

سنة الفجر

سمینار

عنوان

**الگوریتم های مکان یابی در شبکه های حسگر بی سیم**

نگارنده:

## فهرست مطالب

۱. مقدمه .....	۶
۲. دسته بندی الگوریتم های مکان یابی .....	۷
۳. علائم مشخصه ثابت و گره های ثابت .....	۹
۳,۱ الگوریتم های مکان یابی مستقل از محدوده .....	۱۰
۳,۱,۱ الگوریتم های مکان یابی اتصال .....	۱۰
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۱,۲ الگوریتم های مکان یابی مرکز ثقل .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۱,۳ الگوریتم های مکان یابی تضعیف انرژی .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۱,۴ الگوریتم های مکان یابی همپوشانی ناحیه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۲ الگوریتم های مکان یابی مبتنی بر محدوده .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۲,۱ الگوریتم های مکان یابی زیستی .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۲,۲ الگوریتم های مکان یابی بازبینی .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۲,۳ الگوریتم های مکان یابی نحوه استقرار علامت مشخصه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۲,۴ الگوریتم های مکان یابی ارتقا علامت مشخصه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۳,۳ خلاصه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۴. علائم مشخصه ثابت و گره های متحرک .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۴,۱ الگوریتم های مکان یابی اطلاعات تاریخی .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۴,۲ الگوریتم های مکان یابی مبتنی بر خوشه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۴,۳ خلاصه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۵. علائم مشخصه متحرک و گره های ثابت .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۵,۱ الگوریتم های مکان یابی هندسی .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۵,۲ الگوریتم های مکان یابی برنامه ریزی مسیر .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۵,۳ خلاصه .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۶. علائم مشخصه متحرک و گره های متحرک .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۶,۱ الگوریتم های مکان یابی مبتنی بر زمان .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۶,۲ الگوریتم های مکان یابی توزیع احتمال .....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b> ..... ۶,۳ خلاصه .....	

**Error! Bookmark not defined..... خلاصه و چشم انداز**

## مروری بر الگوریتم های مکان یابی در شبکه های حسگر بی سیم

### چکیده

مکان یابی یکی از مهمترین تکنولوژی ها در شبکه های حسگر بی سیم است، چون نقش حساسی در بسیاری از کاربردها مانند ردگیری هدف ایفا می کند. اگر کاربران نتوانند اطلاعات مکان دقیق را به دست بیاورند، کاربردهای مرتبط نمی توانند انجام شوند. ایده اصلی در اکثر روش های مکان یابی آن است که تعدادی از گره های توزیع شده با مختصات معلوم (مثلا گره های مجهز به GPS) موسوم به علائم مشخصه یا گره های راهنما امواج راهنمایی با مختصات خود ارسال کنند تا به سایر گره ها در تعیین مکان خود کمک کنند. در حالت کلی، الگوریتم های مکان یابی اصلی به دو دسته تقسیم می شوند: مبتنی بر محدوده و مستقل از محدوده. در این سمینار، الگوریتم های مکان یابی را با یک دیدگاه جدید مبتنی بر وضعیت تحرک علائم مشخصه و گره های ناشناخته مجددا دسته بندی می کنیم و تحلیل مفصلی از الگوریتم های مکان یابی نماینده ارائه می دهیم. بعلاوه الگوریتم های مکان یابی موجود را مقایسه و مسیر تحقیقات آتی در زمینه الگوریتم هایی مکان یابی در WSN ها را تجزیه و تحلیل می کنیم.

**کلمات کلیدی:** شبکه های حسگر بی سیم، الگوریتم های مکان یابی، قابلیت تحرک، دقت مکان

پیشرفت MEM ها، مجموعه تراشه ها، و تکنولوژی ارتباطات بی سیم به ساخت گره های حسگر با مصرف توان پایین و چندکاره ای منجر شده است که توانایی جمع آوری اطلاعات، پردازش داده ها، ارتباطات بی سیم و چندین عملکرد دیگر را درون یک حافظه کوچک مجتمع کرده اند. WSN یک شبکه چند گامه خودسازمانده متشکل از توزیع تعداد زیادی گره حسگر می باشد. هدف WSN دریافت، جمع آوری و پردازش اطلاعات گره های حسگر داخل ناحیه ای است که شبکه آن را پوشش می دهد [۱].

WSN ها به عنوان پلی بین جهان فیزیکی و دنیای دیجیتال به شکل وسیعی برای مدیریت اطلاعات حساس در بسیاری از حوزه ها استفاده می شوند. WSN ها در حوزه های نظامی، صنعتی، خانگی، پزشکی، دریایی و زمینه های دیگری از جمله پایش بلایای طبیعی، هشدار اولیه، امداد و نجات و سایر موقعیت های اضطراری کاربرد دارند. به عنوان مثال، با استفاده از شبکه غبار هوشمند متشکل از گره های معلق در هوا می توان عواملی مانند فشار، دما و سایر اطلاعات مکان های مختلف را جهت پایش کیفیت هوا شناسایی کرد. گره های حسگر تعبیه شده زیر بستر در اعماق مختلف می توانند دما، فشار و سایر داده ها برای مشاهده فعالیت یخچال ها را جمع آوری کنند [۳۷]. گره های حسگر در لانه های پرندگان می تواند به تحقیق بیشتر در خصوص عادت های زندگی پرندگان کمک کند [۳۶]. در کاربردهایی که در بالا ذکر شد، تمام اطلاعات جمع آوری شده بر مکان دقیق گره های حسگر استوار هستند. بنابراین، مکان یابی یکی از تکنولوژی های پایه و اصلی در WSN ها است. نیاز مبرمی به حل تکنولوژی مکان کارا و روش های بهینه سازی آن به طور عمقی وجود دارد. مطالعه تکنولوژی مکان یابی برای تحقیقات نظری و کاربردهای واقعی WSN ها بسیار ضروری است [۴۸، ۵۵].

تا کنون، اکثر الگوریتم های موجود مکان یابی WSN ها در دو گروه دسته بندی می شدند: مبتنی بر محدوده [۵، ۳۰] و مستقل از محدوده [۴۷، ۶۲]. تکنیک های مبتنی بر محدوده جهت تخمین مکان از تقریب های فاصله یا زاویه استفاده می کنند در حالیکه تکنیک های مستقل از محدوده صرفاً از اطلاعات

اتصال بین گره های ناشناخته و علائم مشخصه استفاده می کنند. تکنیک های مبتنی بر محدوده از شدت سیگنال دریافتی (RSS) [۱۰]، زمان ورود (ToA) [۱۳]، اختلاف زمان ورود (TDoA) [۹]، یا زاویه ورود (AoA) [۴۱] استفاده می کنند. گره مشخصه اطلاعات مکان خود را می تواند از قبل با استفاده از سیستم های GPS یا اطلاعات توزیع دستی به دست آورد. در این مقاله، گرهی که اطلاعات مکان خود را می داند یک علامت مشخصه نامیده می شود. در غیر اینصورت یک گره ناشناخته است.

سازماندهی این مقاله به صورت زیر است: در بخش ۲، دسته بندی الگوریتم های مکان یابی به روشی جدید به طور مختصر معرفی می شود. در بخش های ۲، ۳، ۴، ۵، و ۶ الگوریتم های مکان یابی معمول به طور مختصر معرفی و تجزیه و تحلیل می شوند. در بخش ۷، به بحثی مختصر راجع به سمت و سوی تحقیقات آینده در زمینه الگوریتم های مکان یابی اختصاص دارد.

## ۲. دسته بندی الگوریتم های مکان یابی

طی چند سال اخیر حجم زیادی از تحقیقات در زمینه مکان یابی WSN ها انجام گرفته است. فرآیند مکان یابی یک گره ناشناخته را می توان به صورت تعیین تقریبی موقعیت گره موقعیت از طریق ارتباط محدود با چند علامت مشخصه با استفاده از برخی تکنولوژی های مکان یابی خاص تعریف نمود. با این حال، در بسیاری از کاربردهای WSN، گره نامعلوم همچنین قادر به تعیین موقعیت خود بر اساس اطلاعات اتصال بین گره های نامعلوم و علائم مشخصه می باشد. در حال حاضر چهار دسته بندی مختلف برای الگوریتم های مکان یابی وجود دارد [۱۴، ۲۳، ۵۴]:

- ۱) الگوریتم های مکان یابی مبتنی بر محدوده و مستقل از محدوده؛
- ۲) الگوریتم های مکان یابی مبتنی بر علامت مشخصه و مستقل از علامت مشخصه؛
- ۳) الگوریتم های مکان یابی ریزدانه و درشت دانه؛
- ۴) الگوریتم های مکان یابی ترتیبی و همروند.

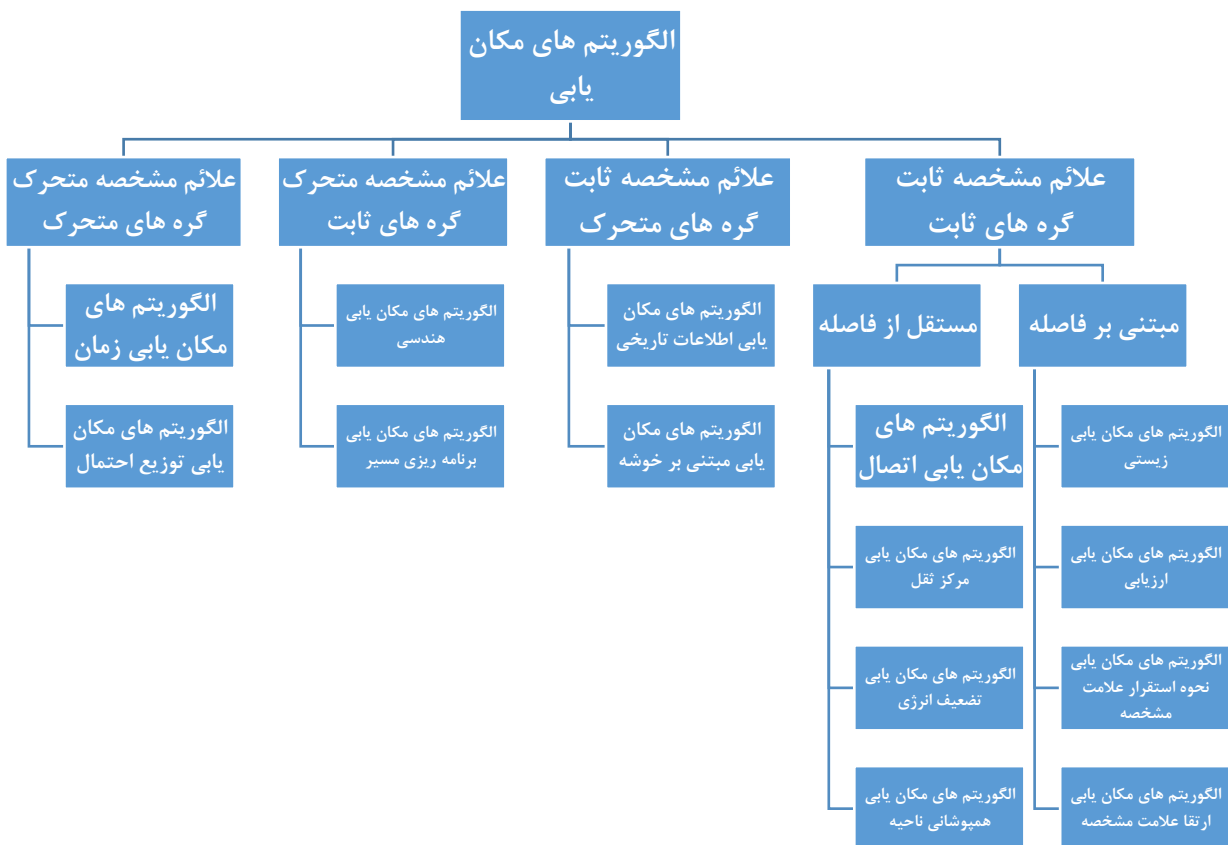
الگوریتم های ذکر شده در بالا بر اساس ویژگی های علائم مشخصه دسته بندی می شوند. با این حال، این دسته بندی ها بدون در نظر گرفتن حالت تحرک گره های حسگر برای پژوهش های الگوریتم های مکان یابی در آینده به اندازه کافی متمایز نیستند. لذا در این مقاله همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده، الگوریتم های مکان یابی را بر اساس قابلیت تحرک علائم مشخصه و گره های نامعلوم مجددا دسته بندی خواهیم نمود.

در شکل ۱، الگوریتم های مکان یابی به چهار دسته زیر تقسیم شده اند:

- ۱) علائم مشخصه ثابت، گره های ثابت؛
- ۲) علائم مشخصه ثابت، گره های متحرک؛
- ۳) علائم مشخصه متحرک، گره های ثابت؛
- ۴) علائم مشخصه متحرک، گره های ثابت.

ویژگی مشترک این چهار دسته آن است که همه آنها برای تعیین مکان گره های نامعلوم به علائم مشخصه نیاز دارند. در بخش بعدی، الگوریتم های مکان یابی متداول هر گروه را به طور مختصر معرفی و تحلیل خواهیم کرد.





شکل ۱. دسته بندی الگوریتم های مکان یابی در WSN ها

### ۳. علائم مشخصه ثابت و گره های ثابت

الگوریتم های مکان یابی علائم مشخصه ثابت و گره های ثابت در WSN هایی به کار می روند که در آنها تمام گره ها ثابت باشند. این الگوریتم ها بر اساس آنکه آیا برای به دست آوردن اطلاعات فاصله و زاویه به اندازه گیری های فیزیکی نیاز دارند یا خیر، به دو دسته تقسیم می شوند [۲۳]. الگوریتم های مکان یابی در هر گروه می توانند در ادامه به صورت مبتنی بر محدوده و مستقل از محدوده دسته بندی شوند [۱۴]. الگوریتم های مبتنی بر محدوده نیاز به اندازه گیری فاصله بین گره های نامعلوم و علائم مشخصه دارند. سپس فواصل اندازه گیری شده برای محاسبه مختصات گره های نامعلوم مورد استفاده قرار می گیرند. الگوریتم های مستقل از محدوده اطلاعات فاصله بین گره های نامعلوم و علائم مشخصه را می توانند به طور غیر مستقیم با استفاده از اطلاعات اتصال یا اطلاعات مسیریابی چند گامه مبادله شده به دست آورند. سپس

اطلاعات به دست آمده به طور غیر مستقیم برای محاسبه مختصات گره نامعلوم استفاده می شوند. در حالت کلی، الگوریتم های مبتنی بر محدوده توانایی دستیابی به دقت های مکان یابی بالاتری را دارند؛ با این حال، کارایی آنها با هزینه سخت افزار بالا و مصرف توان بالا محدود می شود. در مقابل، الگوریتم های مستقل از محدوده هزینه ها را کاهش می دهند و در فرآیند مکان یابی گره های نامعلوم کارایی بسیار بیشتری دارند.

### ۳,۱ الگوریتم های مکان یابی مستقل از محدوده<sup>۱</sup>

الگوریتم های مستقل از محدوده به اندازه گیری اطلاعات فاصله یا زاویه بین گره های نامعلوم و علائم مشخصه نیازی ندارند و فاصله بین دو گره را از طریق اطلاعات اتصال، اطلاعات مصرف انرژی، یا اطلاعات سطح ناحیه همپوشانی علائم مشخصه تقریب می زنند. در این مقاله، الگوریتم های مکان یابی مستقل از محدوده می توانند به چهار گروه تقسیم شوند:

(۱) الگوریتم مکان یابی اتصال [۳۰، ۵۲]؛

(۲) الگوریتم های مکان یابی مرکز ثقل [۵، ۲۰، ۲۷، ۴۷]؛

(۳) الگوریتم های مکان یابی تضعیف انرژی [۴۴، ۴۶، ۵۸]؛

(۴) الگوریتم های مکان یابی همپوشانی ناحیه [۲۱، ۳۵، ۵۶].

#### ۳,۱,۱ الگوریتم های مکان یابی اتصال

این الگوریتم های مکان یابی اتصال نظریه گراف را با مکان یابی گره ترکیب می کنند. برای مثال، در یک گراف بدون جهت  $G$ ، اگر از رأس  $V_i$  به رأس  $V_j$  مسیری وجود داشته باشد، آنگاه رأس های  $V_i$  و  $V_j$  متصلند. اگر  $G$  یک گراف جهت دار باشد، آنگاه مسیرهای  $V_i$  و  $V_j$  هم جهت هستند. اگر در یک گراف تمام رأس ها به صورت دو به دو متصل باشند، آنگاه  $G$  یک گراف متصل نامیده می شود [۳].

---

<sup>۱</sup> Range-free localization algorithm