ISSN: 1994 - 8638

المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات

مجلة نصف سنوية - محكمة - تعنى بمجال تكنولوجيا المعلومات

ISSN: 1994-8683

المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات

مجلة نصف سنوية محكمة. تعنى بمجال تكنولوجيا المعلومات وتطبيقاتها

المجلد الخامس – العدد الثاني– لسنة 2013

رئيس التحرير : الاستاذ الدكتور طلال ناظم الزهيري

نائب رئيس التحرير: استاذ مساعد الدكتور عامر صديق الملاح

هيئة التحرير	الهيئة الاستشارية
ا.م.د. جنان صادق عبد الرزاق	ا.د. هلال هادي صالح
ا.م.د. جميلة حربي	ا.د. ستار بدر سدخان
م. د. علاء الدين جميل	ا.د. حسن رضا النجار
م. د. سامر سعيد	ا.د. اوديت مارون بدران
مدير التحرير	أ.م.د. نضال العبادي
ا.م. خالد علي المياح	
سكرتارية التحرير	
- جمال ناصر حسون	
- رياض حازم البدري	

نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر: دراسة تحليلية مقارنة

الدكتورة رحاب فايز احمد سيد
مدرس تكنولوجيا المعلومات
قسم المكتبات والوثائق – كلية الاداب جامعة بني سويف
rehab_ysf@yahoo.com

المستخلص

الحوسبة السحابية احد التقنيات، التي يتم فيها تقديم المصادر الحاسوبية كخدمات، ويتاح للمستفيدين إمكانية الوصول إليها عبر شبكة الإنترنت (السحابة)، دون الحاجة إلى امتلاك المعرفة، أو الخبرة، أو حتى التحكم بالبنى التحتية التي تدعم هذه الخدمات. كما يمكن النظر إلى الحوسبة السحابية على أنها مفهوم عام يشمل البرمجيات كخدمة، وغيرها من التوجهات الحديثة في عالم التقنية التي تشترك في فكرة الاعتماد على شبكة الإنترنت لتلبية الاحتياجات الحوسبية للمستفيدين.

الكلمات المفتاحية

الحوسبة السحابية، ، برمجيات المصدر المفتوح.

Abstarct

Cloud computing has emerged recently again as one of the methods of computing, where providing computer resources as services, and allow users to access them via the Internet (cloud), without the need to acquire knowledge, or expertise, or even control of infrastructure that supports these services. Cloud Computing can also be seen as a general concept including software as a service, and other modern technical trends in the world involved in the idea of relying on the Internet for the computational needs of users.

تمهيد

السحابة هو تعبير كان يستخدم في البداية للإشارة إلى الإنترنت، وذلك في مخططات الشبكات، حيث عُرف على أنه رسم أولي لسحابة يتم استخدامها لتمثيل نقل البيانات من مراكز البيانات إلى موقعها النهائي في الجانب الآخر من السحابة. وقد جاءت فكرة البرامج كخدمات عندما عبر "جون مكارثي" الأستاذ بجامعة ستانفورد

عن الفكرة بقوله "قد تنظم الحوسبة لكي تصبح خدمة عامة في يوم من الأيام"، حيث رأى أنه من الممكن أن تؤدي تكنولوجيا مشاركة الوقت. Time sharing إلى مستقبل تُباع فيه الطاقة الحاسوبية وحتى التطبيقات الخاصة كخدمة من خلال نموذج تجاري، وبالفعل حظت تلك الفكرة بشعبية كبيرة في أواخر الستينيات، ولكنها تلاشت في منتصف السبعينيات عندما اتضح أن التكنولوجيا الحديثة المتعلقة بمجال تكنولوجيا المعلومات غير قادرة على الحفاظ على هذا النموذج من الحوسبة المستقبلية. ولكن عادت هذه الفكرة مؤخرا لتصبح مصطلحا شائعا في الدوائر التكنولوجية والمؤسسات في وقتنا الحالي. وظهرت الحوسبة السحابية. Cloud computing مرة أخرى كأحد أساليب الحوسبة، التي يتم فيها تقديم المصادر الحاسوبية كخدمات، ويتاح للمستفيدين الوصول إليها عبر شبكة الإنترنت (السحابة)، دون الحاجة إلى امتلاك المعرفة، أو الخبرة، أو حتى التحكم بالبنى التحتية التي تدعم هذه الخدمات. كما يمكن النظر إلى الحوسبة السحابية على أنها مفهوم عام يشمل البرمجيات كخدمة. Software as a Service، وغيرها من التوجهات الحديثة في عالم التقنية التي تشترك في فكرة الاعتماد على شبكة الإنترنت لتلبية الاحتياجات الحاسوبية للمستفيدين.

أما بالنسبة لمنصات الحوسبة السحابية التجارية فمنها Amazon EC2، Platform Microsoft Azure Services، Google App Engine والتي تعطي العديد من الشركات مرونة الوصول إلى المصادر الحاسوبية اللازمة، وتساهم في تقليل تكاليف البنية التحتية للشركات الناشئة، لكن الاعتماد عليها لا يخلو من المشاكل، فكثير من المستفيدين يثيرون مواضيع، مثل: الخصوصية، الأمن، ... إلخ عندما يدور الحديث عن "السحابة". لذلك فهناك اهتمام متزايد بأدوات الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر، التي تمكن الشركات من بناء وتخصيص "سحبهم" الحاسوبية لتعمل بجانب الحلول التجارية الأقوى. إن مفهوم الحوسبة السحابية بات أحد أهم الموضوعات المطروحة للنقاش في الصناعة خلال الفترة الماضية ولذلك سيتم التركيز في هذه الدراسة على مناقشة هذا المصطلح ومكوناته وخدمات النظم مفتوحة المصدر.

مشكلة الدراسة

رغم شيوع تطبيقات الحوسبة السحابية، إلا أن هناك نقص في معايير خدمات الحوسبة السحابية، والتي تجعل من الصعب لإمكانية التشغيل المتداخل العمل مع الخدمات المتعددة أو الانتقال لخدمات جديدة، كما أن إدارة البنية التحتية للسحابة من المشاكل الحديثة في الحوسبة السحابية، وتتيح نظم المصدر المفتوح مثل أوكالبتوس وأوبن نيبولا ونيمبوس وأوبن ستاك فرص هائلة للصناعات والباحثين والعلماء لإدراك النموذج الجديد للبنية التحتية للسحابة، لذا تهدف هذه الدراسة لتحليل النظم الأربعة ومن ثم المقارنة بينهم للوصول إلى أفضل نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر.

أهمية الدراسة ومبرراتها

تتمثل أهمية الدراسة ومبرراتها فيما يلي:

1. ظهور العديد من نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر ومن ثم تعدد خدماتها.
2. ندرة الدراسات العربية في مجال الحوسبة السحابية، ومن ثم لا توجد دراسة عربية حول تحليل نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر والمقارنة بينهم.
3. الحاجة لدراسة ماهية الحوسبة السحابية ومكوناتها، وخدمات نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر.
4. دراسة الاختلافات بين النظم المتنوعة للحوسبة السحابية مفتوحة المصدر حتى يمكن اختيار المناسب منها.

أهداف الدراسة

تعمل الدراسة على تحقيق الأهداف التالية:

1. حصر مكونات الحوسبة السحابية الرئيسية.
2. دراسة إيجابيات الحوسبة السحابية وسلبياتها.
3. دراسة العلاقة بين الحوسبة السحابية والمصدر المفتوح.
4. تحليل بعض نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر.
5. عقد مقارنة بين نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر.

تساؤلات الدراسة

تهتم الدراسة إلى الوصول الى اجابات على التساؤلات التالية:

1. ما مكونات الحوسبة السحابية؟
2. ما الإيجابيات والسلبيات المحتملة للحوسبة السحابية؟

3. إلى أي مدى ترتبط الحوسبة السحابية بالمصدر المفتوح؟
4. إلى أي مدى تختلف خدمات نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر؟

مجتمع الدراسة

تم اتخاذ عينة عمدية لأربعة نظم من مشروعات الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر، حيث تبين أن هناك مشروعات ونظم تتبع هذه النظم الأربعة، أوكالبتوس. Eucalyptus، أوبين نيبولا. OpenNebula، ونيمبوس. Nimbus، وأوبن ستاك. Open Stack. ومن ثم تم اختيار هذه العينة بناء على الشروط التالية:

1. أن تكون من أوائل نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر.
2. أن تكون من ضمن نظم البنية التحتية كخدمة.
3. أن تكون مفتوحة المصدر.
4. أن يتوافر موقع نشط لهذه النظم، يمكن من خلاله تحميل النظام ومعرفة خصائصه.

اتبعت الدراسة ثلاثة مناهج:

1. المنهج التاريخي لوصف وتسجيل الأحداث التي مرت بها الحوسبة السحابية والمصدر المفتوح مع تفسير لهم، للتوصل إلى حقائق وتعميمات تساعدنا في وضع مقترحات لأبحاث في مجال الحوسبة السحابية.
2. منهج تحليل النظم لدراسة نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر بنظرة شاملة، لمعرفة علاقة النظم ببعض.
3. المنهج المقارن للمقارنة بين نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر للوصول إلى الفروق بين النظم، ومن ثم التوصل لنتائج وإحصائيات تنبؤ بمستقبل الحوسبة السحابية.

تعريفات اجرائية

لقد أطلقت الباحثة مصطلح نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر وليس خدمات الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر، لأن النظم عادة ما تتطلب تسجيل دخول وأحيانا كلمة سر، وتحميل وغيره، ما لم يشترط في الخدمات، وقد أطلقت بعض الدراسات على هذه النظم مصطلح مشروعات أو حلول أو خدمات، فمصطلح مشروع لأنه كان في بداياته ولم يكن متاحا لكافة المستفيدين، أما الفرق بين الخدمات والحلول فيتضح فيما يلي:

▪ خدمات البرامج **Software service**: تشتمل خدمة البرامج حلول البرامج **software solution** وتسليمها، فهي تشير إلى إتاحة الحل بصفة دائمة حسب الطلب، ويتم تقديمها بواسطة المزود، وببساطة الخدمة. الحل+ تسليم حسب الطلب+ استضافة بواسطة المزود، فالخدمة تشمل الحلول وليس عكسها، لكن الحلول لا تتضمن خدمة.[i]

▪ السحابة. **Cloud**: نموذج لتوفير وصول مناسب ودائم في أي وقت إلى الشبكة، لمشاركة مجموعة كبيرة من المصادر الحاسوبية والتي يمكن نشرها وتوفيرها بأدنى مجهود أو تفاعل مع موفر الخدمة.

▪ الحوسبة السحابية **Cloud Computing**: هي تكنولوجيا تعتمد على نقل **المعالجة** ومساحة التخزين الخاصة **بالحاسوب** إلى ما يسمى السحابة وهى جهاز **خادم** يتم الوصول إليه عن طريق **الإنترنت**، وبهذا تتحول برامج **تكنولوجيا المعلومات** من **منتجات** إلى **خدمات**. وبذلك تساهم هذه التكنولوجيا في إبعاد مشاكل صيانة وتطوير برامج تقنية المعلومات عن الشركات المستخدمة لها، وبالتالي يتركز مجهود الجهات المستفيدة على استخدام هذه الخدمات فقط. وتعتمد البنية التحتية للحوسبة السحابية على **مراكز البيانات** المتطورة والتي تقدم مساحات تخزين كبيرة للمستخدمين كما أنها توفر بعض البرامج كخدمات للمستخدمين، وتعتمد في ذلك على الإمكانيات التي وفرتها تقنيات **ويب 2.0**.

▪ البنية التحتية كخدمة **(Infrastructure As a Service (IAAS**: توفر البنية التحتية للحاسب الآلي، وبدلاً من شراء الخوادم، البرمجيات، مساحات خاصة بمركز البيانات أو معدات الشبكة يقوم العملاء بشراء هذه المصادر كخدمة مستقلة تماما. ويتم وصف الخدمة عادة على أساس من المنفعة الحاسوبية وكم المصادر المستخدمة وبالتالي التكلفة والتي سوف تنعكس بالضرورة على مستوى النشاط.

▪ المصدر المفتوح. **Open Source**: هو مصطلح يعبر عن مجموعة من المبادئ التي تكفل الوصول إلى تصميم المنتجات والمعرفة وإنتاجها، يستخدم المصطلح عادة ليشير إلى **شفرات البرامج** المتاحة بدون قيود **الملكية الفكرية**، وهذا يتيح

لمستخدمي البرمجيات الحرية الكاملة في الاطلاع على الشفرة البرمجية، وتعديلها أو إضافة مزايا جديدة لها.

تطبيقات الحوسبة السحابية

1. تقديم البرمجيات كخدمة. **Cloud Software as a Service (SaaS):** طبقة من طبقات الحوسبة السحابية والتي تهتم أكثر بالتطبيقات المتعلقة بالمستخدم النهائي مثل أنظمة البريد الإلكتروني، تطبيقات إدارة علاقات العميل، البرمجيات المشتركة وأنظمة إدارة سير العمل.
2. المنصة كخدمة. **Cloud Platform as a Service (PaaS):** هي طبقة من طبقات الحوسبة السحابية تتألف بشكل أساسي من مكتبات، برامج وسيطة، تحديثات وأدوات وقت التشغيل والتي يحتاجها المطورين في تحديث تطبيق البرمجيات كخدمة. وتستفيد تكنولوجيا المنصة كخدمة من البيئات الافتراضية في طبقة "البنية التحتية كخدمة" لنشر وتوفير البرمجيات المطورة في المصادر الافتراضية للبنية التحتية كخدمة.
3. البنية التحتية كخدمة. **Cloud Infrastructure as a Service (IaaS):** فهي توفر البنية التحتية للحاسب الآلي، وبدلاً من شراء الخوادم، والبرمجيات، ومساحات خاصة بمركز البيانات أو معدات الشبكة يقوم العملاء بشراء هذه المصادر كخدمة مستقلة تماما، ويتم وصف الخدمة عادة على أساس من المنفعة الحاسوبية وكم المصادر المستخدمة وبالتالي التكلفة والتي سوف تنعكس بالضرورة على مستوى النشاط.

وتستخدم الحوسبة السحابية تكنولوجيا الحوسبة الافتراضية. **Virtualization Technology** بشكل مكثف في نموذج "البنية التحتية كخدمة" الخاص بها حيث أن ذلك يساعد على توفير الطاقة، التكلفة، والمساحة في مراكز البيانات، فالحوسبة الافتراضية هي ما يعد حجر الأساس في بنيان السحابة.([ii])

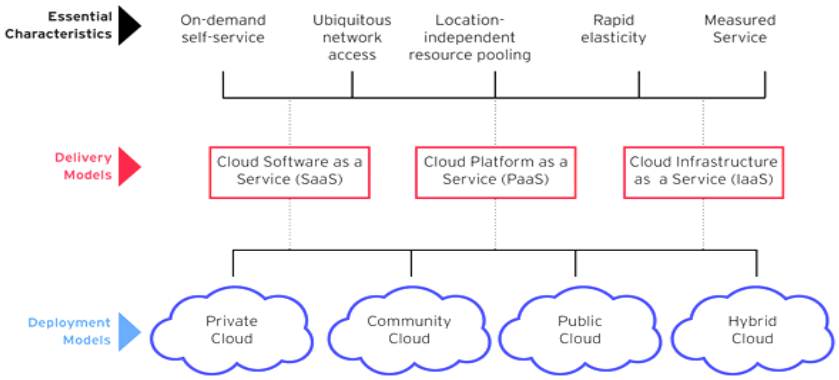
مستويات الحوسبة السحابية

1. السحب الخاصة. **Private cloud:** تعمل البنية التحتية السحابية فقط للمنظمات، فقد تديرها منظمة أو طرف ثالث، وقد توجد بناء على فرضية أم لا.

2. السحب المجتمعية. **Community cloud**: يتم مشاركة البنية التحتية السحابية بين عدة منظمات، وتدعم مجتمع معين له اهتمامات مشتركة، مثل: الأهداف، ومتطلبات الأمن والسياسة واعتبارات التوافق، هذا ويمكن أن تديرها المنظمات أو طرف ثالث وقد تكون موجودة على فرضية أو بدون فرضية.

3. السحابة العامة. **Public cloud**: تتاح البنية التحتية السحابية عامة لكافة المستفيدين أو لمجموعة كبيرة من الصناعة وتمتلكها منظمة بيع الخدمات السحابية.

4. السحابة المختلطة. **Hybrid cloud**: تتكون البنية التحتية السحابية من سحابتين أو أكثر (خاصة، ومجتمع، أو عامة) والتي تظل كيانات فريدة من نوعها ولكنها مرتبطة معا بتكنولوجيا معيارية أو مملوكة تتيح إمكانية حمل البيانات والتطبيقات، مثل: انفجار سحابة لعمل توازن في التحميل بين السحب.([iii])



شكل رقم (1) مكونات الحوسبة السحابية([iv])

إيجابيات الحوسبة السحابية وسلبياتها

إن التكاليف المتزايدة أحد الأسباب الرئيسية لبحث شركات التصنيع عن مصادر مختلفة يمكنها توفيرها على شبكة الإنترنت، ومن ثم توفير التكلفة وإتاحة سهولة الوصول للبيانات المخزنة. ولقد أظهر خبراء الحواسيب الآلية مع تطور التكنولوجيا مصطلحا جديدا يمكنه توفير نفقات الشركة من ناحية تخزين البيانات والوصول إليها، وهذا المصطلح هو الحوسبة السحابية، فهي عبارة عن تخزين لبيانات الحاسب وبرامجه على الخوادم (الإنترنت) بدلا عن الأقراص الصلبة الفردية، حيث أن مصطلح الحوسبة السحابية جديد نسبيا وأصبح من المصطلحات المتداولة بسرعة فائقة، لكن قد لا يكون استخدامه الفوري في الشركات الخيار الأكثر حكمة، لذا من الأفضل الموازنة بين جميع

فوائد الحوسبة السحابية ومخاطرها لتقرير ما هو الأفضل، وفيما يلي مقارنة بين مزايا الحوسبة السحابية وعيوبها:

إيجـابيات الحوسبة السحابية

1. أجهزة حواسيب منخفضة التكلفة للمستفيدين: فليس هناك حاجة لشراء معدات قوية ومكلفة لاستخدام الحوسبة السحابية، حيث تتم عمليات المعالجة وتشغيل التطبيقات في السحابة. كما لا يتطلب توافر قوة معالجة أو مساحات على القرص الصلب مثلما كان يحدث مع برامج سطح المكتب التقليدية.([v])
2. أداء أفضل: يعود ذلك إلى عدم تحميل برامج أو ملفات على الحواسيب الشخصية المحلية، ولا يتعرض المستفيدون للتأخير نتيجة تشغيل الحواسيب الشخصية أو إغلاقها، كما ستصبح الشبكة الداخلية أسرع بكثير نتيجة عدم حدوث أي حركات مرورية داخلية.([vi])
3. تكاليف بنية تحتية أقل لتكنولوجيا المعلومات: يمكن لموظفي تكنولوجيا المعلومات استخدام قوة الحوسبة للسحابة لاستكمال مصادر الحوسبة الداخلية أو استبدالها بدلا من استثمار عدد كبير من الخوادم الكبيرة والأكثر قوة.([vii])
4. تكاليف صيانة أقل: ستنخفض تكاليف صيانة العتاد والبرامج للمنظمات أقل بكثير مهما زادت عدد الأجهزة والبرامج المتاحة بالشركة، حيث سيتطلب عدد أقل من الخوادم في المنظمة مما يعني تخفيض تكاليف الصيانة، كما ليس هناك حاجة لصيانة البرامج على أجهزة المنظمة الخاصة بموظفي تكنولوجيا المعلومات.([viii])
5. انخفاض تكاليف البرمجيات: فليس هناك حاجة لشراء حزم البرمجيات لكل الحواسيب في المنظمة، إلا أن الموظفين الذين يستخدموا التطبيقات بالفعل في حاجة للوصول لهذا التطبيق في السحابة.([ix])
6. تحديث البرامج تلقائيا: ليس هناك نفقات إضافية تتطلبها عمليات التحديث أو الترقية للبرامج الخاصة بالمنظمات.([x])
7. زيادة إمكانيات الحوسبة: يمكن استخدام قوة الحوسبة السحابية فلم يعد الأمر يقتصر على ما يفعله الحاسوب الشخصي الواحد.([xi])
8. سعة تخزينية غير محددة: توفر السحابة سعة تخزين افتراضية غير محدودة تقريبا، ويمكن زيادة السعة التخزينية في أي وقت برسوم إضافية بسيطة.([xii])

9. زيادة أمان البيانات: يتم تخزين كافة البيانات في السحابة مما يشجع على عدم القلق من ضياع القرص أو حدوث أي كوارث في المكتب وغيرها.([xiii])

10. الوصول للملفات من أي مكان: مع السحابة ليس هناك حاجة لاصطحاب المستندات، حيث يمكن الوصول للحاسوب الشخصي من أي مكان يتوافر به إمكانية الوصول للإنترنت.([xiv])

11. توافر آخر التعديلات: وفيما يتعلق بالمستندات أيضا عند تحرير مستند في المكتب، وعند الرغبة في فتح هذا المستند من أي مكان آخر، سيتم عرض آخر تحديث حيث يتم حفظ العمل بأكمله مركزيا في السحابة.([xv])

12. استخدام الحاسوب الشخصي من أي مكان: تعد هذه المزية من أهم مزايا الحوسبة السحابية، حيث يمكن استخدام الحاسوب الشخصي على السحابة من أي مكان ومن أي حاسوب آخر، ومن ثم ستتوافر التطبيقات الموجودة والوثائق على السحابة، هذا بالإضافة إلى أنه يمكن تواجد التطبيقات والمستندات أيضا عند استخدام الجهاز المحمول.([xvi])

13. تكنولوجيا المعلومات صديقة البيئة. Green IT: إن للحوسبة السحابية والبيئة الافتراضية بوجه عام دور مهم وفعال في تطوير حركة تكنولوجيا المعلومات صديقة البيئة، فالتكنولوجيا الخضراء والحوسبة السحابية مرتبطان ارتباطا وثيقا، حيث أن تكنولوجيا الحوسبة السحابية هي تكنولوجيا افتراضية وتعمل على تقليل عدد الماكينات والأجهزة المستخدمة، وبالتالي تنعكس على التكنولوجيا الخضراء لأنها تساعد أيضاً في توفير الطاقة.([xvii])

سلبيات الحوسبة السحابية

هناك عدد من الأسباب التي لا تتطلب تطبيق أو الاعتماد على الحوسبة السحابية لأنها لا تلبي بعض الاحتياجات، حيث أن هناك بعض المخاطر المرتبطة باستخدام الحوسبة السحابية التي نذكر بعضها فيما يلي:

1. تتطلب اتصال مستمر بالإنترنت: حيث يتم استخدام الإنترنت للربط بين التطبيقات والمستندات، وإذا لم يتوافر الاتصال بالإنترنت لا يمكن الوصول لأي شيء حتى المستندات الخاصة.([xviii])

2. لا تعمل جيدا مع اتصالات منخفضة السرعة: تؤثر سرعة الاتصال بالإنترنت على الحوسبة السحابية مما يجعلها بطيئة جدا أو مستحيلة، وخاصة خدمات الاتصال الهاتفي، حيث تتطلب تطبيقات الويب نطاق عريض من الترددات لسهولة التحميل وفتح الملفات كبيرة الحجم.([xix])

3. قد تكون بطيئة: قد تكون تطبيقات الويب أحيانا أبطء من الوصول لبرنامج على سطح مكتب الحاسوب الشخصي حتى في حالة الربط السريع بالإنترنت، ويجب إرسال كل شيء حول البرنامج بدءا من الواجهة إلى المستند الحالي ذهابا وإيابا من الحاسوب إلى الحواسيب في السحابة، وإذا ما تم عمل نسخة احتياطية من خوادم السحابة في تلك اللحظة، أو إذا كانت الإنترنت بطيئة في ذلك اليوم، فلن يمكن الوصول الفوري لتطبيقات سطح المكتب المتوقعة.

4. قد تكون المزايا محدودة: لم تكتمل ملامح ومزايا تطبيقات الويب مثلما حدث مع تطبيقات سطح المكتب، لكن من المتوقع تغيير هذا الوضع في المستقبل، فعلى سبيل المثال يمكن الاستفادة من ملامح ميكروسوفت باوربوينت أكثر من عروض جوجل على الويب، حيث أن الأساسيات متشابهة لكن ينقص عروض تطبيقات السحابة الملامح المتقدمة.([xx])

5. قد لا تكون البيانات المخزنة آمنة: يتم تخزين كافة البيانات الخاصة على السحابة، لذا هناك مخاوف كثيرة حول إلى أي مدى السحابة آمنة؟، وهل يمكن لأي مستفيد الوصول للبيانات السرية الخاصة بمستفيد آخر؟، وتعرب معظم الشركات عن مدى أمن البيانات في الحوسبة السحابية إلا أنها لا زالت في مراحلها الأولى، والوقت كفيل لتقرير أمن البيانات على السحابة.([xxi])

6. احتمال فقد البيانات المخزنة: إن البيانات المخزنة في السحابة من الناحية النظرية آمنة بشكل كبير، حيث يتم نسخها على العديد من الأجهزة، لكن إذا تم فقد هذه البيانات أو لم يكن هناك نسخة احتياطية، فسيتعرض المستفيد للخطر باعتماده على السحابة.([xxii])

نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر

يكمن دور الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر في بناء آليات إدارة الهوية الرقمية، وتخطيط بناء القطاعات التكنولوجية اللازمة للثقة المحكمة وتحقيق الهوية. فعلى سبيل المثال يدعم نيمبوس. Nimbus معيار OASIS WSRF الذي يحدد إطار خدمات

الويب ويستخدمها لعمل نموذج المصادر الحالية وإتاحته، كما تركز سحابة إنومالي. Enomaly على مسألة إمكانية التشغيل المتداخل، والتي تعد أمرا مهما لنظام السحابة، وتوفر معظم السحب مفتوحة المصدر البنية التحتية كخدمة. وعلى الرغم من تشابه معظم تطبيقات الحوسبة السحابية في طريقة الحوسبة الديناميكية ومستوى عالي من المرونة وقابلية التطوير، إلا أن هناك اختلافات واضحة في طريقة تقديمها للمستفيد النهائي. حيث تتيح بعض النظم للمستفيدين، مثل "الحوسبة السحابية المطاطية لآمازون. Amazon's Elastic Compute Cloud (EC2) وانومماليسم. Enomalism إمكانية تخصيص أجهزة افتراضية. Virtual Machines (VMS) كاملة حسب الطلب، مما يوفر ما يشار إليه عادة بالبنية التحتية كخدمة. Infrastructure as a Service (IaaS)، وهنا يكون المستفيد مسئول عن توفير نظام التشغيل كرينل. kernel الذي يعتمد على برمجيات نظم التشغيل، وأي برمجيات وتطبيقات يرغب في تشغيلها، والمصادر المادية لنظام البنية التحتية كخدمة.([xxiii])

وستحاول الدراسة فيما يلي تحليل خدمات الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر (البنية التحتية كخدمة) والتي تتمثل في (5) نماذج وهي: Cloud Stack، Eucalyptus، Nimbus، OpenNebula، OpenStack، ومن ثم المقارنة بينهم. والأحرى العودة إلى بدايات هذه الخدمات لمعرفة تطوراتها ومن ثم إمكانية المقارنة بينها، فكانت البداية عندما قامت شركة جوجل وآي بي إم بالتعاون مع عدد من الجامعات بإجراء بحث حول الحوسبة السحابية عام 2007م،([xxiv]) وفي أوائل عام 2008م، أصبحت أوكالبتوس أول منصة متوافقة مع واجهة برمجة تطبيقات خدمات شبكة أمازون لنشر السحب الخاصة، كما أصبح أوبن نيبولا في الوقت ذاته، والذي تم تحسينه في مشروع Reservoir الذي تموله المفوضية الأوروبية، أول برمجية مفتوحة المصدر لنشر السحب المهجنة الخاصة وكذلك من أجل اتحاد السحب.([xxv]) ولا تزال الخدمات مستمرة في الظهور والتطور، وستتناول الدراسة فيما يلي هذه الخدمات مرتبة ترتيبا زمنيا طبقا لظهورها:

1 نظام أوكالبتوس. Eucalyptus

إن أوكالبتوس اختصار لبنية الحوسبة التحتية المرنة لربط البرامج الخاصة بالنظم المفيدة. Elastic Computing Architecture for Linking Your Programs to Useful Systems، فهو نتيجة مشروع بحثي بجامعة كاليفورنيا – سانت باربارا. University of California, Santa Barbara.،([xxvi]) قام بتصميمه علماء الحواسيب والباحثين لتلبية احتياجات الباحثين من مصادر الحوسبة المرنة، فهو مصدر مفتوح يتم تطبيقه كخدمة ويب للبنية التحتية كخدمة، يركز على الأبحاث الأكاديمية، ويوفر المصادر للأجهزة والدراسة التجريبية. كما يمكن المستفيدين من تجربة الأجهزة الافتراضية والتحكم فيها والوصول إلها وإغلاقها والتي تعمل على المشرف إكسين. Xen.([xxvii])

هذا ويتميز مشروع أوكالبتوس عن نظم الحوسبة السحابية الأخرى ببساطته وليس بحاجة لمصادر أخرى، وتشجيع ملحقات الطرف الثالث الخارجية من خلال إطار برنامج نموذجي وآليات الاتصال اللغوي، ويوفر خدمات ويب آمازون. Amazon Web Services (AWS) المتوافقة مع واجهة برمجة التطبيقات لآمازون. Amazon API (Amazon EC2)، التي تعتمد على واجهة خدمات الويب للتفاعل مع خدمات السحابة، هذا بالإضافة إلى توافر إمكانية شبكة افتراضية تعزل حركة مرور شبكة اتصال المستفيدين، وتتيح للمجموعات الظهور وكأنها جزء من نفس الشبكة المحلية.([xxviii])

ويتألف أوكالبتوس من أربعة عناصر في شكل هرمي، حيث يعمل كل عنصر كخدمة ويب مستقلة:

- وحدة تحكم العقدة. Node Controller (NC): تعمل هذه الوحدة على كل عقدة مخصصة لاستضافة الأجهزة الافتراضية، وهي المسئولة عن استعلام برمجيات النظام (نظام التشغيل والمشرف الفائق) ولاستيفاء الطلبات من وحدة تحكم العنقود. إن وحدة تحكم العقدة مسئولة عن مساعدة وحدة تحكم العنقود في مراقبة حالات الأجهزة الافتراضية على العقدة، والتحقق من الترخيص، وتأكيد المصادر المتاحة وتنفيذ الطلب مع المشرف الفائق.([xxix])
- وحدة تحكم العنقود. Cluster Controller (CC): يتم تنفيذ هذا المكون عامة على جهاز واجهة العنقود، أو أي جهاز يحتوي على ربط شبكي بعقدتين: إحداها يشغل وحدة تحكم العقدة والأخرى تشغل وحدة تحكم السحابة، حيث تتمثل مهام وحدة تحكم

العنقود في جمع المعلومات وتقريرها، وجدولة تنفيذ الجهاز الافتراضي على وحدة تحكم عقدة محددة، وإدارة تركيب الشبكة الافتراضية.

- وحدة تحكم التخزين. **Storage Controller (Walrus):** هذا العنصر عبارة عن خدمة تخزين بيانات توفر آلية لتخزين صور الجهاز الافتراضي وبيانات المستفيد والوصول إليها، وتعتمد وحدة تحكم التخزين على تكنولوجيا خدمات الويب والتوافق مع خدمة التخزين البسيطة لآمازون. ([xxx]) **Amazon's Simple Storage Service (S3).**
- وحدة تحكم السحابة. **Cloud Controller (CLC):** هذا العنصر هو نقطة دخول السحابة للمستفيدين، ويكمن هدفها الرئيسي في تقديم المصادر الافتراضية الكامنة وراء أوكالبتوس وإدارتها، وتعد المسئولة عن الاستعلام عن مديري عقدة مصادر المعلومات، واتخاذ قرارات مجدولة وتطبيقها بطلبات وحدة تحكم العنقود. وتتألف وحدة تحكم السحابة من مجموعة من خدمات الويب التي يمكن تجميعها في ثلاث فئات: خدمات المصادر، وخدمات البيانات، وخدمات الواجهة.([xxxi])

ومن السحب التي تم إنشائها بواسطة أوكالبتوس سحابة أوبونتو المؤسسية. **Ubuntu Enterprise Cloud (UEC):** فهي واجهة برمجة تطبيقات آمازون وشبيهة بالبنية التحتية، هدفها الرئيس توفير عملية بسيطة لبناء البنية التحتية الداخلية للسحب وإدارتها. وتتكامل إصدارة الخادم لأوبونتو **9.04** مع أوكالبتوس والتي تستخدم مشرف فائق للجهاز الافتراضي القائم على كرينل. **Kernel-based (KVM) Virtual Machine hypervisor.** هذا وتعتمد البنية التحتية لأوبونتو على البنية التحتية لاوكالبتوس، والتي يعد فيها كل خدمة ويب مستقلة تقوم بنشر وثيقة لغة وصف خدمة الويب. **Web Service Description Language (WSDL)** والتي تُعرف واجهة برمجة تطبيقات للتفاعل معها، هذا بالإضافة إلى أن سحابة أوبونتو المؤسسية تعرف ثلاث طبقات للأمن: المصادقة والتخويل، وعزل الشبكة، وفصل الجهاز. **Machine Instance Isolation (MInst)**، فالطبقة الأولى مسئولة عن توليد تراخيص محلية **X.509**، أما الطبقة الثانية فهي مهمة لمنع التلصص على حركة مرور الشبكة، في حين تتكون الطبقة الثالثة والأخيرة من فصل الشبكات ونظم التشغيل وكذلك جهاز المشرف الفائق.([xxxii])

2 نظام أوبين نيبولا. OpenNebula

هو مدير البنية التحتية الافتراضية الذي ينظم تكنولوجيا التخزين والشبكة والمحاكاة الافتراضية لإتاحة وضع ديناميكي لخدمات متعددة المستويات (مجموعات من الأجهزة الافتراضية المترابطة) على بنية تحتية موزعة تجمع بين مصادر مراكز البيانات ومصادر السحابة عن بُعد وفقا لسياسات التخصيص. إن أوبين نيبولا أداة مفتوحة ومرنة يمكن استخدامها لبناء أي نوع من نشر السحابة، ويمكن استخدام أوبين نيبولا كأداة المحاكاة الافتراضية لإدارة البنية الأساسية للمحاكاة الافتراضية في مركز البيانات أو العنقود، والتي يُشار إليها عادة بالسحابة الخاصة. كما تدعم أوبن نيبولا السحب المختلطة للجمع بين البنية التحتية المحلية والبنية التحتية القائمة على السحابة العامة، مع توفير بيئات استضافة عالية المرونة. هذا بالإضافة إلى أن أوبن نيبولا يدعم السحب العامة عن طريق توفير واجهات سحابية لفرض وظيفتها لإدارة الأجهزة الافتراضية والتخزين والشبكة.([xxxiii])

ولأوبن نيبولا عدة فوائد يمكن ذكر بعض منها فيما يلي: يوفر أداة مفتوحة المصدر متقدمة لبناء سحب خاصة وعامة ومختلطة، كما يتيح إمكانية التكامل مع أي منتج أو خدمة في النظام الإيكولوجي السحابي أو الافتراضي، وأداة إدارة في مركز البيانات، ويمكنه اختبار الأداء والمرونة للبنية التحتية واسعة النطاق لآلاف من المراكز، مع مستويات الأمن والاختلافات المطلوبة في الإنتاج. هذا بالإضافة إلى أنه يقوم برفع كفاءة النظم الإيكولوجية المحيطة به، وخدمات ويب آمازون وواجهة الحوسبة السحابية المفتوحة. Open Cloud Computing Interface لاتحاد الجغرافيا المكانية المفتوح. Open Geospatial Consortium (OGC OCCI) ومبادرة الحوسبة السحابية لشركة الأجهزة الافتراضية. VMware vCloud.([xxxiv])

ومن المشروعات العلمية المرتبطة بأوبن نيبولا مشروع كومولس. The Cumulus Project وهو مقترح يوفر أجهزة وتطبيقات ونظم حوسبة افتراضية لتطبيقات علمية وأكاديمية. ويستخدم خوادم إتش بي. HP وآي بي إم. IBM التي تعمل على نظام لينكس والمشرف الفائق اكسين. ولقد أُطلق على الحل الشبكي كومولس حالة "إلى الأمام". forward"، حيث لا يتطلب المستفيد تحديد أي معلومات حول تكوين شبكة الاتصال، وتعد الخوادم الخلفية المسئولة عن تحديد عناوين الإنترنت الديناميكية

للأجهزة الافتراضية واسترجاعها للمستفيدين، وإضفاء الشفافية على مثل هذا الحل الشبكي.([xxxv])

إن تصميم كومولس عبارة عن بنية ذات طبقات مكون من ثلاث كيانات رئيسية: واجهة كومولس **Cumulus Frontend**: وهي نقطة وصول لنظام كومولس ومسئولة عن معالجة متطلبات الأجهزة الافتراضية.([xxxvi])؛ وواجهة أوبن نيبولا **OpenNebula Frontend** التي توفر واجهة لإدارة الخوادم الموزعة والمصادر لنشر الأجهزة الافتراضية؛ حقل نظام التشغيل. **OS Farm**: ([xxxvii]) هو أداة لإدارة قوالب الأجهزة الافتراضية التي تعمل على توليد وتخزين صور الأجهزة الافتراضية لنظام اكسين.**Xen** ([xxxviii]) ويركز هذا الاقتراح على التوصل للتحكم الذاتي لمراكز البيانات واستيعابها.

3 نظام نيمبوس. Nimbus

تعد نيمبوس من حلول المصدر المفتوح (المرخصة بموجب رخصة أباتشي) المعد لتشغيل مجموعات العناقيد في البنية التحتية كخدمة للحوسبة السحابية وتركز على التطبيقات العلمية فهي تتبع جامعة شيكاغو. **University of Chicago**. ومن ملامحها تمكين مزودي الخدمات من بناء سحب خاصة أو مجتمعية للبنية التحتية كخدمة عن طريق توفير تطبيق حوسبة سحابية تتيح للمستفيدين تأجير مصادر الحوسبة عن طريق نشر الأجهزة الافتراضية والمعروفة بخدمة العمل الافتراضي. **Virtual Workspace Service (VWS)** على هذه المصادر، وتعتمد على مفهوم منطقة العمل الافتراضية التي توفرها جلوبوس. **Globus**.([xxxix]) ولقد تكامل تطبيق تخزين السحابة الافتراضي كومولس. **Cumulus**([xl]) مع الخدمات المركزية الأخرى، كما يمكن استخدامها منفردة، ويتوافق كومولس مع خدمات الويب لآمازون. **Amazon Web Services S3 REST API**.([xli]) هذا ويستخدم عميل سحابة بيمبوس مكتبة جيتس. **Jets3t library** للتفاعل مع كومولس.([xlii])

وتحقق نيمبوس هدفها بمساعدة مفهوم المحاكاة الافتراضية التي تقوم على نظام اكسين. **XEN** والأجهزة الافتراضية القائمة على كرينل. **KVM**. ويجب على كل مشترك التسجيل مع مزود خدمة نيمبوس، ويقوم كل مشترك بإنشاء منطقة عمل افتراضية خاصة به، ومن ثم تنشر واجهة خدمة منطقة العمل الجهاز الافتراضي على عقدة

ملموسة يُطلق عليها عقدة مدير الجهاز الافتراضي. ***Virtual Machine Manager***، وبمجرد اكتمال التكوين يمكن للمستفيد أو المشترك الاستعلام مباشرة من منطقة العمل عن طريق بروتوكول الهيكل الآمن. **Secure Shell (SSH)** مثلما يحدث مع الأجهزة المادية الملموسة.([xliii])

يوفر نيمبوس أداة سحابية. **cloudkit** لنشر التطبيقات، وتتكون هذه الأداة من مدير خدمة استضافة ومستودع صورة. وتتكون منطقة العمل من:

- خدمة منطقة العمل الفضائية. **Workspace service**: وهي خدمة ويب تعتمد على الأمن وتوفره بترخيص البنية التحتية للأمن الشبكي. **Grid Security Infrastructure (GSI)**، وتدعم نيمبوس حاليا واجهتين **Amazon EC2 and WSRF.**
- تحكم منطقة العمل الفضائية. **Workspace Control**: وهي المسئولة عن مراقبة الأجهزة الافتراضية وإدارة الصور وإعادة تنظيمها، ودمج الجهاز الافتراضي مع الشبكة وتخصيص عناوين بروتوكول الإنترنت. **IP** وعناوين رقابة الوصول للوسائط. **Media Access Control (*MAC*)**، كما تعمل أدوات تحكم منطقة العمل الفضائية مع نظم تشغيل المشرف الفائق إكسين والأجهزة الافتراضية القائمة على كرينل.
- إدارة مصادر منطقة العمل الفضائية. **Workspace Resource Management**: هي حل مفتوح المصدر لإدارة نظام الأجهزة الافتراضية المختلفة، لكن يمكن لتكنولوجيا أخرى أن تحل محله مثل أوبين يبولا. **OpenNebula.**
- تجربة منطقة العمل الفضائية. **Workspace pilot**: هي المسئولة عن توفير المحاكاة الافتراضية مع بعض التغييرات في عملية نظام العناقيد، ويعالج هذا المكون الإشارات ويحتوي على أدوات الإدارة.([xliv])

4 نظام أوبن ستاك. Open Stack

لقد استحدث أوبن ستاك في يوليو عام **2010**م بواسطة وكالة الفضاء ناسا. **NASA** وراك سبيس. **Rackspace**، ويسعى هذا المشروع لبناء مجتمع من المصدر المفتوح يشمل علماء التكنولوجيا، والمطورين، والباحثين ورواد الصناعة لمشاركة المصادر والتكنولوجيا بهدف إنشاء بنية تحتية سحابية واسعة وآمنة، في حين

تقتصر المشاريع التقليدية مفتوحة المصدر على واجهة برمجة التطبيقات، مثل: آمازون فقط، ويركز أوبن ستاك حاليا على تطوير جانبين من الحوسبة السحابية لمعالجة جوانب التخزين والحوسبة عن طريق حلول حوسبة أوبن ستاك. OpenStack Compute وتخزين أوبن ستاك. OpenStack Storage.([xlv])

تعد حلول حوسبة أوبن ستاك البنية الداخلية للسحابة التي تقوم بإنشاء مجموعات كبيرة من الخوادم الخاصة الافتراضية وتديرها، أما تخزين أوبن ستاك فهو برنامج لإنشاء وحدة تخزين إضافية مرنة تستخدم عناقيد الخوادم لتخزين تيرابايت من البيانات أو بيتابايت، هذا بالإضافة إلى تطور مستودع للصور يحتوي على تلقي الصور وحفظها، ويشير هذا التطور إلى أن المشروع يسعى لدمج عدة خدمات في حافظة.([xlvi])

إن وحدة تحكم السحابة هي التي تحافظ على الحالة العالمية للنظام، وتضمن الترخيص أثناء التفاعل مع إدارة المستفيد عن طريق بروتوكول الوصول الخفيف إلى الدليل. LDAP – تتفاعل مع خدمة التخزين البسيطة لآمازون وتدير العقد بالإضافة إلى العاملين بمجال التخزين عن طريق قائمة الانتظار. كما يتكامل نوفا مع مكونات الشبكة لإدارة الشبكات الخاصة، وعناوين الإنترنت العامة، وربط الشبكة الخاصة الافتراضية. Virtual Private Network (VPN)، وقواعد جدار الحماية، ويشمل ذلك الأنواع التالية:

1. وحدة تحكم الشبكة. Network Controller: التي تدير العناوين والشبكات المحلية الافتراضية. (Virtual LAN (or *VLAN*.
2. العقدة الدوارة. Routing Node: التي تحكم عناوين الإنترنت العامة الخاصة بترجمة عناوين الشبكة. Network Address Translation إلى عناوين الإنترنت الخاصة، وفرض قواعد جدار الحماية.
3. العقدة المعنونة. Addressing Node: والتي تدير خدمات بروتوكول تركيب المضيف الديناميكي. *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* إلى الشبكات الخاصة.
4. العقدة النفقية. Tunneling Node: يوفر ربط الشبكة الخاصة الافتراضية.

لقد تم بناء حل تخزين أوبن ستاك حول عدد من المكونات التفاعلية والمفاهيم التي تتضمن خادم بروكسي. Proxy Server الذي يمكن من البحث عن موقع الحسابات والحاويات أو الأشياء في حلقات التخزين وتوجيه الطلبات، لذا فإن أي كائن يتدفق من /

إلى خادم الكائن مباشرة من خلال خادم البروكسي إلى / من المستفيد؛ وخادم الكائن. Object Server هو خادم تخزين بسيط يمكنه تخزين الكائنات المتاحة على الأجهزة المحلية واسترجاعها وحذفها، ويتم تخزين الكائنات كملفات ثنائية بواصفات بيانات مخزنة في سمات الملف الموسعة والتي لا تتوافق مع لينكس المعياري؛ ويستخدم خادم الحاوي. Container Server لعرض الكائنات؛ أما خادم الحساب. Account Server يقوم بمعالجة قوائم الحاويات، والنسخ المتماثل. Replication، والتحديثات. Updaters، والمحررين. Auditors. هذا ويشير توثيق أوبن ستاك إلى أن البرمجيات غير معدة لخدمات الإنتاج. ولقد حقق المشروع قدرا كبيرا من النشر والدعم، والجدير بالذكر أن توثيق المشروع قد بدأ مؤخرا ويتطور بواسطة شركاؤه.([xlvii])

مقارنة بين نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر

من خلال تحليل نظم أوبن نيبولا وأوكالبتوس ونيمبوس وأوبن ستاك، وجد أن هذه النظم تركز على تطبيق سحابة فعلية عن طريق توفير عناصر افتراضية على مجموعة كبيرة من المصادر المادية، وتطبق هذه النظم البنية التحتية كخدمة التي يمكن أن تستخدم للأغراض العامة أو الخاصة، حيث يمكن لأوكالبتوس معالجة نظامين تشغلين افتراضيين ومختلفين، كما يتميز أوبن نيبولا بقدرته الأصلية على توفير بنيته التحتية النموذجية للتعامل مع نظم التشغيل الافتراضية المختلفة التي تدعم مشغلاته التي تجعلها أكثر مرونة، إلا أن نيمبوس يستخدم Libvirt كطبقة عامة للتواصل مع مشرفين فائقين مختلفين.

معطيات المقارنة:

استنادا الى معطيات عملية تحليل خصائص النظم خلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج تمثل أوجه الاختلاف والتشابه بين مجموعة النظم موضوع الدراسة وكالآتي :

1. يوفر نظم أوكالبتوس منصة برامج سحب واسعة الانتشار لمنظمات تكنولوجيا المعلومات والأعمال التجارية التكنولوجية للبنية التحتية كخدمة، فهو عبارة عن منتج سحابة مفتوح المصدر يتناسب مع السحابة الخاصة بالمؤسسات أو الحوسبة السحابية المختلطة، كما يوفر مزايا خدمات الويب التي تتمثل في المرونة وقابلية القياس والتطبيق

وكذلك تطبيقات البيانات الضخمة. بالإضافة إلى دعم نظام التشغيل واجهة برمجة تطبيقات خدمات ويب آمازون المعيارية، وكافة نظم التشغيل الافتراضية الرئيسية.

2. يعد نظام أوبن نيبولا أداة مفتوحة المصدر للحوسبة السحابية، ويقوم بإدارة المستفيدين، وصور نظام التشغيل الافتراضي، والشبكات الافتراضية، والخدمات والتخزين. ويدعمه مشرف فائق يتضمن واجهة اكسين ونظام شركة الأجهزة الافتراضية، ويمكن أن تتحد السحب لتطويرها أكثر، كما يتاح الدعم التجاري أيضا.

3. يعد نيمبوس من حلول المصدر المفتوح (المرخصة بموجب رخصة أباتشي) المعد لتشغيل مجموعات العناقيد في البنية التحتية كخدمة للحوسبة السحابية وتركز على التطبيقات العلمية. هذا الحل يوفر للمستفيدين إمكانية تحديد المصادر البعيدة وتكوينها عن طريق نشر الأجهزة الافتراضية والمعروفة بخدمة العمل الافتراضي. كما يوفر أداة سحابية لنشر التطبيقات، وتتكون هذه الأداة من مدير خدمة استضافة ومستودع صورة.

4. يقوم أوبن ستاك بإنشاء معيار للبنية التحتية السحابية العامة والخاصة، ولقد قام بتطويره شركة راس سبيس بالتعاون مع وكالة الفضاء ناسا، ويتكون من مشروعين متكاملين وهما حوسبة أوبن ستاك وتخزين كائنات أوبن ستاك لإدارة مصادر الحوسبة والتخزين. يعالج مشروع الحوسبة إدارة الأجهزة الافتراضية اكسين والقائمة على نظام كرينل، كما يعالج إدارة الشبكة وعمليات الترخيص.

5. ظهر نظام أوكالبتوس وأوبن نيبولا عام 2008م، وتلاهما نظام نيمبوس عام 2009م ثم نظام أوبن ستاك عام 2010م

6. يعد الترخيص الشائع للنظم أباتشي فيما عدا أوكالبتوس المتاح برخصة جينو العامة، كما تتشابه أوبن نيبولا وأوبن ستاك في المضيفات الداعمة والتي تتمثل في لينكس.

7. تتبع النظم عدة لغات برمجة، فتتشابه النظم الخمسة في اتباعها لغة برمجة الجافا، وتتشابه نيمبوس وأوبن ستاك في اتباع بيثون بجانب الجافا، إلا أن أوبن نيبولا تتبع لغة برمجة روبي، ويتفوق أوكالبتوس بإتباعه لغتين بجانب لغة الجافا وهي مشروع جافا هيبرنيت وآباتشي اكسيس 2

8. تتشابه النظم في إدارة المحاكاة الافتراضية اتباع المشرف الفائق فيما عدا أوبن ستاك، بينما يتبع نظامين الجهاز الافتراضي القائم على كرينل وهما أوبن نيبولا وأوبن ستاك.

9. تتفوق أوبن ستاك في قدرتها على معالجة الأخطاء، حيث تتيح خدمات البنية التحتية نيفوسكال، وتشتمل على خوادم السحابة، وخوادم مكثفة حسب الطلب، بالإضافة إلى تخزين السحابة وصممت خصيصا لمعالجة احتمالات الخطأ

10. تتوافق واجهات أوبن ستاك مع ثلاث خدمات خدمات ويب آمازون، الحوسبة السحابية المرنة لآمازون ، وخدمة التخزين البسيطة

11. تتشابه النظم الأربعة في تضمين وحدات تخزين، وتتفوق أوبن نيبولا في إتاحة ثلاث وحدات تخزين، كما تتضمن النظم الأربعة طرق أمن وحماية للخدمات المقدمة والتي تتمثل في جدار الحماية أو الفلترة أو وحدات التحكم.

12. يتوافر لكل نظام واجهة خاصة به.

13. يتضمن كل نظام خدمة لتخزين صورة القرص، حيث يحتوي أوكالبتوس على والروس، ويتضمن أوبن نيبولا نظام ملف الشبكة الافتراضي، في حين يتضمن نيمبوس نظام كولموس، أما أوبن ستاك فيشتمل على جلانس.

14. تتشابه النظم الأربعة في تضمينها المشرف الفائق اكسين، والجهاز الافتراضي القائم على نظام كرينل، في حين يتفوق نظام أوبن ستاك لاشتماله على أربعة مشرفين إضافيين.

15. يمكن التعديل في أجزاء محددة في النظم، حيث يمكن للمشرف على الموقع في نظام أوكالبتوس بإجراء أي تعديلات، أما نظام نيمبوس فيحدد أجزاء معينة لا يمكن التعديل فيها وهي الصورة وجلوبس.

16. يتم التعامل مع عقد الأنظمة عن طريق بروتوكول تكوين المضيف الديناميكي، وتختلف طريقة معالجة هذا البروتوكول من نظام لآخر، حيث يتم التعامل به في نظام أوكالبتوس طبقا لوحدة تحكم العنقود بأكمله، في حين يعتمد على عقدة الحوسبة الفردية في نظام نيمبوس، أما نظام أوبن ستاك فيعتمد على مضيف شبكة النوفا.

17. تتضمن النظم طرق لأمن المستفيد والتي تتمثل في الضمانات التي يوفرها نظام أوكالبتوس أو تسجيل الدخول والتي يتيحها نظام أوبن نيبولا أو تحديد مجموعات أمنية والتي يمثلها نظام أوبن ستاك، في حين يقوم المستفيد بتسجيل ضمان x509 في نظام نيمبوس.

18. تختلف بيئة نشر النظم، حيث يوفر نظام أوكالبتوس مجموعة كبيرة من الأجهزة لمجوعة من المستفيدين لديهم مصداقية متوسطة، في حين يوفر نظام أوبن نيبولا

مجموعة أصغر من الأجهزة لمستفيدين لديهم مصداقية عالية، أما نظام نيمبوس فيتيح نشر أقل لمستفيدين لديهم مصداقية متوسطة يتآلف مع x509، إلا أن نظام أوبن ستاك يتيح إمكانية النشر على عدة أجهزة في وقت واحد بدون تحديد للمستفيدين.

19. يقوم بروتوكول تركيب المضيف الديناميكي على وحدة تحكم العنقود في نظام أوكالبتوس بالتحكم في خيارات الشبكة، في حين يضع مشرف الموقع هذه الخيارات في نظام أوبن نيبولا، أما نظام نيمبوس فيوفر بروتوكول تركيب المضيف الديناميكي على كل عقدة مع تخصيص نيمبوس لتحكم وصول الوثائق. MAC، ويتميز نظام أوبن ستاك بدعم ثلاثة أنواع من الشبكات يقوم بها مدير الشبكة وهي مدير الشبكة المنبسطة، مدير شبكة بروتوكول تركيب المضيف الديناميكي المنبسط، مدير الشبكة الافتراضية.

التوصيات:

1. لا تزال الحوسبة السحابية في مراحلها الأولى وفي حاجة إلى أبحاث ودراسات علمية وأكاديمية، تتناول تحديد تعريف لها، واستخداماتها المحتملة.
2. لابد من توافر دراسات حول تحديات تطبيق الحوسبة السحابية وخاصة القضايا الاقتصادية والقانونية وتكنولوجيا المعلومات الخضراء أو المتعلقة بالبيئة.
3. تكثيف الجهود التعاونية بين المجتمعات البحثية لتطوير النظم السحابية الفعالة واختبار كفاءتها.
4. تشجيع تطوير وإنتاج معايير للحوسبة السحابية والمصادر المفتوحة.

هوامش الدراسة

[i] **What Is The Difference Between A Software Solution And Software Service?** .- Available at: http://wiki.answers.com/Q/What_is_the_difference_between_a_software_solution_and_software_service#ixzz1wXygVWrl

[ii] Hoefer, C. and Karagiannis, G. **Taxonomy Of Cloud Computing Services**.- Available at: http://doc.utwente.nl/75374/1/1569336959.pdf

[iii] Singh, Basant. (01 Oct. 2011) **Cloud Deployment Models – Private, Community, Public, Hybrid with Examples**.- Available at: http://www.techno-pulse.com/2011/10/cloud-deployment-private-public-example.html

[iv] **Chasler, Colin. Flying into the Cloud: Do You Need a Navigator?**.- White Paper.- Available at:

http://www.perotsystems.com/MediaRoom/WhitePapers/FlyingintotheCloud.pdf

[v] Miller, M. (3 Sept. 2008) **Are You Ready for Computing in the Cloud?**.- Available at: http://www.quepublishing.com/articles/article.aspx?p=1234970

[vi] Intel Xeon Processors and EMC VNX Storage. (Aug. 2011) **Cisco UCS C460 M2 Server: Best Cloud Computing Performance Available Anywhere**.- Available at: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/ps10265/c460m2_pBnchmark.pdf

[vii] Sun Hosting. (27 Apr. 2011) **Cloud Hosting Can Reduce Your IT Infrastructure Costs**.- Available at: http://www.sunhosting.ca/cloud-hosting.html

[viii] Kondo, D. et.al. **Cost-Benefit Analysis of Cloud Computing versus Desktop Grids**.- Available at: http://mescal.imag.fr/membres/derrick.kondo/pubs/kondo_hcw09.pdf

[ix] Pietroforte**, M.** (22 Jul. 2008) **Will Cloud Computing Reduce Software Prices?** .- Available at: http://4sysops.com/archives/will-cloud-computing-reduce-software-prices/

[x] Tech Cocktail, LLC. (Aug. 2011) **Demystifying Cloud Computing**.- Available at: http://techcocktail.com/demystifying-cloud-computing-2011-08#.T7UFrFIb6ZE

[xi] Strickland, J. **How Cloud Computing Works**.- Available at: http://computer.howstuffworks.com/cloud-computing/cloud-computing2.htm

[xii] Digital Enterprise Archive. (2010) **'Moving Into the Cloud': The benefits of Cloud Computing**.- Available at: http://digitalenterprise.cepios.com/index.php/moving-into-the-cloud-the-benefits-of-cloud-computing/

[xiii] **Stroup, J. Cloud Computing: Is Your Personal Information Safe in the Cloud**?.- About.com Guide.- Available at: http://idtheft.about.com/od/Data-Security-Tech/a/Cloud-Computing.htm

[xiv] **What is The Cloud?** .- Available at: http://technologyenhancedlearning.net/edd/files/2011/06/WhatistheCloud.pdf

[xv] **Advantages And Disadvantages Of Cloud Computing**.- Available at: http://www.ibs.com.cy/assets/mainmenu/83/editor/Advantages%20and%20disadvantages%20of%20cloud%20computing.pdf

[xvi] Gordon, W. (Apr. 2012) **Use Your Home Computer from Anywhere: A Comprehensive Guide to Remote Controlling Your PC** .- Cloud Computing News 24/7 .- Available at: http://wyldaboutcloud.blogspot.com/2012/04/use-your-home-computer-from-anywhere.html

[xvii] Sobie, R. **Cloud Computing: A solution for Green IT**.- Available at: http://rjs.phys.uvic.ca/sites/rjs.phys.uvic.ca/files/SobieCanarieGreenIT.pdf

[xviii] Miller, M. (13 Feb. 2009) **Cloud Computing Pros and Cons for End Users**. - Available at: http://www.quepublishing.com/articles/article.aspx?p=1324280&seqNum=2

[xix] **Cloud Computing And Services.** (29 Jun. 2011) . - Available at: http://cloudcomputing-services.blogspot.com/2011/06/cloud-computing-disadvantages.html

[xx] **Are You Ready for Computing in the Cloud?.**- Available at: http://http.cdnlayer.com/itke/blogs.dir/141/files/2010/02/cloud-computing-ch2.pdf

[xxi] Delgado, V. (Oct. 2010) **Exploring The Limits Of Cloud Computing**.- KTH Information and Communication Technology.- Available at: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/13421/1/VDelgado_thesis.pdf

[xxii] Gupta, A. et.al. (2011) **A proposed Solution: Data Availability and Error Correction in Cloud Computing.-** International Journal of Computer Science and Security (IJCSS), 5, (4) .- Available at: http://cscjournals.org/csc/manuscript/Journals/IJCSS/volume5/Issue4/IJCSS-546.pdf

[xxiii] **Nurmi, D. et.al. (2009) Eucalyptus: an open-source cloud computing infrastructure.-** Journal of Physics: Conference Series 180 (2009) 012051.- Available at: http://iopscience.iop.org/1742-6596/180/1/012051/pdf/1742-6596_180_1_012051.pdf

[xxiv] LOHR, S. (8 Oct. 2007) **Google and I.B.M. Join in 'Cloud Computing' Research**.- Available at: http://www.nytimes.com/2007/10/08/technology/08cloud.html?_r=1&ex=1349496000&en=92627f0f65ea0d75&ei=5090&partner=rssuserland&emc=rss&oref=slogin

[xxv] Rochwerger, B. et.al. (2009) **The RESERVOIR Model and Architecture for Open Federated Cloud Computing**.- IBM

Journal of Research and Development, 53 (4) .- Available at: http://62.149.240.97/uploads/Publications/The%20RESERVOIR%20Model%20and%20Architecture%20for%20Open%20Federated%20Cloud%20Computing.pdf

[xxvi] **Eucalyptus Systems, Inc**.- Available at: http://www.eucalyptus.com/

Barham, P., et.al. (2003) **Xen And The Art Of Virtualization**.- 19th ACM Symposium On Operating Systems Principles, New York, NY, USA.- Available at: http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/papers/2003-xensosp.pdf

[xxviii] Nurmi, D. et.al. (2009) **The Eucalyptus Open-Source Cloud Computing System**.- In: 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid.- Available at: http://www.cca08.org/papers/Paper32-Daniel-Nurmi.pdf

[xxix] **Eucalyptus Beginner's Guide – UEC Edition** (Ubuntu Server 10.04 - Lucid Lynx) v1.0, 25 May 2010.- Available at: http://cssoss.files.wordpress.com/2010/06/book_eucalyptus_beginners_guide_uec_edition1.pdf

[xxx] Amazon. (2006) **Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)** – API Reference.- Available at: http://docs.amazonwebservices.com/AmazonS3/2006-03-01/

[xxxi] Nurmi, D. **Eucalyptus : A Technical Report on an Elastic Utility Computing Archietcture Linking Your Programs to Useful Systems**.- UCSB Computer Science Technical Report Number 2008-10.- Available at: http://open.eucalyptus.com/documents/nurmi_et_al-eucalyptus_tech_report-august_2008.pdf

[xxxii] Wardley, Simon., Goyer, Etienne. and Barcet, N. **(**August 2009**) Ubuntu Enterprise Cloud Architecture:** Technical White Paper.- Available at: http://www.randco.fr/img/UbuntuEnterpriseCloudWP-Architecture-20090820.pdf

[xxxiii] **OpenNebula Project Leads (OpenNebula.org)**.- Available at: http://opennebula.org/

[xxxiv] Huedo, E. (2010) **OpenNebula: The Open-Source Toolkit for Cloud Computing**.- EGI Technical Forum 2010.- Available at: http://opennebula.org/_media/documentation:the_opennebula_cloud_management_toolkit.pdf

[xxxv] Wang, L. et.al. (2008) **The Cumulus Project: Build a Scientific Cloud for a Data Center**.- CCA08

http://www.docstoc.com/docs/41993659/The-Cumulus-Project-Build-a-Scientific-Cloud-for-a-Data-Center
[xxxvi] Wang, L. et.al. (21 Dec. 2008) **A Cumulus Project: Design And Implementation**.- Available at: https://ritdml.rit.edu/bitstream/handle/1850/8035/GvonLaszewskiArticle12-23-2008.pdf?sequence=1
[xxxvii] **OS Farm project**.- http://cern.ch/osfarm
[xxxviii] Bresnahan, J. et.al. **Cumulus: An Open Source Storage Cloud for Science**.- Available at: http://www.nimbusproject.org/files/bresnahan_sciencecloud2011.pdf
[xxxix] Keahey, K. et.al. (2005) **Virtual Workspaces: Achieving Quality Of Service And Quality Of Life In The Grid**.- Scientific Programming Journal, 13 (4): pp. 265–276.- Available at: http://www.deepdyve.com/lp/ios-press/virtual-workspaces-achieving-quality-of-service-and-quality-of-life-in-pECtyelibs
[xl] **Nimbus Project**.- Available at: http://www.nimbusproject.org.
[xli] Amazon Web Services, LLC. (01 Mar. 2006) **Amazon Simple Storage Service API Reference**.- Available at: http://awsdocs.s3.amazonaws.com/S3/latest/s3-api.pdf
[xlii] **About JetS3t**.- Available at: http://www.jets3t.org/
[xliii] Goyal, A. **Nimbus Virtualization**.- Available at: http://salsahpc.indiana.edu/b534projects/sites/default/files/public/6_Nimbus%20Virtualization_Goyal,%20Ankur%20Shashikant.pdf
[xliv] Keahey, K. (2009) **Nimbus: Open Source Infrastructure-as-a-Service Cloud Computing Software**.- Workshop on adapting applications and computing services to multi-core and virtualization, CERN, Switzerland.- Available at: http://www.nimbusproject.org/files/nimbus-cern_June2009.pdf
[xlv] Openstack. **Cloud Software**.- Available at: http://openstack.org
[xlvi] Vikram, J. (Jul. 2011) **Building the Cloud with Open Source and Open Standards**.- Available at: http://www.linuxforu.com/2011/04/building-cloud-open-source-open-standards/
[xlvii] Younge, A. **Cloud Gazing: A Comprehensive Evaluation of IaaS Technologies for Future Grid**.- Available at: http://salsahpc.indiana.edu/b534projects/sites/default/files/public/6_Cloud%20Gazing%20A%20Comprehensive%20Evaluation%20of%20IaaS%20Technologies%20for%20FutureGrid_Younge,%20Andrew%20John.pdf