

# THE EVOLUTION OF CLOUD COMPUTING

## تطور الحوسبة السحابية

أ.ندى الوادعي



إن الحوسبة السحابية ليست ابتكارًا مفاجئًا. بل هي سلسلة من التطورات التي حدثت على مدى العقود القليلة الماضية. لقد تطورت التطورات في تكنولوجيا الحوسبة، بدءًا من أيامها الأولى، ببطء إلى الحوسبة السحابية في هذا العصر المتقدم. وعلى الرغم من أن فكرة الحوسبة السحابية نشأت منذ فترة طويلة، إلا أن المفهوم لم يتمكن من التحقق بسبب نقص العناصر التكنولوجية الضرورية.

## Distributed Systems

مجموعة من الأنظمة المستقلة المتعددة ولكن يتم تصويرها جميعًا على أنها كيان واحد للمستخدمين. الغرض من الأنظمة الموزعة هو مشاركة الموارد واستخدامها أيضًا بفعالية وكفاءة. تمتلك الأنظمة الموزعة خصائص مثل قابلية التوسع والتزامن والتوافر المستمر وعدم التجانس والاستقلالية في حالات الفشل. تقسم الحوسبة الموزعة إلى ثلاثة أنواع أخرى من الحوسبة وهي الحوسبة السحابية، والحوسبة العنقودية، والحوسبة الشبكية.

### Types of Distributed Systems:

1. Cluster computing
2. Grid computing
3. Cloud computing

## Cluster computing: Creation of Resource Pool

- The concept of clustering appeared as the next step of evolution in the field of computing.
- Computing clusters are made of multiple nodes (computers) connected via network which perform similar tasks. Thus, execution of a task can be faster as it can be distributed and executed in parallel across multiple machines inside a cluster. All the nodes of a cluster together give impression of a single system. A sample compute cluster is shown in Figure 2.2

Each node in a simple cluster is set to perform same task or same set of tasks

- The idea was to create a cluster (or group) of homogeneous (similar type) computer systems performing similar functionalities. In each cluster, one computer is assigned the job of controlling the cluster. That particular computer (or node) is known as cluster head. The head's responsibility in such a simple cluster is to divide and distribute jobs among different nodes in that cluster when matching computing tasks appear .
- In an actual cluster computing system, multiple clusters (built to perform different type of functionalities) are linked together through a LAN (as shown in Figure 2.3). In such computing environment, when a particular job appears, the cluster head divides and distributes it among matching clusters (designated for those jobs) for faster execution. The distribution and assignment of job depends

on the nature of the job. This way, the cluster head starts to utilize the resources in a clustered computing environment.

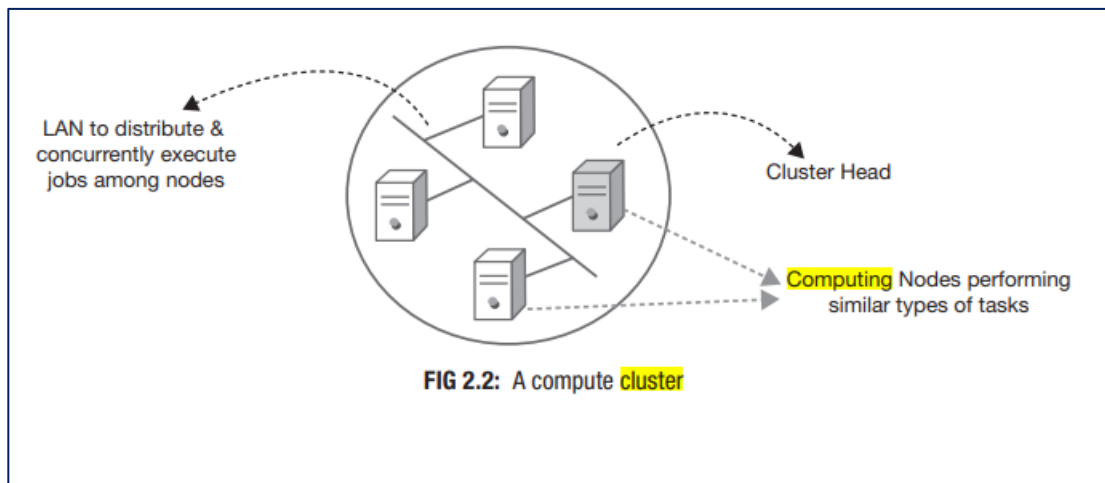
Computers are clustered together to achieve reliability, greater processing power and produce supercomputer like performance

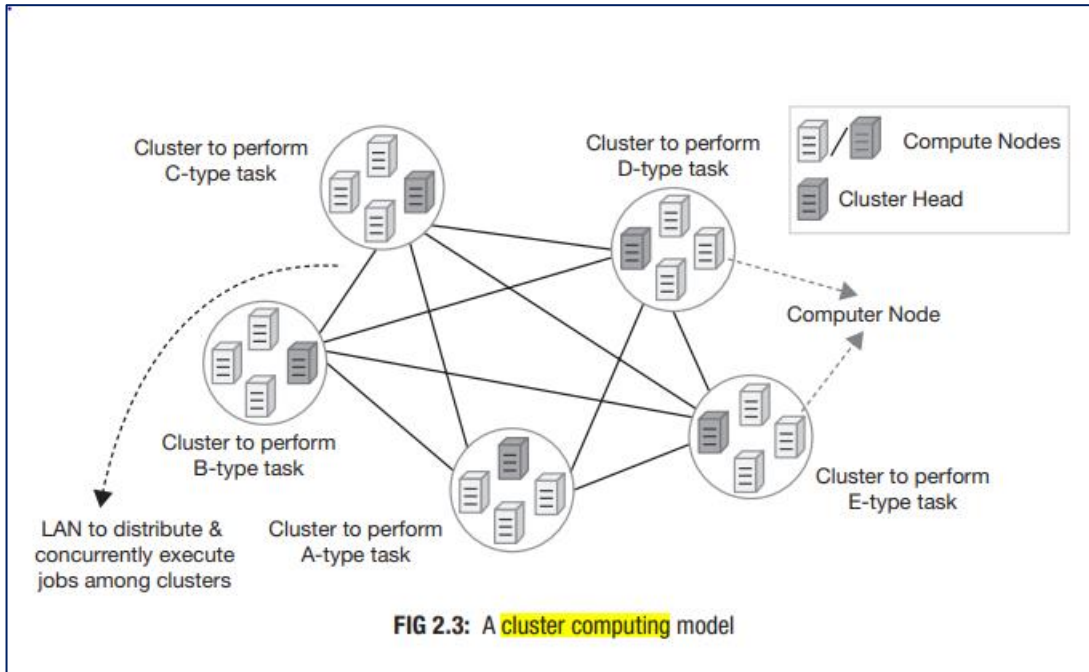
- ظهر مفهوم التجميع كخطوة تالية للتطور في مجال الحوسبة.
- تتكون مجموعات الحوسبة من عدة عقد (أجهزة كمبيوتر) متصلة عبر شبكة تؤدي مهام مماثلة. وبالتالي، يمكن تنفيذ المهمة بشكل أسرع حيث يمكن توزيعها وتنفيذها بالتوازي عبر أجهزة متعددة داخل مجموعة. تعطي جميع عقد المجموعة معاً انطباعاً بنظام واحد. يتم عرض عينة من مجموعة الحوسبة في الشكل 2.2.

يتم تعيين كل عقدة في مجموعة بسيطة لأداء نفس المهمة أو نفس مجموعة المهام.

- كانت الفكرة هي إنشاء مجموعة (أو مجموعة) من أنظمة الكمبيوتر المتجانسة (من نفس النوع) التي تؤدي وظائف مماثلة. في كل مجموعة، يتم تعيين جهاز كمبيوتر واحد لمهمة التحكم في المجموعة. يُعرف هذا الكمبيوتر (أو العقدة) المعين باسم رأس المجموعة (head). تتمثل مسؤولية الرئيس في مثل هذه المجموعة البسيطة في تقسيم وتوزيع الوظائف بين العقد المختلفة في هذه المجموعة عند ظهور مهام حوسبة متطابقة.
- في نظام الحوسبة العنقودية الفعلي، يتم ربط مجموعات متعددة (مُصممة لأداء أنواع مختلفة من الوظائف) معاً من خلال شبكة محلية (كما هو موضح في الشكل 2.3). في بيئة الحوسبة هذه، عندما تظهر مهمة معينة، يقوم رئيس المجموعة بتقسيمها وتوزيعها بين المجموعات المتطابقة (المخصصة لتلك المهام) من أجل التنفيذ بشكل أسرع. يعتمد توزيع وتعيين المهمة على طبيعة المهمة. بهذه الطريقة، يبدأ رئيس المجموعة في استخدام الموارد في بيئة الحوسبة العنقودية.

يتم تجميع أجهزة الكمبيوتر معاً لتحقيق الموثوقية وقوة المعالجة الأكبر وإنتاج أداء يشبه أداء أجهزة الكمبيوتر العملاقة





- the cluster computing model emerged as a result of progress in multiple technologies and their convergence. Availability of low-cost microprocessors, high speed network communication and emergence of software to manage cluster distribution made cluster computing possible.
- In this computing model, a set of computers were reserved to handle specific type of task to make the system more reliable. If any node fails, other nodes in the cluster can handle the load. This was the idea behind resource pool that technologists were trying to implement, and clustering of nodes opened the path for creating pools of resources. With this implementation ,reliability was achieved through redundancy.

Cluster computing introduced the concept of resource pooling. The pools were made of homogeneous computing systems

- نشأ نموذج الحوسبة العنقودية نتيجة للتقدم في العديد من التقنيات وتقاربها. وقد أدى توافر المعالجات الدقيقة منخفضة التكلفة، والاتصالات الشبكية عالية السرعة وظهور البرامج لإدارة توزيع العناقيد إلى جعل الحوسبة العنقودية ممكنة.
- في نموذج الحوسبة هذا، تم حجز مجموعة من أجهزة الكمبيوتر للتعامل مع نوع معين من المهام لجعل النظام أكثر موثوقية. إذا فشلت أي عقدة، يمكن للعقد الأخرى في العنقود التعامل مع الحمل. كانت هذه هي الفكرة وراء مجموعة الموارد التي كان خبراء التكنولوجيا يحاولون تنفيذها، وفتحت تجمعات العقد الطريق لإنشاء مجموعات من الموارد. مع هذا التنفيذ، تم تحقيق الموثوقية من خلال التكرار.

قدمت الحوسبة العنقودية مفهوم تجميع الموارد. كانت المجموعات مكونة من أنظمة حوسبة متجانسة..

## Grid Computing: Decentralization of Control

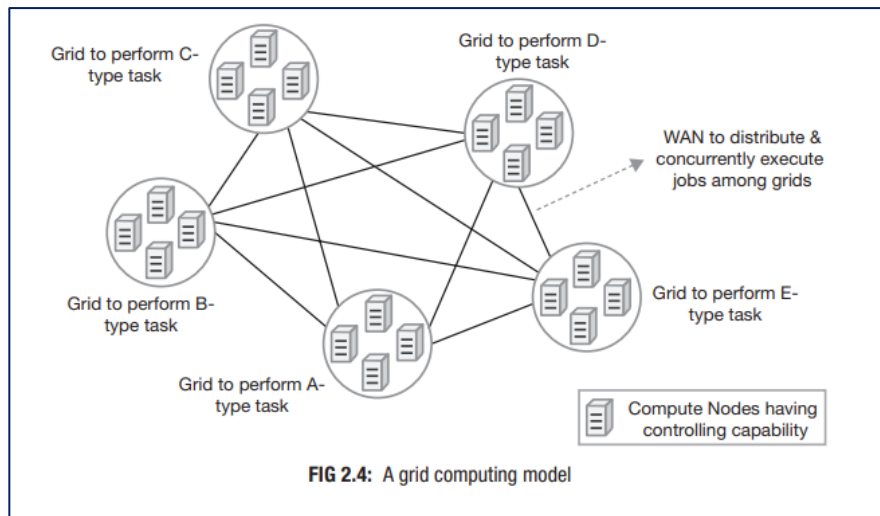
- Cluster architecture lead to more powerful and reliable computing systems by creating resource pools, but it raised concerns regarding its dependency on the cluster head. Performance of such system was largely dependent on the efficiency and accessibility of cluster head. Existence of cluster head raises possibility for single point of failure too.

An advanced computing model was required to eliminate the cluster head problem of cluster computing model

- أدت بنية المجموعة إلى إنشاء أنظمة حوسبة أكثر قوة وموثوقية من خلال إنشاء مجموعات موارد، ولكنها أثارت مخاوف بشأن اعتمادها على رأس المجموعة. كان أداء مثل هذا النظام يعتمد إلى حد كبير على كفاءة وإمكانية الوصول إلى رأس المجموعة. إن وجود رأس المجموعة يؤثر احتمالية وجود نقطة فشل واحدة أيضًا.

كان هناك حاجة إلى نموذج حوسبة متقدم للقضاء على مشكلة رأس المجموعة في نموذج الحوسبة العنقودية

- In the process of finding a solution to this problem, technologists came up with an idea where each node belonging to a cluster would have same priority. It was required that all of them could perform similar functions and no particular node had to be assigned the role of 'head' among them. This new architecture was introduced in early 1990s, and was called a grid. A sample computing grid is shown in Figure 2.4. An analogy of this concept can be drawn with the electricity grid, where if connected consumers can get regular power supply. It was reasoned that subscribers just need to connect to a computing grid as a whole (not to any particular node of the grid) to avail computing resources, just like consumers plug into a power grid to avail electricity.
- في عملية إيجاد حل لهذه المشكلة، توصل خبراء التكنولوجيا إلى فكرة حيث يكون لكل عقدة تنتمي إلى مجموعة نفس الأولوية. وكان من المطلوب أن تتمكن جميعها من أداء وظائف مماثلة ولا يجب تعيين دور "الرئيس" لأي عقدة معينة بينها. تم تقديم هذه البنية الجديدة في أوائل التسعينيات، وأطلق عليها اسم الشبكة. يظهر نموذج لشبكة الحوسبة في الشكل 2.4. يمكن رسم تشبيه لهذا المفهوم بشبكة الكهرباء، حيث يمكن للمستهلكين المتصلين الحصول على مصدر طاقة منظم. كان من المنطقي أن المشتركين يحتاجون فقط إلى الاتصال بشبكة الحوسبة ككل (وليس بأي عقدة معينة من الشبكة) للاستفادة من موارد الحوسبة، تمامًا كما يتصل المستهلكون بشبكة الطاقة للاستفادة من الكهرباء.






Grid computing concept introduced the idea of decentralization of control in distributed computing environment.

- Other than decentralization of control, grid computing introduced another important system feature. The computing environment could now be built with heterogeneous computing systems, that is, systems with diverse hardware configurations. This was a huge benefit as resource pools could then grow by accommodating heterogeneous systems.
- The other major challenge that emerged as a stumbling block before setting up a large distributed computing environment spread around the world was establishing co-operation among systems of different administrative domains. For multiple administrative domains, the challenge was related to management of resources and security implementations of systems.

لقد قدم مفهوم الحوسبة الشبكية فكرة اللامركزية في التحكم في بيئة الحوسبة الموزعة.

- وبعيداً عن اللامركزية في التحكم، قدمت الحوسبة الشبكية ميزة أخرى مهمة للنظام. حيث يمكن الآن بناء بيئة الحوسبة باستخدام أنظمة حوسبة غير متجانسة، أي أنظمة ذات تكوينات أجهزة متنوعة. وكانت هذه ميزة كبيرة حيث يمكن أن تنمو مجموعات الموارد من خلال استيعاب أنظمة غير متجانسة.
- كان التحدي الرئيسي الآخر الذي ظهر كحجر عثرة قبل إنشاء بيئة حوسبة موزعة كبيرة منتشرة في جميع أنحاء العالم هو إقامة التعاون بين أنظمة المجالات الإدارية المختلفة. وبالنسبة للمجالات الإدارية المتعددة، كان التحدي مرتبطاً بإدارة الموارد وتنفيذات الأمان للأنظمة.

مقارنة بين الأنواع الثلاثة :

 Cluster Computing	 Grid Computing	 Cloud Computing
<ul style="list-style-type: none"><li>• Centralized</li><li>• Homogeneous</li><li>• Private Network</li><li>• Secured</li><li>• High Cost</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Distributed</li><li>• Heterogeneous</li><li>• Private Network (With accessibility of other private Network)</li><li>• Secured</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Distributed</li><li>• Heterogeneous</li><li>• Public Network</li><li>• High Availability</li><li>• Low Cost</li></ul>



## ❖ Cloud Computing – Characteristics

- Cloud computing is a model of delivering on-demand access to shared computing resources and services over the internet. The characteristics of cloud computing in terms of shared resources and resource management, data storage, and management are:

• الحوسبة السحابية هي نموذج لتقديم الوصول عند الطلب إلى موارد وخدمات الحوسبة المشتركة عبر الإنترنت. خصائص الحوسبة السحابية من حيث هي:

### 1. Shared Resources and Resource Management

Cloud computing relies on the concept of shared resources, where computing resources such as servers, storage, and networks are pooled together and dynamically allocated to users based on their needs. The key characteristics include:

- **Multitenancy:** Multiple users or organizations can share the same physical infrastructure while maintaining data isolation and security. Each user's data and applications are logically separated to ensure privacy and security.
- **Resource Allocation:** Cloud service providers dynamically allocate resources based on demand. Users can scale up or down their resource usage as needed, allowing for efficient resource utilization and cost optimization.
- **Load Balancing:** Cloud providers distribute workloads across multiple servers to balance the resource utilization and ensure high availability and performance. This helps in avoiding bottlenecks and optimizing resource usage.
- **Virtualization:** Virtualization technologies enable the creation of virtual instances of computing resources, allowing for efficient resource allocation and utilization. Virtual machines (VMs) or containers can be provisioned and managed dynamically, providing agility and flexibility.
- **Resource Monitoring and Management:** Cloud providers monitor resource usage and performance to ensure efficient allocation and utilization. They employ resource management techniques such as auto-scaling and workload balancing to optimize resource utilization and meet service-level agreements (SLAs).

#### 1. الموارد المشتركة وإدارة الموارد :

تعتمد الحوسبة السحابية على مفهوم الموارد المشتركة، حيث يتم تجميع موارد الحوسبة مثل الخوادم والتخزين والشبكات وتخصيصها ديناميكيًا للمستخدمين بناءً على احتياجاتهم. تتضمن السمات الرئيسية ما يلي:

- **الاشتراك المتعدد:** يمكن لعدة مستخدمين أو منظمات مشاركة البنية التحتية الفيزيائية نفسها مع الحفاظ على عزل البيانات والأمان. يتم فصل بيانات وتطبيقات كل مستخدم بشكل منطقي لضمان الخصوصية والأمان.
- **تخصيص الموارد:** يقوم مزودو خدمات الحوسبة السحابية بتخصيص الموارد بشكل ديناميكي بناءً على الطلب. يمكن للمستخدمين زيادة أو تقليل استخدام الموارد حسب الحاجة، مما يسمح بتحقيق استخدام موارد فعال وتحسين التكلفة.
- **توازن الحمولة:** يقوم مزودو خدمات الحوسبة السحابية بتوزيع الأعباء عبر عدة خوادم لتوازن استخدام الموارد وضمان التوفر العالي والأداء الجيد. يساعد ذلك في تجنب الزحف وتحسين استخدام الموارد.
- **لتخصيص الافتراضي:** تسمح الحوسبة السحابية للمستخدمين بتخصيص وإدارة الموارد بناءً على الطلب دون الحاجة للتفاعل الواسع مع مزود خدمة الحوسبة السحابية. يمكن للمستخدمين الوصول بسهولة وتكوين الموارد من خلال واجهات الخدمة الذاتية، مما يتيح نشر التطبيقات والخدمات بسرعة.

## 2. Data Storage and Management:

Cloud computing offers scalable and reliable data storage and management capabilities. The key characteristics include:

- **Distributed Storage:** Data is stored across multiple servers or data centers, providing redundancy and fault tolerance. This ensures data availability and resilience against hardware failures.
- **Scalable Storage:** Cloud storage solutions can scale up or down based on demand, allowing organizations to easily accommodate growing data volumes without upfront investments in additional hardware.
- **Data Replication:** Cloud providers replicate data to multiple locations to ensure data durability and availability. This replication helps protect against data loss and enables disaster recovery capabilities.
- **Data Management Services:** Cloud platforms often offer data management services, such as databases, data warehouses, and data analytics tools. These services provide efficient data storage, retrieval, and analysis capabilities.
- **Data Security:** Cloud providers implement robust security measures to protect data, including encryption, access controls, and regular security audits. They adhere to industry standards and regulations to ensure data confidentiality and integrity.
- **Data Backup and Recovery:** Cloud storage solutions often include automated backup and recovery features, allowing organizations to easily restore data in case of accidental deletion, data corruption, or disaster scenarios.

### 2. تخزين البيانات وإدارتها:

توفر الحوسبة السحابية إمكانيات تخزين وإدارة البيانات المرنة والموثوقة. تتضمن السمات الرئيسية ما يلي:

- **تخزين الموزع:** يتم تخزين البيانات عبر عدة خوادم أو مراكز بيانات، مما يوفر التكرار والمرونة في حالة حدوث أعطال في الأجهزة أو انقطاع في مركز البيانات. يتم تجزئة البيانات وتخزينها على عدة أجهزة لضمان توفر البيانات وحمايتها.
- **التخزين القابل للتوسعة:** توفر حلول التخزين السحابي قدرة على التوسعة بناءً على الطلب. مما يتيح للمؤسسات مجالاً لزيادة حجم البيانات دون القيود المرتبطة بالأجهزة الفعلية.
- **الاستنساخ وصمود البيانات:** يستخدم مزودو خدمات الحوسبة السحابية تقنيات استنساخ البيانات لضمان متانة البيانات وتوفرها. يتم استنساخ البيانات عبر عدة خوادم أو مراكز بيانات، مما يساعد في الحفاظ على سلامة البيانات ومنع فقدانها.
- **خدمات إدارة البيانات:** تقدم منصات الحوسبة السحابية غالباً خدمات إدارة البيانات مثل قواعد البيانات ومستودعات البيانات وأدوات تحليل البيانات
- **أمان البيانات:** يقوم مزودو خدمات الحوسبة السحابية بتنفيذ تدابير أمان قوية لحماية البيانات، بما في ذلك تقنيات التشفير لحماية البيانات أثناء النقل وفي حالة الراحة، وضوابط الوصول لإدارة أذونات المستخدمين، والتدقيق الأمني المنتظم والتحديثات للحد من الثغرات المحتملة.
- **نسخ احتياطي للبيانات واستعادتها:** غالباً ما تتضمن حلول التخزين السحابي خاصية النسخ الاحتياطي واستعادة البيانات. تتيح عمليات النسخ الاحتياطي الآلية أن يتم نسخ البيانات بانتظام، مما يقلل من خطر فقدان البيانات. في حالة الحذف العرضي أو تلف البيانات، يمكن للمؤسسات استعادة بياناتها من النسخ الاحتياطية.