برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

- تعیین لیست فعالیت ها
- برآورد زمان و روابط فعالیت ها
- زمانبندی پروژه

کاربردی بودن زمانبندی زمانی کامل می شود که برنامه ریزی منابع نیز انجام شده باشد. انجام فعالیت بدون وجود منبع امکان پذیر نمی باشد.

چرا لازم است برنامه ریزی منابع انجام شود؟ هدف از برنامه ریزی منابع چیست؟

1. وجود محدودیت در ظرفیت در دسترس منابع در طول زمان پروژه (تخصیص منابع)
2. بهینه سازی مصرف از منابع (تسطیح منابع)

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

- تعریف لیست منابع (Resource Sheet)

1. تعیین لیست منابع
2. تعیین سطح دسترسی در طول زمان (محدودیت منابع)
3. تعیین ماهیت منابع
4. هزینه استفاده از منابع
5. میزان نیاز هر فعالیت به هر منبع

- تخصیص منابع (Resource Assignment): زمانبندی اولیه ممکن است فعالیت ها را به گونه ای چیده باشد که در مقطع یا مقاطع خاصی محدودیت مصزف از منبع یا منابعی نقض شود. تغییر زمانبندی فعالیت ها جهت رعایت کلیه محدودیت های منابع در تخصیص منابع انجام می شود.
- تسطیح منابع (Resource Leveling): در تسطیح منابع سعی می شود بدون تغییر زمان تکمیل پروژه نحوه مصرف از منابع در زمان به گونه ای تغییر یابد که تا حد امکان نوسانات نمودار مصرف در زمان کاهش یابد.
- انواع منابع

1. منابع تجدیدپذیر (Renewable Resources): نیروی انسانی ، ماشین آلات
2. منابع تجدید ناپذیر (Non-renewable Resources): مواد، پول، مصالح و ...

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

- مساله تخصیص منابع محدود (RCPSP)

(Resource Constrained Project Scheduling Problem)

1. مدل ریاضی:

n: تعداد فعالیت ها

m: تعداد منابع

di: زمان اجرای فعالیت i

A_t: مجموعه فعالیت های در حال اجرا در زمان t

P_j: مجموعه فعالیت های پیش نیاز فعالیت j

b_{kt}: حداکثر دسترسی به منبع k در زمان t

r_{ik}: میزان نیاز فعالیت i به منبع k

ES_i: زودترین زمان شروع فعالیت i

r_{ik}: میزان مصرف فعالیت i از منبع k

$\text{Min } Z= ES_n$

Subject To:

$ES_1=0$

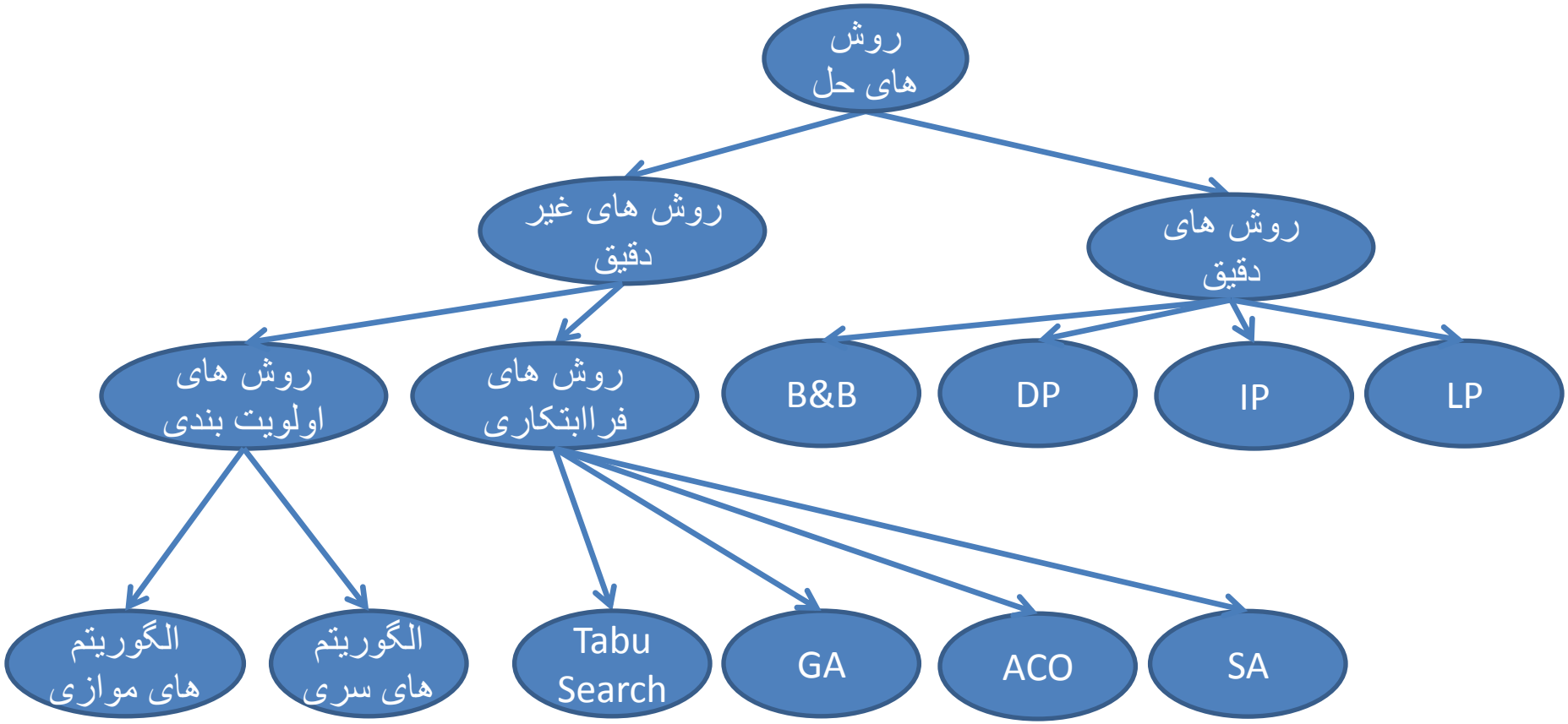
$ES_j \geq ES_i+d_i \ , \ \forall i \epsilon P_j, \ \forall j=1,2,....,n$

$\Sigma_i \ r_{ik} \leq b_{kt}, \ \forall k=1,...,m, \ \forall t=1,...,Es_n$

$ES_i \geq 0, \ \forall i=1,2,....,n$

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

2. روش های حل:



برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

الگوریتم موازی تخصیص منابع محدود

فرضیات :

1. زمان اجرا فعالیت ها مشخص وقطعی است.
2. مقدار منبع یا ننابع مورد نیاز هر فعالیت مشخص و در طول زمان ثابت است.
3. یک یا چند منبع محدود است.

مرحله ۱: زمانبندی با استفاده از عملیات رفت و برگشت: در این زمان بندی قرار دهید E1=1و T=1 که در آن T شمارنده زمان است.

مرحله ۲: تعیین EAS (Eligible Activities Set) مجموعه فعالیت های قابل برنامه ریزی، فعالیت هایی است که در مقطع زمانی T کلیه پیشنیازهای آنها به اتمام رسیده باشد و زودترین زمان شروع آنها کمتر یا مساوی T باشد.

مرحله ۳: تعیین OSS (Ordered Scheduling Set) با استفاده از قوانین اولویت بندی EAS مرتب می شود.

قوانین اولویت بندی:

۱- درجه بحرانی بودن فعالیت:

min{TF} ~ min{LS-ES}
~ min{LS-T} ~ min{LS}

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

الگوریتم موازی تخصیص منابع محدود

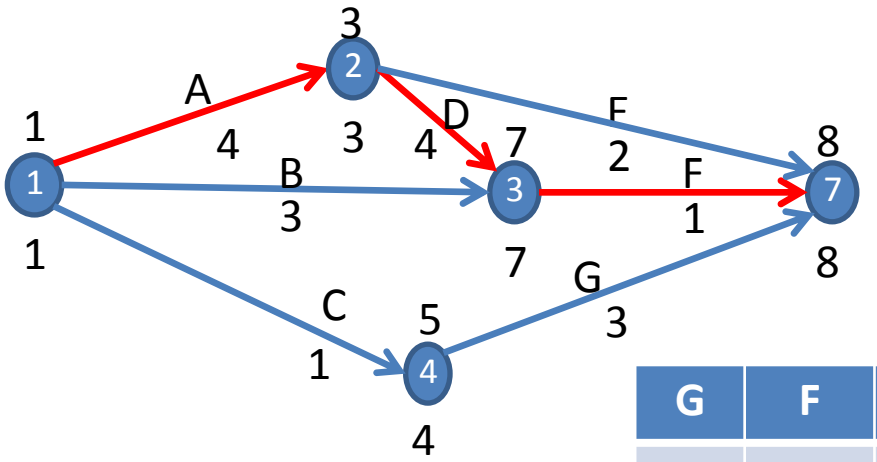
۲- طول زمان اجرای فعالیت:

فعالیت کوتاهتر، آزاد شدن سریعتر منابع

مرحله ۴: منابع موجود را به ترتیب OSS و با توجه به نیاز فعالیت تخصیص می دهیم و زمان اتمام آنها را برنامه ریزی می کنیم. اگر تمام فعالیت ها برنامه ریزی شده باشد متوقف می شویم.

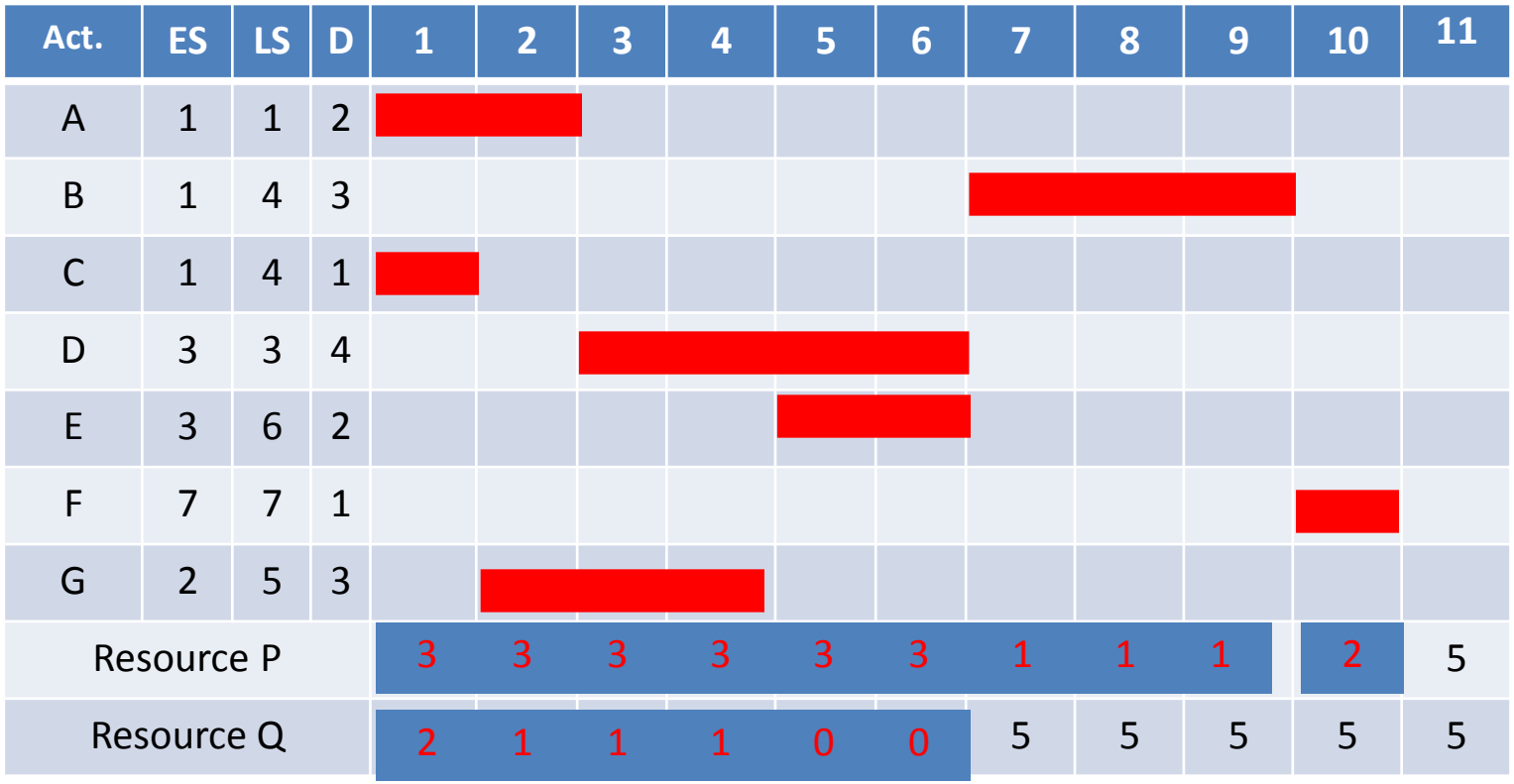
مرحله ۵:مجموعه منابع را به روز می کنیم. T را برابر T+1 قرار می دهیم. به مرحله ۲ برمیگردیم.

مثال: سطح دسترسی به منابع P و Q در طول زمان پروژه ۵ است و این دو تجدید پذیرند.



فعالیت	A	B	C	D	E	F	G
منبع P	2	4	0	2	0	3	0
منبع Q	0	0	3	0	5	0	4

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)



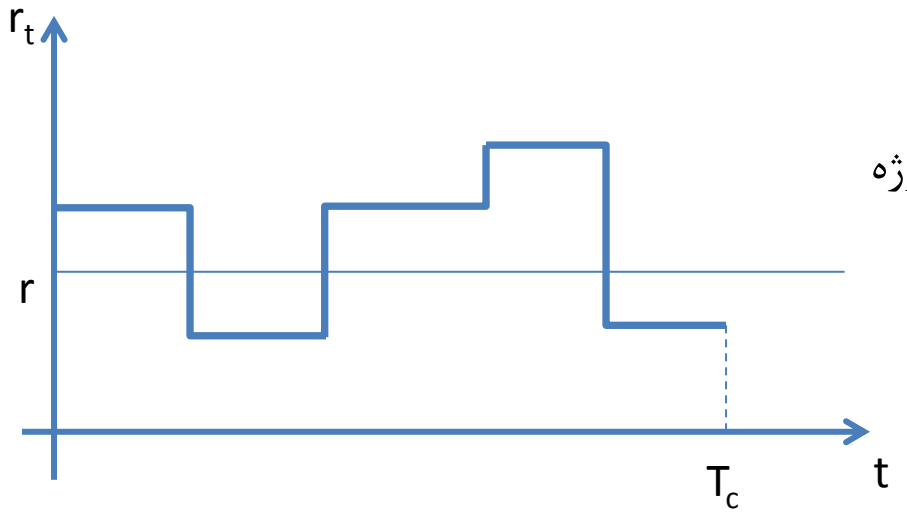
Act.	ES	LS	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	1	1	2											
B	1	4	3											
C	1	4	1											
D	3	3	4											
E	3	6	2											
F	7	7	1											
G	2	5	3											
Resource P				3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	5
Resource Q				2	1	1	1	0	0	5	5	5	5	5

T=1	T=2	T=3	T=5	T=7	T=10
EAS={A,B,C}	EAS={B,G}	EAS={B,E,D}	EAS={B,E}	EAS={B}	EAS={F}
OSS={A,C,B}	OSS={B,G}	OSS={D,B,E}	OSS={B,E}	OSS={B}	OSS={F}

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

تسطیح منابع

هدف: بدون تغییر در زمان تکمیل پروژه ، نمودار مصرف از منبع در طول زمان یکنواخت شود. چرا که نوسانات مصرف از منبع باعث ایجاد هزینه های اضافی می گردد.



r_t: میزان مصرف از منبع در زمان t

R: کل مصرف از منبع در طول اجرای پروژه

$$R = \sum_{t=1}^{Tc} r_t$$

T_c: زمان تکمیل پروژه

r: متوسط مصرف در طول زمان

$$r = \frac{R}{Tc}$$

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

تسطیح منابع

هدف: مینیمم کردن نوسانات مصرف و نزدیک کردن آن به متوسط r

مدل ریاضی مسئله:

Min Z=$\sum_{t=1}^{Tc}(rt-r)^2$

s.t.

$$R=\sum_{t=1}^{Tc} r_t$$

r_t>=0,

Min Z=$\sum_{t=1}^{Tc} {r_t}^2$

s.t.

$$R=\sum_{t=1}^{Tc} r_t$$

r_t>=0,

بعبارت دیگر مینیمم کردن نوسانات معادل مینیمم کردن مجذور مصرف در طول زمان پروژه است

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

الگوریتم برگس در تسطیح منابع

فرضیات :

1. محدودیت منبع وجود ندارد.
2. زمان تکمیل پروژه تغییر نمی کند. بنابراین فقط زمانبندی فعالیت هایی تغییر می کند که دارای شناوری هستند.
3. یک منبع وجود دارد. (برای چند منبعی نیز کاربرد دارد که لازم است تغییراتی داده شود)

مرحله ۱: شبکه برداری پروژه را رسم نموده و گره های آن را به گونه ای شماره گذاری نمایید که شماره گره شروع هر فعالیت کمتر از شماره گره پایان آن باشد. محاسبات رفت و برگشت را با شروع از زمان ۱ انجام دهید.

مرحله ۲: جدولی نظیر جدول زیر تهیه نمایید و در اولین ستون آن فعالیت های را به ترتیب روند صعودی گره پایان آنها مرتب نمایید. در شرایط یکسان به ترتیب روند صعودی شماره شروع مرتب نمایید. فعالیت ها را در زودترین زمانهای شروعشان برنامه ریزی می کنیم.

Act.	ES	TF	LS	D	1	2			T_c

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

الگوریتم برگس در تسطیح منابع

مرحله ۳: با استفاده از ضابطه حداقل مربعات از آخرین فعالیت (سطر آخر) جدول شروع کرده و فعالیت را در بازه شناوری آن جابجا می نماییم تا جایی که مجموع مربعات مصرف از منبع کمترین مقدار شود. در شرایط یکسان ارجحیت با زمان دیرتر می باشد. تا بیشترین امکان جابجایی (شناوری) برای فعالیت های بالایی باقی بماند.

اگر به حالتی رسیدیم که مصرف در طول کل زمان پروژه ثابت شد ($r_t=r, \forall t$) به جواب بهینه رسیده ایم و متوقف می شویم.

مرحله ۴: مرحله فوق برای کلیه فعالیت های بالای جدول انجام می دهیم. دقت شود ممکن است شناوری فعالیت های بالا در اثر زمانبندی جدید فعالیت های پایین تغییر کرده باشد.

مرحله ۵: مرحله ۳ و ۴ را آنقدر تکرار می کنیم که در یک تکرار به هیچ تغییری نرسیم.

مثال: میزان نیاز هر فعالیت به هر منبع در

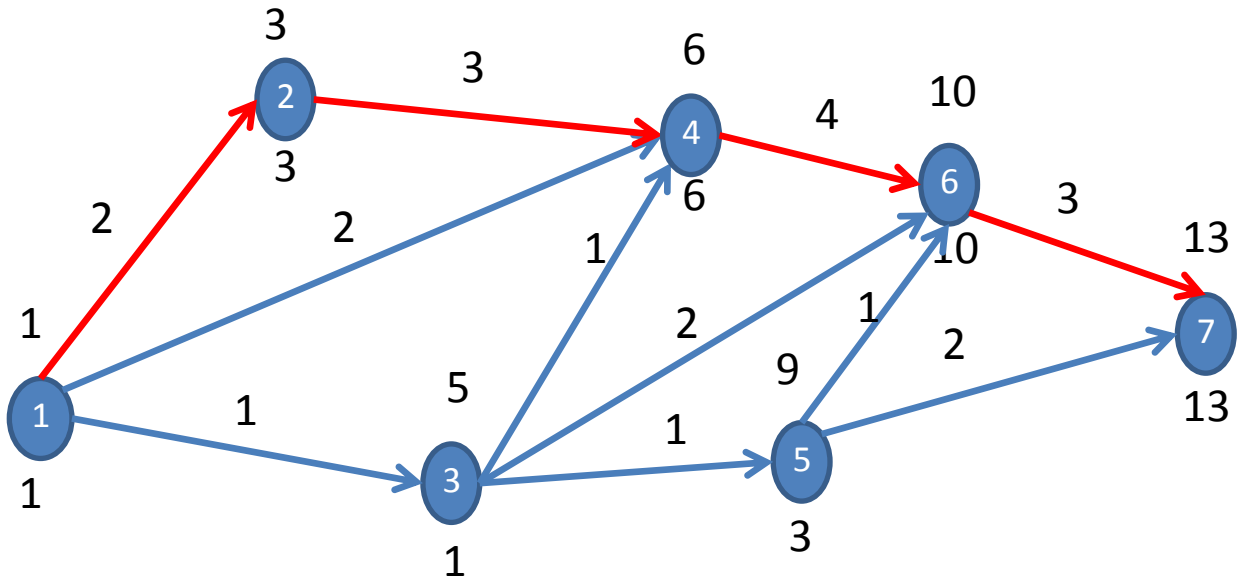
جدول زیر به همراه شبکه پروژه داده شده است.

فعالیت	1-2	1-3	1-4	2-4	3-4	3-5	3-6	4-6	5-6	5-7	6-7
منبع	3	3	5	4	2	3	1	3	1	5	2

برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

الگوریتم برگس در تسطیح منابع

ادامه مثال



برنامه ریزی منابع (Resource Planning)

الگوریتم برگس در تسطیح منابع (ادامه مثال)

Act.	ES	TF	LS	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	1	0	1	2	3	3												
1-3	1	3	4	1	3													
1-4	1	3	4	2	5	5												
2-4	3	0	3	3			4	4	4									
3-4	2	3	5	1		2												
3-5	2	4	6	1		3												
3-6	2	6	8	2		1	1											
4-6	6	0	6	4						3	3	3	3					
5-6	3	6	9	1			4											
5-7	3	8	11	2			5	5										
6-7	10	0	10	3										5	5	5		
r_t					11	14	~~14~~ 9 4	~~9~~ ~~4~~ 8	~~4~~ 9	~~3~~ 8	~~3~~ ~~8~~ 7	~~3~~ 8	~~3~~ 8	5	5	5		

$Z_{5-6}(1)=-70-4^2-9^2-5^2-4^2-4^2-9^2-8^2=-78-50$

$Z_{5-7}(2)=-50-9^2+4^2-3^2+8^2=-60$

$Z_{5-6}(3)=-78-8^2+4^2-3^2+8^2=-86$

$Z_{5-7}(4)=-70-8^2+3^2-3^2+8^2=-70$