

مروری اجمالی بر مسیریابی های سلسله مراتبی در شبکه های حسگر

ایمان شریفی^۱، بهرنگ برکتین^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه کامپیوتر، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد ایران

۲- دکتری، عضو هیئت علمی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد ایران

چکیده

یکی از چالش های مهم شبکه های حسگر مسئله مسیریابی می باشد. زیرا در این گونه شبکه ها با توجه به محدودیت منابع انرژی مسیریابی می تواند نقش بسیار مهمی در طول عمر شبکه ها داشته باشد. مسیریابی این شبکه ها الهام گرفته از مسیریابی شبکه های بی سیم می باشد. ولی باید توجه داشت ماهیت این گونه شبکه ها بسیار متفاوت از سایر شبکه های بی سیم می باشد. در این مقاله ابتدا انگیزه نیاز به خوشه بندی برانگیخته شده و بطور ضمنی شرح مختصری از الگوی شبکه سلسله مراتبی بیان شده است تا حد امکان مزایای اساسی اهداف و چالش های طراحی بررسی گردیده است. در قسمت اصلی این مقاله یکی از مهم ترین الگوریتم های مورد استفاده شبکه های WSN بررسی گردیده است. آنگاه مروری بر الگوریتم های بهینه شده و تکمیل کننده آن گردیده است. الگوریتم هایی که در این کار بررسی خواهیم نمود از روشهای مسیریابی مانند: E-LEACH و LEACH-CENTRALIZE استفاده می کنند.

واژه های کلیدی: شبکه حسگر بی سیم - مسیریابی - مدیریت توان گره - هوش ازدحامی - کیفیت سرویس

انگلیسی: Wireless Sensor Networks – Routing – Power Management Node – Swarm Intelligence – Quality Of Service

۱- مقدمه

شبکه های حسگر نوع خاصی از شبکه های بی سیم می باشد که در آن ها تعدادی گره در حال جمع آوری اطلاعات بوده و آنچه جمع آوری می کنند را برای ایستگاه پایه یا همان BS (BASE STATION) ارسال می کنند. این نوع شبکه ها می تواند مناطقی را دسترسی به آنها برای انسان دشوار است را تحت پوشش قرار دهد و به همین دلیل کار بردهای متنوع و گوناگونی خواهد داشت. حسگر ها در مناطق مختلفی پراکنده و با تعامل با محیط به جمع آوری اطلاعات می پردازند. محیط قرار گیری آنها می تواند یک محیط باز و یا مناطق سر پوشیده باشد. اطلاعات جمع آوری شده را به ایستگاههای اصلی ارسال می نماید. BS قادر به انالیز اطلاعات جمع آوری شده خواهد بود.

[Adeel Akhtar et al, 2010, 1]

مسیریابی در این شبکه ها به دو دسته تخت و سلسله مراتبی تقسیم می شود.

مسیریابی سلسله مراتبی یا مبتنی بر خوشه در ابتدا برای شبکه های سیم دار پیشنهاد شد که تکنیک های معروفی دارد و مزایای اصلی آن مربوط به مقیاس پذیری و ارتباطات کارا هستند. همین طور مفهوم مسیریابی سلسله مراتبی برای انجام مسیریابی که به صورت کارآمد از انرژی استفاده می کند در شبکه های سنسور بیسیم به کار می رود. در معماری سلسله مراتبی از گره های با انرژی بالاتر می توان برای پردازش و فرستادن سیگنال استفاده کرد. در حالی که گره های با انرژی پایینتر را می توان برای انجام عملیات حسگری در نزدیکی هدف به کار برد. این موضوع به این معنی است که ایجاد خوشه ها و تخصیص وظایف خاص به لیدرها Cluster head (یا سرخوشه) می تواند به طور مهمی روی مقیاس پذیری سیستم، طول عمر و کارایی انرژی تاثیر بگذارد. مسیریابی سلسله مراتبی با انجام تراکم داده و ترکیب داده ها برای کاهش تعداد پیام های منتقل شده به ایستگاه اصلی یک روش کارآمد برای مصرف انرژی پایین تر در یک خوشه است. مسیریابی سلسله مراتبی در اصل مسیریابی دولایه ای است که لایه اول برای انتخاب لیدر و لایه دیگر برای مسیریابی استفاده می شود. در این قسمت برخی پروتکل های مهم در این رابطه بیان شده است. البته برخی از پروتکل های این بخش برای انتخاب لیدر از توزیع احتمال تصادفی بین دیگر سنسورها استفاده می کنند؛ یعنی برنامه خاصی ندارند و برخی دیگر دارای روش ویژه ای برای انتخاب لیدر هستند

در این مقاله مروری بر انواع مسیریابی مبتنی بر خوشه یا همان کلاستر بندی شده خواهیم داشت .

۲- انواع شبکه های حسگر

مهم ترین تقسیم بندی که در شبکه های حسگر انجام شده است آنها را به ۳ دسته زیر تقسیم نموده است :

- Pro active (Table driven)
- Reactive (On demand)
- Hybrid (Table driven & On demand)

پروتکل های (Proactive) :

در این دسته از پروتکل ها جدول های مسیر یابی قبل از رسیدن ترافیک داده ای تشکیل می شود . به عبارت بهتر در هر نود جدول هایی تشکیل که مسیری از آن نود به سایر نودها در آن معین گردیده است . این جدول ها بطور پیوسته به روز شده و آخرین تغییرات توپولوژی در آن اعمال می شود . زمانی که داده ای برای ارسال از راه می رسد با توجه به مشخص بودن مسیر ها در این جداول ارسال داده با کم ترین تغییر ممکن انجام خواهد شد. این روش برای شبکه های با توپولوژی ثابت یا با کمترین تغییر مناسب است و برای شبکه هایی با توپولوژی دینامیکی مانند شبکه های MANET سربار زیادی به همراه خواهد داشت . [Anupriya P, Suba J, 2012, 2]

از جمله این پروتکل ها می توان به پروتکل ^۱DSDV اشاره کرد . این پروتکل بر مبنای الگوریتم کلاسیک Bellman-Ford بنا شده است. در این حالت هر Node لیستی از تمام مقصد ها و نیز تعداد Hop ها تا هر مقصد را تهیه می کند. هر مدخل لیست با یک عدد شماره گذاری شده است . برای کم کردن حجم ترافیک ناشی از به روز رسانی مسیر ها در شبکه از Incremental Packets استفاده می شود . تنها مزیت این پروتکل اجتناب از به وجود آمدن حلقه های مسیر یابی در شبکه های شامل مسیر یاب های متحرک است. بدین ترتیب اطلاعات مسیر ها همواره بدون توجه به این که آیا Node در حال حاضر نیاز به استفاده از مسیر دارد یا نه فراهم هستند.

از معایب پروتکل DSDV می توان به نیاز داشتن به پارامترهایی از قبیل بازه زمانی به روز رسانی اطلاعات و تعداد به روز رسانی های زیاد اشاره کرد.

پروتکل های Reactive :

که از آن ها به عنوان پروتکل های On-Demand هم نام برده می شود . پروتکل هایی هستند که مسیریابی را زمانی انجام می دهند که داده ای برای ارسال رسیده باشد . این پروتکل ها مناسب شبکه هایی می باشند که در آنها تغییرات توپولوژی زیاد باشد . سربار این پروتکل ها پایین تر از پروتکل های دسته قبلی می باشد . [Anupriya P, Suba J, 2012, 2]

در این پروتکل ها قبل از برقرار شدن ارتباط ، تاخیر قابل توجهی مشاهده می شود.

از جمله این پروتکل ها ^۲SSR می باشد . این پروتکل مسیرها را بر مبنای قدرت و توان سیگنالها بین Node ها انتخاب می کند. بنابراین مسیریابی که انتخاب می شوند نسبتاً قوی تر هستند .

دیگر پروتکل این گروه پروتکل AODV می باشد . پروتکل AODV بر مبنای الگوریتم DSDV بنا شده با این تفاوت که به دلیل مسیریابی تنها در زمان نیاز میزان Broad Casting را کاهش می دهد. الگوریتم کشف مسیر تنها زمانی آغاز به کار می کند که مسیری بین دو Node وجود نداشته باشد.

^۱ Destination Sequenced Distance Vector
^۲ Signal Stability Routing

:Hybrid (Pro-active / Reactive)

این مورد با ترکیب دو روش قبلی سعی در کاهش معایب کرده و از ویژگی های خوب هر دو مورد بهره می برد. این پروتکل جدید ترین کلاس پروتکل ها در این راستا می باشد. معروف ترین پروتکل از این نوع می توان به ZRP^۳ اشاره کرد. این پروتکل از ویژگی های نوع Pro Active برای مسیریابی Node های نزدیک به هم و از ویژگی های نوع Reactive برای مسیریابی Node های دورتر استفاده می کند.

ZRP نوعی از Clustering است با این تفاوت که در این پروتکل هر Node خود Head بوده و به عنوان عضوی از بقیه ی Cluster ها می باشد. به دلیل Hybrid بودن کارایی بهتری دارد.

۳- شبکه های سلسله مراتبی

در شبکه های سلسله مراتبی ، گره ها با توجه به قابلیت ها و امکاناتشان وظایف و نقش های متفاوتی دارند. بنابراین مدل ناهمگن سلسله مراتبی نسبت به مدل های همگن مسطح مزایای عملیاتی بیشتری برای حسگرهای بی سیم دارد که محدودیت های ذاتی در قابلیت پردازش و توان دارند. محدودیت های انرژی گره های حسگر از مشکلات عمده این شبکه ها محسوب می شوند [Fanian A, 2008]. یکی از موثر ترین روش ها برای کاهش انرژی مصرفی گره ها ، مدیریت و هدایت مناسب بسته های شبکه می باشد. از مفیدترین رویکردهای پیشنهادی می توان به تکنیک خوشه بندی اشاره کرد. برای این منظور کل گره های شبکه به خوشه هایی مجزا از هم با کم ترین همپوشانی ممکن ، تقسیم می شوند. در هر خوشه یک گره به عنوان سر خوشه ، مسئول ارتباط با چاهک انتخاب می شود. به این ترتیب هر گره داده خود را به سرخوشه فرستاده و سر خوشه بعد از جمع و حذف داده های زائد و تکراری ، آن ها را به چاهک می فرستد و بنابراین با کاهش تعداد دفعات ارسال و دریافت ، طول عمر شبکه افزایش می یابد. تحقیقات نشان می دهد که برای شبکه های حسگر بی سیم بزرگ ، معماری شبکه سلسله مراتبی ، نسبت به ساختار مسطح ، گذر دهی و مقیاس پذیری بیشتری دارد ، زیرا داده های حس شده ی مازاد می توانند در گره های میانی جمع شوند و با تعداد کمتری جهش ، به گره مقصد برسند. از مزایای خوشه بندی می توان به سهولت مدیریت شبکه ، سهولت مدیریت خرابی ، افزایش امنیت ، کاهش ترافیک و غیره اشاره کرد.

طبق مدل شبکه سلسله مراتبی^۴ در این مدل ، شبکه ، سه نوع مختلف دستگاه بی سیم دارد :

گره چاهک یا ایستگاه اصلی^۵

گره سرخوشه^۶

گره حسگر^۷

^۳ Zone Routing proto

^۴ Three - Tier

^۵ Base Station(BS)

^۶ Cluster Head (CH)

^۷ Sensor Node (SN)

در این مدل شبکه، تعداد زیادی حسگر به صورت تصادفی در محل توزیع می شوند. یک گره چاهک در یک محل با محافظت شدیدی قرار می گیرد و مسئولیت تمام عملیات شبکه را بر عهده می گیرد. پس از استقرار، سرخوشه ها با استفاده از الگوریتم های دسته بندی موجود، شبکه را به چند دسته تقسیم می کنند. در این مدل شبکه، هر دسته از یک سرخوشه و مجموعه ای از گره های حسگر (مجزا از دسته های دیگر) تشکیل شده است. حسگر های بی سیم تمام محیط را مراقبت می کنند و داده های حس شده را برای سرخوشه خود ارسال می کنند. سرخوشه بر اساس مسئولیت خود، روی داده های دریافت شده خود، پردازش داده انجام می دهد و اصل داده های جمع شده و پالایش شده را برای گره چاهک ارسال می کند. [Heinzelman, W.R, 2000].

۴- الگوریتم های EEHC^۸ برای بهینه سازی توان در مدل خوشه بندی سلسله مراتبی

هدف الگوریتم EEHC ماکزیمم کردن زمان زندگی شبکه هایی است که شامل تعداد زیادی از نودهای حسگر هستند. الگوریتم EEHC نودهای حسگر را در داخل کلاسترهایی سلسله مراتبی سازماندهی می کند که هر کلاستر شامل نودی CH بود. CH ها اطلاعات را در طول کلاستر خود و از سایر نودها جمع اوری کرده و آنها را به HEAD کلاستر بالاتر انتقال می دهند. CH ها نیاز به انرژی بیشتری نسبت به سایر نودها دارند و بعلاوه انرژی آنها سریعتر هم تمام می شود.

[Shio Kumar et al, 2010]

پروتکل های مختلفی تا بحال برای خوشه بندی سلسله مراتبی ارائه شده است در این بخش قصد داریم برخی از این پروتکل ها را بیان نماییم.

در این قسمت به بررسی پروتکل های این الگوریتم می پردازیم:

۴-۱- LEACH (low-energy adaptive clustering hierarchy)

اولین و رایج ترین الگوریتم خوشه بندی سلسله مراتبی تطبیق پذیر کم انرژی می باشد این پروتکل یکی از اولین و مشهورترین پروتکل های خوشه بندی است که شاید بتوان گفت اولین پروتکل خوشه بندی پویا می باشد. در این الگوریتم به منظور توازن انرژی مصرف شده در هر دوره و بطور متناوب همه گره ها شانس CH شدن را دارا هستند. این پروتکل دو هدف عمده دارد: [Shio Kumar et al, 2010].

- افزایش طول عمر شبکه های حسگر
- کاهش مصرف انرژی در گره های شبکه

که این دو کار را با توزیع انرژی در میان تمام گره های شبکه و انجام عمل تجمیع داده و در نتیجه ان کاهش تعداد پیام های تبادلی انجام میدهد. در این الگوریتم ابتدا یک گره با احتمال P تصمیم می گیرد که CH شود و این تصمیم را به

اطلاع همه می رساند پس از انتخاب CH همه CH ها یک پیام به دیگر گره ها ارسال و هر گره که CH نیست خوشه ای را که می خواهد عضو شود را انتخاب می کند. هر گره خوشه خود را بصورتی انتخاب می کند که با کمترین انرژی با CH مربوطه ارتباط داشته باشد.

عملیات انجام شده در الگوریتم LEACH بصورت دوره ای تکرار می شود و هر دوره چند مرحله دارد هر دوره با یک مرحله تنظیمات اولیه شروع می شود و سپس وارد یک مرحله پایدار می شود. در این مرحله داده ها به ایستگاه مرکزی ارسال می شود برای به حداقل رساندن سربار اطلاعات طول مرحله پایدار باید در مقایسه با مرحله تنظیمات اولیه بزرگ باشد.

در ابتدا هنگامی که کلاسترها تشکیل می شود هر گره تصمیم می گیرد که در مرحله جاری سردهسته شود یا خیر. این تصمیم به میزان درصد توصیه شده برای تعداد سردهسته ها رابطه مستقیم دارد و باید از قبل تعیین شود. همچنین عامل دیگر در این تصمیم گیری تعداد دفعاتی است که یک گره قبلا به عنوان سردهسته انتخاب شده است. گره N جهت تصمیم گیری در این مورد یک عدد تصادفی بین ۰ و ۱ انتخاب و اگر عدد انتخاب شده از یک مرز به نام $T(N)$ کمتر باشد گره بعنوان سردهسته انتخاب می شود.

$$T(n) = \begin{cases} \frac{P}{1 - P * (r \bmod \frac{1}{P})} & \text{if } n \in G \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

در این فرمول P برابر درصد مورد نیاز برای سردهسته هاست و G مجموعه گره هایی است که در آخرین $1/P$ دور سردهسته نبوده اند. با استفاده از این حد استانه هر گره در هر $1/P$ دور در یکی از نودها سردهسته می شود در اولین دور همه گره ها با احتمال P می تواند سردهسته شوند. ولی هر گره بعد از سردهسته شدن حداقل به اندازه $1/P$ نمی تواند سردهسته شود در دوره های بعدی احتمال انتخاب شدن گره هایی که به عنوان سردهسته انتخاب نشده اند بیشتر می شود تا جاییکه در دور $1/P - 1$ برابر ۱ خواهد شد.

LEACH به دو صورت باعث کاهش مصرف انرژی می شود اول با حداقل کردن هزینه ارتباط بین نودها و CH ها و دوم با خاموش کردن گره هایی که CH نیستند البته تا آنجا که امکان داشته باشد. در LEACH از مسیریابی SINGLE-HOP برای انتقال مستقیم هر نود به CH و SNK استفاده می شود بنابراین برای شبکه های بزرگ مناسب نیست همچنین ایده CH دینامیکی باعث بار اضافی در شبکه خواهد شد. اگر چه این الگوریتم باعث کاهش مصرف انرژی در نودهای شبکه می شود. [Shio Kumar et al, 2010]

۴-۲- مشکلات الگوریتم LEACH

هر سنسور در این الگوریتم با تولید یک عدد تصادفی تصمیم می گیرد که سرخوشه باشد یا نباشد. با توجه به انتخاب تصادفی سرخوشه ها این احتمال وجود دارد که در برخی از زمانها قسمتی از شبکه سرخوشه نداشته باشد و در قسمت دیگری چگالی سرخوشه ها زیاد باشد. در مجموع هیچ قاعده منطقی بر پایه تغییرات توپولوژیکی و انرژی باقیمانده

سنسورها وجود ندارد که بر انتخاب شدن گره‌ها به عنوان سرخوشه تاثیر می‌گذارد LEACH. توانسته تنها به نحوی انتخاب سرخوشه را در شبکه میسر سازد. پروتکل‌های کلاسیک همچون پروتکل (LEACH) فرض را بر یکسان بودن انرژی گره‌ها گذاشته و در نتیجه در صورت ناهمگنی گره‌ها از نظر انرژی، مزایای کامل خود را ارائه نمی‌کنند. ناهمگنی گره‌ها دلایل زیادی دارد که می‌توان به تنظیم اولیه متفاوت، عملکرد شبکه یا افزودن گره‌های جدید به سنسورهای قبلی اشاره نمود. در صورتی که گره‌ها ناهمگن باشند پروتکل به درستی عملیات مطلوب خود را انجام نمی‌دهد و به ویژه از زمان مرگ اولین گره، عملکرد شبکه ناپایدار خواهد شد.

LEACH فرض می‌کند که همه گره‌ها می‌توانند با توان کافی برای رسیدن به ایستگاه اصلی در صورت نیاز، انتقال داشته باشند و اینکه هر گره توان محاسباتی برای حمایت پروتکل‌های مختلف MAC دارد. بنابراین گسترش شبکه به نحوی بزرگ قابل اجرا نیست. همچنین فرض می‌کند که گره‌ها داده برای ارسال دارند و گره‌هایی که نزدیک به هم هستند داده وابسته به هم دارند. معلوم نیست چطور تعداد لیدر از پیش تعیین شده به صورت یکنواخت در شبکه توزیع می‌شود. بنابراین این امکان وجود دارد که لیدرهای انتخاب شده در یک بخش از شبکه متمرکز شود. بعضی گره‌ها ممکن است هیچ لیدری در مجاورت خود نداشته باشند. به علاوه، برای رفع این مشکل فکر خوشه‌بندی پویا سربار ایجاد می‌کند.

۴-۳- الگوریتم ENHANCES-LEACH یا E-LEACH

این الگوریتم روش دیگری برای انتخاب CH برای شبکه‌های حسگر میباشد البته این روش همان روش LEACH است که تغییراتی در آن داده شده است. مشخه ان این است که در شروع کار سطح انرژی یکسانی برای CH ها در نظر نمی‌گیرد. این الگوریتم فرض می‌کند که سنسورها اطلاعات عمومی در باره باقیمانده انرژی سایر نودها دارا هستند همچنین این الگوریتم تعیین می‌کند که تعداد CH مورد نیاز به قابل تغییر و وابسته به پارامترهایی مانند مربع ریشه مجموع نودهای سنسور بستگی دارد تا بتواند مصرف انرژی را کاهش دهد سایر ویژگی های این الگوریتم مانند الگوریتم LEACH می باشد. [Shio Kumar et al,2010]

۴-۴- الگوریتم LEACH-CENTRALIZE

الگوریتم LEACH-C یک الگوریتم کلاستر بندی مرکزی می باشد. هر نود اطلاعاتی درباره مکان جاری و سطح انرژی خود به BS می فرستد. BS محدوده هر کلاستر را تعیین می کند. CH نودها و NON-CH نودها را برای هر کلاستر مشخص می کند. BS با داشتن اطلاعاتی از شبکه سعی می کند بهترین کلاستر بندی را انجام دهد که به انرژی کمتری برای انتقال داده نیاز داشته باشد. تعداد CH ها در هر دور از این الگوریتم مساوی مقدار بهینه ای است که قبلا تعیین شده است. [Shio Kumar et al,2010]

۴-۵- الگوریتم MULTI-HOP LEACH

شکل خاصی از الگوریتم LEACH می باشد که به نودهای حسگر اجازه می دهد تا از ارتباطات Multi-Hop استفاده کند و با این روش بهینه سازی انرژی را انجام می دهد. این روش بیشتر در جاهایی نیاز است که بدلیل فاصله زیاد بین CH ها و یا SINK ارتباط مستقیم امکانپذیر نباشد. در این راهحل هم برای داخل کلاستر (از نودها به CH) و هم برای خارج کلاستر (از CH به SINK) از انتقال Multi-Hop می تواند استفاده کند CH ها همچنین با Data Fusion روی داده های دریافتی مجموع انتقال ها و ارسال داده در شبکه را کاهش می دهند. [Shio Kumar et al, 2010]

در واقع به دلیل آنکه در پروتکل LEACH هر CH بطور مستقیم با BS ارتباط دارد ممکن است بعضی ارسال ها مقدار زیادی انرژی مصرف نمایند در حالی که در پروتکل MULTI-HOP LEACH همواره مسیر بهینه برای ارسال انتخاب می گردد و مصرف انرژی کاهش می یابد [S. Swapna Kumar et al, 2011].

۵- پروتکل CBHRP^۹ برای استفاده بهینه از انرژی

در بخش قبلی گفتیم که یکی از راههای افزایش عمر شبکه بهینه سازی مصرف انرژی در شبکه میباشد. و گفتیم که پروتکل های زیادی در این زمینه ارائه شده است. یکی از پروتکل های مهمی که به آن اشاره کردیم پروتکل LEACH بود که در آن شبکه به تعدادی کلاستر تقسیم و هر کلاستر دارای یک نود HEAD بود که برای جمع اوری داده ها از سایر نودها و ارسال به لایه بالاتر استفاده میشود. در این بخش به بررسی مقاله ای می پردازیم که در آن یک پروتکل مسیریابی سلسله مراتبی دو لایه به نام CBHRP ارائه شده است تفاوت این پروتکل با پروتکل LEACH مفهوم جدیدی بنام HEADSET است در واقع در این پروتکل به جای یک CH برای هر کلاستر مجموعه ای از CH ها وجود دارد. یکی از آنها اصلی (ACTIVE) و سایر آنها بعنوان همکار (ASSOCIATE) استفاده می شود این اعضا HEAD-SET برای کنترل و مدیریت شبکه استفاده میشود. در نتیجه این پروتکل مصرف انرژی تا حد زیادی در شبکه کاهش میابد و طول عمر شبکه تا حد زیادی نسبت به پروتکل LEACH افزایش می یابد. [Md.Golam et al, 2010]

۶- نتیجه گیری

کلاستر بندی و یا خوشه بندی یکی از روش های تقسیم یک شبکه بزرگ به تعدادی شبکه کوچک است که می تواند بعنوان یک راهکار جهت بهبود عملیات مسیریابی در شبکه های بزرگ استفاده شود. در شبکه های حسگر کلاستر بندی شده هر کلاستر شامل یک سرگروه (CLUSTER HEAD) و تعدادی گره عضو می باشد.

استفاده از ساختار خوشه بندی یک توپولوژی موثر برای استفاده بهینه از منابع در جهت افزایش ظرفیت سیستم - کاهش سربار های ناشی از عملیات مسیریابی - کاهش تاخیر ها و افزایش ظرفیت لینک ها و کلا بهبود کیفیت سرویس میباشد.

اگر چه ممکن است در ازا این مزیت ها هزینه هایی نیز پرداخت شود که از جمله انها می توان به سربارهایی که در هنگام تعویض دینامیکی سر خوشه ها ایجاد میشوند اشاره کرد. البته برای جلوگیری و یا کاهش این هزینه ها تکنیک هایی برای تغییر مناسب سر گروه ها ارائه شده است.

الگوریتم های مختلفی برای کلاستر بندی شبکه های بیسیم ارائه شده است و برای برخی از آنها نسخه های بهبود یافته هم ارائه شده است. هدف تمامی این الگوریتم ها کم شدن هزینه های مسیریابی بخصوص هزینه مصرف انرژی در اینگونه از شبکه ها می باشد.

۷- منابع

- [1] Adeel Akhtar ,Abid Ali Minhas And Sohil Jabber " *Energy Aware Intra Cluster Routing For Wireless Sensor Network* " International Journal Of Hybrid Information Technology -2010
- [2] Anupriya P, Suba J," *ANT-AODV Hybrid Protocol for MANETs*" , Department of Computer Science, Hindustan College of Arts & Science,2012
- [3] Shio Kumar Singh ,M P Singh,D K Sing " *A Survey Of Energy -Efficient Hierarchical Cluster-Based Routing In Wireless Sensor Network* " Int.J.Of Advanced Networking And Applications Volumes,02,Issue,02 Pages 570-580 -2010
- [4] Md.Golam Rashed ,M.Hasnat Kabir,Muhammad Sajyadur Rahim ,Sheikh Enayat Ullah " *Cluster Based Hierarchical Routing Protocol For Wirwless Sensor Network* " ,2010



- [5] S. Swapna Kumar, M. Nanda Kumar, V.S Sheeba, ***Fuzzy Logic based Energy Efficient Hierarchical Clustering in Wireless Sensor Networks***, International Journal of Research and Reviews in Wireless Sensor Networks (IJRRWSN) Vol. 1, No. 4, December 2011, ISSN: 2047-0037
- [6] Fanian A. and M. Berenjoub, **An Efficient Authentication protocol for Heterogenous Ad Hoc – WLAN Networks**. Processing of the International Cryptography Conference (ISCC 2008), Iran , Tehran, 2008.
- [7]. Heinzelman, W.R., A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan. **Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks. in System sciences**, 2000. Proceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on. 2000. IEEE.