OPEN ACCESS
Al-Nasr
ISSN (Online): 2958-9398
ISSN (Print): 2959-1015
https://alnasrjournal.com

Al-Nasr Volume 5, Issue 1 (January-March 2026)

بلاک چین ٹیکنالوجی اور اس کے متعلقات: تعارف، بنیادی تصورات، اقسام، خصوصیات اور عصری اطلاقات کا تحقیقی جائزہ

Blockchain Technology and Its Related Concepts: A Comprehensive Study of Its Fundamentals, Types, Characteristics, and Contemporary Applications

Saqib Hussain

Imam o Khateeb, Jamia masjid Madina H2 block Johar Town Lahore

Abstract

Blockchain is an emerging digital technology that has fundamentally transformed the methods of storing, transferring, and managing data. It is a decentralized, transparent, secure, and distributed digital ledger in which information is recorded in interconnected blocks and protected through cryptographic techniques. The present study provides an introductory and analytical overview of blockchain technology, focusing on its definitions, structure, working mechanism, major characteristics, types, benefits, challenges, and future prospects. The study also explains the basic mechanism of blockchain transactions through the concepts of public and private keys, transaction details, and timestamps, hashing, and distributed verification. Different types of blockchain, including public, private, consortium, and hybrid blockchains, are discussed along with their respective features and applications. Furthermore, the study highlights the advantages of blockchain, such as transparency, security, reduced fraud, decentralized control, and efficient transactions, while also examining challenges including energy

consumption, regulatory uncertainty, data immutability, scalability, and cybersecurity risks. Particular attention is given to the potential threat posed by quantum computing to current cryptographic systems and blockchain security. The study concludes that blockchain has applications extending beyond cryptocurrencies to finance, supply-chain management, healthcare, education, real estate, digital governance, smart contracts, Web3, and decentralized finance. Despite its technological and regulatory challenges, blockchain possesses significant potential to contribute to the development of a more transparent, secure, and efficient digital ecosystem.

Keywords: Blockchain Technology, Distributed Ledger, Cryptography, Decentralization, Smart Contracts, Quantum Computing

بلاک چین کا تعارف

بلاک چین ایک جدید ڈیجیٹل ٹیکنالوجی ہے جو ڈیٹا اسٹوریج اور منتقلی کے طریقے کو مکمل طور پر تبدیل کر رہی ہے۔ یہ ایک غیر مرکزی (Decentralized)، محفوظ (Secure)، اور شفاف (Transparent) ڈیٹا بیس ہے جو مختلف صنعتوں میں انقلاب برپا کر رہا ہے، خاص طور پر مالیاتی شعبے (Finance)، سپلائی چین (Supply Chain)، اور سمارٹ معاہدوں (Smart Contracts) میں۔ بلاک چین بنیادی طور پر ایک ڈیجیٹل لیجر (Digital Ledger) ہے جس میں معلومات "بلاک"(Blocks) کی شکل میں محفوظ کی جاتی ہیں۔ ہر بلاک میں مخصوص معلومات، ایک منفرد کوڈ (ہیش)، اور پچھلے بلاک کا حوالہ موجود ہوتا ہے، جس کی وجہ سے یہ ایک چین (Chain) کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔

بلاک چین سسٹم کی تعریف

بلاک چین وہ سسٹم ہے جس کی بنیاد پر موجودہ دور کی تقریباً تمام ورچوئل کرنسیاں کام کر رہی ہیں۔ یہ سسٹم کئی کمپیوٹروں کو ایک ساتھ جوڑتا اور ان میں آپس میں لین دین اور تبادلہ ممکن بناتا ہے۔[1] بلاک چین سسٹم کی مختلف تعریفات کی گئی ہیں:

1 :میلانی سوان "اپنی کتاب "بلاک چین: بلیو پرنٹ فار آنیو اکانومی "میں "بلاک چین" کی تعریف یوں کرتے ہیں:

"The blockchain is the public ledger of all Bitcoin transactions that have ever been executed,[2]

بلاک چین اس تمام بٹ کوائین لین دین کا عوامی کھاتہ ہے جو کبھی بھی واقع ہو چکی ہو۔"

2 :"مارک پلنگٹن "اس کی عام فہم انداز میں تعریف یوں کرتے ہیں:

"Blockchain technology ensures the elimination of the double-spend problem, with the help of public-key cryptography, whereby each agent is assigned a private key(kept secret like a password) and a public key shared with all other agents.[3]

بلاک چین ٹیکنالوجی "عوامی کی" کے کوڈ لکھنے کے طریقے سے دوبار خرچ کے مسئلے کو یقینی طور پر ختم کرتی ہے۔ ہر ایجنٹ کو ایک "پرائیوٹ کی" (جسے پاسورڈ کی طرح محفوظ رکھا جاتا ہے) اور ایک عوامی کی "(جسے دوسروں کو بتایا جاسکتا ہے) دی جاتی ہے۔"

3 : فلورین گلیسر اور ان کے ساتھیوں نے بلاک چین کو یوں بیان کیا ہے:

"The Blockchain represents all verified and valid transactions between users of the network." [4]

بلاک چین اس تمام تصدیق شدہ اور درست لین دین کو ظاہر کرتا ہے جو نیٹ ورک کے صارفین کے درمیان ہوئی ہوتی ہے۔"

4 : وکی پیڈیا" نے جو بلاک چین کی تعریف کی وہ درج ذیل ہے:

"A blockchain is a distributed database that is used to maintain a continuously growing list of records, called blocks, [5]

یعنی بلاک چین ایک ایسا ٹکڑوں میں بٹا ڈیٹا بیس ہے جسے مستقل بڑھتے ہوئے ریکارڈ (جنہیں بلاکس کہا جاتا ہے) کو سنبھالنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔"

نوٹ: مذکورہ تعریفات میں سے مارک پلنگٹن کی تعریف در اصل بلاک چین کے کام کرنے کا طریقہ کار ہے۔ اور وکی پیڈیا کی تعریف مذکورہ تمام تعریفات سے عمدہ اور جامع ہے۔

ان تمام تعریفات سے بلاک چین کے بارے میں جو چیزیں معلوم ہوئیں وہ درج ذیل ہیں:

- یہ عوامی کھاتہ ہے یعنی عام لوگوں کی اس تک رسائی ہوتی ہے۔
- اس میں ہر وہ لین دین محفوظ ہوتی ہے جو کبھی بھی ہو چکی ہو۔
- اس میں ایک پرائیوٹ کی "اور ایک "عوامی یا پبلک کی "ہوتی ہے۔
- یہ ٹکڑوں میں تقسیم ڈیٹا میں ہے۔ ہر کمپیوٹر میں تمام ڈیٹا کی ایک مکمل نقل محفوظ ہوتی ہے۔ اس ڈیٹا کو ٹکڑوں میں تقسیم کر کے محفوظ کیا جاتا ہے۔
- اس میں موجود ریکارڈ کو بلاکس "کہا جاتا ہے۔

مذکورہ تعریفات کا مشترکہ خلاصہ

بٹ کوائین اور دیگر ورچوئل کرنسیاں "بلاک چین سسٹم کو استعمال کرتی ہیں۔ اس سسٹم میں بیک وقت شفافیت اور گمنامی دونوں موجود ہوتی ہیں۔

- شفافیت تو اس لحاظ سے کہ اس میں ہونے والی ہر لین دین کا ریکارڈ نیٹ ورک پر موجود ہر کمپیوٹر دیکھ سکتا ہے اور کسی لین دین کو چھپانا یا خفیہ رکھنا اس میں ممکن نہیں۔
- اور گمنامی اس طرح ہوتی ہے کہ نیٹ ورک پر موجود ہر صارف صرف ایک کوڈ کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے اور یہ معلوم کرنا کافی مشکل ہوتا ہے کون سا کوڈ کس شخص کا ہے اور وہ دنیا میں کہاں سے لین دین کر رہا ہے۔ نیز یہ جاننا بھی مشکل ہوتا ہے کہ بھیجی جانے والی رقم دنیا میں کس جگہ بھیجی جا رہی ہے۔ اگر کوئی حکومت کسی صارف کی معلومات حاصل کرنا چاہے تو یہ بھی اگر چہ ممکن تو ہوتا ہے لیکن کافی مشکل ہوتا ہے۔

اور بلاک چین کا استعمال اگر چہ زیادہ تر ورچوئل کرنسیوں کے لیے ہوتا ہے لیکن یہ سسٹم دیگر معلومات، معاہدے اور پیغامات بھیجنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ بلاک چین کی سب سے اہم بات یہ ہے کہ اس کے تمام صارف ایک دوسرے سے منسلک ہوتے ہیں اور اس میں کسی ایک صارف یا سرور پر نیٹ ورک کا مدار نہیں ہوتا۔ اس لیے جب تک کوئی بھی دو صارف باقی رہیں اور نیٹ ورک سے منسلک ہوں بلاک چین ختم نہیں ہو سکتی۔

بلاک چین سسٹم کا طریقہ کار

بلاک چین سسٹم میں مختلف معلومات کو بلاکس یا ٹکڑوں کی شکل میں محفوظ کیا جاتا ہے۔ چونکہ یہ سسٹم بنیادی طور پر لین دین کے ریکارڈ کے لیے بنا تھا اس لیے ان معلومات کے لیے عموماً لفظ "ٹرانزیکشن" استعمال کیا جاتا ہے۔ ہر بلاک میں دو عدد پاسورڈ استعمال ہوتے ہیں جنہیں "کی (Key)" کہا جاتا ہے۔ ایک صارف کی شخصی یا پرائیوٹ "کی" ہوتی ہے جسے صرف وہ صارف جانتا ہے اور یہ بطور دستخط کے استعمال ہوتی ہے یعنی جس طرح کسی چیک پر صارف کا دستخط ضروری ہوتا ہے جو قانوناً اس کے سوا کوئی نہیں کر سکتا اسی طرح یہ "کی" بھی صارف کے علاوہ کوئی داخل نہیں کر سکتا اور اس کے بغیر ٹرانزیکشن نہیں ہو سکتی۔ دوسرا پاسورڈ عوامی یا پبلک "کی" کہلاتا ہے۔ یہ وہ "کی" ہوتی ہے جو صارفین کسی صارف کی جانب ٹرانزیکشن کرتے ہوئے داخل کرتے ہیں۔ یہ کسی صارف کی شناخت یا اکاؤنٹ نمبر کی طرح کام کرتی ہے یعنی جس طرح اکاؤنٹ نمبر یا تفصیلات کے بغیر رقم کی بینک میں منتقلی نہیں ہو سکتی اسی طرح اس "کی" کے بغیر ٹرانزیکشن بھی نہیں ہوتی۔[6]

بلاک چین کے کسی بلاک میں تیسری چیز ٹرانزیکشن کی تفصیل ہوتی ہے یعنی اگر ہم بٹ کوائین کی بات کریں اور زید نے خالد کو دس بٹ کوائین بھیجی ہوں تو اس ٹرانزیکشن کی تفصیل بلاک میں موجود ہوتی ہے۔ بلاک میں چوتھی چیز "وقت" ہوتا ہے یعنی یہ ٹرانزیکشن کس وقت انجام پائی ہے اور بلاک کس وقت بنا ہے۔ وقت کے عنصر کے ذریعے ایک ہی ٹرانزیکشن کے دو مرتبہ استعمال پر قابو حاصل کیا جاتا ہے۔[7]

بلاک چین سسٹم کی مثال

زید نے خالد کو دس بٹ کوائین بھیجنی ہیں۔ دونوں کے پاس ایک ایسا سافٹ ویئر موجود ہونا ضروری ہے جو بلاک چین پر موجود تفصیلات کو محسوس کر سکے، دکھا سکے اور اس میں تبدیلی کر سکے۔ زید اپنے سافٹ ویئر کے ذریعے انٹرنیٹ یا کسی بھی قسم کا نیٹ ورک استعمال کرتے ہوئے خالد کو دس بٹ کوائین بھیجے گا۔ اس کے لیے وہ خالد کی عوامی کی " بطور اکاؤنٹ یا

ایڈریس کے سافٹ ویئر میں داخل کرے گا اور ساتھ میں اپنی "پرائیوٹ کی "بطور دستخط کے داخل کرے گا۔ یہ دونوں کیز، ٹرانزیکشن کی تفصیل اور ٹرانزیکشن کا وقت مل کر ایک بلاک میں شامل ہو جائیں گے۔ اس بلاک کی تصدیق ہوتے ہی دس بٹ کوائین پر مشتمل ٹرانزیکشن زید کے نام سے ختم ہو کر خالد کے نام پر آجائے گی۔ تصدیق کے فوراً بعد زید اور خالد دونوں کے کمپیوٹر اس بلاک کا ایک ایک ریکارڈ اپنے پاس محفوظ کر لیں گے۔ اس وقت نیٹ ورک پر موجود تمام سافٹ ویئر اس بلاک کو دیکھیں گے اور اس کا ایک ایک ریکارڈ اپنے اپنے کمپیوٹر میں محفوظ کریں گے۔ اب صورت حال یہ ہو گی کہ اس ٹرانزیکشن کا ریکارڈ ہر کمپیوٹر میں محفوظ ہو گا۔ چنانچہ اب اس ریکارڈ کو ختم نہیں کیا جا سکتا۔

بلاک چین میں ہر بلاک اپنی ایک الگ شناخت رکھتا ہے۔ جب بھی کوئی ٹرانزیکشن ہوتی ہے اور بلاک بنتا ہے تو وہ بلاک نیٹ ورک سے منسلک ہر کمپیوٹر کو نظر آتا ہے اور تمام کمپیوٹر اپنے اپنے ریکارڈ میں اس بلاک کو از خود شامل کر لیتے ہیں۔ اب اگر کوئی شخص ٹرانزیکشن منسوخ کرنے کے لیے اس بلاک کو اپنے ریکارڈ سے ختم کر دے تو اس کے منسلکہ سافٹ ویئر (مثلا بٹ کوائین) کا ریکارڈ نیٹ ورک پر موجود دیگر اس جیسے سافٹ ویئرز کے لحاظ سے غلط ہو جائے گا پھر یا تو اس کا سافٹ ویئر از خود اس ریکارڈ کو درست کر لے گا یا نیٹ ورک کے دوسرے کمپیوٹر اس کے سافٹ ویئر کا ریکارڈ قبول کرنے سے انکار کر دیں گے۔ اس لحاظ سے نظریاتی طور پر بلاک چین سسٹم میں کسی غلط رد و بدل کے لیے یہ ضروری ہے کہ تبدیلی کرنے والا پورے نیٹ ورک کے کم از کم اکیاون فیصد کمپیوٹروں پر کنٹرول رکھتا ہو تا کہ باقی انچاس فیصد کمپیوٹر اپنے ریکارڈ کو اکیاون فیصد کے غلط ریکارڈ کے مطابق کر لیں۔ عملاً اکثر کرنسیوں میں اس کا امکان نہیں ہوتا اور بٹ کوائین میں (اس سے منسلک کمپیوٹروں کی زیادتی کی وجہ سے) خصوصاً اس کا امکان نہیں ہے۔

کوانٹم کمپیوٹنگ اور بلاک چین

بلاک چین سسٹم کو اپنی مضبوطی کے لحاظ سے ناقابل تسخیر سمجھا جاتا ہے۔ اس کا ریکارڈ بے شمار جگہوں پر محفوظ ہوتا ہے اور جن بلاکس میں محفوظ ہوتا ہے ان کی کثرت کی وجہ سے انہیں کھولنا اور ان میں تبدیلی کرنا تقریباً ناممکن ہے۔ اسی طرح کسی شخص کی پرائیوٹ کی کو توڑنا بھی ناممکن ہی سمجھا جاتا ہے۔ لیکن بلاک چین سسٹم کے سر پر "کوانٹم کمپیوٹنگ کا ایک خطرہ بدستور منڈلا رہا ہے۔

کوانٹم کمپیوٹنگ طبیعیات کے نظریہ کوانٹم کی بنیاد پر بننے والے ایسے کمپیوٹر سسٹم ہیں جو ایٹم اور اینٹی ذرات کے ذریعے کام کریں گے۔ فی الحال کوانٹم کمپیوٹر ایک مفروضے کی حیثیت رکھتے ہیں اور ان پر مستقل کام جاری ہے۔ ایک کوانٹم کمپیوٹر موجودہ کمپیوٹروں سے کئی گنا زیادہ تیز رفتار ہو گا اور اس کی صلاحیتیں بہت زیادہ ہوں گی۔ یہ کمپیوٹر پرائیوٹ کی سمیت ہر پاسورڈ کو لمحوں میں توڑ دیں گے اور ہر ورچوئل کرنسی کے والٹ اور اکاؤنٹ تک رسائی دے دیں گے۔

مستقبل میں کوانٹم کمپیوٹروں کی اس صلاحیت کی وجہ سے انہیں ورچوئل کرنسیوں اور ان کی بنیاد میں موجود بلاک چین سسٹم کے لیے انتہائی خطرہ قرار دیا جاتا ہے۔ اس لیے بلاک چین کے ماہرین ابھی سے اس کے لیے تیاری کر رہے ہیں اور ایسے سسٹم تیار کر رہے ہیں جو کوانٹم کمپیوٹنگ کے خطرات سے محفوظ ہوں۔[8]

بلاک چین کی اہم خصوصیات

غیر مرکزی نظام (Decentralization)

بلاک چین کسی ایک مرکزی اتھارٹی (جیسے بینک یا حکومت) کے کنٹرول میں نہیں ہوتا بلکہ یہ نیٹ ورک میں شامل تمام افراد کے ذریعے منظم کیا جاتا ہے۔

تحفظ اور سیکیورٹی (Security & Encryption)

ہر بلاک کرپٹوگرافی (Cryptography) کے ذریعے محفوظ کیا جاتا ہے، جس سے ڈیٹا میں جعل سازی (Tampering) تقریباً ناممکن ہو جاتی ہے۔

شفافیت (Transparency)

بلاک چین کا ڈیٹا نیٹ ورک کے تمام ممبران کے لیے دستیاب ہوتا ہے، جس سے جعل سازی کے امکانات کم ہو جاتے ہیں۔

ناقابلِ تبدیلی (Immutability)

ایک بار بلاک چین میں کوئی ڈیٹا شامل کر دیا جائے تو اسے تبدیل یا حذف کرنا تقریباً ناممکن ہوتا ہے۔

بلاک چین کی اقسام

بلاک چین (Blockchain) کی مختلف اقسام ہیں جو استعمال، ساخت، اور رسائی کے اعتبار سے مختلف ہوتی ہیں۔ بلاک چین کی اقسام مختصر وضاحت کے ساتھ درج ذیل ہیں۔

1. پبلک بلاک چین (Public Blockchain)

یہ ایک اوپن اور ڈی سینٹر لائزڈ بلاک چین ہوتی ہے، جس میں کوئی بھی شخص اس نیٹ ورک کا حصہ بن سکتا ہے اور ٹرانزیکشنز کی تصدیق کر سکتا ہے اور لین دین دیکھ بھی سکتا ہے۔[9]

مثال: Bitcoin، Ethereum

خصوصیات: بلاک چین کی اس قسم میں مکمل شفافیت، اوپن سورس، اور اس میں کسی ایک اتھارٹی کا کنٹرول نہیں ہوتا۔

2. پرائیویٹ بلاک چین (Private Blockchain)

یہ کسی خاص ادارے یا کمپنی کے زیر کنٹرول ہوتا ہے اور محدود افراد کو رسائی دی جاتی ہے جس میں صرف اجازت یافتہ افراد یا ادارے ہی شامل ہو سکتے ہیں۔[10]

مثال: Hyperledger Fabric، R3 Corda

خصوصیات: پرائیویٹ بلاک چین میں محدود رسائی، کنٹرولڈ نیٹ ورک، اور زیادہ سیکیورٹی ہوتی ہے۔

3. کنسورشیم بلاک چین (Consortium Blockchain)

یہ نیم مرکزی (semi-decentralized) قسم ہے جس میں کئی ادارے مل کر ایک نیٹ ورک چلاتے ہیں۔ یعنی اس قسم کو مختلف تنظیموں کے ذریعے چلایا جاتا ہے۔[11]

مثال: R3 Corda، IBM Food Trust، Energy Web Foundation

خصوصیات: اس قسم میں مشترکہ کنٹرول، اور زیادہ اسکیل ایبل، اور یہ مخصوص یوز کیسز کے لیے مفید ہوتی ہے۔

4. ہائبرڈ بلاک چین (Hybrid Blockchain)

اس میں پبلک اور پرائیویٹ بلاک چین کا امتزاج اور دونوں کی خصوصیات شامل ہوتی ہیں۔[12]

مثال: Dragonchain

خصوصیات: بلاک چین کی اس قسم میں جزوی شفافیت، فلیکسیبل کنٹرول، اور مخصوص ڈیٹا کو پرائیویٹ رکھا جاسکتا ہے۔

بلاک چین کے فوائد

- ✓ دھوکہ دہی اور جعل سازی سے تحفظ
- ✓ فوری اور کم قیمت پر ٹرانزیکشنز
- ✓ ڈیٹا کی شفافیت اور اعتماد
- ✓ معاہدوں اور کاروباری عمل کی خودکار انجام دہی

بلاک چین کے چیلنجز

- ⚠ زیادہ توانائی کا استعمال (خاص طور پر Bitcoin میں)
- ⚠ ریگولیشن اور حکومتی قوانین کا فقدان
- ⚠ بلاک چین پر ڈیٹا کو ڈیلیٹ نہ کرسکنے کا مسئلہ

بلاک چین کا مستقبل

بلاک چین نہ صرف مالیاتی دنیا بلکہ صحت، تعلیم، رئیل اسٹیٹ، اور حکومتوں میں بھی بہتری لا رہا ہے۔ Web3، Metaverse، اور DeFi جیسے شعبے بلاک چین کی بنیاد پر تیار ہو رہے ہیں، جو مستقبل میں مزید ترقی کریں گے۔

نیز بلاک چین ایک انقلابی ٹیکنالوجی ہے جو مستقبل کی معیشت اور کاروباری دنیا کو بدلنے کی صلاحیت رکھتی ہے۔ اگرچہ یہ ابھی ترقی کے مراحل میں ہے، مگر اس کے فوائد اور ایپلیکیشنز دنیا میں تیزی سے بڑھ رہی ہیں۔

خلاصہ فصل

مذکورہ فصل کو اگر ہم مختصراً بیان کریں تو یوں کہا جاسکتا ہے کہ بلاک چین میں ریکارڈ بلاکس یا ٹکڑوں کی شکل میں محفوظ ہوتا ہے۔ ہر بلاک میں عموماً چار چیزیں ہوتی ہیں :1 بھیجنے والے کی پرائیوٹ کی (Key)۔2 وصول کرنے والے کی پبلک کی (Key)۔3 ٹرانزیکشن کی تفصیل۔4 وقت اور اس کے علاوہ ہر بلاک اپنی الگ شناخت رکھتا ہے۔، ہر بلاک نیٹ ورک

پر موجود ہر کمپیوٹر کو نظر آتا ہے اور اس میں محفوظ ہوتا ہے۔ بلاک چین سسٹم میں رد و بدل کے لیے اکیاون فیصد کمپیوٹروں پر اختیار رکھنا ضروری ہے، بلاک چین کو کوانٹم کمپیوٹنگ سے خطرہ لاحق ہے لیکن اس کی عملی شکل میں کئی دہائیاں درکار ہیں، اور یہ معلوم ہوا کہ کوانٹم کمپیوٹنگ سے محفوظ رہنے کے لیے بلاک چین پر کام جاری ہے۔ نیز اس فصل میں بلاک چین کی مختلف تعریفات کے ساتھ ساتھ اس کی اقسام، خصوصیات، اور چیلنجز کو بیان کیا گیا ہے۔

مصادر و مراجع

[1] پروفیسر ڈاکٹر حسین محی الدین قادری، کرپٹو کرنسی (علمی اور شرعی محاکمہ) (ستمبر 2024)، منہاج القرآن پرنٹرز لاہور، ص: 99

[2] میلانی سوان: بلاک چین: نئی معیشت کے لیے بلیو پرنٹ، صفحہ 10 (پیشنامہ)، پبلشر: اوریلی

[3] مارک پلنگٹن: بلاک چین ٹیکنالوجی: اصول اور ایپلی کیشنز، صفحہ: 4

[4] Florian: Bitcoin, Asset or currency, Page 2

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain

[6] پروفیسر ڈاکٹر حسین محی الدین قادری، کرپٹو کرنسی (علمی اور شرعی محاکمہ) (ستمبر 2024)، منہاج القرآن پرنٹرز لاہور، ص: 101

[7] Satoshi Nakamoto: Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System;
Melanie SwanBlockchain: Blueprint for a new economy, Page x (Preface), Publisher: O'Reilly,

[8] https://www.forbes.com/sites/amycastor/2017/08/25/why-quantum-computings-threat-to-bitcoin-and-blockchain-is-a-long-way-off #8a6c90e28829

[9] Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.

[10] Cachin, C. (2016). Architecture of the Hyperledger blockchain fabric. IBM Research

[11] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends

[12] Tripathi, A., & Pandey, M. (2020). Hybrid blockchain: A Review and its Applications in Various Domains.