**به نام خدا**

**محسن حسینی، 98104071**

**فاز دو پروژه تحقیق درعملیات دو**

[1. مدلسازی مسئله 2](#_Toc126450380)

[1.1. اندیس‌ها 2](#_Toc126450381)

[1.2. متغیرهای تصمیم 2](#_Toc126450382)

[1.3. متغیرهای حالت 2](#_Toc126450383)

[1.4. محدودیت‌ها 3](#_Toc126450384)

[1.4.1. محدودیت تعداد کارگران در هر سال 3](#_Toc126450385)

[1.4.2. محدودیت متغیرهای حالت 3](#_Toc126450386)

[1.4.3. محدودیت‌های استخدام 4](#_Toc126450387)

[1.4.4. محدودیت‌های تعلیق 4](#_Toc126450388)

[1.4.5. محدودیت‌های آموزش 4](#_Toc126450389)

[1.4.6. محدودیت‌های تنزیل 4](#_Toc126450390)

[1.5. تابع هدف 4](#_Toc126450391)

[1.5.1. تابع هدف خواستۀ یک 4](#_Toc126450392)

[1.5.3. تابع هدف خواستۀ دو 5](#_Toc126450393)

[2. نتایج مدل 6](#_Toc126450394)

[2.1. بخش یک 6](#_Toc126450395)

[2.2. بخش دو 7](#_Toc126450396)

[3. مقایسه نتایج دو حالت 8](#_Toc126450397)

[4. توضیحات کد و فایل اکسل 9](#_Toc126450398)

# 1. مدلسازی مسئله

برای مدلسازی مسئله، با توجه به تفاوت بهره‌وری کارگان پاره‌وقت و تمام‌وقت، آنها را به شکل دو موجودیت مستقل تعریف می‌کنیم. همچنین متغیرهای تصمیم مسئله مربوط به استخدام کارگر تمام وقت یا پاره وقت، اخراج، استخدام بیش از حد، آموزش و تنزیل نیروها می‌باشد.

## 1.1. اندیس‌ها

هر کدام از موارد اشاره‌شده در قسمت قبل، برای کارگران کم‌مهارت، نیمه‌ماهر و ماهر در هر سال تعریف می‌شود. بنابراین اندیس‌های مسئله به صورت زیر تعریف می‌شوند:

## 1.2. متغیرهای تصمیم

متغیرهای اصمیم مسئله را با توجه اندیس‌ها به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

## 1.3. متغیرهای حالت

برای مسئله می‌توان یکسری متغیرهای حالت در نظر گرفت. ایم متغیرها صرفا مدلسازی را ساده‌تر کرده و امکان تحلیل نتایج را آسان‌تر می‌کند.

## 1.4. محدودیت‌ها

### 1.4.1. محدودیت تعداد کارگران در هر سال

### 1.4.2. محدودیت متغیرهای حالت

در هر یک از متغیرهای حالت، این را داریم که مقدار آنها برابر است با مقدار متغیر در سال قبل، به علاوۀ میزان استخدام در سال قبل که منجر به اضافه شدن تعداد در این سال می‌شود، منهای افرادی که تعلیق می‌شوند، منهای افرادی که شرکت را ترک‌ می‌کنند، به علاوۀ افرادی که تنزیل داده شده‌اند و به سطح آن متغیر رسیده‌اند، منهای افرادی که به خاطر تنزیل شرکت را ترک می‌کنند، منهای افرادی که در آن سطح آموزش دیده و وارد سطح بالاتر می‌شوند.

در نظر گرفته می‌شود که ترک شرکت به دو شکل انجام می‌شود. مورد اول برای کارگران جدید است که روی کارگران استخدامی مرحلۀ قبل اعمال می‌شود. مورد دوم برای کارگران قدیمی است که همان کارگران مرحلۀ قبل هستند.

### 1.4.3. محدودیت‌های استخدام

### 1.4.4. محدودیت‌های تعلیق

### 1.4.5. محدودیت‌های آموزش

محدودیت چهارم به این دلیل مطرح می‌شود که امکان آموزش افراد در دو مرحله نیز در یک دوره وجود دارد.

### 1.4.6. محدودیت‌های تنزیل

## 1.5. تابع هدف

### 1.5.1. تابع هدف خواستۀ یک

برای کمینه کردن تعداد کارگران تعلیق، مجموع آنها که به شکل متغیر تصمیم تعریف شده باید کمینه شود.

### 1.5.3. تابع هدف خواستۀ دو

برای کمینه کردن هزینه‌ها، از چهار متغیر کمکی استفاده می‌شود. این چهار متغیر به ترتیب مربوط به هزینۀ آموزش، هزینۀ تعلیق، هزینۀ استخدام بیش از حد و هزینۀ گماشت پاره‌وقت است.

با استفاده از این چهار متغیر، تابع هدف به شکل زیر خواهد بود.

# 2. نتایج مدل

## 2.1. بخش یک

|  |
| --- |
| Unskilled |
| year\variable | **W** | **H** | **P** | **L** | **O** | **Train(lm)** | **D(hl)** | **D(ml)** | **Churn New** | **Churn Old** |
| 0 | 2000.00 | 0 | 0 | 626 | 0.00 | 199 | 0 | 50 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1000.00 | 0 | 0 | 180 | 0.00 | 200 | 0 | 0 | 0.00 | 200.00 |
| 2 | 520.00 | 0 | 40 | 243 | 0.00 | 200 | 0 | 0 | 0.00 | 100.00 |
| 3 | 25.00 | 0 | 50 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 52.00 |
| SemiSkilled |
| year\variable | **W** | **H** | **P** | **L** | **O** | **Train(mh)** | **Train(lm)** | **D(ml)** | **D(hm)** | **Churn New** | **Churn Old** |
| 0 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 250 | 199 | 50 | 200 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1424 | 534 | 48 | 0 | 150.00 | 100 | 200 | 0 | 0 | 0.00 | 75.00 |
| 2 | 2000 | 500 | 0 | 0 | 0.00 | 1 | 200 | 0 | 2 | 136.80 | 71.20 |
| 3 | 2500 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100.00 | 100.00 |
| Skilled |
| year\variable | **W** | **H** | **P** | **L** | **O** | **Train(mh)** | **D(hm)** | **D(hl)** | **Churn New** | **Churn Old** |
| 0 | 1000 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 250 | 200 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1000 | 500.00 | 0 | 0 | 0.00 | 100 | 0 | 0 | 0.00 | 50.00 |
| 2 | 1500 | 500.00 | 0 | 0 | 140.00 | 1 | 2 | 0 | 50.00 | 50.00 |
| 3 | 2000 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 64.00 | 75.00 |

در این بخش تابع مطلوبیت به شکل کمینه کردن میزان تعلیق قرار داده می‌شود و مدل حل می‌شود. نتایج مدل در این صورت به شکل زیر است.

همچنین داده‌های مربوط به هزینه به صورت زیر خواهد بود.

|  |  |
| --- | --- |
| Training Cost | 415100 |
| Parttime Cost | 64200 |
| Layoff Cost | 209800 |
| Overhire Cost | 720000 |
| Total Cost | 1409100 |

## 2.2. بخش دو

در این بخش، تابع هدف به شکل کم کردن هزینه‌ها خواهد بود. نتایج مدل در این صورت، به شکل زیر است:

|  |
| --- |
| Unskilled |
| year\variable | **W** | **H** | **P** | **L** | **O** | **Train(lm)** | **D(hl)** | **D(ml)** | **Churn New** | **Churn Old** |
| 0 | 2000.00 | 0 | 0 | 814 | 0.00 | 0 | 2 | 26 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1000.00 | 0 | 0 | 270 | 0.00 | 130 | 0 | 0 | 0.00 | 200.00 |
| 2 | 500.00 | 0 | 0 | 365 | 0.00 | 85 | 0 | 0 | 0.00 | 100.00 |
| 3 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 50.00 |
| SemiSkilled |
| year\variable | **W** | **H** | **P** | **L** | **O** | **Train(mh)** | **Train(lm)** | **D(ml)** | **D(hm)** | **Churn New** | **Churn Old** |
| 0 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 26 | 2.000000166 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1400 | 800 | 0 | 0 | 0.00 | 100 | 130 | 0 | 0 | 0.00 | 75.00 |
| 2 | 2000 | 800 | 0 | 0 | 0.00 | 125 | 85 | 0 | 0 | 160.00 | 70.00 |
| 3 | 2500 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 160.00 | 100.00 |
| Skilled |
| year\variable | **W** | **H** | **P** | **L** | **O** | **Train(mh)** | **D(hm)** | **D(hl)** | **Churn New** | **Churn Old** |
| 0 | 1000 | 60.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 2 | 2 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1000 | 500.00 | 0 | 0 | 0.00 | 100 | 0 | 0 | 6.00 | 50.00 |
| 2 | 1500 | 500.00 | 0 | 0 | 0.00 | 125 | 0 | 0 | 50.00 | 50.00 |
| 3 | 2000 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 50.00 | 75.00 |

داده مربوط به هزینه در این حالت به شکل زیر خواهد بود.

|  |  |
| --- | --- |
| Training Cost | 198500 |
| Parttime Cost | 0 |
| Layoff Cost | 289800 |
| Overhire Cost | 0 |
| Total Cost | 488300 |

# 3. مقایسه نتایج دو حالت

سوالی که مطرح می‌شود این است که تغییر دادن تابع هدف، چه تاثیری روی متغیرهای تصمیم دارد. برای بررسی این موضوع، برخی متغیرهای اصلی مسئله در دو حالت محاسبه می‌شوند.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Metric\Model** | **1** | **2** |
| Total hire unskilled | 0 | 0 |
| Total hire semi-skilled | 1034 | 1600 |
| Total hire skilled | 1000.00 | 1060.00 |
| Total hire | 2034 | 2660 |
| Total overhire unskilled | 0.00 | 0.00 |
| Total overhire semi-skilled | 150.00 | 0.00 |
| Total overhire skilled | 140.00 | 0.00 |
| Total overhire | 290.00 | 0.00 |
| Total layoff unskilled | 1049.00 | 1449.00 |
| Total layoff semi-skilled | 0.00 | 0.00 |
| Total layoff skilled | 0.00 | 0.00 |
| Total layoff | 1049.00 | 1449.00 |
| Total Parttime assign | 138 | 0 |
| Total train from unskilled to semi-skilled | 599.00 | 215.00 |
| Total train from semi-skilled to skilled | 351.00 | 225.00 |
| Total train | 950.00 | 440.00 |
| Total demote from skilled to semi-skilled | 202.00 | 2.00 |
| Total demote from skilled to unskilled | 0 | 2 |
| Total demote from semi-skilled to unskilled | 50 | 26.00000008 |
| Total demote | 252.00 | 30.00 |
| Total churn unskilled new | 0.00 | 0.00 |
| Total churn semi-skilled new | 202.00 | 2.00 |
| Total churn skilled new | 114.00 | 106.00 |
| Total churn new | 316.00 | 108.00 |
| Total churn unskilled old | 352.00 | 350.00 |
| Total churn semi-skilled old | 236.80 | 320.00 |
| Total churn skilled old | 175.00 | 175.00 |
| Total churn old | 763.80 | 845.00 |
| Total churn | 1079.80 | 953.00 |
| Training Cost | 415,100 | 198,500 |
| Parttime Cost | 64,200 | - |
| Layoff Cost | 209,800 | 289,800 |
| Overhire Cost | 720,000 | - |
| Total Cost | 1,409,100 | 488,300 |

مشاهده می‌شود در حالت کمینه کردن هزینه، میزان استخدام‌ها ئ تعلیق اضافه می‌شود و میزان استخدام‌های بیش از حد به صفر می‌رسد. همچنین میزان آموزش و تنزیل در این حالت کاهش می‌یابد. همچنین میزان خروجی طبیعی کارکنان در هر دو حالت حدودا برابر است.

به طور دقیق‌تر، حالت کمینه کردن هزینه هزینه‌ها را 65 درصد کاهش می‌یابد که این موضوع به همراه افزایش 38 درصد تعلیق‌ها است. به نوعی در حالت کمینه کردن هزینه، تمرکز بنگاه از سمت آموزش به سمت استخدام می‌رود طوری که استخدام بیش از حد که هزینۀ بالایی دارد وجود نداشته‌باشد.

# 4. توضیحات کد و فایل اکسل

مدل نوشته‌شده در این گزارش، به صورت کد گمز پیاده‌سازی شده‌است. مدل برای دادن خروجی، از روش برنامه‌ریزی عددصحیح استفاده می‌کند چون متغیرها عددصحیح هستند. همچنین کد به طوری نوشته‌شده که می‌توان به سادگی بین دو نوع تابع هدف با تغییر دادن خط 265 جابه‌جا شد.

خروجی تمام متغیرها در صفحۀ نتایج اکسل ریخته می‌شوند. سپس این مقادیر در صفحۀ نتایج تحلیلی مرتب می‌شوند. به نوعی با هر بار اجرا شدن مدل، دو صفحۀ نتایج و نتایج تحلیلی در فایل اکسل بروزرسانی می‌شوند. دو صفحۀ نتایج بخش یک و دو، یک نمونه از نتایج مدل برای هر یک از تابع هدف‌ها است. سپس در صفحۀ مقایسۀ دو مدل از این دو صفحه استفاده شده و شاخص‌های مختلف در هر یک از آنها محاسبه می‌شود.