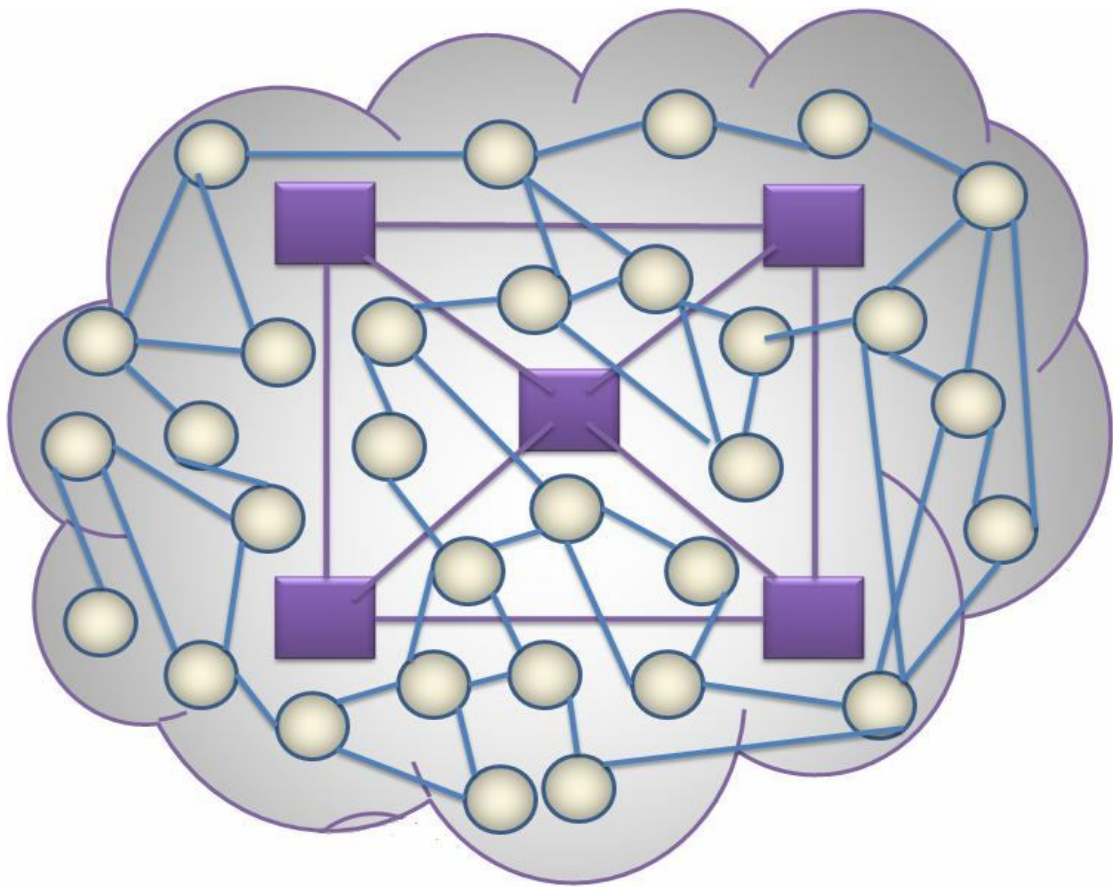


# شبكة المنحسسات اللاسلكية

*Wireless Sensor Network (WSN)*



## المقدمة

شبكة المتحسسات اللاسلكية هي شبكة تتألف من عدد كبير من العقد المتحسسة حيث أن هذه العقد تنتشر بشكل مكثف داخل المنطقة المراد تحسسها أو بالقرب منها .

يتم ربط هذه العقد المتحسسة بعناصر الحاسبات عامة الغرض وتنتشر بأعداد كبيرة تصل إلى المئات أو آلاف من هذه العقد وتتميز بتكلفة أقل و بصغر حجمها و تحتاج لطاقة أقل .

تشكل شبكات المتحسسات اللاسلكية Wireless Sensors Network والتي يشار لها اختصاراً WSN ثورة علمية في مجال الاتصالات اللاسلكية والنظم المدمجة و المنتشرة نتيجة التطور السريع الذي تشهده النظم المدمجة خاصة من حيث تزايد صغر حجمها وإدماج إعداد متضاعفة من الترانزستورات في الدوائر المتكاملة وهو ما يدعم قانون " مور " القائل بان عدد الترانزستورات التي تحتويها كل شريحة من مادة السليكون يتضاعف أسياً مرة كل سنتين تقريباً فقد أدى هذا التطور إلى تصنيع أجهزة مدمجة صغيرة الحجم ذات قدرات اتصال لاسلكية تتفاعل مباشرة مع البيئة المحيطة بها من خلال حساسات تقوم باستشعار الأحداث الفيزيائية مثل الحرارة و الرطوبة و الإضاءة والضغط وتعرف هذه الأجهزة باسم أجهزة المتحسسات اللاسلكية و التي تكون فيما بينها شبكة من المتحسسات اللاسلكية حيث تتعاون هذه الأجهزة فيما بينها لإيصال البيانات المتحسسة لاسلكياً إلى محطة المراقبة والتي تقوم بتجميع البيانات الفيزيائية للتحليل واتخاذ التدابير اللازمة .

وبين يديك موضوع يوضح لك أهم تطبيقات شبكة المتحسسات اللاسلكية WSN. و شرح تفصيلي لخوارزميات توجيه المسار في WSN و توجيه مسار SPIN. ونبذة بسيطة عن ما هو متوفر من البرمجيات المحاكية لشبكة المتحسسات اللاسلكية و معمارية الاتصال لشبكة المتحسسات اللاسلكية وكيف يمكننا حماية هذه الشبكة .

## تطبيقات شبكة المتحسسات اللاسلكية WSN

تعتبر شبكات المتحسسات اللاسلكية احد ابرز التقنيات الحديثة في مجال الحوسبة المختلفة ذلك أنها فتحت المجال أمام ابتكار جيلٍ جديدٍ من التطبيقات في مجالات متنوعة مثل البيئة ورصد الأحوال الجوية والمراقبة وفحص سلامة الأبنية والمنشآت والأمن مثل اكتشاف المتطفلين وعمليات اقتحام المناطق المحظورة وحركة المرور وكشف الحرائق.

ومن هذه التطبيقات :

• التطبيقات العسكرية مثل :

• مراقبة الهدف

• الاكتشاف المبكر للهجمات النووية و الكيميائية من العدو .

• التطبيقات المدنية مثل :

• تتبع واكتشاف العربات والسيارات .

• اكتشاف ومراقبة سرقة السيارات .

• إدارة ومراقبة حركة المرور من خلال وضع هذه الأجهزة على تقاطعات الشوارع الرئيسية للحد من المخالفات المرورية، وتسهيل حركة السير.

• عمليات الطوارئ مثل :

• مكافحة الحرائق . وذلك بنشر كمية كبيرة من أجهزة المتحسسات في فصل الصيف ضمن الغابات للتنبؤ بالحرائق وقت حدوثها.

• كشف الفيضانات .

• كشف الزلازل .

• كشف تلوث الماء والهواء .

• المجالات الطبية والصناعية والتجارية

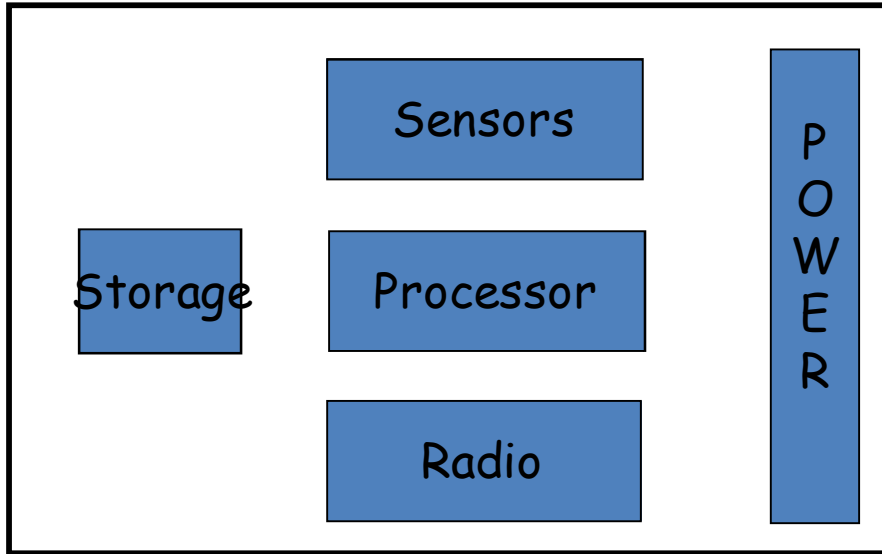
• مجال الزراعة والري، إذ إن هناك شبكات تعتمد على متحسسات تقيس رطوبة التربة ومستوى المياه في الخزانات . وتكون ذات جدوى اقتصادية عالية في البلاد التي تعاني من قلة الماء والأمطار.

## العقد المتحسنة و الشبكة

### مكونات عقدة التحسس Node Sensor :

تتكون العقدة المتحسنة من متحسس + معالج + وسيلة اتصال، وحيث أن عقدة التحسس Sensor node هي عبارة عن جهاز يحتوي على معالج دقيق و ذو قدرة على الرصد والاتصال اللاسلكي، وهو يعاني من صغر حجم الذاكرة ، بالإضافة لمحدودية مخزون الطاقة. تتكون عقدة التحسس كما في الشكل (1) من الوحدات التالية :

- وحدة التحسس (Sensor unit).
- وحدة تخزين البيانات (Storage unit).
- وحدة المعالجة (Processor unit).
- الوحدة الراديوية (Radio unit).
- بالإضافة إلى ال (power).



الشكل(1) يوضح مكونات عقدة التحسس Sensor Node

## حجم الذاكرة

تحتوي أجهزة المتحسسات على وحدات ذاكرة ذات حجم صغير، مما يؤدي إلى قصر الفترة الزمنية المطلوبة لتخزين البيانات قبل تحليلها أو إرسالها إلى الأجهزة المجاورة، كما تستخدم الأنواع القديمة من أجهزة المتحسسات تقنيات الذاكرة بنوعيه SRAM و SDRAM، بينما تحتوي أجهزة المتحسسات الجديدة على هذين النوعين من الذاكرة معاً ولكنهما مدمجان مع رقاقة الجهاز نفسه بالإضافة إلى استخدام ذاكرة خارجية.

## الطاقة

إن التطبيقات الحديثة في مجالات أجهزة المتحسسات اللاسلكية تتطلب من جهة أجهزة ذات عمر افتراضي كبير، ومن جهة أخرى تحتوي هذه الأجهزة عادة على مصدر محدود للطاقة وعادة ما يتم تزويد كل جهاز التحسس ببطاريتين من نوع AA قابلة لإعادة الشحن، وتؤثر عدة عوامل في استهلاكها للطاقة على:

- ١- عدد مدخلان الجهاز .
- ٢- عدد الخدمات.
- ٣- مدة الإرسال والاستقبال.
- ٤- الظروف البيئية المحيطة كدرجة الحرارة .
- ٥- دقة القراءات المطلوبة .
- ٦- موجات الراديو المستخدمة.

## معالجة البيانات:

يقوم المعالج في جهاز المتحسسات بوظيفة تجميع البيانات، وهذا التجميع عادة يكون مسؤولية جهاز استشعار معين يقوم بالدمج بين البيانات المحلية والمستقبلية ، بعض هذه البيانات المجمعة قد يرفض والبعض الآخر قد يرسل إلى الأجهزة المجاورة.

يقوم المعالج بوظيفة أخرى وهي تحليل ومعالجة البيانات المرصودة من قبل الجهاز نفسه أو المستقبلية من قبل أجهزة أخرى، وبعد الانتهاء من عملية تحليل هذه البيانات ترسل في رسالة قد تكون مشفرة إلى الأجهزة المجاورة، وهذا يتطلب التحكم في موجات الراديو والتعامل مع شفرة الرسالة وتخزينها.

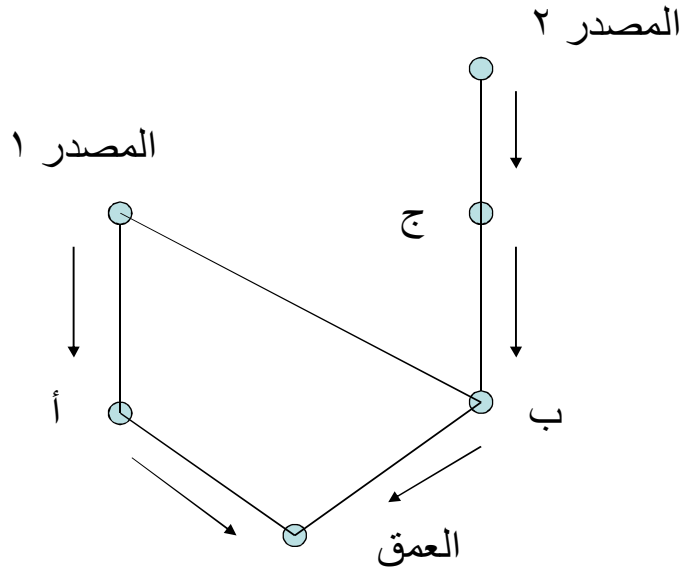
## الاتصال:

يعد جهاز البث من أهم مكونات جهاز المتحسسات ، وهو أيضاً أكثر الوحدات استهلاكاً للطاقة، حيث أن ٩٧ % من الطاقة المستهلكة من قبل الإرسال والاستقبال إنما بالاستخدام المباشر لوحدة البث وإما نتيجة انتظار المعالج لوحدة البث من الانتهاء من الإرسال أو الاستقبال.

## خوارزميات توجيه المسار في WSN

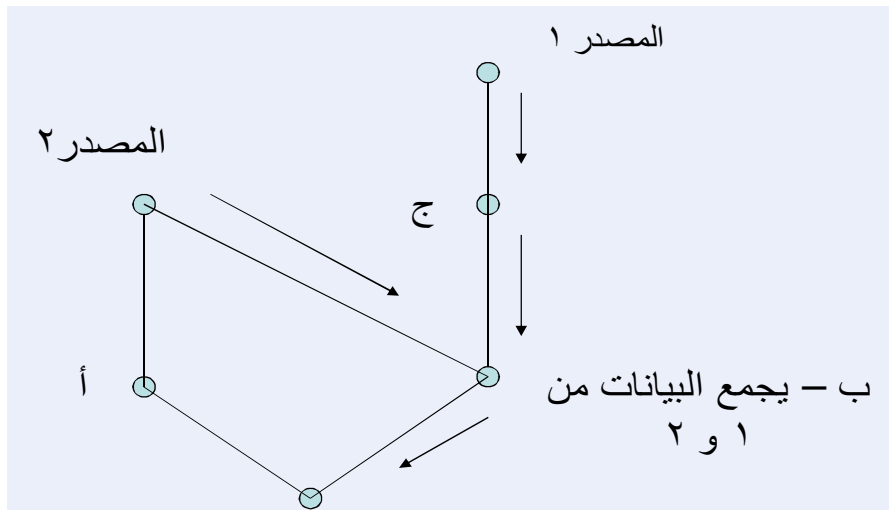
ينقسم توجيه المسار إلى مجموعتين رئيسيتين :

١. التوجيه اعتماداً على العنوان : ويعني العثور على أقصر طريق بين الأزواج اعتماداً على عنوان العقد النهائية.



الشكل (٢)

٢. التوجيه اعتمادا على البيانات : ويبحث عن المسارات من مصادر متعددة إلى عمق واحد ، مما يتيح تجميع البيانات كما هو موضح في الشكل (٣)

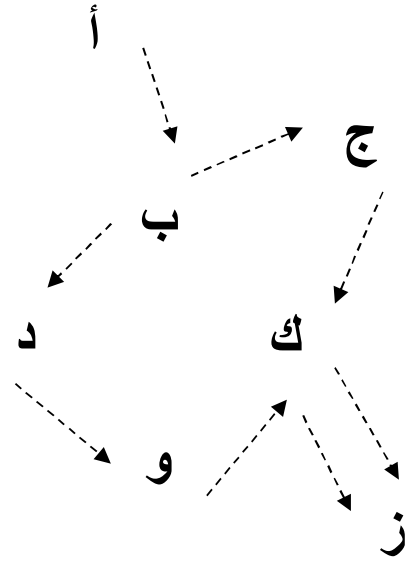


الشكل (٣)

هناك العديد من بروتوكولات التوجيه ومنها :

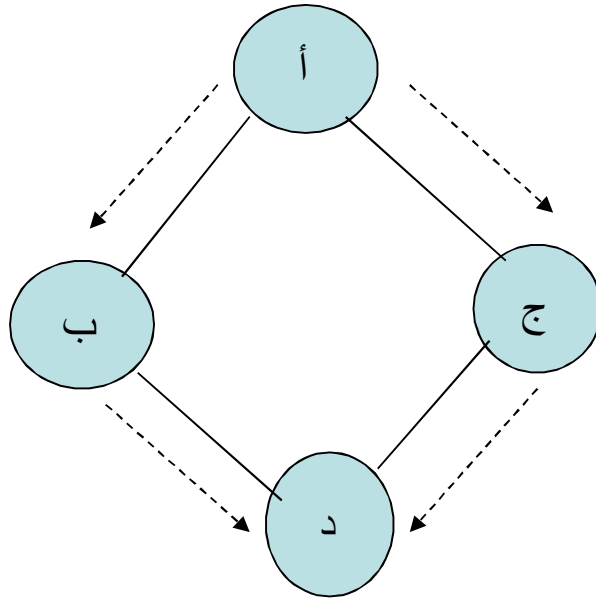
❖ بروتوكول الإغراق التقليدي ( الكلاسيكي ) : Classic Flooding :

وفيه يتم إرسال البيانات إلى كل العقد المجاورة كما هو موضح في الشكل (٤) .



الشكل (٤)

مشكلات هذا البروتوكول :



الشكل (٥)

## ١- مشكلة الانفجار الداخلي (الانهيار) Implosion Problem :

عندما يتم إرسال البيانات إلى كل العقد المجاورة فإنه يصل للعقدة نسختين من البيانات وبالتالي فإن النظام يهدر طاقة energy و إهدار لعرض النطاق الترددي bandwidth كما هو موضح في الشكل (٥)

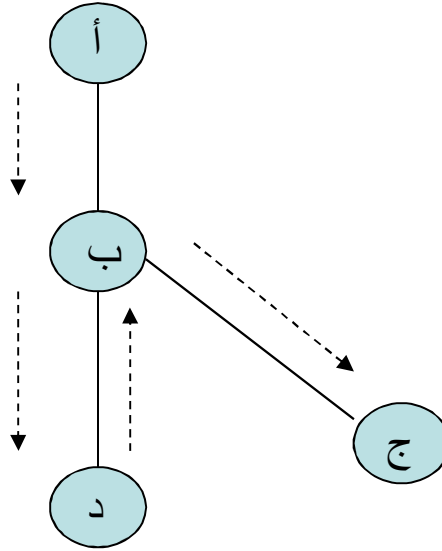
## ٢- مشكلة التداخل Overlap Problem :

إذا وجد جهازين متحسسين يغطيان منطقة تداخل . وكل متحسس يرسل إلى كل العقد المجاورة له وبالتالي فإن العقدة الواحدة تتلقى نسختين من البيانات.

## ❖ بروتوكول النشر Gossiping :

هو بديل لنهج بروتوكول الإغراق التقليدي حيث يستخدم بروتوكول النشر Gossiping العشوائية للحفاظ على الطاقة.

ففي كل خطوة كل عقدة توجه البيانات إلى عقدة مجاورة واحدة هذه العقدة يتم اختيارها عشوائيا. بعد ما تتلقى العقدة (د) البيانات ، فإنه يجب ان يقوم بإعادة توجيه البيانات إلى المرسل (ب) ، وإلا فإن البيانات لم تصل إلى العقدة (ج) كما هو موضح في الشكل (٦)



الشكل (٦)



## ❖ بروتوكول ال SPIN:

وهو اختصار ل Sensor Protocols for Negotiation Information وتعني بروتوكولات التحسس للمعلومات التفاوضية وهو أحد أكثر بروتوكولات التوجيه الرئيسية والمهيمنة والمسيطر في شبكات المتحسسات اللاسلكية.

وفي هذا البروتوكول يتم استخدام البيانات الوصفية Meta Data لكل بيانات التحسس بحيث يكون حجم البيانات الوصفية أقل بكثير من حجم البيانات الفعلية و يستخدم ثلاثة أنواع من الرسائل :

ADV -- أعلن البيانات

REQ -- طلب البيانات

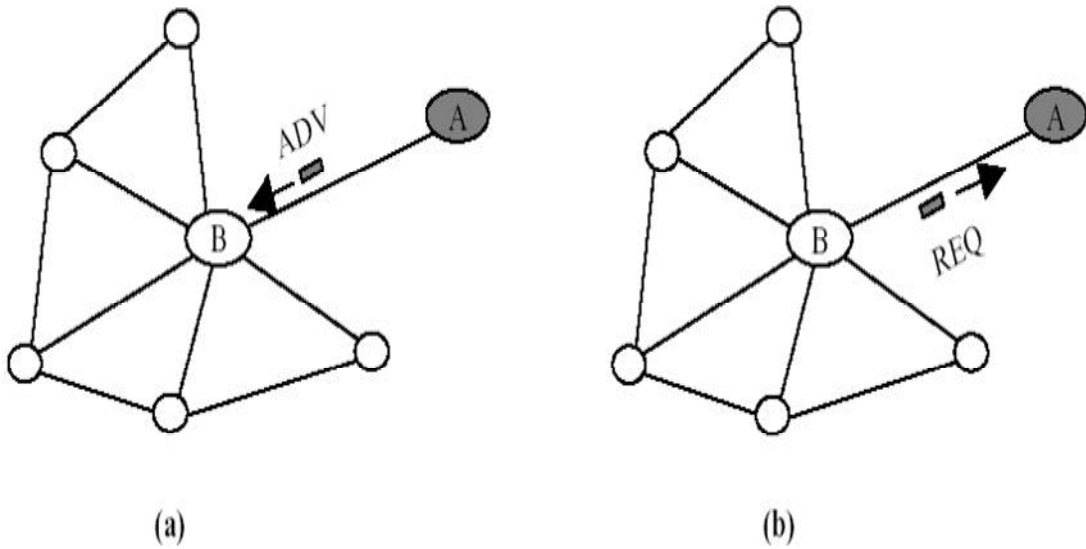
DATA -- رسالة البيانات ، ويحتوي على بيانات التحسس الفعلية

### ولديه نوعين SPIN1 و SPIN2

**SPIN1** : ويحتوي على ثلاثة طرق لتأكيد اتصال البروتوكول ADV, REQ, DATA . فكل عقدة تحسس لديها مدير موارد resource manager حيث تقام تطبيقات التحقق من المدير قبل القيام بأي نشاط .

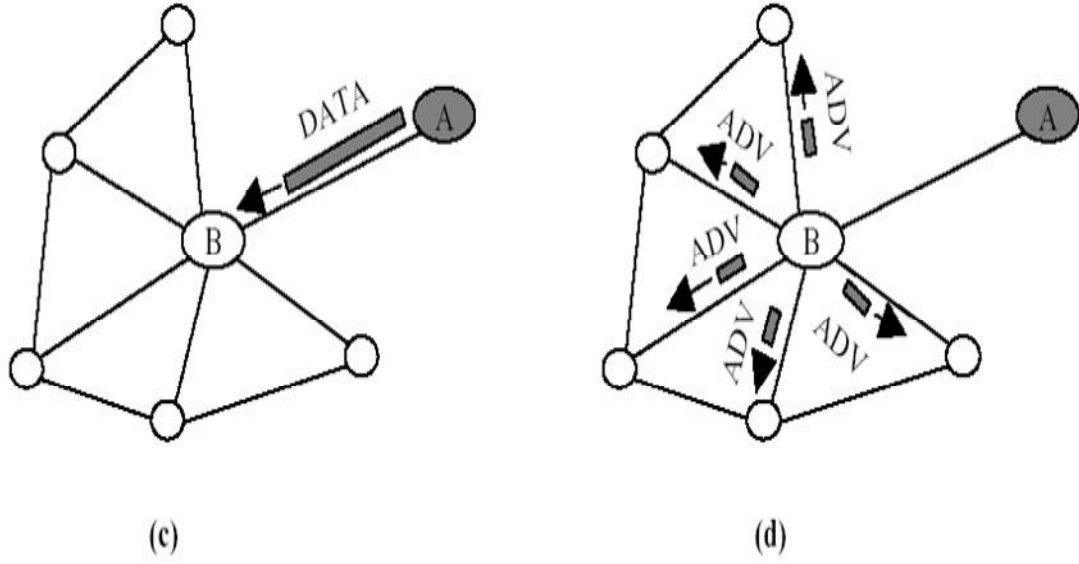
**SPIN2** : ويحتوي على محددات الطاقة energy constraint أي يضيف مبدأ المحافظة على الطاقة الى البروتوكول SPIN1 و لا يبدأ البروتوكول مرحله إلا إذا كان لديه ما يكفي من الطاقة لإكماله . فإذا كانت الطاقة أقل من الحد المطلوب فان العقدة تظل تتلقى الرسائل ، ولا يمكنها إرسال او تلقي رسائل من نوع ال DATA .

وكما هو موضح في الشكل (٧) العقدة B ترسل رسالة من نوع REQ تقوم بسررد كافة البيانات التي ترغب في الحصول عليها



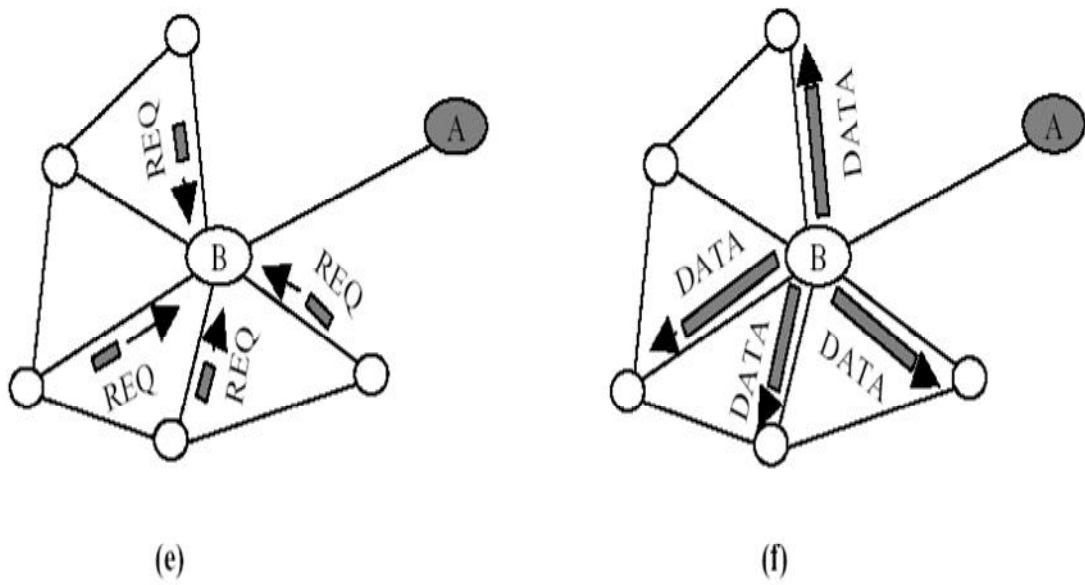
الشكل (٧)

وإذا كانت العقدة B تمتلك بياناتها الخاصة ، فإنه يمكن للعقدة B تجميع بياناتها مع بيانات العقدة A و من ثم الإعلان كما هو موضح في الشكل (٨)



الشكل (٨)

ومن هذا الشكل (٩) يتبين لنا ان العقد ليس بالضرورة ان ترد على كل الرسائل



الشكل (٩)

## البرمجيات المحاكية لشبكة المتحسسات اللاسلكية

**البرمجيات المحاكية JavaSim:** وهي سهلة الاستخدام ، معيارية للغاية ولكن لا تدعم اللاسلكية.

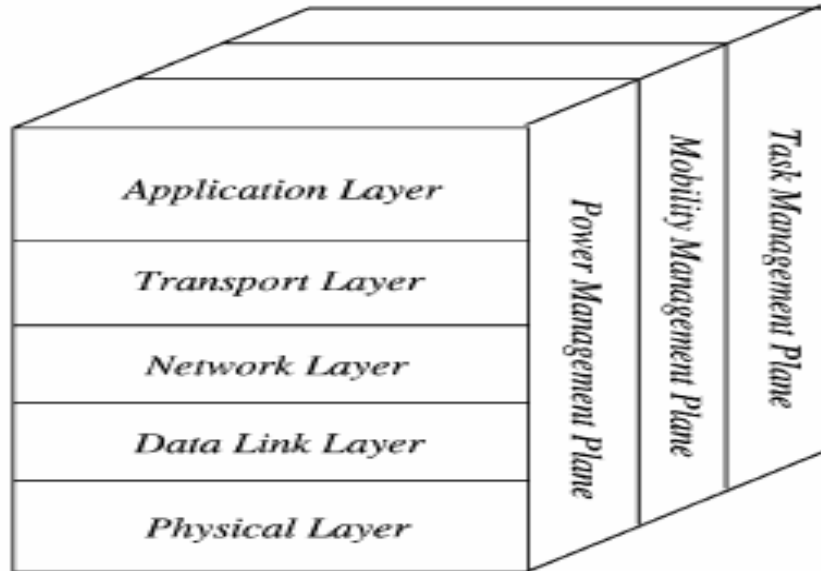
**البرمجيات المحاكية GlomoSim:** وهي مخصصة للشبكات اللاسلكية ، ولكن قوية جدا للشبكات الصغيرة .

**البرمجيات المحاكية NS-2:** وهي تقوم بدعم المحاكاة اللاسلكية ، والتوثيق الجيد ، ولكنها صعبة الاستخدام ، حيث انه لكل بروتوكول نقوم بإنشاء وحدات أو نماذج منفصلة modules.

**البرمجيات المحاكية SNetSim:** وهي برنامج محاكاة جديد ، وتستخدم بشكل رئيسي شروط الانقياد بالاحداث event driven ، وهي بسيطة وسهلة الاستخدام ، ويمكننا انشاء ووضع البروتوكولات المرغوبة . وتعمل في أنظمة التشغيل ويندوز و تم تطويرها في معهد الهندسة والعلوم البحرية الموجود في تركيا Naval Science and Engineering Institute (Turkey) .

## معمارية الاتصال لشبكة المتحسسات اللاسلكية

جمعت شبكة المتحسسات اللاسلكية مفهوم التوجيه routing والاحتفاظ بالطاقة power كما انها كاملت بين البيانات و بروتوكولات الشبكة وتوفر معمارية الاتصال لشبكة المتحسسات اللاسلكية الطاقة power للوسط اللاسلكي بالقدر الذي تحتاجه وتحسن الاتصال بين العقد المتحسسة . كما في الشكل(١٠)



الشكل(١٠) يوضح ترتيب مواضع الطبقات في شبكة المتحسسات ما يسمى sensor network protocol stack وفيما يلي سوف نستعرض الطبقات مع وظائف كل طبقة :

## الطبقة الفيزيائية layer Physical:

و تقوم بعملية اختيار وتوليد الترددات الملائمة بالإضافة إلى توليد إشارات الانتشار والاستكشاف وإشارات تشفير البيانات والتضمين modulation . وتعتبر الطبقة الفيزيائية لشبكة المتحسسات اللاسلكية نقطة الوصل بين أجهزة المتحسسات اللاسلكية لذلك يؤثر سلوك القنوات الفيزيائية على أداء هذه الشبكات تأثيرا بالغا إذ يؤثر سلوك هذه الطبقة سلبا او إيجابا بأداء آليات الطبقات العليا .

## طبقة ربط البيانات Data link layer :

وهي الطبقة المسؤولة عن الإرسال المتعدد لتيار من البيانات والكشف عن فريعات البيانات و الفريم frame او الإطار هو اسم للبيانات في هذه الطبقة ، والتحكم في الأخطاء والتحكم في الوصول الى الوسط او ما يسمى ( Medium Access Control(MAC) و توفير الطاقة .

## طبقة الشبكة Network layer:

كفاءة الطاقة هو دائما أحد الاعتبارات الهامة في هذه الطبقة حيث ان تجميع البيانات يكون مفيد فقط عندما لا يعرقل وظائف وأعمال العقد المتحسسة . ويبين الجدول التالي نظم طبقة الشبكة و وظيفة كل نظام من النظم او بروتوكول التوجيه

نظام طبقة الشبكة	الوظيفة
SMECN	إنشاء المخطط الجزئي لشبكة المتحسسات بحيث يكون المسار لديه اقل طاقة
FLOODING	إرسال البيانات لكل العقد المجاورة بغض النظر عن أن العقدة قد استلمت هذه البيانات من قبل أم لا
GOSSIPING	اختيار احد العقد المجاورة بشكل عشوائي و إرسال البيانات لها
SPIN	لا يتم إرسال البيانات إلى العقد المتحسسة إلا بشرط احتوائها على أنواع الرسائل الثلاث (ADV,REQ,DATA)
LEACH	تشكيل مجاميع لتقليل تبديد الطاقة
النشر المباشر DIRECT DIFFUSION	إعداد تدرجات البيانات لتتدفق من المصدر إلى العمق او القعر sink من خلال عملية نشر مناسبة

## طبقة النقل Transport layer

تستخدم هذه الطبقة بشكل رئيسي عندما يراد الوصول الى الانترنت او أي شبكة خارجية وبروتوكولات هذه الشبكة هي TCP و UDP .

## طبقة التطبيقات Application layer

وتحتوي هذه الطبقة على بروتوكولات تجعل الجزء المادي والبرمجي من الطبقات الدنيا واضحة لتطبيقات شبكة التحسس ومن هذه البروتوكولات :

• بروتوكول إدارة المتحسسات Sensor management protocol (SMP)

• بروتوكول تخصيص المهام وإعلان البيانات

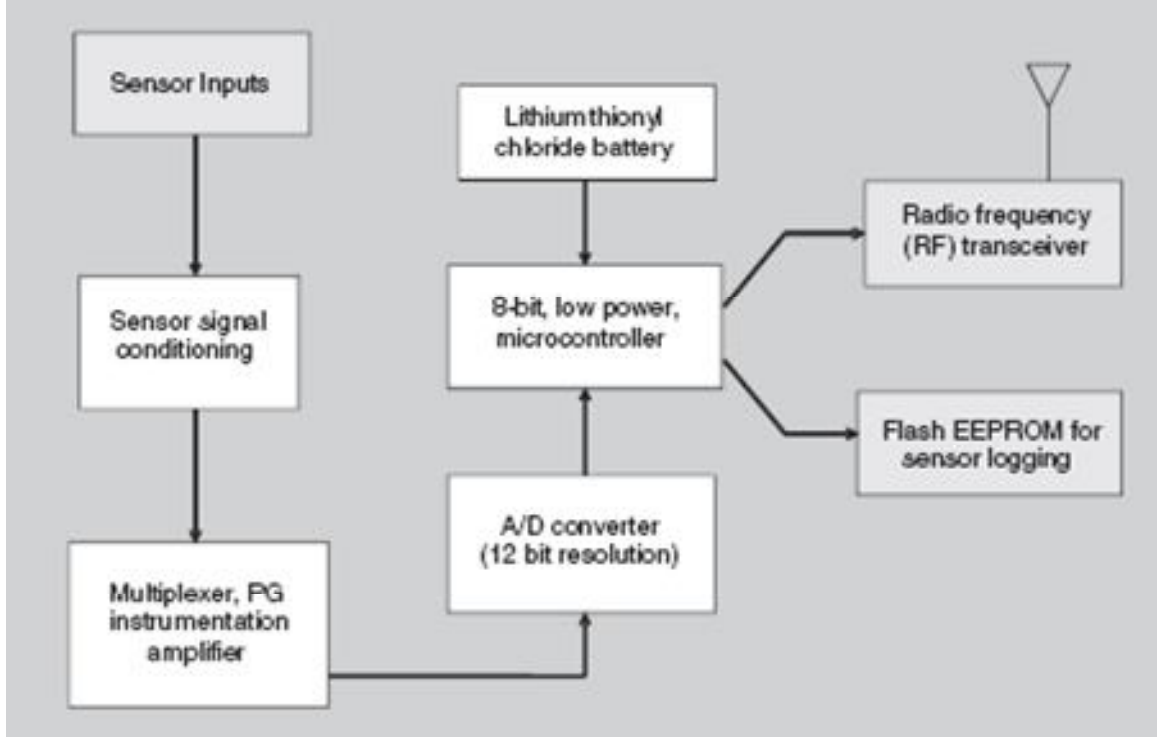
Task assignment and data advertisement protocol (TADAP)

• بروتوكول استعلام المتحسس ونشر البيانات

Sensor query and data dissemination protocol (SQDDP)

## معمارية العقدة اللاسلكية المتحسنة المنفردة

الشكل التالي يوضح المخطط الوظيفي لعقدة تحسس لاسلكية :



الشكل (١١)

## امن شبكة المتحسسات اللاسلكية WSN

قبل استعراض امن شبكة المتحسسات اللاسلكية سوف نستعرض الهجمات الممكنة على هذه الشبكة ومنها :

• سرقة وتعديل و إعادة إرسال معلومات التوجيه .

• الإرسال الاختياري .

• فاحد أنواع الهجمات المؤثرة على هذه الشبكات ما يسمى wormhole attack والتي لها قدرة في حالة عدم اكتشافها على تدمير التطبيق المراد تحقيقه من بناء هذه الشبكة و لسوء الحظ أن هذا النوع من الهجمات من الممكن حدوثه حتى لو كان الاتصال اللاسلكي مشفر لأنه لا يمكن تفادي حدوث هذه الهجمات عن طريق التشفير فالمهاجمين لا يقومون بإضافة بيانات جديدة أو تعديل ما هو موجود فهم يقومون بنقل البيانات من إحدى جهات الشبكة إلى أخرى بأسرع من الوقت اللازم وذلك من خلال استخدام وسائط نقل عالية السرعة ومن اجل الحفاظ على امن الشبكة نستخدم الطرق التالية :

• استخدام آلية تشفير البيانات والتحقق من هوية المرسل او المستقبل الموجودة في طبقة ربط البيانات .

• استخدام التوجيه المتعدد المسارات .

## الخاتمة

- عرفنا في هذا البحث أن شبكة المتحسسات اللاسلكية هي شبكة لاسلكية تتمثل في أجهزة مستقلة موزعة في منطقة معينة تستعمل فيه الحساسات لمراقبة ظروف فيزيائية محيطية. ويعتبر نظام شبكة المتحسسات اللاسلكية حلقة وصل لاسلكية للمحيط المراد تحسسه والذي يحوي على عقد منتشرة .
- و قدمت في هذا البحث تطبيقات شبكة المتحسسات اللاسلكية WSN. و شرح لمكونات عقدة التحسس و خوارزميات توجيه المسار في WSN و توجيه مسار SPIN. و محاكيات شبكة المتحسسات اللاسلكية المتوفرة و معمارية الاتصال لشبكة المتحسسات اللاسلكية و معمارية العقد المنفردة اللاسلكية المتحسسة و امن شبكة المتحسسات اللاسلكية WSN.
- إذا لديك أي مشاكل في شبكة المتحسسات اللاسلكية WSN أو لديك أي اقتراحات و معلومات لا تتردد في التعليق و المناقشة .
- أتمنى الاستفادة من الموضوع المطروح و بانتظار لأي استفسار أو سؤال و تعليقاتكم و تقييمكم للموضوع.