**Investigation of Free-Space Measurement-Device-Independent Quantum Key Distribution Protocol**

**التحقق من بروتوكول توزيع المفتاح الكمي بطريقة عدم الاعتماد على أجهزة القياس في الفضاء**

**الخلاصة**

تزداد الحاجة لتحقيق مستويات عالية من سرية المعلومات بسرعة كبيرة.هذه المعلومات الحساسة والسرية تحتاج وبكافة أنواعها الى الحماية من عمليات التطفل غير القانوني والقرصنة. يوفر التجفير الكمي السرية التامة لهذه المعلومات لانه يعتمد على قوانين الطبيعة في الفيزياء. و توزيع المفتاح الكمي هو أحد انواع التجفير الكمي والذي يسمح بتبادل آمن للمفتاح الكمي بين مستخدمين تفصل بينهما مسافة كبيرة.

 تم اكتشاف بروتوكول توزيع المفتاح الكمي بطريقة عدم الاعتماد على أجهزة القياس في سنة 2012 وتم اعتباره حلا" سهلا" للتخلص من كل عيوب ومشاكل الكواشف. يحتاج هذا البروتوكول الى فوتونات متماثلة غير متمايزة عن بعضها ومستقلة ويوفر سرية غير مشروطة باستخدام أجهزة متوفرة تجاريا. و تعتبرعملية تحضير فوتونات متماثلة ومستقلة عن بعضها أساسية في الكثير من التطبيقات الكمية مثل تبادل التشابك وعملية التشابك.

 تم تنفيذ العمل في هذه الاطروحة من خلال جزئين. تم تنفيذ الجزء الأول نظريا بحساب تخميني لمعدل المفتاح الآمن لبروتوكول توزيع المفتاح الكمي بطريقة عدم الاعتماد على أجهزة القياس باستخدام الليف البصري و الفراغ كقنوات اتصال كمية تعمل بالطول الموجي 640 نانومترو معدل ارسال وصلة 5 ميكا وصل/ ثانية و 10 ميكا وصلة / ثانية. اختبارات قنوات اتصال الفراغ تضمنت قناة اتصال كمية للأسفل بين القمر الصناعي والكرة الأرضية وقناة اتصال كمية للأعلى وبين قمرين صناعيين. تم الاخذ بنظر الاعتبار تأثيرات توهين للإشارة مختلفة مثل الحيود، طبقة الاتموسفير، الاضطرابات وكفاءة منظومة الكشف.

تم اختبار حالتين، حالة التقارب مع ما لا نهاية من الحالات الزائفة وحالة الحالة الزائفة الواحدة. معدل المفتاح الآمن الذي تم حسابه تخمينيا أوضح بإمكانية تطبيق طريقة توزيع المفتاح الكمي بطريقة عدم الاعتماد على أجهزة القياس في قنوات الاتصال بين الكرة الأرضية والقمر الصناعي وقنوات الاتصال بين الأقمار الصناعية حيث توفر تغطية لمسافة أطول لقناة اتصال منفرد مقرنة مع استخدام الليف البصري كقناة كمية. أكبر مسافات امنة تم حسابها تخمينيا كانت (18220كم) كقناة اتصال للأسفل بين القمر الصناعي والأرض، و(10098كم) لقناة اتصال للأعلى بين الأرض والقمر الصناعي و(5463كم) لقناة اتصال بين قمرين صناعيين.

 الجزء الثاني من الاطروحة تم تنفيذه عمليا. أولا, تم انجاز تجربة هونغ-او- ماندل لحساب مقدار عدم التمايز بين الفوتونات المستقلة المتولدة من مصدرين ليزر موهنه ومتشاكهة تعمل بطول موجي 640 نانومتر. تم الحصول على معدل رؤية بمقدار (42%) وهذا المقدار قريب من القيمة النظرية المساوية لـ (%50). يمكن استخدام التجربة التي تم تنفيذها في تجارب تطبق في قنوات اتصال الفراغ بسبب ان كل الأجهزة والمواد المستعملة تعمل في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي.

ثانيا , تم بناء و اختبارالتركيب البصري الخاص ببروتوكول توزيع المفتاح الكمي بطريقة عدم الاعتماد على أجهزة القياس و اختبار أداء البروتوكول باستخدام نوعين من القنواة الكمية، الليف البصري و الفضاء ، بالأضافة الى استخدام نوعين من وحدات عدادات الفوتون المنفرد و بخصائص مختلفة. و تضمنت التجارب الفحص الدقيق لكل المواد البصرية و الأجهزة المستخدمة في التركيب. وتم بعدها اختبار أداء البروتوكول بالتأكد من حالات بيل المطلوبة و هي ($\left|\left.ψ^{-}\right⟩\right.$ $\left|\left.ψ^{+}\right⟩\right.$).