

## تحسين أداء بروتوكول AODV في شبكات الحساسات اللاسلكية المستخدمة في الكشف عن حرائق الغابات

الدكتور جمال خليفة\*

صفوان قاسم\*\*

(تاريخ الإيداع 31 / 7 / 2016. قُبِلَ للنشر في 3 / 1 / 2017)

### □ ملخص □

تتنوع البروتوكولات المستخدمة في شبكات الحساسات اللاسلكية منها ما هو استباقي (proactive) حيث تحتفظ العقد دائماً بمسار توجيهي للهدف، ومنها ما هو على الطلب (on demand) أي أن العقدة تحصل على المسار فقط عندما تحتاج للإرسال، ومنها ما هو هجين بين النمطين السابقين (Hybrid) وبحسب التطبيق يتم اختيار بروتوكول معين تحت هذه الأنماط.

سنقوم في هذا البحث بإجراء تعديل على بروتوكول التوجيه عند الطلب AODV بحيث يقوم بنقل بارامترات إضافية هامة لموضوع البحث، والتي تساهم بدورها في تحسين أداء الشبكة ككل، إضافةً إلى تعديل آلية اختيار المسار بحيث يكون المسار مكوناً من العقد ذات الطاقة المرتفعة نسبياً واستبعاد العقد ذات الطاقة المنخفضة من عملية تشكيل المسار. تمت دراسة تأثير ذلك التعديل على الشبكة من حيث التأخير، والإنتاجية وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات إذ تحسنت الإنتاجية وانخفض تأخير نهاية-نهاية، ومن المناسب استخدام هذا البروتوكول المعدل في الشبكات ذات الإزدحام المنخفض.

**الكلمات المفتاحية:** شبكة الحساسات اللاسلكية، الطاقة، السرعة الإتجاهية، التأخير الزمني، بروتوكولات

التوجيه.

\*مدرس - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\*طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Improving the performance of AODV protocol in wireless sensor networks used in forest fires` detection .

Dr. Jamal Khaleifeh\*  
Safwan kasem\*\*

(Received 31 / 7 / 2016. Accepted 3 / 1 / 2017)

### □ ABSTRACT □

Protocols used in wireless sensors` networks varies in types, some of them are “proactive”; where the node always keeps a guiding path ,the other type is “ on demand protocols” where the node gets its path only when it needs to send packets to other node, and “hybrid” between the last two types. Application wise, a certain protocol has been examined according to these threetypes.

The on demand routing protocol AODV, is the one which we will adopt in this research and it aims to amend the protocol in order to transmit extra useful parameters that are strongly attached to the scope of this researchand subsequently they contribute to improve the performance of the whole network, in addition to modify the path establishment mechanism, where the path is formed by nodes of relatively high power , and by eliminating nodes of low power . Influence of the above had been studied upon the network in terms of time - delay and throughput.The study reaches a set of suggestions and conclusions , in the results of simulation, the modulated protocol proof that it is better than the original protocol in throughput and end to end delay, and this modulated protocol is suitable to use in low jam networks.

**Keywords:** wireless sensors network, energy, velocity, delay, routing protocols.

\* Assistant Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and Electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*Postgraduate student, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

## مقدمة:

تعتمد مراقبة الغابات على إحدى الطرائق الآتية: المراقبة البصرية، المراقبة الرادارية، المراقبة بواسطة الكاميرات والمراقبة باستخدام الحساسات اللاسلكية. وتتفوق الحساسات اللاسلكية على غيرها من طرائق الكشف [1]، [2]، [3]، حيث توفر مراقبة حديثة على مدار الساعة وفي مختلف الظروف الجوية مع تحسين جودة هذه المراقبة وتنظيمها. ويعد تحسين أداء شبكات الحساسات اللاسلكية العاملة في هذا القطاع من أهم المجالات التي تهتم بها الأبحاث لما للموضوع من أهمية ومردود على صعيد توفير الوقت والجهد والكلفة. إن تحسين أداء بروتوكولات التوجيه ينعكس بشكل إيجابي على أداء الشبكة وهو ما سنقوم به بهذا البحث.

## أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تحسين أداء شبكة الحساسات اللاسلكية المستخدمة في الكشف عن حرائق الغابات من خلال تحسين أداء بروتوكول التوجيه المستخدم (AODV) من حيث اختيار مسار نقل البيانات، ونقل بارامترات هامة في هذا المجال، وبالتالي من فوائد توفير الوقت وزيادة فاعلية الشبكة حيث سيتم كشف الحريق بوقت أقل، وإطالة عمر المسار مع الحفاظ على استقرار الشبكة و زيادة الوثوقية في اتخاذ القرار مما يقلل من الإنذارات الكاذبة عن وجود حريق. تمت مقارنة البروتوكول المحسن مع البروتوكول الأصلي، وتوصلت الدراسة لمجموعة من التوصيات والمقترحات للدراسات القادمة حيث تم اقتراح البروتوكول المعدل كبروتوكول توجيه أفضل من البروتوكول الأساسي ويمكن إضافة تعديلات مفيدة عليه.

## طرائق البحث وموارده:

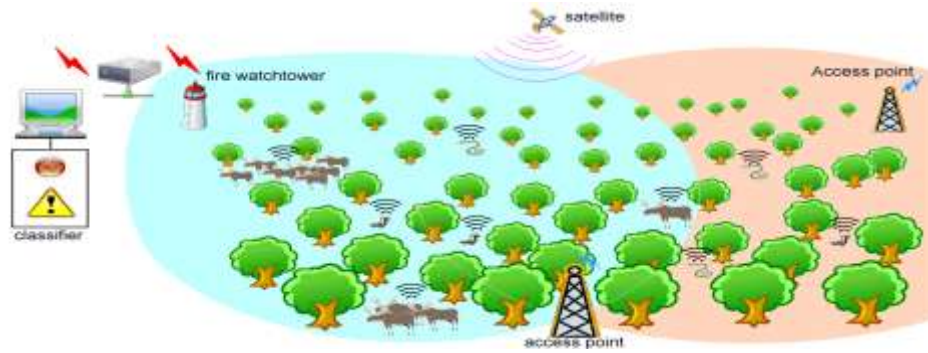
تعتمد طريقة البحث على دراسة شبكة الحساسات اللاسلكية المستخدمة في الكشف عن حرائق الغابات، وإمكانية تطبيق تعديل على بروتوكول (AODV) حيث تم تقييم التعديل على برنامج المحاكاة NS2. ويمكن صياغة طريقة البحث بالخطوات الآتية:

- ✓ دراسة موقع البحث ضمن الأبحاث التي تعنى بحل هذه المشكلة أو المشاكل المشابهة.
- ✓ اختيار السيناريو المناسب لعمل الشبكة من واقع بيئة مراقبة الغابات وحمايتها من الحرائق.
- ✓ وضع وتشغيل نموذج المحاكاة للسيناريو اعتماداً على المحاكى الشبكي NS2.
- ✓ استخلاص النتائج والتوصيات وفقاً للمعايير المطلوبة.

## 1 - علاقة البحث بالأبحاث المماثلة:

اهتمت العديد من الأبحاث بشبكة الحساسات اللاسلكية المستخدمة في الكشف عن حرائق الغابات، وقد تطرقت هذه الأبحاث إلى طرائق مختلفة في تحسين أداء الشبكة

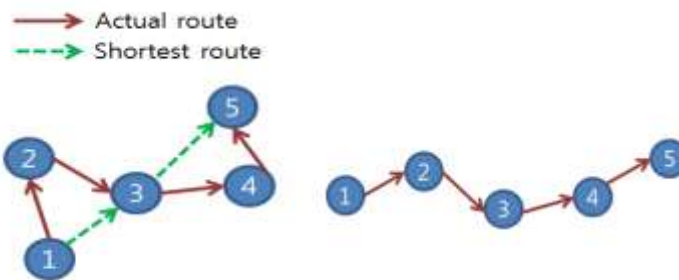
استخدمت الدراسة [4] كما يظهر في الشكل ( 1 )، الحيوانات كحوامل بيولوجية للحساسات اللاسلكية دون استخدام عقد حساسة ثابتة. اعتمدت الدراسة على نوع واحد من الحساسات وهو حساس حرارة، وفرضت الدراسة استخدام تقنية GPS ولنقل درجة الحرارة استخدمت بروتوكول AODV.



الشكل (1): البنية التحتية لنظام كشف الحرائق

إن ما اقترحته هذه الدراسة يوفر آلية ديناميكية في الكشف إلا أنه من الممكن عدم تواجد الحيوان في مكان بدء الحريق، مما يعني تأخيراً زمنياً إضافة إلى الاعتماد على تقنية GPS، ولم تهتم الدراسة لنفاذ طاقة العقد وما يترتب على ذلك من انهيار للشبكة، كما أنها لم تتغل إلا درجة الحرارة باستخدام البروتوكول بالرغم من الحاجة إلى معرفة سرعة الحيوان من أجل اتخاذ قرار سليم بوجود الحريق اعتماداً على خوارزمية اتخاذ قرار اقترحتها الدراسة، ولم تدرس تأثير الحركة على أداء البروتوكول المستخدم.

قامت الدراسة [5] بإجراء تعديل على البروتوكول AODV المستخدم في شبكة من الحساسات اللاسلكية المتحركة، وذلك لأن حركة العقد تؤدي إلى تغير طوبولوجيا الشبكة مما يعني أن المسار الذي تم تأسيسه ويتم نقل البيانات عن طريقه ليس بالضرورة أن يبقى الأفضل كما هو موضح بالشكل (2):



(2-b)(2-a)

الشكل (2): تأثير حركة العقد على المسار

في الشكل (2-a) تريد العقدة 1 أن ترسل بيانات إلى العقدة 5 وتم تأسيس المسار، ولكن بسبب حركة العقد تغيرت طوبولوجيا الشبكة وأصبح المسار السابق ليس الأقصر بل المسار 5-3-1 هو الأقصر كما في الشكل (2-b) ولن يتم تغيير المسار حتى انهياره، لذلك اقترحت الدراسة تعديل رسالة Hello التي ترسل دورياً كل 1 ثانية لتقوم أيضاً بنقل معلومات عن العقدة الهدف التي يتم تسليم الرزم لها حالياً، إضافة إلى عدد القفزات للهدف و الرقم التسلسلي له، تقرر العقدة الوسيطة بحسب الخوارزمية تغيير عدد القفزات وترسل رسالة استجابة للعقدة المصدر لتأسيس مسار جديد هو الأقصر بحسب طوبولوجيا الشبكة الحالي. نتيجة تطبيق الخوارزمية كانت زيادة في التأخير مقارنة بالبروتوكول الأصلي، لكن مع زيادة في عدد الرزم الواصلة. من سلبيات الخوارزمية أن المسار الأقصر ليس بالضرورة أن يكون المسار الأفضل والأكثر استقراراً، بالإضافة إلى أنه في حال الحركة العشوائية والسرعة الكبيرة للعقد يمكن أن تؤدي إلى تأخير أكبر وتكرار عملية تأسيس المسار بشكل كبير.

اعتمدت الدراسة في [6] على استخدام بروتوكول Energy Aware Geographic Routing

(EAGRP) Protocol وهو تعديل لبروتوكول AODV حيث يقوم بتحسين أداء البروتوكول الأصلي من حيث آلية التوجيه ويعتمد في اختياره العقدة اللاحقة بناءً على القرب من الهدف ومستوى طاقتها. عندما يتم الإرسال المتكرر لنفس العقدة فإن طاقتها سوف تُستهلك ويؤدي ذلك إلى خروج العقدة من الشبكة، وإذا تكرر الحال نفسه مع أكثر من عقدة فإن ذلك من الممكن أن يؤدي إلى انهيار الشبكة.

إن بروتوكول EAGRP يقوم بحل هذه المشكلة عن طريق أخذ طاقة العقدة المستقبلية للبيانات بالحسبان، حيث يجب أن تكون طاقة العقد الجيران للعقدة المرسله كلها أكبر من طاقة العتبة حتى يتم تصنيفها كعقد جارية. بالرغم من ذلك تعاني هذه الدراسة من سلبات أهمها استخدام تقنية GPS، عدم إرسال طاقة العقدة إلى المراقب في حال تطلب التطبيق ذلك، الحاجة إلى إجراء حسابات ربما تكون معقدة مما يعني تأخيراً زمنياً.

تم في الدراسة [7] إضافة تعديل للبروتوكول AODV هذا التعديل يهتم بطاقة العقدة من أجل الحفاظ على الشبكة واستمراريتها حيث يقوم بإسقاط الرزمة إذا كانت طاقة العقدة منخفضة، أي أقل من قيمة عتبة محددة ومسح العقدة من جدول التوجيه مما يحافظ على الشبكة من الإنهيار، وتم تحسين الأداء من حيث الإنتاجية والتأخير مما يعني سرعة في نقل البيانات. لم تهتم الدراسة سوى بالطاقة وإسقاط العقد منخفضة الطاقة من الشبكة، لكن ازدياد العقد المسقطه من الشبكة سيكون له نتائج سلبية إضافة لعدم الإهتمام بالموقع أو السرعة.

اقترحت الدراسة [8] طريقة مفيدة لاختيار المسار في بروتوكول AODV، حيث أن العقدة الوسيطة في حال كونها لا تملك معلومات عن الهدف، وبعد أن يأتيها طلب للوصول إلى عقدة هدف تقوم بإعادة إرسال الطلب وفق تأخير زمني عشوائي، قامت هذه الدراسة بتعديل وقت التأخير العشوائي ليكون تابعاً لطاقة العقدة و نسبة الازدحام، حيث سيزداد هذا التأخير كلما كانت طاقة العقدة أقل، وكلما كانت نسبة عدد الرزم في الرتل إلى عدد الرزم الأعظمي التي يستطيع الرتل استيعابها أكبر، مما يعني توفير وقت إضافي للعقد ذات الازدحام الأقل والطاقة الأكبر لإعادة الإرسال والوصول للهدف مما يعني تشكيل مسار من العقد ذات الازدحام الأقل والطاقة الأكبر.

استطاعت هذه الدراسة تحسين الإنتاجية وتقليل التأخير و جعلت هذه الدراسة التأخير مرتبط بأمريين: الازدحام، والطاقة مناصفة أي أنها مفيدة في الشبكات الكبيرة ذات الازدحام الكبير نسبياً.

قامت الدراسة [9] بإضافة تعديل على بروتوكول AODV وذلك من أجل اختيار مسار مناسب يعتمد على مجموعة من البارامترات حيث يتم اختيار المسار إذا تحققت شروط في العقدة/العقد الوسيطة وهي: أن يتوفر بينها وبين العقدة المرسله عرض حزمة أكبر من مستوى يتم تحديده وزمن تأخير أقل من حد معين ونسبة قصوى لإسقاط الرزم بالإضافة للاعتماد على تقنية تحديد الموقع (GPS) كي تكون العقدة المختبرة قريبة من العقدة الهدف. حسنت الخوارزمية من الإنتاجية وخفّضت من استهلاك الطاقة حيث انخفضت عملية إعادة إرسال الرزم لكن في بعض الأحيان كان التأخير أكبر نتيجة العمليات الحسابية. قامت الدراسة بتحسين اختيار المسار ولم تنقل أي بارامترات إضافية ولم تهتم للطاقة.

من الدراسات المرجعية يتبين أنه عند استخدام بروتوكول AODV في شبكات الحساسات المتحركة، فإنه من الأفضل تعديل البروتوكول وفق ما يتطلبه التطبيق، وتطبيقه هنا في حالة حساسات متحركة للكشف عن حرائق الغابات أي أنها شبكة ذات ازدحام قليل نسبياً، وبما أن الحساسات محمولة على الحيوانات فلا بدّ من الإهتمام بمسألة الطاقة والتشديد على أن يكون المسار مستقر نسبياً لضمان نسبة تسليم رزم عالية.

## 2 - بروتوكول (AODV) Ad-hoc On-demand Distance Vector

يقوم هذا بروتوكول (AODV) بالأساس على بروتوكول Destination-Sequenced Distance Vector (DSDV) الإستباقي، ولكن بسبب بعض السلبيات التي يعانيتها كعدم وجود عقد نائمة، والحمل الزائد، والإحتفاظ الدائم بالمسار، حتى عند عدم الحاجة له. تم العمل لتطويره وإيجاد بروتوكول جديد وهو AODV والذي يختلف عنه بتقليل الحمل الزائد وتوفير الطاقة وبالنظر إلى الجدول التالي يتضح الإختلاف بينهما [10].

الجدول (1): تطور AODV لبروتوكول DSDV

AODV	DSDV
بثّ هذه التغييرات ليس ضرورياً.	يقوم ببث كل تغيير في الشبكة لكل عقدة.
عندما تتباعد العقدتان عن بعضهما، وتصبحان خارج نطاق الإتصال وطالما أن هذا لا يؤثر على إرسال البيانات لن يتم استخدام الغمر في الشبكة لنشر التغييرات، فقط العقد المتأثرة يتم إبلاغها.	عندما تتباعد عقدتان عن بعضهما وتصبحان خارج نطاق الإتصال فيما بينهما أو تقتربان وتصبحان ضمن نطاق الإتصال سيتم استخدام الغمر لإعلام كافة عقد الشبكة.
تغييرات محلية في طوبولوجيا الشبكة تعني تغييرات محلية في الشبكة.	تغييرات محلية في طوبولوجيا الشبكة تعني تغييرات عامة في الشبكة.

كنتيجة لهذا التطوير يخفض AODV استخدام الغمر مما يعني حمل أقل واستهلاك طاقة أقل لأنّ العقد في بروتوكول DSDV في حالة عمل دائم مع كل تغيير في طوبولوجيا الشبكة و يمكن تلخيص خصائص بروتوكول AODV بالآتي:

- ✓ بروتوكول عند الطلب أي أن المسار يتم تأسيسه عند الحاجة له فقط.
- ✓ يستخدم الأرقام التسلسلية لتجنب مشكلة الحلقات.
- ✓ صيانة المسار الفعال، و حالما يتم الإنتهاء من استخدام المسار فإنه يتم تجاهله.
- ✓ كل عقدة تقوم بزيادة الرقم التسلسلي لها مع كل تغيير تلاحظه في مواقع العقد الجيران لها.
- ✓ يستخدم جداول التوجيه لتخزين بيانات التوجيه.
- ✓ جدول التوجيه يحوي على > عنوان الهدف، عنوان القفزة التالية، الرقم التسلسلي للهدف، زمن الحياة

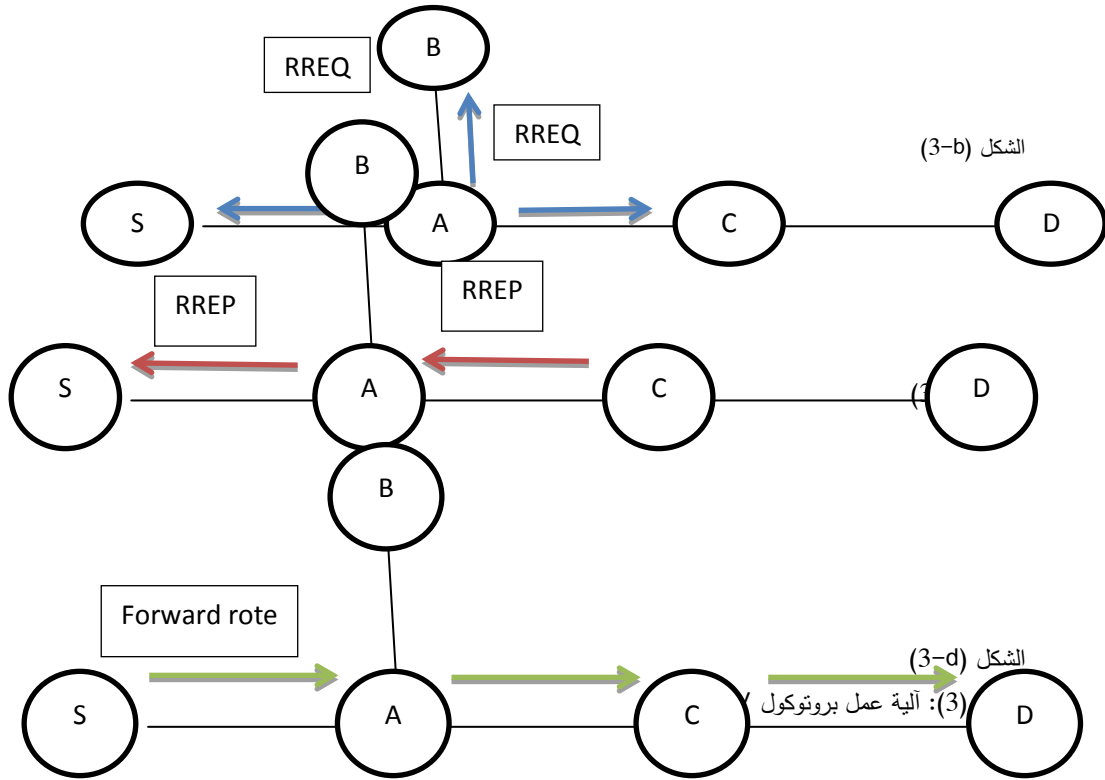
&lt;

- ✓ زمن الحياة يزداد بشكل دوري في كل مرّة يتم استخدام المسار فيها
- يعمل البروتوكول كالتالي [11]: عندما تريد عقدة منبع S إرسال بيانات إلى عقدة هدف D فإنها تبحث في جدول توجيهها، فإذا كانت تمتلك بيانات عن الهدف فإنها ترسل الرزم بشكل مباشر له، أما إذا لم يكن لديها بيانات عن العقدة الهدف فإنها ترسل باستخدام الغمر رسالة طلب Route Request (RREQ) تحوي هذه الرسالة على عنوان IP العقدة المصدر، ورقمها التسلسلي، وعنوان IP الهدف، ورقم التسلسلي، ورقم إرسال يزداد في كل مره تستخدم فيها العقدة المصدر رسالة طلب. عندما تستقبل عقدة وسيطة ما رسالة الطلب لأول مرة فإنها تقوم بوضع المعلومات الخاصة بهذا الطلب في جدول توجيهها ثم تقوم بعملية الإرسال لكل العقد المجاورة وتؤسس المسار العكسي ( Reverse path)، الذي يسمح للعقدة الهدف بإرسال رزمة استجابة Route Reply packet (RREP)، إذا كانت العقدة الوسيطة تمتلك بيانات عن العقدة الهدف (مسار توجيهي للوصول للهدف) فإنها تقوم بإرسال رزمة استجابة للعقدة المصدر، أما

إذا لم تكن تملك أي مسار توجيهي إلى العقدة الهدف فإنها تقوم بالانتظار لفترة زمنية عشوائية قبل أن تعيد بث رزمة الطلب حتى الوصول للهدف الذي يقوم بإرسال رزمة استجابته RREP للمصدر باستخدام البث الأحادي unicast عبر استخدام المسار العكسي الذي تم تشكيله من العقد الوسيطة، ويبين الشكل (3) مراحل تأسيس المسار من العقدة S إلى العقدة D (العقدة C تملك بيانات الهدف D). يمكننا الاستفادة من فكرة تعديل زمن تأخير إعادة إرسال الرزمة بما يناسب بحثنا.



الشكل (3-a)



الشكل (3-b)

الشكل (3-d)

(1) - يمكن أن يتم إرسال رزمة استجابة من خلال عقدة وسيطة تملك وصولاً إلى الهدف:

- ✓ إذا كانت رزمة الإستجابة تم إرسالها من خلال العقدة الوسيطة فإنها تحوي على > الرقم التسلسلي للهدف، عدد قفزات = بعد العقدة الوسيطة عن الهدف، زمن الحياة الخاص بها <
- ✓ إذا كانت رزمة الإستجابة تم إرسالها من خلال العقدة الهدف فإنها تحوي على > الرقم التسلسلي للهدف، عدد قفزات = 0، زمن الحياة <

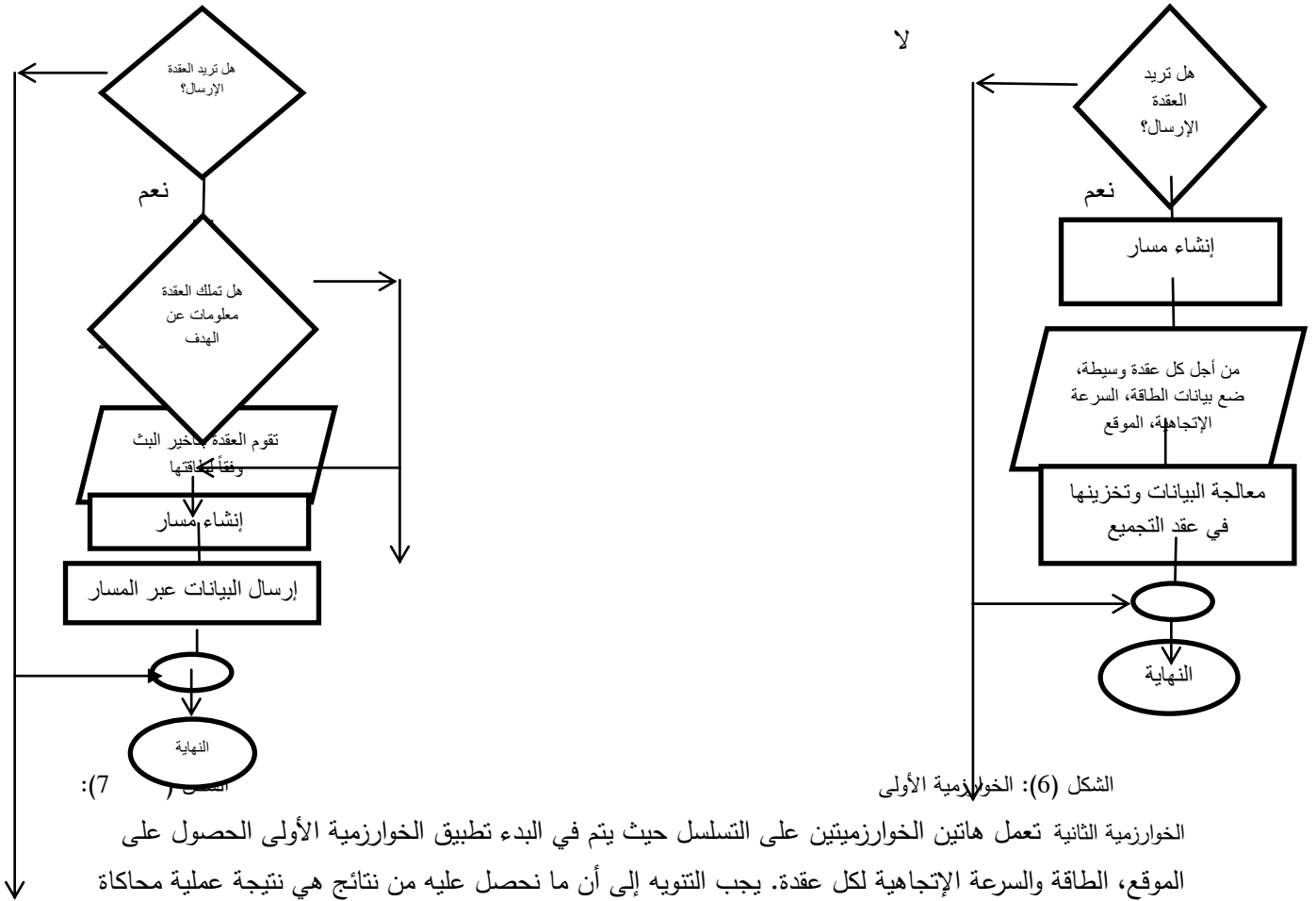
(2) - من الممكن للمصدر أن يتلقى أكثر من رزمة استجابة RREP إلا أنه يستجيب لأول رزمة تصله فقط والباقي يتم تجاهله وكل عقدة وسيطة تقوم بتمرير رزمة استجابة واحدة فقط، إلا إذا كانت رزمة الإستجابة تملك رقماً تسلسلياً أعلى للهدف أو عدد قفزات أقل مما يساهم في تخفيف عدد رزم الإستجابة في الشبكة.

(3) - إذا تلقى المصدر رزمة استجابة RREP بعدد قفزات أقل أو رقم تسلسلي أعلى للهدف فإنه يقوم بطلب تأسيس مسار جديد لكن احتمالية تأسيس مسار جديد في هذا البروتوكول تبقى ضعيفة.









الشكل (6): الخوارزمية الأولى

(7):

الخوارزمية الثانية تعمل هاتين الخوارزميتين على التسلسل حيث يتم في البدء تطبيق الخوارزمية الأولى للحصول على الموقع، الطاقة والسرعة الإتجاهية لكل عقدة. يجب التنويه إلى أن ما نحصل عليه من نتائج هي نتيجة عملية محاكاة عبر توابع رياضية تمت كتابتها برمجياً، والهدف من هذه الخوارزمية (الأولى) القيام بعملية تهيئة لبروتوكول التوجيه ليقيم بنقل هذه البارامترات والتي يمكن الحصول عليها بشكل حقيقي عبر تطبيق خوارزميات حسابية. لا بد من الإشارة أيضاً إلى الاختلاف بين السرعة والسرعة الإتجاهية، حيث أن السرعة تدل على معدل الحركة، لكنها لاتحدد الإتجاه فالعقدة التي تتحرك بسرعة معينة ولتكن 2 متر/ثانية لا نعرف في أي اتجاه تسير بينما تقوم السرعة الإتجاهية بإعطائنا هذه المعلومة، فمثلاً العقدة 4 تسير بسرعة 2 متر/ثانية باتجاه المحور X الذي يوافق اتجاه الشمال. يتم في الخوارزمية الثانية الإستفادة من الطاقة المحسوبة (المتبقية في كل عقدة) في الخوارزمية الأولى واسنادها إلى متحول يحجز مساحة ضمن الذاكرة.

يُحسب التأخير الزمني من المعادلة:  $T = \left(1 - \frac{remain}{initial}\right) Td$  (حصلنا على هذه المعادلة بعد تعديل المعادلة

الأصلية المقترحة في الدراسة [8]).

حيث أن remain (متحول) هي الطاقة المتبقية في العقدة، initial (متحول) هي الطاقة البدائية المستخدمة للعقدة،

Td هو التأخير الزمني المعتمد في البروتوكول وهو بقيمة 10ms (هذه القيمة افتراضية في برنامج المحاكاة).

عند ورود رسالة طلب للعقدة الوسيطة لإنشاء مسار إلى الهدف وفي حال كونها لاتملك بيانات عن الهدف ستبث رزمة الطلب باستخدام الغمر لكن مع تأخير زمني يتناسب عكساً مع طاقتها حيث أن القانون السابق يؤمن هذا التناسب العكسي، فكلما كانت طاقة العقدة منخفضة كلما زاد التأخير الزمني لإعادة إرسال رسالة الطلب، مما يتيح

الوقت لتشكيل مسار مكون فقط من العقد ذات الطاقة العالية التي ستعيد إرسال رزم الطلب بشكل أسرع، مما يعني زيادة عمر المسار وحمايته من الإنهيار لفترة أطول، وهذا بدوره يضمن وصول البيانات من المصدر إلى الهدف دون إجراء عدة عمليات لإعادة تشكيل المسار ولن يتم تغيير المسار إلا عند انتهاء الإرسال وانقضاء وقت حياة المسار أو عند انهياره.

#### 4 - نتائج المحاكاة:

تم اختيار مساحة مستطيلة الشكل ذات أبعاد (1000\*600)m لتعبر عن قطعة من الغابة التي يُحتمل حدوث الحريق فيها، تمت تغطيتها بعقد حساسة لثلاث بارامترات هي الحرارة والرطوبة وغاز ثنائي أكسيد الكربون (حساسات موجودة ضمن المحاكى) وهذه البارامترات كافية لتقرير وجود حريق بشكل موثوق. تمت المحاكاة بواسطة برنامج المحاكاة Network simulator NS 2.35 وفق مايلي:

الجدول (2): البارامترات المستخدمة في المحاكاة

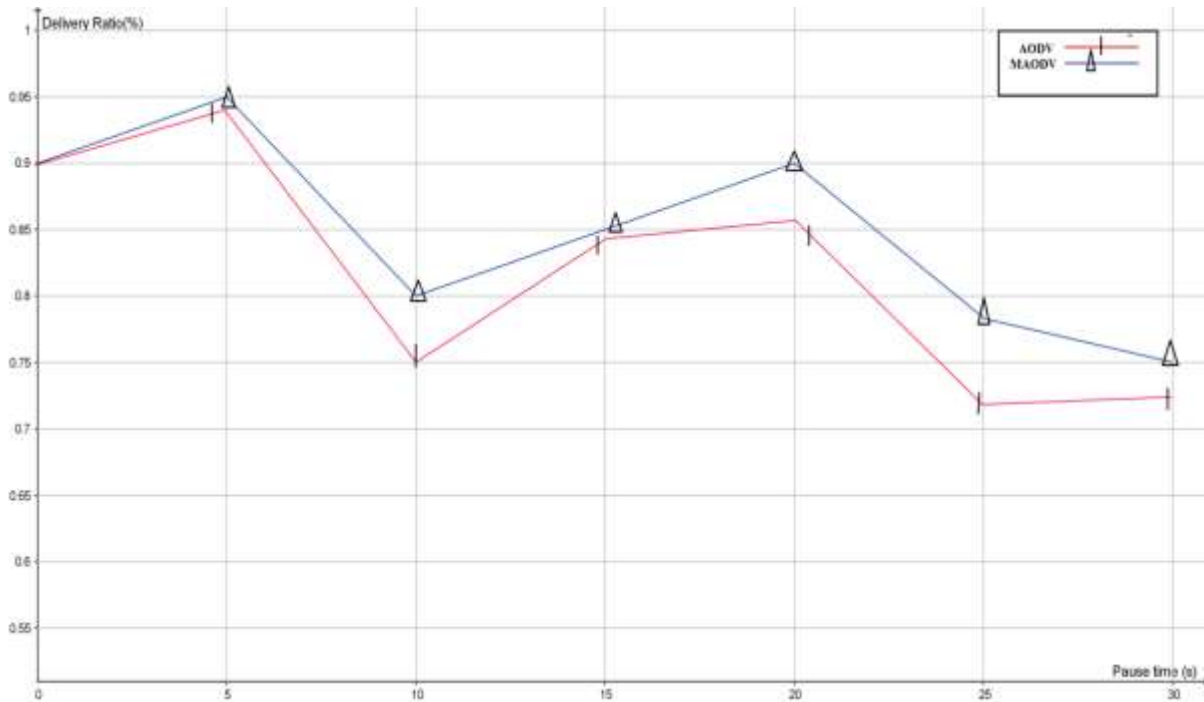
عدد العقد	30 عقدة	نوع القناة	لاسلكية
الشكل	م ستطيل	التخامد الراديوي	Propagation/TwoRayGround
		نوع اتصال MAC	802.15.4
الطاقة البدائية للعقدة	5.6 joul	نوع الهوائي	هوائي لا اتجاهي
زمن المحاكاة	30 ثانية	عدد الرزم في الرتل	50
العقد	متحركة / ثابتة	نوع عقد التجميع	متحركة وثابتة
نوع الحركة	عشوائية	عدد العقد المتحركة	15

الطاقة البدائية للعقد يمكن تعديلها وتم استخدام القيمة الافتراضية التي يضعها البرنامج، إضافة إلى مساحة الشكل تم اختيارها كحد وسطي بين المساحات الصغيرة والكبيرة، اخترنا عدد العقد ليكون كافياً لتغطية المساحة واعتبرنا نصف العقد متحركة مما يتيح آلية ديناميكية في التحسس، وتم تضمين التخامد الراديوي الناجم عن وصول الإشارة من عدة مصادر (انعكاسها) إلى المحاكاة، من أجل محاكاة أقرب للواقع. واختيرت تقنية ZigBee كوسيلة اتصال بين العقد على اعتبار أنه يوفر سرعة في نقل البيانات و مدى اتصال أبعد من الإتصال 802.11MAC، وتم اختيار حجم الرزمة 1472 بت و يمكن تغييره أيضاً، عدد الرزم في الرتل يمكن تغييرها وتم اختيار القيمة الافتراضية، بنية الشبكة متجانسة وتقوم عقد التجميع بتخزين البيانات المستقبلية من العقد الحساسة.

باستخدام الأداة APP-Tool Master و ملفات awk لحساب التأخير الزمني - نهاية، نهاية- و نسبة

توصيل الرزم للبروتوكولين حصلنا على النتائج الآتية:

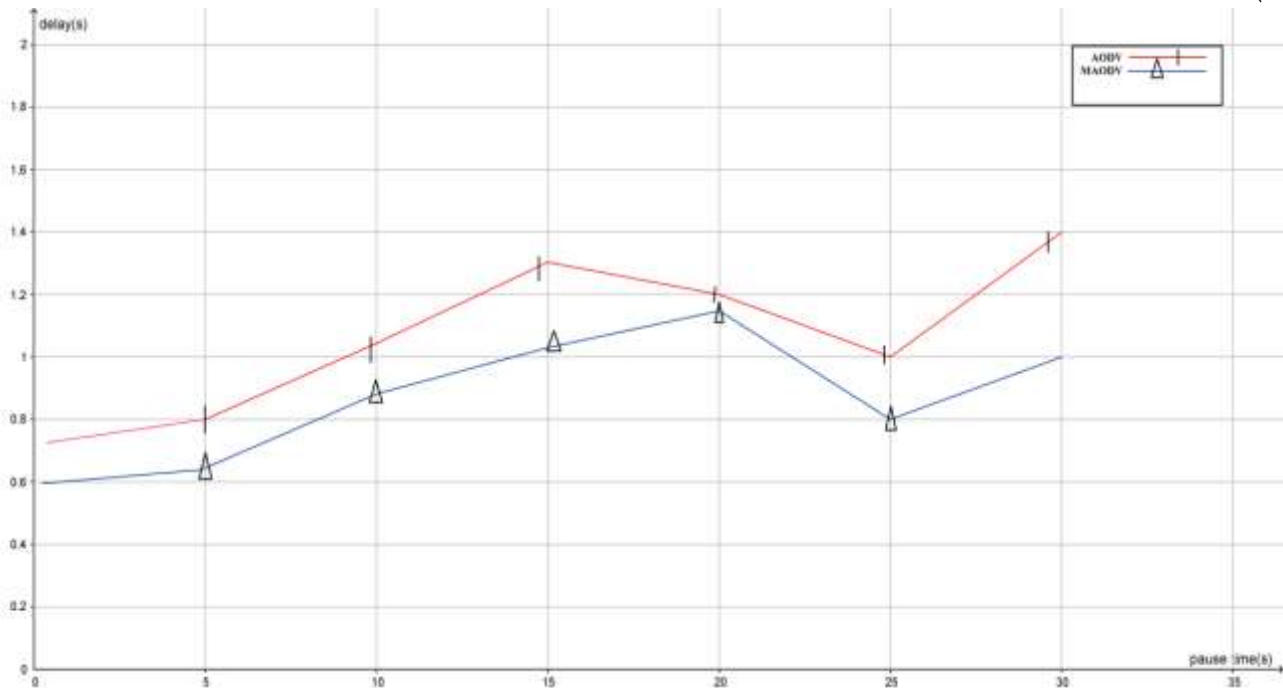
(أ) - نسبة توصيل الرزم (الإنتاجية):



الشكل (8): نسبة تسليم الرزم للبروتوكولين

إن اختيار المسار المتزن والسليم يؤدي إلى نسبة توصيل رزم عالية في الشبكة، كما هو واضح من الشكل (8) فإن نسبة الرزم الواصلة في البروتوكول المعدل أغلباً بالمقارنة مع البروتوكول الأساسي بمعدل تقريباً 4% في أحسن الأحوال (عند الزمن 10، 20 ثانية من زمن المحاكاة) كما بينت ملفات awk (ملفات تستخدم للحصول على النتائج) والمخطط بينما كانت هذه النسبة 2.4% في الخوارزمية المعتمدة في الدراسة [8].

(ب) - التأخير نهاية-نهاية:



الشكل (9): مقارنة التأخير نقطة لنقطة بين البروتوكولين.

يبين الشكل [9] أن التأخير في البروتوكول المعدل أقل بالمقارنة مع الأساسي ففي أسوأ الأحوال كان التأخير في البروتوكول الأساسي 1.4 ثانية وانخفض إلى 1 ثانية في البروتوكول المعدل وهي أكبر من الإنخفاض في التأخير بالدراسة [8]، حيث كان التأخير 1.2 ثانية، من المؤكد أنه في الشبكات الأكثر ازدحاماً لن يعطي هذا البروتوكول (المعدل والمقترح في هذه الدراسة) نفس التفوق على البروتوكول المعدل المستخدم في الدراسة السابقة الذكر، بسبب تجاهل الإزدحام على العقدة من شرط إعادة الإرسال، لكن ما يهمنا في هذه الدراسة هي شبكات الحساسات المستخدمة في الكشف عن حرائق الغابات وهي عموماً ذات ازدحام قليل.

الجدول (2): نتائج محاكاة السيناريو: (جزء من الملف الذي تم الحصول عليه للعقد كافة)

node is	position is		Velocity is		Energy is(joul)
	X	Y	X	Y	
6	265.00	202.00	0	0	5.39
6	265.00	202.00	0	0	5.32
6	265.00	202.00	0	0	5.31
7	500.00	40.00	1	4	3.63
			7.41	6.86	
9	819.00	311.00	0	0	4.64
9	815.97	341.04	-	5	4.14
			6.00	9.69	
9	800.97	440.35	-	5	3.64
			6.00	9.69	
5	597.00	313.00	0	0	4.26
5	597.00	313.00	0	0	4.12
1	365.76	426.14	4	-	4.94
			.49	29.66	
1	365.79	425.91	4	-	4.93
			.49	29.66	
1	365.84	425.58	4	-	4.93
			.49	29.66	
3	469.00	474.00	0	0	5.11

3	469.00	474.00	0	0	5.10
2	310.00	311.00	0	0	4.59
2	310.00	311.00	0	0	4.55
10	313.00	471.00	0	0	4.59
10	313.00	471.00	0	0	4.59
0	185.00	433.00	0	0	4.65
0	185.00	433.00	0	0	4.65
1	370.50	394.80	4	-	4.62
			.49	29.66	
1	370.54	394.53	4	-	4.62
			.49	29.66	
4	585.00	468.00	0	0	4.51

كنتيجة لعملية المحاكاة حصلنا على موقع العقدة بالنسبة للمحورين X,Y وعند كل عملية إرسال لزرمة من العقدة. أيضاً حصلنا على السرعة الاتجاهية وهذه مفيدة جداً في حالة الكشف عن الحرائق إذا كانت البيانات قادمة من حساسات محمولة على الحيوانات، حيث يمكن من خلال دراسة سلوك الحيوان (سرعته الإتجاهيه وموقعه) التنبؤ بوجود حريق، لأن الحيوانات بشكل غريزي تهرب من الحريق بشكل متباعد عنه، مما يسهم في زيادة الوثوقية في الكشف. البارامتر الثالث هو الطاقة فقد حصلنا على طاقة العقدة مما يعني مراقبة تامّة لطاقة العقدة والذي يساهم في استقرار الشبكة، وينبّه المراقب عن وضع العقد ذات الطاقة الآخذة في الإنخفاض. تم تخزين هذه البارامترات ضمن ملف (file.csv) مما يتيح إمكانية تطبيق خوارزميات لتحليل سلوك الحيوانات من خلال دراسة حركيتها.

بقي أن نشير إلى عدد العقد الأعظمي التي يمكن للبروتوكول نقل بياناتها وهي 8 عقد متتالية قبل الوصول للعقدة المصب مع هذا الحجم المختار للزرمة، حيث أنه و بعد حذف حجم ترويسة الرزمة والذي يبلغ 192 بت كما هو مصرح عنه في ملفات البروتوكول ضمن المحاكى من حجم الرزمة البالغ 1472 بت، وباعتبار أن كل عقدة تستهلك 32\*5 بت لتقوم بنقل موقع Y,X للعقدة وسرعتها الإتجاهيه على كلا المحورين بالإضافة للطاقة. لن يكون هناك استهلاك زائد للطاقة في العقد كونها لا تقوم بعملية حساب الموقع إنما وضع البيانات فقط في البروتوكول الذي تم تهيئته لينقل هذه البيانات، بالإضافة إلى أنه عند اختيار المسار ذو الطاقة المرتفعة سيؤدي ذلك إلى منع خروج بعض العقد من الشبكة والتقليل من إعادة عملية تأسيس المسار.

## (7) - الإستنتاجات والتوصيات:

بينت الدراسة أنه من الممكن تعديل بروتوكول التوجيه، وإضافة بارامترات هامة جديدة لنقلها وهي الموقع، الطاقة، السرعة الإتجاهيه، وهي بارامترات ضرورية لمعرفة مكان الحريق وخصوصاً في حالة الحساسات المحمولة على الحيوانات طالما لا يكفي تواجد عدد محدود من العقد الثابتة، مما يوفر آلية ديناميكية في الكشف عن الحريق وتحديد مكانه. بالنسبة للشبكة فإن بيانات الطاقة لكل عقدة كافية لاستبدال عقدة الطاقة المنخفضة مما يجنب الشبكة خطراً لإنهيار، ويتم تحديد موقع الحريق بناءً على موقع العقدة/ العقد المرسل، أو اعتماداً على هروب الحيوانات بشكل جماعي من

النار مما يعني مراقبة أفضل بالمقارنة مع الدراسات السابقة ووثوقيه في اتخاذ القرار حيث يمكن اتخاذه اعتماداً على درجة الحرارة المرسله وحركية الحيوانات بنفس الوقت. أيضاً تم تعديل اختيار المسار، بحيث يتكون من العقد ذات الطاقة المرتفعة نسبياً، واستبعاد العقد ذات الطاقة المنخفضة من المسار، مما حسن في نسبة توصيل الرزم و قلل التأخير في الشبكة بالمقارنة مع الدراسات السابقة. نوصي بالتكامل بين هذا البروتوكول المعدل وإحدى طرائق تحديد الموقع مثل طريقة تحديد الموقع المعتمدة على قوة الإشارة المستقبلية (received signal strength) باعتبار أن البروتوكول مهيء لنقل البارامترات مع أداء أفضل من البروتوكول الأساسي ودون الحاجة إلى GPS.

#### (8) - المراجع :

- [1] L.M. Garcia .et al. *An Early Fire Detection Algorithm Using IP Cameras*.Sensors Mexico. VOL. 12,No.1, 3 May 2012, 5670–5685.
- [2] M.Milz. *Study On Forest Fire Detection With Satellite Data*.1<sup>st</sup>.ed.,Lule\_atekniskauniversitet, Sweden,2013, 2,3.
- [3] J. Solobera. *Detecting Forest Fires using Wireless Sensor Networks*., 2010.[http://www.libelium.com/wireless\\_sensor\\_networks\\_to\\_detec\\_forest\\_fires/](http://www.libelium.com/wireless_sensor_networks_to_detec_forest_fires/).Visited 20 April 2015.
- [4] Y.GuneriSahin, *Animals as Mobile Biological Sensors for Forest Fire Detection*.SensorsSwitzerland.VOL. 7, No.1, 2007, 3084–3099.
- [5] Y. Choi, D. Kang and S. Bahk, "Improvement of AODV routing protocol through dynamic route change using hello message," *2014 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, Busan, 2014, pp. 117–121
- [6] A. G. A.Elrahim, H. A.Elsayed, S. El Ramly, M. M. Ibrahim, *An Energy Aware Routing Protocol for Mixed Static and Mobile Nodes in Wireless Sensor Networks*,Society for Computer Simulation International San Diego, CA, Proceedings of the 14th Communications and Networking Symposium U.S.A 2011, Pages 79–86 .

- [7] A. Raich , A.Vidhate, *Best Path Finding using Location aware AODV for MANET*. international Journal of Advanced Computer Research India . VOL.3, No.1, September–2013, 336–340.
- [8]A. Kaul, A .Munjal, S. Gupta, S.Chopra, V. Sharma. *Energy Aware AODV: A modified Algorithm*.International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and TechnologyIndia.VOL.3, April 2016, 1903–1908.
- [9]S.Verma, P. Nayak, R. Agarwal. *Energy Efficient Routing in Mobile Adhoc Networks based onAODV Protocol*. International Journal of Computer Science Issues India , Vol. 9,No.1,November 2012, 344–349.
- [10]B. Shivahare, C. Wahi, S. Shivhare. *Comparison Of Proactive And Reactive Routing Protocols In Mobile Adhoc Network Using Routing Protocol Property*.International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering India, Vol.2, No.3, March 2012, 356–359.
- [11]P. Dwivedi, S. Gupta.*A Survey on Route Maintenance and Attacks in AODV Routing Protocol*.International Journal of Computer Applications Germany. VOL.133,No.9, January 2016, 23–24.
- [12]M. Shakya, K. Markam.*Comparison of AODV and DSR Routing Protocols by Using Group Mobility Model with Varying Pause Time in Vehicular Ad–Hoc Network*.International Journal of Hybrid Information Technology Kazakhstan. VOL.9, No.2, 2016, 177–178.
- [13] N. Valery, and T. R. Gross. "Connectivity–aware routing (CAR) in vehicular ad–hoc networks." INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE. IEEE, 2007.
- [14]L. Yuh–Chung, and C.WeiKe. "Adaptive Route Selection in mobile ad hoc networks." Fourth International Conference on Communications and Networking, pp. 1–5. IEEE, China, 2009.
- [15]S.Ducksoo, J. Lee, J. Kim, and J. Song. "A2OMDV: An Adaptive Ad hoc On–demand Multipath Distance Vector Routing Protocol Using Dynamic Route Switching." Executive Development 21 (2008): 22.



[16]H. Moawad, E. Shaaban, Z. T. Fayed. *Stop\_times based Routing Protocol for VANET*. International Journal of Computer Applications.VOL.81 , No. 18, November 2013,1–9.