



## بررسی عوامل تأثیر گذار بر عملکرد و توانایی برنامه های زمانبندی و کنترل پروژه ی فعالیت های عمرانی و پیشنهاد متدلوژی تعیین توابع مادر

فرزاد پیاده<sup>۱</sup>، رضا حافظ نظامی<sup>۲</sup>، احسان حافظ نظامی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، گرایش محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیر کبیر،

farzadpe40599@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

Reza\_hn1369@yahoo.com

<sup>۳</sup> مسئول دفتر فنی مرکزی و مدیر پروژه فعالیت های شرکت مرو زیست

Ehsanhafeznezami@yahoo.com

### چکیده

امروزه تعریف و انجام پروژه های عمرانی در سطح کلان یکی از مهمترین فعالیت ها در سطوح مختلف به حساب می آید. به همین منظور مدیریت جامع، صحیح و علمی این پروژه ها می تواند در هزینه کرد، زمان و پاسخگویی مناسب به تقاضا موثر واقع گردد. در این بین، تهیه برنامه های زمانبندی و کنترل پروژه یکی از مهمترین بخش ها در مدیریت فعالیت ها محسوب می شود. در صورتیکه این برنامه ها با دید مهندسی کافی و جامعیت کاربردی تهیه و به صورت کارآمد در فرآیند ساخت استفاده شوند، می توانند با بهره گیری درست از منابع، نتایج مشخص و مورد انتظاری را با هزینه توافق شده قبلی، در موعد درست خود تحویل دهند. در این مقاله با بررسی برنامه های زمان بندی و کنترل پروژه نوشته شده برای ده فعالیت عمرانی که در زمان و مکان های مختلفی اجرا شده اند، عوامل موثر بر کیفیت کارایی، پیشبرد زمانی و هزینه اجرایی این برنامه ها بر مبنای استاندارد PMBOK شناسایی و معرفی می گردند. در ادامه با بررسی این عوامل، پارامترهای تأثیر گذار مشخص و نحوه اثر گذاری آنها تحت عنوان توابع مادر معرفی می گردند. در ادامه رفتار توابع در قیاس داده ها با رویکرد سود دهی و تاخیر مورد آزمون قرار گرفته و صحت آن سنجیده می شود.

**واژه های کلیدی:** برنامه زمانبندی و کنترل پروژه، کارایی، تاخیر و سود، عوامل و پارامترهای تأثیر گذار، تابع مادر.

## ۱- مقدمه

آرمانها و اهداف تعیین شده حکومت در سطح برنامه ریزی بلندمدت، برنامه نامیده می شود که دارای اهداف کیفی و در یک فاصله زمانی معمولاً بین ده تا بیست و پنج سال می باشند. پس از اینکه برنامه ها در سطح برنامه ریزی بلندمدت مشخص گردیدند، هر برنامه در سطح برنامه ریزی میان مدت به مجموعه ای از طرحها یا برنامه های اجرایی تفکیک می شود که شامل مجموعه ای از تصمیمات مقطعی یا اجرایی هستند که ظرف پنج تا ده سال آینده باید اجرا و به نتایج مورد نظر برسند. هر طرح در سطح برنامه ریزی کوتاه مدت توسط سطوح مدیریت میانی نظام اجرایی کشور به مجموعه کارها و عملیاتی که آن را پروژه می نامند، تبدیل و تقسیم می شود [۱].

یک پروژه مجموعه ای از فعالیتهاست که برای دستیابی به منظور یا هدف خاصی انجام می گیرد. پروژهها شامل فعالیتهایی هستند که باید در تاریخهای معین، با هزینه هایی معین و کیفیت تعیین شده ای به انجام رسند، لازمه موفقیت هر پروژه، دستیابی توأم به هر سه عامل زمان، هزینه و کیفیت معین است و خارج شدن هر یک از سه عامل مذکور از حدود تعیین شده، می تواند به انجام پروژه ای ناموفق و غیراقتصادی منجر شود.

مدیریت پروژه بکارگیری دانش، مهارت، ابزار و تکنیکهای لازم در اداره جریان اجرای فعالیتها، به منظور رفع نیازها و انتظارات متولیان از اجرای پروژه است. مدیریت پروژه در اجرای این مهم از دو بازوی قدرتمند برنامه ریزی و کنترل پروژه بهره می گیرد. فرآیند برنامه ریزی، تعیین توالی و توازی فعالیتها لازم برای اجرای یک پروژه با در نظر گرفتن زمان مورد نیاز برای اجرای هر فعالیت و کیفیت تعیین شده برای آن فعالیت است. کنترل پروژه فرایندی است در جهت حفظ مسیر پروژه برای دستیابی به یک تعادل اقتصادی موجه بین سه عامل هزینه، زمان و کیفیت در حین اجرای پروژه، که از ابزار و تکنیکهای خاص خود در انجام این مهم کمک می گیرد [۲]. در واقع کنترل، اجرای دقیق و کامل برنامه تدوین شده برای پروژه است، بگونه ای که هنگام خروج از برنامه بتوان با تشخیص علل و طرح اقتصادی ترین فعالیتها، پروژه را به نزدیک ترین حالت ممکن در مسیر اولیه و اصلی خود بازگرداند [۳].

## ۲- رویکردهای انجام پروژه

رویکرد یک پروژه را می توان بر اساس استاندارد PMBOK به پنج دسته تقسیم نمود [۴]. این پنج دسته عبارتند از:

### ۲-۱- فاز اول- آغاز پروژه

فاز آغازین پروژه، بر چگونگی پیدایش دید نسبت به پروژه و تعیین اهداف تاکید دارد [۵].

### ۲-۲- فاز دوم- برنامه ریزی

فاز برنامه ریزی پروژه شامل تعیین منابع لازم برای انجام پروژه، برنامه ریزی، زمانبندی و تهیه بودجه پروژه است. از فعالیت های مهم این فاز تبدیل اهداف به فعالیت های ملموس و تشکیل گروه های کاری برای انجام این فعالیتهاست. مراحل عمده این فاز عبارتند از [۶]:

- پالایش محدوده پروژه، به معنای برقراری تعادل بین سه عامل نتیجه (کیفیت)، زمان و منابع (هزینه)
- تهیه فهرست فعالیت هایی که برای دستیابی به اهداف پروژه لازم الاجرا می باشند.
- تعیین بهترین شکل توالی فعالیتها.
- تهیه یک برنامه و بودجه کارا جهت تخصیص منابع به فعالیتها.
- گرفتن تاییدیه های لازم برای برنامه پروژه

### ۲-۳- فاز سوم- اجرا

در این بخش، بر روی انجام درست کار توسط منابع تاکید می گردد .

### ۲-۴- فاز چهارم- هدایت و کنترل

فاز کنترل، مرحله ایست که در آن بر چگونگی انجام پروژه نظارت می شود. در واقع این فاز و فاز قبل همزمانی های دارند و کل فازهای دوم تا چهارم تشکیل یک چرخه می دهند [۶]. در این مرحله به اندازه گیری میزان دستیابی به اهداف تعیین شده پرداخته، فرمانهایی برای منطبق کردن مجدد اجرا بر برنامه و حذف مغایرت هایی که بر نتایج پروژه و زمان تحویل یا کیفیت آنها اثر دارد، صادر می شوند [۷]:

- نظارت بر اجرا و گزارش اختلافها با برنامه.
- اتخاذ تصمیمات اصلاحی برای منطبق کردن اجرا با برنامه.
- دریافت، ارزش‌گذاری و تصمیم درباره تغییرات پروژه که از سوی افراد مهم درگیر یا اعضای تیم پروژه پیشنهاد می‌شوند.
- برنامه‌ریزی مجدد پروژه در صورت نیاز.
- تطبیق سطوح منابع در صورت نیاز.
- اصلاح محدوده پروژه.
- بازگشت به برنامه برای تطبیق نتایج و اهداف و گرفتن تاییدیه‌های لازم.

## ۲-۵- فاز پنجم - بستن پروژه

فازهای دو تا چهار یعنی برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل در یک چرخه قرار دارند؛ این به دلیل ماهیت وابستگی درونی این فازها به یکدیگر است. پس از آن در فاز پنجم پروژه تکمیل و آماده بهره برداری می‌شود.

## ۳- چگونگی کار و انتخاب داده‌ها

در این کار تحقیقاتی با انتخاب ۱۰ پروژه مختلف اجرا شده، برنامه‌های زمانبندی و کنترل پروژه آنها مورد بررسی قرار گرفت. جدول (۱) این پروژه‌ها را نشان می‌دهد:

جدول (۱): پروژه‌های انتخابی به همراه مشخصات کلی هر پروژه

عنوان پروژه	نوع پروژه	مدت قانونی اجرای پروژه (روز)	زمان تاخیر (روز)	میزان سود دهی (%)	درصد سود به روز (BPD)	علت اصلی تاخیر
کارگاه ساختمان اداری آبادگران	نازک کاری	۲۶۶	-	۷	۲.۶۳	-
سازه مخزن سد دوستی	کامل	۶۸۶	-	۳۰	۴.۳۷	-
ایستگاه ملک آباد قطار شهری مشهد	نازک کاری	۳۶۵	-	۳۰	۸.۲۲	-
خط انتقال آب سد دوستی به مشهد	کامل	۴۸۰	-	۳۰	۶.۲۵	-
پروژه ساختمانی هدایت	کامل	۳۶۵	۱۸۰	۳۰	۵.۵	-
ایستگاه آزادی قطار شهری مشهد	نازک کاری	۴۰۹	۱۸۰	۱۰	۱.۷	بی کفایتی پیمانکار، عدم کنترل پروژه
هتل آزادی مشهد	کامل	۶۲۷	۷۲۰	۳	۰.۲۲	تغییر بنیادین نقشه‌های اجرایی، ضعف مشاور
ایستگاه طالقانی قطار شهری مشهد	سفت کاری	۳۰۷	۲۱۰	۳۰	۵.۸	عدم رعایت کنترل پروژه
مجتمع ۱۰۰ واحدی بیرجند	کامل	۷۳۰	۷۳۰	۰	۰	عدم بودجه، عدم تحصیل حریم
مجتمع تجاری ایمان مشهد	سفت کاری	۳۶۵	۱۸۰	۲۰	۳.۶۷	عدم تحصیل حریم، عدم تخصیص منبع

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، پروژه‌ها به نحوه‌ای انتخاب گردیده‌اند که پوشش دهنده موارد زیر باشند:

- تفاوت در مدت قانونی انجام پروژه
- تفاوت در نوع پروژه (سازه ای، خط انتقال و ...)
- تفاوت در مراحل انجام پروژه (کامل، سفت کاری و یا نازک کاری)
- تفاوت در میزان تاخیر
- تفاوت در سودهای تعلق گرفته

همچنین پارامتر سود به روز (BPD) جهت امکان مقایسه میزان سود دهی پروژه ها نسبت به یکدیگر در این جدول تعریف شده است. این پارامتر نسبت سود به تعداد کل روزهای پروژه تعریف گشته است. با بررسی برنامه های زمانبندی، نه مورد کلی به عنوان عوامل کلی تاثیر گذار بر زمان، هزینه و کیفیت یک پروژه و در کل کارایی یک برنامه در موفقیت (تولید سود به روز بیشتر) شناسایی و انتخاب گردیدند. این عوامل در جدول (۲) مشخص گردیده اند:

جدول (۲): عوامل تاثیرگذار بر کارایی یک برنامه زمانبندی

ردیف	علامت اختصاری	عنوان عامل
۱	V <sub>1</sub>	برخورداری برنامه از متره مصالح
۲	V <sub>2</sub>	تخصیص منابع انسانی
۳	V <sub>3</sub>	تفکیک کامل فرایندها
۴	V <sub>4</sub>	تخصیص روز به هر فرآیند
۵	V <sub>5</sub>	تعیین ترتیب توالی فرایندها
۶	V <sub>6</sub>	ایجاد روزهای همپوشانی
۷	V <sub>7</sub>	تعریف فرایندهای موازی
۸	V <sub>8</sub>	تخصیص ماشین آلات
۹	V <sub>9</sub>	به روز بودن برنامه در طول پروژه

این عوامل خود نیز به پارامترهای کیفی دیگری نیز وابسته هستند. این پارامترها می توانند به طور مستقل تنها در یک عامل دخیل باشند (اختصاصی) و یا همزمان در عوامل گوناگون نیز وجود داشته باشند (عمومی). جدول (۳) این پارامترها را نشان می دهد:

جدول (۳): پارامترهای کیفی موثر بر عوامل تاثیرگذار در کارایی یک برنامه زمانبندی

ردیف	علامت اختصاری	عنوان پارامتر	نوع پارامتر در نظر گرفته شده
۱	X <sub>1</sub>	دقت در متره	اختصاصی
۲	X <sub>2</sub>	جامع بودن متره	
۳	X <sub>3</sub>	بهینه بودن تخصیص ها	
۴	X <sub>8</sub>	مالکیت ماشین آلات	
۵	X <sub>5</sub>	توانایی مقداری واحد کار	
۶	X <sub>6</sub>	در نظر گرفتن روزهای تعطیل	
۷	X <sub>7</sub>	در نظر گرفتن مقدار ساعت کاری	
۸	X <sub>8</sub>	در نظر گرفتن عرضه و تقاضای بازار	
۹	X <sub>9</sub>	اطلاع از قیمت های روز	
۱۰	X <sub>10</sub>	مشخص بودن هدف پروژه	
۱۱	X <sub>11</sub>	اطلاع از محدودیت های مکانی	
۱۲	X <sub>12</sub>	توانایی پیمانکار در تجهیز کارگاه	

عمومی	در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی	X <sub>13</sub>	۱۳
	اهمیت کارفرما به زمان بندی	X <sub>14</sub>	۱۴
	امکان سنجی استفاده از تکنولوژی نوین	X <sub>15</sub>	۱۵
	میزان توانایی استفاده از نیروها	X <sub>16</sub>	۱۶
	توانایی گردش مالی پیمانکار	X <sub>17</sub>	۱۷
	امکانات ماشین آلات پیمانکار	X <sub>18</sub>	۱۸
	پتانسیل نیروهای کاری منطقه	X <sub>19</sub>	۱۹
	توانایی مدیریتی پیمانکار	X <sub>20</sub>	۲۰
	رغبت ناظر به تمام شدن کار	X <sub>21</sub>	۲۱
	داشتن دید تاسیساتی نگارنده	X <sub>22</sub>	۲۲
	ملاحظات محیط زیستی	X <sub>23</sub>	۲۳
	اطلاع از فواصل حمل و نقل	X <sub>24</sub>	۲۴
	ملاحظات ایمنی	X <sub>25</sub>	۲۵
	داشتن دید اجرایی نگارنده	X <sub>26</sub>	۲۶
بررسی آزمایشات ژئوتکنیکی	X <sub>27</sub>	۲۷	

#### ۴- معرفی توابع پیشنهادی مادر

تابع مادر پیشنهادی، کنترل کننده میزان توانایی و کارکرد یک برنامه کنترل پروژه می باشد. این تابع بر اساس متغیرهای انتخاب شده در جدول (۲) به صورت رابطه (۲) تعریف می گردد:

$$F_F = f(V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9) \quad (1)$$

که در رابطه بالا  $F_F$  تابع مادر پیشنهادی (شاخص کمی هر پروژه) برای تعیین میزان توانایی برنامه کنترل پروژه بوده و سایر متغیرها بر اساس جدول (۲) می باشند. همانطور که ذکر شد هر یک از متغیرهای موجود در این تابع خود موثر از پارامترهای دیگری بوده و می توان آنها را نیز به صورت تابعی از پارامترهای کیفی نگاشت:

$$V_1 = g_1(X_1, X_2, X_{10}, X_{14}, X_{15}, X_{22}, X_{26}) \quad (2)$$

$$V_2 = g_2(X_3, X_4, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (3)$$

$$V_3 = g_3(X_{10}, X_{11}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{22}, X_{23}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (4)$$

$$V_4 = g_4(X_5, X_6, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (5)$$

$$V_5 = g_5(X_{10}, X_{14}, X_{15}, X_{22}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (6)$$

$$V_6 = g_6(X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (7)$$

$$V_7 = g_7(X_{10}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{18}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (8)$$

$$V_8 = g_8(X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}) \quad (9)$$

$$V_9 = g_9(X_{23}, X_{24}, X_{26}) \quad (10)$$

متغیرهای به کار برده شده در روابط (۲) تا (۱۰) بر اساس جدول (۳) تعریف شده اند.

#### ۵- تحلیل توابع با استفاده از داده های آماری

با توجه به ارائه روابط پیشنهادی به عنوان یک حدس اولیه برای هریک از عوامل نامبرده، نحوه کمی سازی این عوامل به صورت جدول ۴ تعریف شد. شایان ذکر است که کمی سازی هریک از روابط ارائه شده نیازمند بررسی و انجام کارهای آماری بیشماری می باشد که نگارندگان در این مقاله تنها متدولوژی انجام آن و حدس های اولیه را بیان نموده اند.

جدول (۴): حدس اولیه برای کمی سازی عوامل

ردیف	عنوان عامل	رابطه پیشنهادی نگارندگان برای کمی سازی	توضیحات
۱	برخورداری برنامه از متره مصالح	$\frac{\text{تعداد اقلام متره شده منطبق با کتاب تجزیه بها}}{\text{تعداد کل اقلام متره شده}} \times 100$	کتاب تجزیه بهای چاپ شده توسط انجمن انبوه سازان در سال ۱۳۷۱
۲	تخصیص منابع انسانی	$\frac{\text{تعداد فرآیند تخصیص شده منطبق با کتاب تجزیه بها}}{\text{تعداد کل فرآیند تخصیص شده}} \times 100$	کتاب تجزیه بهای چاپ شده توسط انجمن انبوه سازان در سال ۱۳۷۱
۳	تفکیک کامل فرآیندها	$\frac{\text{تعداد فرآیندهای منطبق با کتاب تجزیه بها}}{\text{تعداد کل فرآیند ها}} \times 100$	کتاب تجزیه بهای چاپ شده توسط انجمن انبوه سازان در سال ۱۳۷۱
۴	تخصیص روز به هر فرآیند	$\frac{\text{تعداد فرآیند تخصیص داده شده}}{\text{تعداد کل فرآیند ها}} \times 100$	
۵	تعیین ترتیب توالی فرآیندها	$\frac{\text{تعداد فرآیند دارای فلش ابتدا و انتها}}{\text{تعداد کل فرآیند}} \times 100$	
۶	ایجاد روزهای همپوشانی	$\frac{\text{تعداد روز همپوشانی}}{\text{تعداد کل روز ها}} \times 100$	
۷	تعریف فرایندهای موازی	$\frac{\text{تعداد فرآیند موازی}}{\text{تعداد کل فرآیند ها}} \times 100$	
۸	تخصیص ماشین آلات	$\frac{\text{تعداد فرآیند تخصیص شده منطبق با کتاب تجزیه ا}}{\text{تعداد کل فرآیند تخصیص شده}} \times 100$	کتاب تجزیه بهای چاپ شده توسط انجمن انبوه سازان در سال ۱۳۷۱
۹	به روز بودن برنامه در طول پروژه	در صورت به روز رسانی (۱۰۰٪) و در غیر این صورت (۰٪)	

بر اساس معیار های تعریف شده در جدول (۴) کلیه پروژه های در نظر گرفته شده در جدول (۱) مورد ارزیابی قرار گرفته و شاخص های کمی آنها محاسبه شد. این پروژه ها به همراه شاخص های کمی در جدول (۵) نوشته شده اند:

جدول (۵): شاخص های کمی محاسبه شده در پروژه های عمرانی انتخاب شده

پارامتر	پروژه	۱۰۰ واحدی بیرجند	هتل آزادی	ایستگاه ه آزادی	آباد گران	اید ما ن	مخزن خط انتقال	هدایت	ایستگاه طالقانی	خط انتقال سد دوستی	ایستگاه ملک آباد
متره	۰	۰	۰	۵۰	۷۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تخصیص منابع انسانی	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۹۰	۰	۰	۰
ریز کردن فرآیند	۹۰	۶۰	۸۰	۷۰	۱۰۰	۶۰	۷۰	۷۰	۷۰	۱۰۰	۱۰۰
تخصیص روز	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترتیب توالی فرآیندها	۶۰	۵۰	۰	۵۰	۸۰	۷۰	۹۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
روزهای همپوشانی	۵۰	۱۰	۴۰	۰	۸۰	۷۰	۸۵	۹۰	۹۰	۹۰	۶۰
تعریف	۷۰	۹۰	۷۰	۵۰	۸۰	۷۰	۹۰	۸۰	۸۰	۶۰	۸۰

										فرآیندهای موازی
۰	۰	۰	۸۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	تخصیص ماشین الات
۵۰	۱۰۰	۵۰	۸۵	۶۰	۸۰	۲۰	۰	۵۰	۳۰	تعیین درست مسیر بحرانی
۰	۰	۱۰۰	۱۰	۱۰۰	۱۰	۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	به روز کردن برنامه در طول پروژه

### ۵-۱- صورت الگوریتم

در این بخش هدف پیدا نمودن درصد تاثیر گذاری هر یک از عوامل نامبرده در جدول (۲) می باشد، به طوری که با پیدا نمودن این اوزان، ضرب شاخص های کمی درج شده در جدول (۶) در آنها و در نهایت تعیین شاخص کمی هر پروژه (FF) با میانگین گیری، بتوان نمودار تابع برازندگی شاخص کمی (FF) نسبت به عدد سود به روز (BPD) را رسم نمود.

### ۵-۲- شرط خاتمه

به علت کم بودن داده های آماری برای ساخت یک مدل کامل، ضریب همگرایی ۰.۶ به عنوان شرط خاتمه تعریف گردید. این عدد تنها نشان دهنده قابل قبول بودن رابطه را بیان می کند. بدیهی است جهت ارائه اوزان قطعی نیازمند جمع آوری و کارهای آماری جامع در سطح کشور می باشیم.

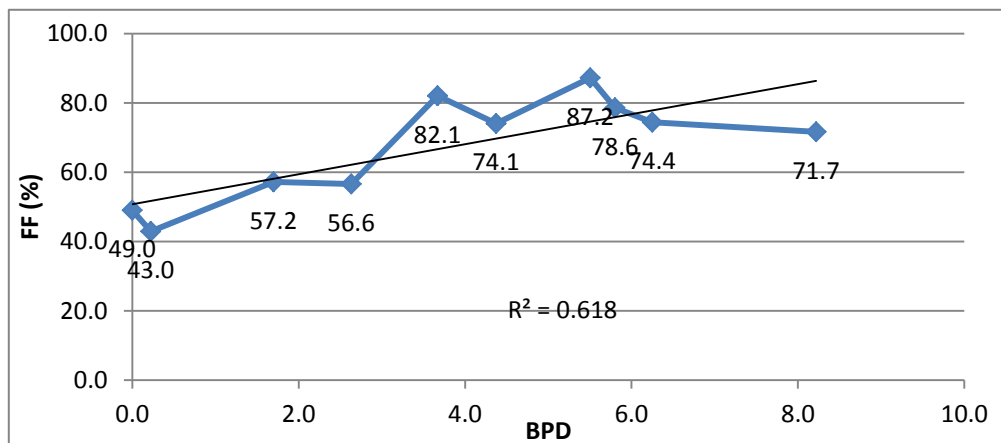
### ۵-۳- چگونگی انجام و پیاده سازی

الگوریتم مورد استفاده، GA (genetic algorithm) انتخاب گردید. در ادامه شاخص های کمی درج شده در جدول (۵) به عنوان داده های ورودی، اوزان به عنوان داده های خروجی تعریف شدند. به هر یک از ۹ متغیر مساله ۸ بیت اختصاص داده شد. در نتیجه هر کروموزوم یک رشته دودویی به طول ۷۲ بیت در نظر گرفته شده است. برای انتخاب از عملگر انتخاب چرخ گردان استفاده شده است که در این روش انتخاب، شانس هر کروموزوم برای انتخاب شدن به مقدار برازندگی آن کروموزوم بستگی دارد. بدین ترتیب که برای هر کروموزوم میزان برازندگی اش بر مجموع مقادیر برازندگی ها تقسیم می شود و احتمال انتخاب هر کروموزوم برابر با این مقدار خواهد بود.

هم چنین از عملگر جهش با احتمال ۰.۷٪ و عملگر crossover تک نقطه ای با احتمال ۰.۸٪ برای تولید کروموزوم های نسل بعد استفاده شده است. الگوریتم ژنتیک به به زبان C# به صورت کامل پیاده سازی شده و روی داده های موجود اجرا شده است. زمان اجرای الگوریتم روی داده ها کمتر از ۱.۵ دقیقه بوده است و نتایج بدست آمده در جدول (۶) و شکل (۱) آمده است:

جدول (۶): اوزان بدست آمده برای هر یک از عوامل تاثیر گذار بر کیفیت کارایی برنامه های زمانبندی

ردیف	عنوان	وزن
۱	متره	۲۶
۲	تخصیص منابع انسانی	۱۰
۳	ریز کردن فرآیند	۱۴
۴	تخصیص روز	۱۶
۵	ترتیب توالی فرآیند ها	۳
۶	روز های همپوشانی	۱۴
۷	تعریف فرآیندهای موازی	۷
۸	تخصیص ماشین الات	۳
۹	به روز کردن برنامه در طول پروژه	۷



شکل (1): تابع برازش شده بر حسب  $F_F$  و BPD

## ۶- نتیجه

یک برنامه زمانبندی و کنترل پروژه قدرتمند در صورتی که به درستی اجرا و پیاده سازی شود می تواند بسیار در هزینه و زمان پروژه ها موثر واقع گردد. به همین علت ایجاد راهکارهای کمی سازی کیفیت این برنامه ها بسیار مهم می باشد. مقاله حاضر با داده های آماری موجود اقدام به پیشنهاد توابع اولیه و همچنین تابع مادر تحت عنوان شاخص کمی نمود. در صورتی که بخواهیم این توابع پیشنهادی را به صورت توابع کاربردی و کمی به کار گیریم، می توان با دنبال کردن متد گفته شده در مورد تعداد بیشتری از پروژه ها، آن ها را کاربردی تر نماییم.

## ۷- تقدیر و تشکر

مولفین بر خود لازم می دانند تا از هیات مدیره شرکت اسکان بهاور سازه، به خاطر همکاری و در اختیار نهادن اطلاعات خود در این کار تحقیقی تشکر و قدردانی نمایند.

## ۸- مراجع

1. Marnewick C., Labuschagne L, "An investigation into the governance of information technology projects in South Africa", Department of Business Information Technology, University of Johannesburg, South Africa, International Journal of Project Management, Vol. 29, Issue 6, 2011, p.p. 661-670.
2. Dzung B., Wang W., "Automatic schedule integration for highway projects", Department of Civil Engineering, National Chiao Tung University, 1001 Ta-Hsueh Road, Hsin-Chu 300, Taiwan, Automation in Construction, Vol. 12, Issue 4, 2003, p.p. 447-461
3. Doloi H., Iyer K.C. , Sawhney A., "Structural equation model for assessing impacts of contractor's performance on project success", Faculty of Architecture, Building and Planning, The University of Melbourne, Victoria, Australia, International Journal of Project Management, Vol.29, Issue 6, 2011, p.p. 687-695
- 4."A Guid to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK guide 2004.", Project managme Institute, 4<sup>th</sup>.
5. Kwak H.Y., Anbari F.T., "Analyzing project management research: Perspectives from top management journals", Department of Decision Sciences, School of Business, The George Washington University, USA, International Journal of Project Management, Vol. 27, Issue 5, 2009, p.p. 435-446.
6. White A.S. , "A control system project development model derived from System Dynamics", School of Engineering and Information Sciences, Middlesex University, United Kingdom, Construction Management, Vol. 73, Issue 2,2007, pp 696-705.
7. Jaafari A.,Manivong K., "Towards a smart project management information system", Department of Civil Engineering, the University of Sydney, Sydney, NSW 2006, Australia, Construction Management, Vol 76, Issue 2, 2008, pp. 353-368