بسمه تعالی

هفتمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق

انجمن مهندسین برق و الکترونیک ایران

کد مقاله: DNEC129

نوع پذیرش : ارائه

روش بهبود یافته برای برآورد بار در شبکه های توزیع بادر نظرگرفتن سطوح خالی ازبار

ذوالفقار عاشرلو
Asherloo@yahoo.com

حسین نجفی
H_Najafi@hotmail.com

محمدهادی ایزدی
M_H_Izadi@yahoo.com

شرکت سهامی خدمات مهندسی برق –مشانیر

گروه تخصصی توزیع نیرو

کلمات کلیدی:برآورد بار-شبکه های توزیع- روشClustering -روشV.A.I-سطوح خالی

چکیده :

برآورد بار برای طراحی و تصمیم گیری در مورد آینده شبکه نقش اصلی را دارد. شبکه های توزیع نیز از این قاعده مستثنی نیست . روشهای بکاررفته در برآورد بار شبکه های انتقال برای شبکه های توزیع کمتر کارآیی دارند. در این مقاله یک روش بهبود یافته برای پیش بینی بار برای شبکه های توزیع آورده شده است . در این روش برای محلهایی که اکنون خالی از بار هستند نیز برآورد بار آینده صورت می گیرد. برای این منظور متوسط بار مناطق همجوار برای ناحیه خالی استفاده می شود. جزئیات روش مذکور و آلگاریتم مربوطه در مقاله توضیح داده شده است

۱- مقدمه

در شبکه های توزیع روشهای مختلفی برای برآورد بار وجود دارد. در اکثر این روشها ناحیه مورد نظر به نواحی کوچکتر تقسیم می گردد. این تقسیم بندی می تواند به صورت سلولهای هم شکل یا مناطق تحت پوشش یک فیدر و یا حوزه های قرائت کنتورو نظایر آنها باشد. یکی از اشکالات موجود دراین روشها وجود ناحیه های خالی از بار است. چون بار این ناحیه ها در گذشته صفربوده بنابراین در آینده نیز صفر خواهد بود ولی درعمل ممکن است این ناحیه بدلیل برنامه های شهرسازی ،توسعه کشاورزی ، صنعتی ،تجاری ونظایرآن تبدیل به سلول دارای بار گردد. درروشی که در این مقاله آورده شده است برای سطوح خالی از بار نیز برآورد بارصورت می گیرد در نتیجه دقت برآورد بالاتر رفته و مطالعات انجام شده براساس آن دقیقتر خواهد بود.

هرچه سطوح مورد مطالعه کوچکتر باشد نقش نقاط خالی از بار بیشتر خواهد بود ، بگونه ای که برای سلولهای خالی از بار ٤ هکتاری درصد رشد بار برای ده سال حدود ٤٠ درصد و برای سلولهای ٤٠ هکتاری حدود ۷ درصد است .[۱]

۲- روشClusteringبرای برآوردبار شبکه های توزیع

بـــرای برآوردبارشـــبکه هـــای ، توزیـــع مـــنطقه موردمطالعـه به چندقسمت تقسیم می شودکه به هـرکدام ازآنهـا یـک سـلول گفته می شود سپس بـــرای هـــر یـــک از ســـلولها برآوردبارصـــورت میگـیرد.باتوجـه بـه تـنوع بـار درشـبکه هـای توزیـع(بارهـای خانگی،کشاورزی،صـنعتی،تجاری وعمومـی)درهرسـلول چندیـن منحنی برآوردبار لازم اسـت کـه ایـن عمـل باعـث کـاهش سرعت بـــرآورد ، افـــزایش نـــیازبه حافظـــه وهزیـــنه خواهدشـد.بـرای رفـع ایـن مشـکل بـه جـای تعدادزیادمنحنی ها،چندمنحنی مشخص رابکار می بـریم بگونه ای که بخشهایی که روندرشدهمگونی دارنددریـک گـروه قرارگرفـته وبـا یـک منحنـی مطابقـت پیدامـی کننـد. شـکل(۱)منحنـی رشـدباربرای سـلول هـم انـدازه رانشـان مـیدهد.همانگونـه کـه در شکل آمده است رشد همـه منحنـی هاتقریباً یکسان است،بنابراین میتوان بجـای این۱۸منحنی یک منحنی میانگین برای تمام ۱۸سلول فوق بکار برد.

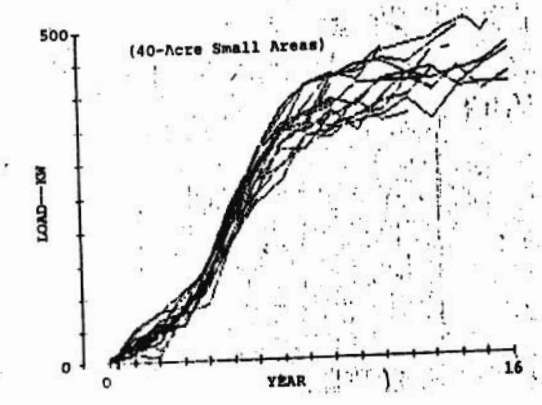
به این ترتیب میتوان سلولهایی راکه دارای مشخصات تقریباًیکسانی هستند در یک گروه قرارداده وبه هرگروه یک منحنی الگوبرازش کـرد.ایـن منحنـی هـاراClusterگویندواین روش راروش Clusteringمینامند.[۲]

شـکل(۲)نمونـه ای ازایـن منحنـی هارانشـان میدهد. می توان نشان دادکه اگرتعدادمنحنی هـــا خیلـــی زیادباشـــددرافزایش دقـــت برآوردتاثیر چندانی نخواهدداشت.ولی اگر تعـداد آنهـا خیلـی کـم باشـد درصـدخطا بالا خواهدرفـت.اگرتعدادمنحنـی هـا ۵الی۷باشد مناسـب خواهدبوددراین مقاله تعدادآنها را۶ عدد میگیریم . [۳]

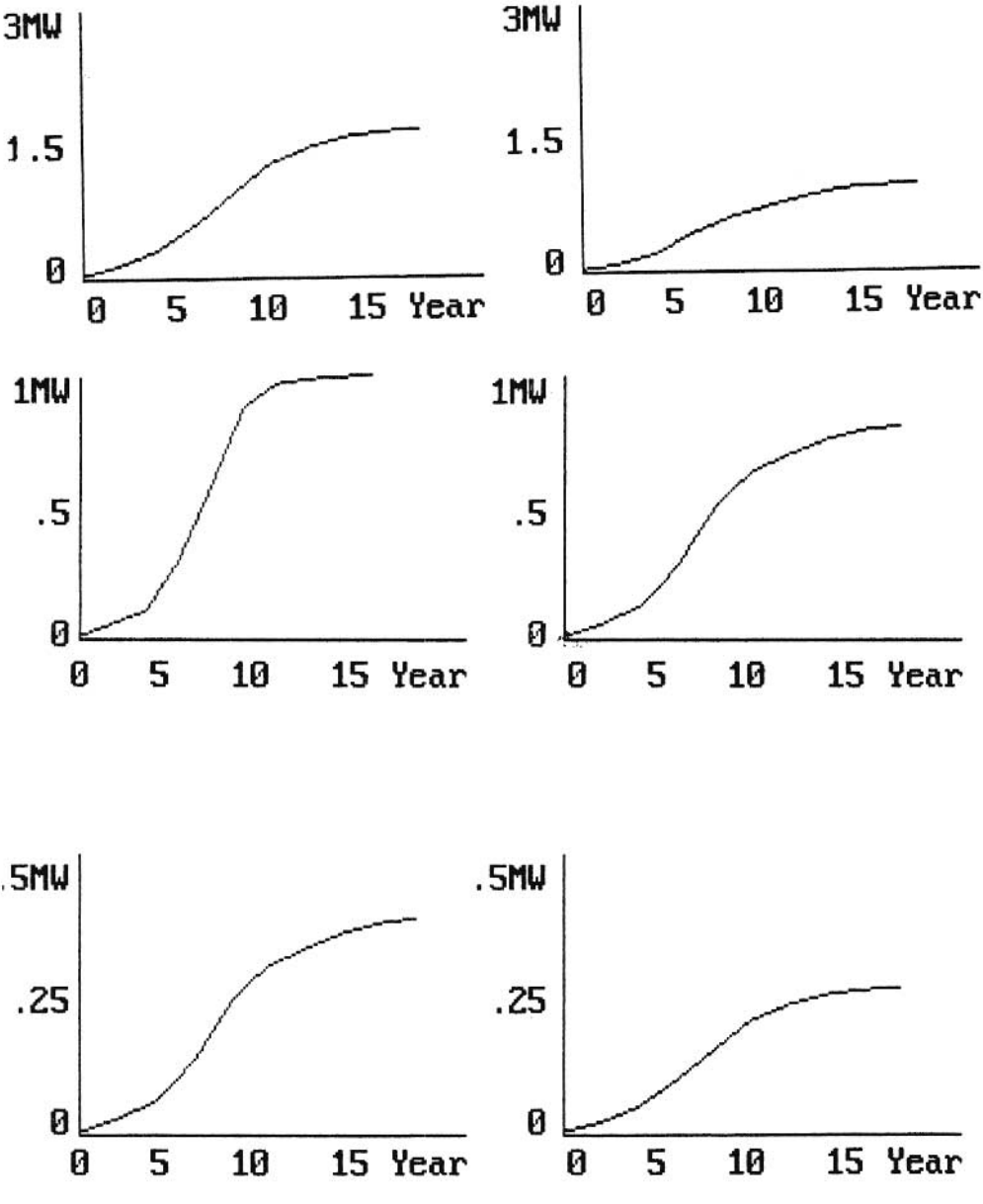
بـرای تهـیه منحنـی هـا میـتوان ازروشـهای مخـتلف بـرازش استفاده نمود .یکی ازبهترین آنها رابطه GOMPERTS است.

$$x_{j(t)} = a_0 + a_1 t^{-1} + a_2 t^{1/2} + a_3 t + a_4 t^2 + a_5 t^3 + e$$

دراین رابطـه ضـرایب a_0 تـا a_5 بااستفاده ازسـابقه بارهـربخش تعییـن مـیگردد.پـس ازتعییـن منحنـی های فوق آنهارادسته بندی میکنـــیم.ســـپس باتوجـــه بـــه ســـابقه بار،سـلولهادرگروههای همگـون مرتـب می شوند .[۵].



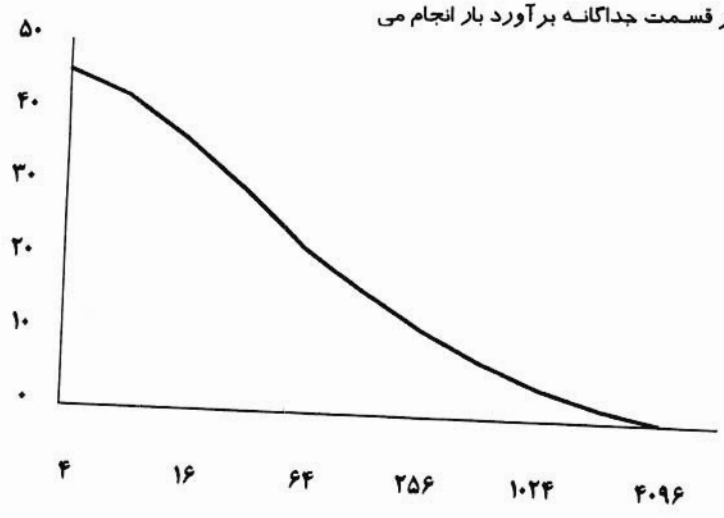
شکل شماره (۱)



شکل شماره (۲): نمونه هایی ازمنحنی های الگو برای سلولهای انتخابی

۳- روش V.A.I

یکی ازمشکلات روش Clusteringاین است که اگرسلولی درگذشته دارای سابقه بارنباشد درآینده نیز دارای رشدبارنخواهدبودوبه عنوان سلول بدون بارمنظورخواهدشد.هرچه تعدادسلولها زیادتر و سایز آنهاکوچکترباشدتعدادسلولهای خالی ازبار بیشتر شده وتأثیرآن دربرآوردبارنیز بیشترخواهدبوداین موضوع درشکل شماره (۳) آورده شده است . با توجه به این موضوع روشی که به روش V.A.I (Vacant Area Inference) معروف است وبرای برآوردبار،سلولهای خالی رانیز در نظر میگیرد پیشنهاد شده است دراین روش ابتدا یک برآورد کلی برای کل منطقه صورت می گیرد سپس منطقه به چهار قسمت تقسیم شده و برای هر قسمت جداگانه برآورد بار انجام می گیرد در صورتیکه یکی از این چهار قسمت خالی از بار باشد منحنی رشد بار آن باتو جه به سلولهای همجواربدست میآید به این صورت که میانگین رشد بار برای سه سلول دیگر محاسبه شده و نمودار آن رسم می شودو میانگین مذکور با منحنی بدست آمده از مرحله قبل مقایسه شده و تفاضل آنها بدست میآید این تفاضل رشد بار سلول خالی را مشخص میکند. پس از تعیین منحنی بار هر قسمت ، دوباره هر قسمت به چهار قسمت تقسیم شده و مراحل بالا تکرار میگردد . چگونگی مراحل فوق درشکل(٤)نمایش داده شده است.



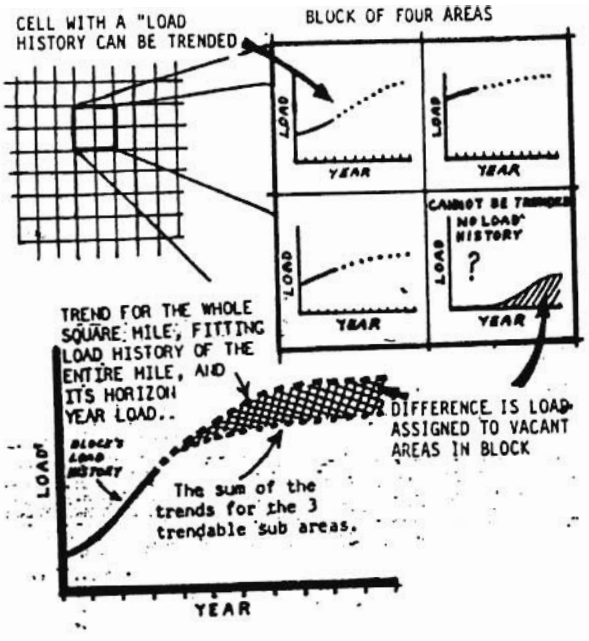
شکل شماره (۳)

٤- مراحل روش V.A.I

برای توضیح مراحل روش V.A.Iیک منطقه با وسعت ۲۵۶ Km^2 (۱۶Km × ۱۶Km) را در نظرگرفته وسایز سلولهای کوچک را ۲۵۰ m × ۲۵۰ m۲۵۰m می گیریم. به این ترتیب به تعداد۴۰۹۶ سلول کوچک خواهیم داشت.

مراحل برآورد بار به روش V.A.I برای این منطقه به صورت زیر خواهد بود.

۱-٤- ابتدا منحنی رشدبار برای هر یک از سلولها به روش Clusteringتعیین می گیرد سپس هر ٤ سلول در یک بلوک قرار گرفته و یک سلول $m^2$۲۵۰۰۰۰(۵۰۰m ×۵۰۰m)درست



شکل شماره (٤)

مـی کـنـند .سـپس برای هر یک از بلوکهای فوق بـرآورد بـار انجام گرفته و منحنی آن جداگانه ذخـیره می شود.در مرحله بعد هر ٤ بلوک یک بلـوک جدیـد بوجود می آورند و برای هر یک از بلوکهـای جدیـد نـیز بـرآورد انجـام شده و ذخیره می گردد.

اینکار تـا جایی که سایز بلوک به Km^2 ۲۵۶(کل مـنطقه) برسـد ادامه مییابد . بنابراین در شش مـرحله منحنـی هـای مخـتلف بـرای بلوکهـای باسـایزهای مخـتلف تعییـن شـده وذخـیره می شود.

		1	2	3	4	5	6
40 acre	1	0	0	.5	.42	.02	0
cells within	2	.35	.25	.21	.2	0	0
occur in	3	.45	.15	.16	.1	.3	.14
clusters	4	.1	.5	.05	.28	.02	0
with this	5	.1	.05	.04	0	.51	.71
liklihood	6	0	.05	.04	0	.15	.18

جدول شماره(۱)

۲-٤- یک جدول بنام جدول Clusterبه صورت جدول (۱) تشکیل می دهیم . مقادیر هر خانه از جدول به صورت زیر محاسبه می شود.

$$P^{r}_{u,v} = \sum_{j=1}^{J} Q^{r}_{j}(u,v) / N^{v\times 4}_{v}$$

$$Q^{r}_{j}(u,v) = 1..IF..K^{r}_{j} = U, K^{r\times 4}_{j} = V$$
$$Q^{r}_{j}(u,v) = 0..IF..NOT$$

که درآن:

$P^{r}u,v$ احتمال این است که منحنی شمارهu در سلولی با سایزr به سابقه بار آن سلول به خوبی تطبیق شود ،در صورتیکه بلوک مرحله بعد باسایز r×٤شامل آن سلول با منحنی شماره v تطبیق داشته باشد.

باتوجه به اینکه تعدادمنحنی هارا ۶عدد گرفتیم پس:

u = 1, 2,. . . ,6 v= 1,2,. . . ,6

K^{r}_{j} منحنی انتخاب شده برای بلوکهای باسایز r شامل سلول jام است.

$N^{r}v$ تعداد بلوکهای باسایز r که منحنی کلاستر v برای آنها انتخاب شده است .

Jتعدادکل سلولهای هم سایز.

جدول شماره (۱)برای تطابق سلولهای به ابعاد ۲۵۰m × ۲۵۰ m با بلوکهای ۵۰۰m×۵۰۰m شامل آن سلولهارانشان میدهد .دراین جدول عددصفرگوشه بالاوسمت چپ نشاندهنده این است که منحنی شماره ۱برای سلول باابعاد ۲۵۰m × ۲۵۰ mکه به همراه سه سلول دیگردربلوک ۵۰۰m ×۵۰۰m قرار داشتندو در مرحله قبل به منحنی شماره ۱برازش شده بودندمناسب نیست.اما منحنی شماره۲برای همان سلول دارای موقعیتی ۳۵درصدی ومنحنی شماره ۳دارا ی موقعیت ٤۵درصدی است.به این ترتیب تعدادمنحنی هایی که میتوانندبه سلول ۲۵۰m × ۲۵۰ m فوق برازش شوندکاهش می یابدوعمل انتخاب راحترانجام میگیرد.میتوان نشان دادکه درصورتیکه Pi,jکمتراز۹درصدباشدمیتوان ازآنمنحنی صرفنظرکرد.[٤]

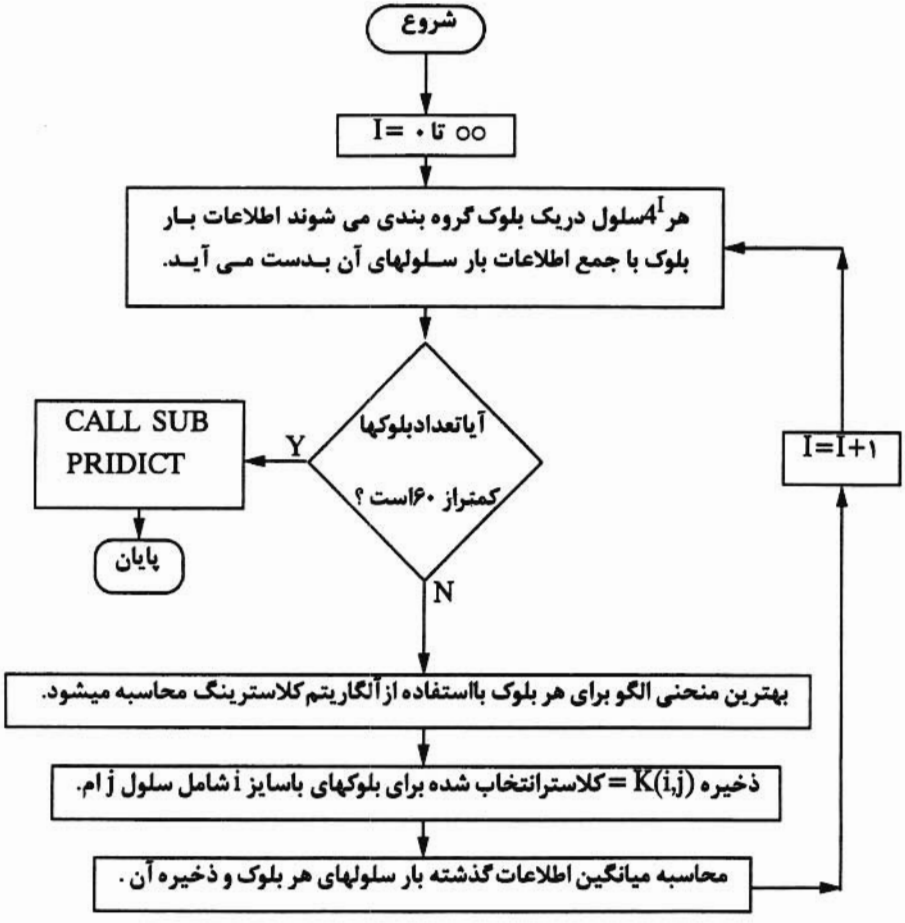
به این ترتیب جدول مذکور به راحتی تشکیل میشود.این جدول درهرمرحله بایدتشکیل شودتابهترین منحنی برای هربلوک بدست آید.

۳-٤-بااستفاده ازمفهوم نشان داده شده درشکل(۳)ابتدابرای کل منطقه برازش منحنی انجام شده سپس منطقه به چهار قسمت مساوی تقسیم گردیده و عمل برازش تکرار می شود.

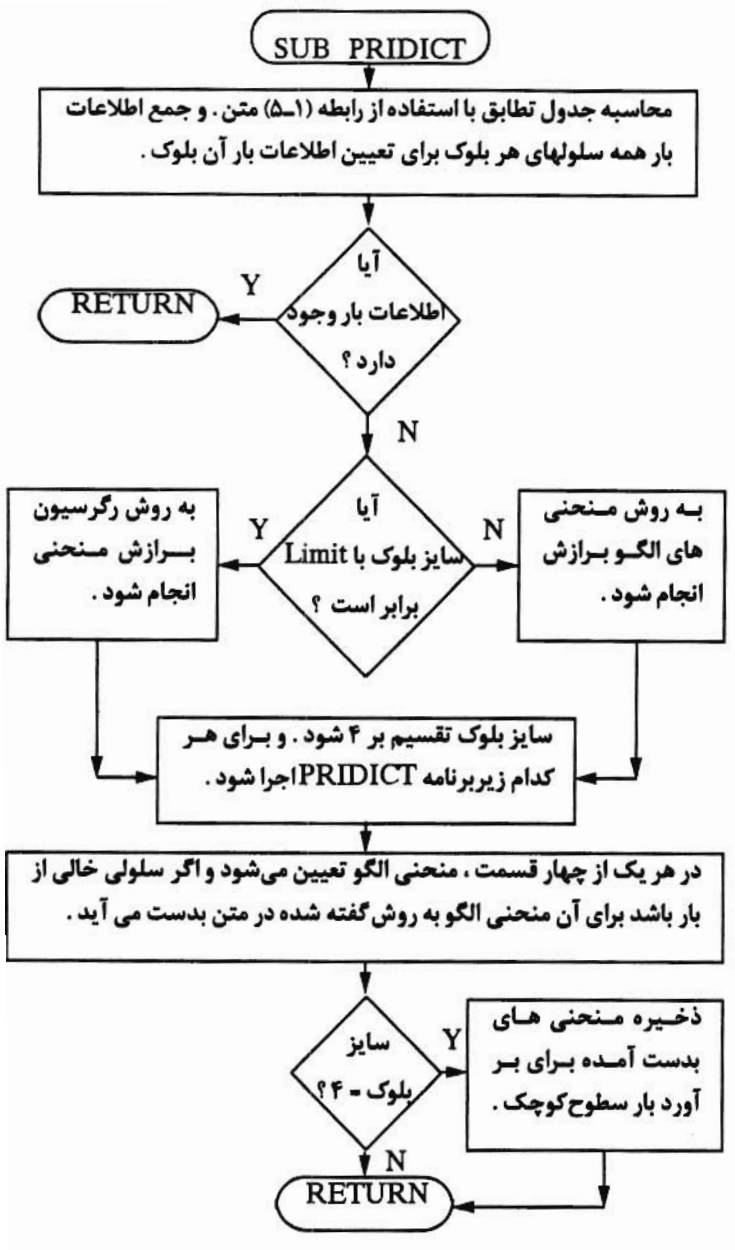
در صورتیکه یکی از بلوکها خالی باشد از مطلب عنوان شده در شکل (۲) استفاده می گردد. به این صورت که منحنی های سه بلوک غیر خالی بدست آمده و تفاضل میانگین آنها از منحنی بلوک شامل آنها محاسبه می گردد. منحنی حاصل رشدبارسلول خالی را تعیین می کند.این عمل آنقدر تکرار می شود تا تقسیم ها به کوچکترین سایز یعنی سایز سلولها(۲۵۰ m × ۲۵۰m)برسد. در عمل می توان برای سلولهای بزرک به جای روش کلاستر ، با استفاده از روش رگرسیون برازش منحنی را انجام داد. در صورتیکه تعداد بلوکها کمتر از ۶۰ باشد از روش رگرسیون و در غیر اینصورت از روش کلاسترینگ استفاده می گردد.

این روش باعث کاهش خطای برآورد می گردد، در عوض زمان کامپیوتری مورد نیاز بیشتر می شود. به عنوان مثال برای روش سلول به سلول اگر زمان کامپیوتری را ۱ بگیریم ،میزان خطای آن حدود ۲۸ درصد است ،در صورتیکه در روش جدید زمان

کامپیوتری ۳/۵ و میزان خطا ۱۸ درصد
است . فلوچارتهای این روش در شکل (۶) و
(۷) آمده است .[٤].



شکل شماره (۶):فلوچارت روش Clusteringتوسعه یافته



شکل شماره (۷):آلگاریتم زیربرنامه PRIDECT

۵- مراجع :

[۱] ذوالفقار عاشرلو – مهدی احسان "پیش بینی بار برای طراحی شبکه های توزیع "دانشگاه صنعتی شریف, پایان نامه کارشناسی ارشد, د یماه ۱۳۷٦.

[2] H.L.Willis , H.N.Tram , "Cluster Based V.A.I Method for distribution Load Forecasting" , IEEE ,Trans.on PAS, vol.PAS-102, No.8 August 1983.

[3] R.W.Powell , "A computerized Cluster Based Method of Building Represntative Models of distribution system" IEEE , Trans.on PAS, vol.PAS-104, No.12 Dec 1983.

[4] N.Green , "An Improved method of Extrapolating Distribution system Load Growth " IEEE ,Trans.on PAS, vol.PAS-103, No.6 June 1965.

[٥] جاناتان دی کراپر "تجزیه وتحلیل سریهای زمانی " ترجمه ح .نیرومند نشردانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد ۱۳۷۱.