰	۱۰۲:۴۰	یخچال
۴۳۰,۶۴۴	۱۰,۲۰۰	۴۲:۱۳	برج ورنی
۳۷۱,۴۸۴	۱۰,۲۰۰	۳۶:۲۵	پودر پاش
۳۵۷,۰۰۰	۱۰,۲۰۰	۳۵:۰۰	کابینت خشک کن
۲۵۷,۵۵۰	۱۰,۲۰۰	۲۵:۱۵	یونیت هوای فشرده
۱۷۳,۴۰۰	۱۰,۲۰۰	۱۷:۰۰	کابین برق

www.ipamc.org



مجموع هزینه های نگهداری و تعمیرات

هزینه ها	هزینه پرسنلی	هزینه خدمات	هزینه قطعات	زیر تجهیز
۱۵۱,۰۹۵,۱۲۰	۱۰۸۶۹۱۲۰	۴۹,۳۷۶,۰۰۰	۹۰,۸۵۰,۰۰۰	برج های چاپ
۶۳,۴۲۰,۶۴۴	۴۳۰,۶۴۴	۱,۲۹۰,۰۰۰	۶۱,۷۰۰,۰۰۰	برج ورنی
۳۰,۱۷۳,۴۰۰	۱۷۳,۴۰۰	۰	۳۰,۰۰۰,۰۰۰	کابین برق
۱۷,۷۲۴,۱۱۶	۱,۴۴۴,۱۱۶	۹,۶۳۰,۰۰۰	۶,۶۵۰,۰۰۰	دستگاه آپارات
۱۶,۶۳۷,۵۵۰	۲۵۷,۵۵۰	۰	۱۶,۳۸۰,۰۰۰	یونیت هوای فشرده
۱۵,۵۱۳,۵۳۴	۱,۶۲۳,۵۳۴	۰	۱۳,۸۹۰,۰۰۰	تحویل
۱۵,۳۵۷,۰۰۰	۳۵۷,۰۰۰	۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	کابینت خشک کن
۱۴,۲۶۷,۲۳۴	۱,۰۴۷,۲۳۴	۰	۱۳,۲۲۰,۰۰۰	یخچال
۳۷۱,۴۸۴	۳۷۱,۴۸۴	۰	۰	پودر پاش
۳۲۴,۵۶۰,۰۸۲	۱۶۵۷۴۰۸۲	۶۰۲۹۶۰۰۰	۲۴۷۶۹۰۰۰۰	جمع کل

www.ipamc.org

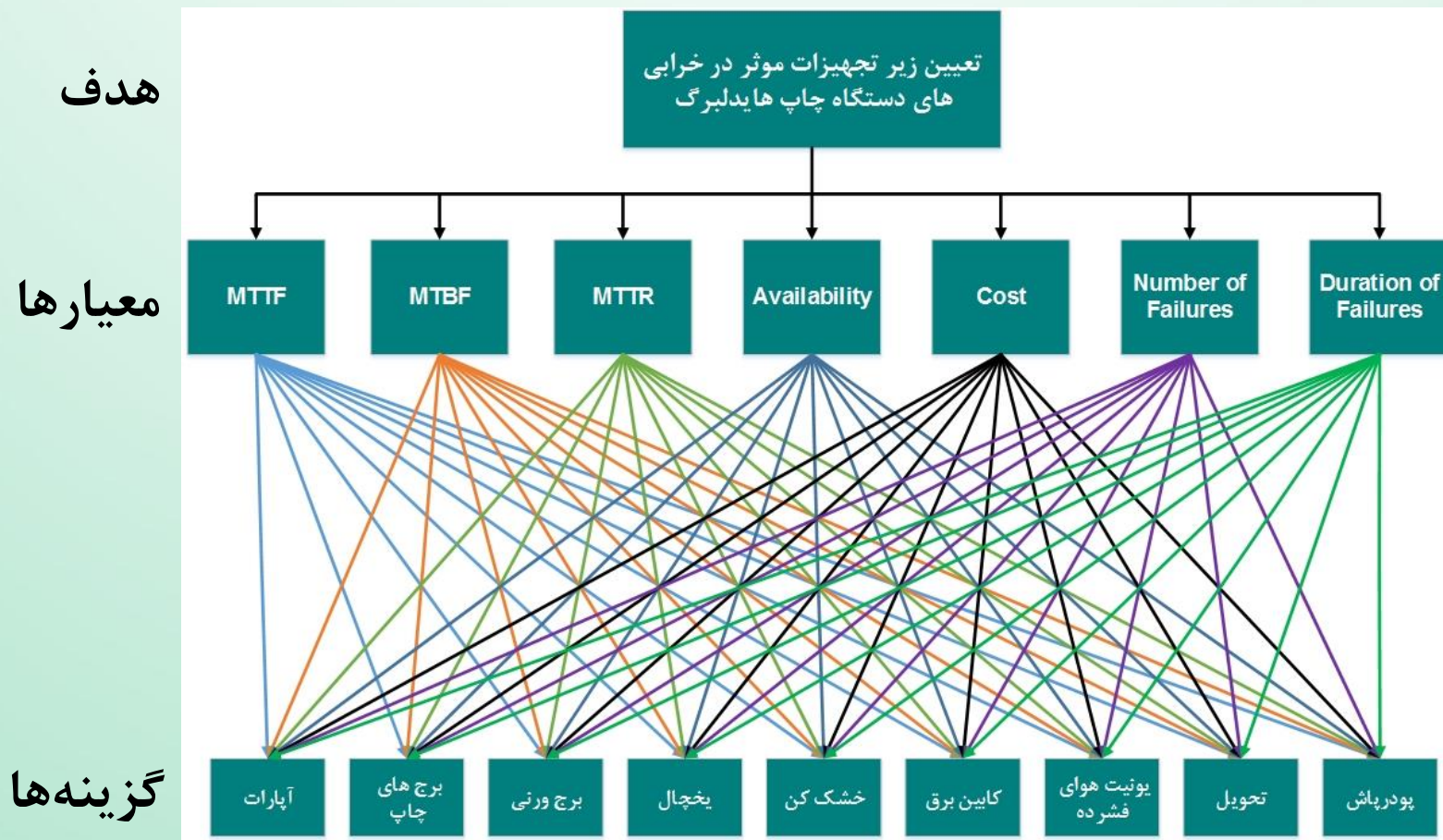
روش تحلیل سلسله مراتبی AHP

این تکنیک ارزیابی برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح گردید. این تکنیک بر اساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده است و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و برنامه‌ریزان می‌دهد. روش ارزیابی چند معیاره AHP با در نظر گرفتن اثر همزمان کلیه معیارهای دخیل و مقایسه امتیازات آنها، به اولویت بندی گزینه‌ها پرداخته و با به کارگیری روابط معرفی شده گزینه مطلوب را تعیین می‌نماید.

در این تکنیک ابتدا ساختار سلسله مراتبی مسئله ساخته می‌شود و سپس با مقایسه زوجی بین معیارها و شاخص‌های مورد مطالعه، وزن نسبی هر یک از آن شاخص‌ها تعیین می‌گردد و سپس با توجه به وزن‌های بدست آمده ارزش هر یک از نمونه‌های مورد مطالعه محاسبه می‌گردد.



نمودار ساختار سلسه مراتبی



www.ipamc.org



ارجحیت معیارها با نگاه سازمانی:

ارجحیت	معیار
7	Availability
6	Cost
5	MTTF
4	MTBF
3	MTTR
2	Number of failure
1	Duration of failure

پس از نظر خواهی از مجموعه نگهداری و تعمیرات شرکت ترام چاپ با در نظر گرفتن استراتژی های سازمانی شرکت، ارجحیت معیارها با اولویت های رو به رو به دست آمده است، اعداد از بالا به پایین نشان دهنده اهمیت بیشتر معیارها می باشد:



ماتریس نسبت ارجحیت معیارها

	Cost	Availability	MTBF	MTTF	MTTR	Number of failure	Duration of failure
Cost	1.00	0.86	1.50	1.20	2.00	6.00	3.00
Availability	1.17	1.00	1.75	1.40	2.33	7.00	3.50
MTBF	0.67	0.57	1.00	0.80	1.33	4.00	2.00
MTTF	0.83	0.71	1.25	1.00	1.67	5.00	2.50
MTTR	0.50	0.43	0.75	0.60	1.00	3.00	1.50
Number of failure	0.17	0.14	0.25	0.20	0.33	1.00	0.50
Duration of failure	0.33	0.29	0.50	0.40	0.67	2.00	1.00
	4.67	4.00	7.00	5.60	9.33	28.00	14.00

www.ipamc.org



ماتریس احتساب وزن معیارها

	Cost	Availability	MTBF	MTTF	MTTR	Number of failure	Duration of failure	Weight
Cost	0.214	0.214	0.214	0.214	0.214	0.214	0.214	0.214
Availability	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
MTBF	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
MTTF	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179
MTTR	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107
Number of failure	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
Duration of failure	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071

www.ipamc.org



ماتریس نسبت گزینه ها بر حسب معیار Availability

Availability	برج های چاپ	برج ورنی	تحویل	آپارات	یخچال	خشک کن	کابین برق	یونیت هوای فشرده	پودر پاش
برج های چاپ	1.000	4.500	1.125	1.500	2.250	3.000	9.000	1.800	1.286
برج ورنی	0.222	1.000	0.250	0.333	0.500	0.667	2.000	0.400	0.286
تحویل	0.889	4.000	1.000	1.333	2.000	2.667	8.000	1.600	1.143
آپارات	0.667	3.000	0.750	1.000	1.500	2.000	6.000	1.200	0.857
یخچال	0.444	2.000	0.500	0.667	1.000	1.333	4.000	0.800	0.571
خشک کن	0.333	1.500	0.375	0.500	0.750	1.000	3.000	0.600	0.429
کابین برق	0.111	0.500	0.125	0.167	0.250	0.333	1.000	0.200	0.143
یونیت هوای فشرده	0.556	2.500	0.625	0.833	1.250	1.667	5.000	1.000	0.714
پودر پاش	0.778	3.500	0.875	1.167	1.750	2.333	7.000	1.400	1.000
	5.000	22.500	5.625	7.500	11.250	15.000	45.000	9.000	6.429

www.ipamc.org



ماتریس وزن گزینه ها

بر حسب معیار Availability

Availability	برج های چاپ	برج ورنی	تحویل	آپارات	یخچال	خشک کن	کابین برق	یونیت هوای فشرده	پودر پاش	Weight
برج های چاپ	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
برج ورنی	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
تحویل	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178
آپارات	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
یخچال	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
خشک کن	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
کابین برق	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
یونیت هوای فشرده	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
پودر پاش	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156

www.ipamc.org



ماتریس نسبت گزینه ها بر اساس معیارها

Weight	Cost	Availability	MTBF	MTTF	MTTR	Number of failure	Duration of failure
برج های چاپ	0.466	0.200	0.178	0.200	0.200	0.200	0.200
برج ورنی	0.195	0.044	0.044	0.044	0.044	0.067	0.044
تحویل	0.048	0.178	0.200	0.178	0.178	0.156	0.178
آپارات	0.055	0.133	0.156	0.156	0.133	0.178	0.156
یخچال	0.044	0.089	0.089	0.067	0.089	0.089	0.089
خشک کن	0.047	0.067	0.022	0.022	0.067	0.022	0.022
کابین برق	0.093	0.022	0.133	0.133	0.022	0.133	0.067
یونیت هوای فشرده	0.051	0.111	0.111	0.089	0.111	0.111	0.133
پودر پاش	0.001	0.156	0.067	0.111	0.156	0.044	0.111
	Cost	Availability	MTBF	MTTF	MTTR	Number of failure	Duration of failure
Weight	0.214	0.250	0.143	0.179	0.107	0.036	0.071

www.ipamc.org



ماتریس وزن گزینه ها بر اساس معیارها

	Cost	Availability	MTBF	MTTF	MTTR	Number of failure	Duration of failure	Weight
برج های چاپ	0.100	0.050	0.025	0.036	0.021	0.007	0.014	0.254
برج ورنی	0.042	0.011	0.006	0.008	0.005	0.002	0.003	0.078
تحویل	0.010	0.044	0.029	0.032	0.019	0.006	0.013	0.152
آپارات	0.012	0.033	0.022	0.028	0.014	0.006	0.011	0.127
یخچال	0.009	0.022	0.013	0.012	0.010	0.003	0.006	0.075
خشک کن	0.010	0.017	0.003	0.004	0.007	0.001	0.002	0.043
کابین برق	0.020	0.006	0.019	0.024	0.002	0.005	0.005	0.080
یونیت هوای فشرده	0.011	0.028	0.016	0.016	0.012	0.004	0.010	0.096
پودر پاش	0.000	0.039	0.010	0.020	0.017	0.002	0.008	0.095
								1.000

www.ipamc.org



وزن نهایی گزینه ها

رتبه بندی	وزن	زیر تجهیز
1	0.254	برج های چاپ
2	0.152	تحويل
3	0.127	آپارات
4	0.096	یونیت هوای فشرده
5	0.095	پودر پاش
6	0.080	کابین برق
7	0.078	برج ورنی
8	0.075	یخچال
9	0.043	خشک کن

www.ipamc.org



نتیجه گیری

با تحلیل جامع شکست های تجهیزات با در نظر گرفتن جوانب مختلف از طریق شاخص های متنوع نگهداری و تعمیرات در لایه استراتژی که زیر ساخت هرم تعالی سیستم دارایی های فیزیکی می باشد می توان به نتایج ملموس رسید و با طراحی استراتژی های مناسب به هدف ایده آل نگهداری و تعمیرات که رسیدن به خرابی صفر است روز به روز نزدیک و نزدیک تر شد.