Unit 2: Water resources management: Concept, world water balance; lakes, dams and reservoirs, coastal and marine water resources; conservation of water resources; integrated water resource management; rainwater harvesting; watershed management, wetland conservation and management.

ইউনিট ২: জল সম্পদ ব্যবস্থাপনা: ধারণা, বিশ্ব জলের ভারসাম্য; হ্রদ, বাঁধ এবং জলাধার, উপকূলীয় এবং সামুদ্রিক জল সম্পদ; জল সম্পদ সংরক্ষণ; সমন্বিত জলসম্পদ ব্যবস্থাপনা; বৃষ্টির জল সংগ্রহ; জলঅববাহিকা ব্যবস্থাপনা, জলাভূমি সংরক্ষণ ও ব্যবস্থাপনা।

বৃষ্টির জল সংগ্রহ সম্পর্কে ধারণা ঃ
(Concept of Rainwater Harvesting)

পৃথিবীর বর্তমান 650 কোটি মানুষের মধ্যে 500 কোটি জনসংখ্যাই মাত্র গত শতাব্দীতেই বৃদ্ধি পেয়েছে। মানবসভ্যতায় গত এক শতাব্দীর জনবিস্ফোরণের প্রভাব পৃথিবীর জলসম্পদের উপর এক প্রকার বিরুপ প্রভাব ফেলেছে। জলসঙ্কট ক্রমান্বয়ে তীব্র থেকে তীব্রতর আকার ধারণ করছে। বর্তমানে জলসম্পদের পরিমাণগত হ্রাসের সঙ্গে সঙ্গে স্বাদু জল ও পানীয় জল বহন ও ধারণকারী মৃত্তিকা ও শিলাস্তর মানুষের অবৈজ্ঞানিক ক্রিয়াকলাপের ফলে চরম দূষণের শিকার। বর্তমানে 90 টি দেশের পৃথিবীর মোট জনসংখ্যার 45% গত শতাব্দীর 90-র দশকের মাঝামাঝি থেকে চরম জলসঙ্কটের মধ্যে বাস করছে। সংখ্যাতত্ত্বের হিসাবে আশঙ্কা করা হচ্ছে যে, আগামী 2030-40 সালে পৃথিবীর প্রায় 3/4 অংশ জনসংখ্যা চরম জল সঙ্কটে সম্মুখীন হবে। 2025 সালে বর্তমানের থেকে 40% এর বেশী স্বাদু জলের প্রয়োজন হবে এবং কৃষিশস্য উৎপাদনের ক্ষেত্রে প্রায় 20% বেশী জল লাগবে। বর্তমানে WHO -র দেওয়া তথ্যানুযায়ী পৃথিবীর প্রায় 120 কোটি মানুষ বিশুদ্ধ পানীয় জল থেকে বঞ্চিত। বিশুদ্ধ পানীয় জল ও স্বাস্থ্যসম্মত শৌচাগারের অভাবে বর্তমানে প্রতি বছর প্রায় 55 লক্ষ মানুষের মৃত্যু হয়। এমনকি প্রতিদিন প্রায় 7000 শিশু মারা যায়। প্রতিবছরে জলজনিত মৃত্যুর সংখ্যার প্রায় 10 গুণ। **World Bank -এর Vice President ইসমাইল সিজেলডিন বলেছেন, "Many of the Wars of the 20th Century were about oil, but wars of the 21st century will be over water."**

UNDP -এর 2006 এর Development Report একটি সুস্পষ্ট সামাজিক চিত্র তুলে ধরেছে যে, **"One part of the world sustains a designer bottled water market that generates no tangible health benifits, an other part suffers acute public health risks because people have to drink from drains or from lakes and rivers."**

1990 সালের প্রাপ্ত তথ্য থেকে বলা যায় যে, পৃথিবীতে মাথাপিছু পরিশোধিত মিষ্টি জলের যোগানের পরিমাণ হল 9255 কিউবিক মিটার, 2025 সালের কাছাকাছি এই পরিমাণ কমে দাঁড়াবে 5896 কিউবিক মিটার। পৃথিবীর কয়েকটি দেশের নবীকরণযোগ্য মিষ্টি জলের যোগানের তুলনামূলক হিসেব সারণিতে (সারণি 13.1) এ দেওয়া হল।

***সারণি* 13.1 ঃ কিছু দেশের নবীকরণযোগ্য মিষ্টি জলের মাথাপিছু যোগান**

দেশের নাম	নবীকরণযোগ্য মিষ্টি জলের মাথাপিছু যোগান (কিউবিক মিটার)	
	1990	2025
মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র	9915	7483
গ্রেট ব্রিটেন	2090	1952
নিউজিল্যান্ড	118155	90722
কানাডা	104386	75411
ভারত	2451	1498
চীন	2424	1835
বাংলাদেশ	21800	12018

কেনিয়া	635	237
সৌদি আরব	284	107
কুয়েত	75	57

এখন প্রশ্ন হচ্ছে, পৃথিবীর কোন কোন দেশের কত শতাংশ মানুষ বিশুদ্ধ পানীয় জল পান করেন। বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা (WHO) দেওয়া তথ্য অনুযায়ী, কয়েকটি দেশের বিশুদ্ধ পানীয় জল কত সংখ্যক মানুষ পায় তার চিত্র (সারণি 13.2) তুলে ধরা হল।

***সারণি* 13.2 : কিছু দেশের জনসংখ্যার কতজন বিশুদ্ধ পানীয় জলপান**

দেশের নাম	জনসংখ্যার কতজন বিশুদ্ধ পানীয় জল পান (%)
ব্রিটেন	100
মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র	100
নিউজিল্যান্ড	97
আলজিরিয়া	78
মরক্কো	55
মাদাগাস্কার	29
নিকারাগুয়া	53
ফিলিপিনস্	86
নেপাল	64
ব্রাজিল	73
ভারত	81
বাংলাদেশ	97
কুয়েত	100
পাকিস্তান	74
জাম্বিয়া	27

বর্তমান জর্ডন, নীল, টাইগ্রিস, ইউফ্রেটিস, আরব সাগর এবং গঙ্গা নদীর জল ব্যবহারের পরিমাণ 2025 সাল নাগাদ 50-75 ভাগ বৃদ্ধি পাবে। পৃথিবীর বর্তমান জনসংখ্যা প্রায় 650 কোটি। 2025 সাল নাগাদ 900 কোটি (প্রায়) জনসংখ্যা হবে। বিশ্বখাদ্য ও কৃষি সংস্থার মতে, কৃষিশস্য উৎপাদনের পরিমাণ 50 শতাংশ বৃদ্ধি করতে হবে। কৃষি, শিল্প ও দৈনন্দিন কাজে জলের ব্যবহার পরিমাণ উত্তোরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে। বড় বড় নদী হতে জল উত্তোলন কয়েকগুন বৃদ্ধি পাবে। হয়ত অদুর ভবিষ্যতে এমন হতে পারে নদী আর সমুদ্রে পৌঁছবে না। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে, বৃহত্তম নদী কলোরাডো সাতটি রাজ্যের মধ্যে প্রবাহিত হয়ে সমুদ্রে পড়েছে। এই কলোরাডো নদী হতে জল উত্তোলনের পরিমাণ বহুগুণ বৃদ্ধি পাওয়ায় কলোরাডো নদী সমুদ্রে পতিত হওয়ার আগে জলের পরিমাণ প্রায় নেই বললেই চলে। নদী বিজ্ঞানীদের ধারণা গঙ্গা এবং নীল নদীর ভবিষ্যৎ হয়ত কলোরাডো নদীর মতো হবে।

ভূ-পৃষ্ঠস্থ নদী, উপ-পৃষ্ঠস্থ নদী, খাল, বিল, পুকুর, জলাশয় এমন কী উন্মুক্ত জলবাহী স্তর আজ মানুষের অবৈজ্ঞানিক ক্রিয়াকলাপের জন্য প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষভাবে অনেকাংশে দূষণের শিকার। যার ফলে

ভৌমজলের উত্তোলন ও কৃষি, শিল্প সর্বত্র তার কাজে ব্যবহারের পরিমাণ বৃদ্ধি পেয়েছে। পৃথিবীর স্বাদু জলের বেশিরভাগ অংশই এখনও ভূ-জল। চীন, ভারত, ফ্রান্স, কানাডা ও ব্রিটেনের এক তৃতীয়াংশ এবং মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের 50 শতাংশ পানীয় জলের উৎস হল ভূ-জল অর্থাৎ বিশ্বের 150 কোটি জনসংখ্যা ভৌমজলের উপর নির্ভরশীল। এই পরিপ্রেক্ষিতে উন্নত, উন্নয়নশীল এবং অনুন্নত দেশগুলি ব্যাপকভাবে পানীয়জল সঙ্কটের সম্মুখীন। এমনকী অত্যধিক মাত্রায় ভৌমজল উত্তোলনের জন্যে পিজোমেট্রিক স্তরের পতনের ফলে পৃথিবীর বিভিন্ন শহরে ভূমি বসে যাওয়ার ঘটনা (Land subsidence) শোনা যায়। উদ্বেগের কথা এব্যাপারে পূর্ব এশিয়ার মহানগর গুলির সঙ্গে ভারতের কলকাতাসহ একাধিক বৃহৎ নগর সঙ্কটাপন্ন। যদিও কৃত্রিমভাবে ভূ-পৃষ্ঠ জলকে হাইড্রোজিওলজিস্টরা ভূ-গর্ভস্থ জলবাহী শিলাস্তরের মধ্যে প্রবেশ করানোর চেষ্টা করেছেন, কিন্তু আবদ্ধ Aquifer -এর মধ্যে Artificial Recharge এখনও সম্ভব হয়নি।

জনসংখ্যা ক্রমান্বয়ে দ্রুতহারে বৃদ্ধি পাওয়ায় নগরায়নের মাত্রাও দ্রুতহারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। পৃথিবীজুড়ে Built up Area -র বৃদ্ধির জন্য প্রাকৃতিক জলের অনুপ্রবেশের মাত্রা ধীরে ধীরে কমে যাচ্ছে। ফলে সারা পৃথিবী জুড়ে ভৌম জলের পরিমাণ দ্রুতহারে হ্রাস পাচ্ছে। পূর্ব ও পশ্চিম আফ্রিকায় দুর্ভিক্ষের কারণ হল বিভিন্ন অঞ্চলে যে হারে জনসংখ্যা বৃদ্ধি পাচ্ছে সে হারে খাদ্যশস্য উৎপাদন করা যাচ্ছে না জলের অভাবে। চীনের ভূ-পৃষ্ঠস্থ জলের পরিমাণ কম থাকায় ভৌম জলের উত্তোলনের পরিমাণ অত্যধিক, যার ফলে 1949 সালে বিপ্লবের পর কৃষি উৎপাদন বাড়াতে যেসব জায়গায় কৃষিবিপ্লব করা হয়েছিল তার বহু এলাকা আজ ভূমিক্ষয় ও মরুকরণে আক্রান্ত। ভারতে প্রায় 17 কোটি মানুষ বিশুদ্ধ পানীয় জল হতে বঞ্চিত। 70 ভাগের মত মানুষ শৌচাগার ব্যবহারের সুযোগ পায় না। 3120 টি শহরের মধ্যে প্রায় 217 টি শহরে ময়লা জল পরিশোধনের ব্যবস্থা রয়েছে। ভারতবর্ষে জলসম্পদের বন্টন সুষম নয়। রাজস্থানে ভারতবর্ষে মোট জনসংখ্যার প্রায় 8 ভাগ বসবাস করে সেখানে জলসম্পদের পরিমাণ মাত্র 1 ভাগ। ভারতবর্ষে মোট জনসংখ্যার প্রায় 10 শতাংশ বাস করে বিহারে, জলসম্পদের পরিমাণ 5 ভাগ। রাজস্থান, গুজরাট, মধ্যপ্রদেশ, কর্ণাটকের বিস্তীর্ণ অংশ খরাপ্রবণ হওয়ায় জলের সঙ্কট চোখে পড়ার মত। বর্তমানে দিল্লী, চেন্নাই, কলকাতা, মুম্বাই বড় বড় নগরগুলিতে পানীয় জলের সঙ্কট ব্যাপক আকার নিয়েছে। রাষ্ট্রসঙ্ঘের সমীক্ষা অনুযায়ী 180 টি দেশের মধ্যে মাথাপিছু জলব্যবহারে ভারতের অবস্থান 133 তম, এবং যে 122 টি দেশের জলের গুণমান পরীক্ষা করা হয় তাতে ভারতের অবস্থান 120 তম। জলসঙ্কটের কেন্দ্র করে আন্তর্জাতিক এবং জাতীয় স্তরে প্রচুর সম্মেলন হয়েছে। 1977 সালে মার্বেল প্লাটা, 1992 সালে ডাবলিন ও রিও বসুন্ধরা সম্মেলন, 2000 সালে মিলেনিয়াম ডেভেলপমেন্ট গোল, 2002 সালে জোহানেসবার্গে বসুন্ধরা সম্মেলন, 2003 সালে কিয়োটোতে তৃতীয় আন্তর্জাতিক সম্মেলন মূলত জল ও পরিবেশ তার ভূমিকা নিয়ে অনুষ্ঠিত হয়েছিল। এই সমস্ত সম্মেলন হতে পাওয়া তথ্যের উপর ভিত্তি করে বিশ্বব্যাপী জলসঙ্কট সমস্যার সমাধানের চেষ্টা চালাচ্ছে রাষ্ট্র পুঞ্জের নেতৃত্বাধীন G-77 দেশগুলি, যারা উন্নয়নের দ্রুত মাত্রায় প্রবল সঙ্কটের সম্মুখীন। জোহানেসবার্গে বসুন্ধরা সম্মেলন ও মিলেনিয়াম ডেভেলপমেন্ট গোল-এ সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়েছে—বর্তমানে যতসংখ্যক মানুষ বিশুদ্ধ পানীয় জল ও স্বাস্থ্য সম্মত শৌচাগার হতে বঞ্চিত তার অর্ধেককে 2005 সালের মধ্যে বিশুদ্ধ পানীয় জল ও স্বাস্থ্য সম্মত শৌচাগারের ব্যবস্থা করতে হবে যার আনুমানিক খরচের পরিমাণ হতে পারে 75 বিলিয়ন আমেরিকান ডলার।

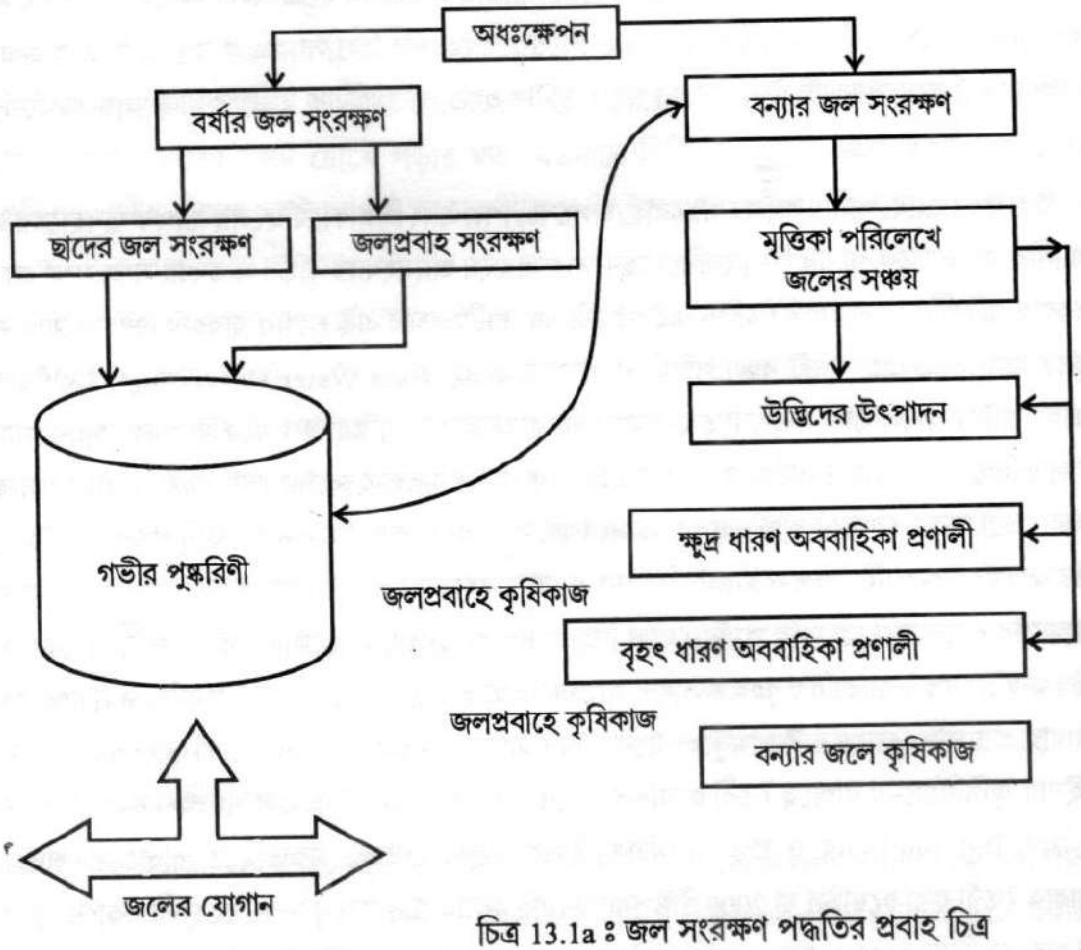
বিংশ শতাব্দীর 90 -এর দশকে বিশ্বব্যাপী অর্থনৈতিক উদারীকরণ (Economic Globalization) শুরুর সঙ্গে সঙ্গে বিশ্বব্যাঙ্ক ও IMF মূলত উন্নয়নশীল দেশগুলিকে নির্দেশ দেয় (Structural Adjustment) করার।

সাদা চোখের অর্থ রাজকোষ ঘাটতি মেটাতে অর্থের সংস্থান ও সরকারী-বেসরকারী উদ্যোগের দায়িত্ব আলাদা করে নেওয়া হলেও ব্যাঙ্ক, বিমাসহ জল ও মাটির মতো বহু জাতীয় সম্পদকে বাণিজ্যের জন্য বেসরকারী উদ্যোগের হাতে তুলে দিতে বলা হয়। তার ফলাফল হল আজ জল একটি অর্থনৈতিক পণ্যে রূপান্তরিত হয়েছে। পৃথিবীর অন্যান্য দেশের সঙ্গে সঙ্গে ভারতের নদী, নালা, খালবিলকেও বেসরকারী সংস্থার হাতে ছেড়ে দেওয়ার কাজ হচ্ছে। পেপসি, কোকাকোলা সংস্থাগুলি প্রচুর পরিমাণে ভৌমজল উত্তোলন করে দ্রুত গতিতে জলসম্পদের সঙ্কটের সমস্যাকে উত্তরোত্তর বাড়িয়ে তুলছে। শুধু ভারত নয় লাতিন আমেরিকার দেশগুলিতে জল বেসরকারীকরণের ফলে কয়েক বছরের মধ্যে পাণীয় জলের দাম তিনগুণ হয়ে যায়। বলিভিয়াসহ একাধিক আফ্রিকার দেশে জলের জন্য দাঙ্গা এমনকি গৃহযুদ্ধ ও শুরু হয়। এ-কারণে World Bank -এর সহ সভাপতি বলেছিলেন—গত শতাব্দী ছিল তেলের জন্য যুদ্ধ, এই শতাব্দী হবে জলের জন্য যুদ্ধ। ভারতে ও আজ নদীনালা, খালবিলের বেসরকারীকরণ করা হচ্ছে। ছত্রিশগড়ের শিওনাদ নদীর 23.6 কিমি. অংশ রেডিয়াশ ওয়াটার লিমিটেড নামক একটি বেসরকারী কোম্পানির কাছে 22 বছর লিজ দিয়েছিল। ফলে পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের মানুষ চাষ, স্নান, শৌচাগারের জল, পানীয় জল হতে বঞ্চিত হয়। এমনকি ছত্রিশগড়ের রাজ্য সরকার প্রচন্ড বিক্ষোভের মধ্যে পড়ে এবং সরকার এই লিজ তুলে নেয়। তামিলনাড়ুতে ভবানী নদীকে ঐ রাজ্যের সরকার কোকাকোলা কোম্পানীর কাছে বিক্রি করে দিয়েছে। ভারতে দিল্লী, কর্ণাটক, গুজরাট, তামিলনাড়ু, মধ্যপ্রদেশ, উত্তরপ্রদেশ, বিহার ইত্যাদি রাজ্যের জল পরিশোধন করার দায়িত্ব বেসরকারী কর্পোরেশনের হাতে তুলে দেওয়া হয়েছে। ফরাসী সুয়েজ, ভিভেনদি, মার্কিন বেকটেল, ব্রিটিশ টেমস্ ওয়াটার এবং আংলিয়ান ওয়াটার সার্ভিসের মতো বেসরকারী বহুজাতিক কোম্পানি ভারতে ঐ জল ব্যবসায় এসেছে। জলের সঙ্কট যত তীব্রতর হচ্ছে জল বেসরকারীকরণের মাত্রা ততই বৃদ্ধি পাচ্ছে। গরীব, মধ্যবিত্ত এবং উচ্চ বিত্তের কাছে জল ছিল সামাজিক বস্তু এবং তার জন্মগত অধিকার। বর্তমানে সরকারী উদাসীনতার ফলে স্থানীয় হতে আন্তর্জাতিক বাজারে জল আজ অর্থনৈতিক পণ্যে রূপান্তরিত হয়েছে।

জল দূষণ রোধ, পানীয় জলের সরবরাহ, জলসেচ, শিল্প এবং শিল্প কার্যে জলের ব্যাপক ব্যবহারের জন্য বিজ্ঞানীরা আজ নতুন পথের দিশা দেখিয়েছেন, যার মাধ্যমে জনসংখ্যার বৃদ্ধির দ্রুততার সঙ্গে সঙ্গে জলের সরবরাহ গতিশীল রাখা সম্ভব। যদিও এই পদ্ধতি বহু প্রাচীন তবে এই শব্দের ব্যবহার এবং প্রয়োগ প্রায় নতুন। আজ সর্বত্র এই শব্দটি বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হচ্ছে, **'Rain Water Harvesting'** বা বৃষ্টির জল সংগ্রহ। প্রাচীন কালে গ্রীক সভ্যতাতে ভৌমজলের ব্যবহার এবং বৃষ্টির জল ধরে সংরক্ষণ করার পদ্ধতি প্রচলিত ছিল। রোমানরাও পানীয় জল এবং প্রাত্যহিক কাজে ব্যবহৃত জলের জন্য শহর ও গ্রাম্য এলাকায় নকশা তৈরী করত যেখানে স্থায়ীভাবে জল সংরক্ষণ করা যায়। কার্থেজিয়ান ও ফিনিশিওরা বাড়ির ছাদে বৃষ্টির জল ধরে তা পানীয় জল ও নিত্যনৈমিত্যিক কাজে ব্যবহার করত। ভারতীয়রাও নগর সভ্যতায় যে জল সংরক্ষণের কাজে অভ্যস্ত তার প্রমান মেলে সিন্ধু সভ্যতায় হরপ্পা, মহেঞ্জোদাড়ো ও কালিবঙ্গানের নগর পরিকল্পনায়, যেখানে একাধিক বৃহৎ জলাধার পাওয়া গিয়েছে। বিশ্বের সর্ববৃহৎ প্রাচীন বৃষ্টির জল ধরে রাখার জলাধার এর নাম **তুরস্কের ইস্তামবুলে ইরেবাতান সারাই**। সম্ভবত ঐ জলাধারটি 527-565 খ্রিস্টাব্দে কেইসার জুষ্টিনিয়ানের রাজত্বে তৈরী হয়েছিল। যাতে 80 হাজার ঘনমিটার জল সংরক্ষণ করা যেত এবং এর দৈর্ঘ্য ছিল 140 মিটার ও প্রস্থ 70 মিটার। ইজরায়েলের গেজেড মরুভূমিতে পাহাড়ের পাদদেশে জলাধার তৈরী করা হয়েছিল যা 2000 খ্রীষ্টপূর্বাব্দে। এই জলাধারের জল কৃষি ও গৃহস্থালীর কাজে ব্যবহার করা হত। ভেনিসে 1300 বছরেরও প্রাচীন বৃষ্টির জল সংরক্ষণের এবং তা নিত্যনৈমিত্যিক কাজের ব্যবহারের

নিদর্শন বিভিন্ন পুঁথি হতে পাওয়া যায়। বারমুডা দ্বীপে 1600 খ্রিষ্টাব্দে বাড়ির ছাদে বর্ষার জল সংরক্ষণের তথ্য পাওয়া গেছে। বর্তমানে বৃষ্টির জল সংরক্ষণ ঐ দেশের প্রশাসনিক নিয়মের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত। দক্ষিণ আমেরিকার বিভিন্ন প্রত্যন্ত অঞ্চলে বৃষ্টির জলের সংরক্ষণ ব্যবহারের গুরুত্বপূর্ণ তথ্য বিভিন্ন পুস্তকে লিপিবদ্ধ হয়েছে। মেক্সিকোতে 300 খ্রীষ্টপূর্বাব্দে বৃষ্টির জল ধরার ও ব্যবহারের নিদর্শন পাওয়া গেছে। ভারতে বিভিন্ন পুঁথি হতে জানা যায় যে রামায়ণ, মহাভারত, বেদ বা বিভিন্ন বৌদ্ধ ও জৈন ধর্মগ্রন্থগুলিতে প্রাচীন প্রত্নতাত্ত্বিক নিদর্শন ও বৃষ্টির জল ধরে রাখার বিভিন্ন উপায়ের বর্ণনা রয়েছে। মুঘল রাজাদের আমলে বৃষ্টির জল সংরক্ষণের জন্য বড় বড় কুয়ো, ট্যাঙ্ক ব্যবহার করা হত। তবে ভারতবর্ষে বৃষ্টির জল সংরক্ষণের মাধ্যম হিসাবে খাল, বিল, কুয়ো, পুকুর, নালা ব্যবহার করা হতো। **মহারাষ্ট্রে বান্ধারা এবং তাল, মধ্যপ্রদেশ এবং উত্তর প্রদেশে বুন্দি, বিহারে আহার এবং পাইন। হিমাচল প্রদেশে কুল, জম্মুর কান্দি অঞ্চলে পুকুর, রাজস্থানে খাদিন, দিঘি ও নদী, তামিলনাড়ুতে এরিস, কর্ণাটকে কাট্টা, কেরালার সুরঙ্গম প্রভৃতি পদ্ধতি** এখনও জল সংরক্ষণে ব্যবহার করা হয়।

Indian Meteorological Department হতে প্রাপ্ত তথ্য হতে বলা যায় পশ্চিমবঙ্গে বার্ষিক গড় বৃষ্টিপাতের পরিমাণ ভারতের অন্যান্য রাজ্যের থেকে অনেক বেশী। পশ্চিমবঙ্গে জুন-জুলাই-আগস্ট-সেপ্টেম্বর এই চারমাসে যে পরিমাণ বৃষ্টিপাত হয় তার বেশীর ভাগ অংশ নদী নালার মাধ্যমে সাগরে পতিত হয়। যদি সমগ্র বৃষ্টিপাতের 1/3 অংশ বিভিন্ন উপায়ে সংরক্ষণ করা যায় তাহলে পশ্চিমবঙ্গে জনবিস্ফোরণের সঙ্গে সঙ্গে জলের চাহিদা এবং যোগান ভারসাম্য অবস্থায় থাকবে। তার জন্য পশ্চিমবঙ্গ সরকার Surface Rainwater Harvesting এর সঙ্গে সঙ্গে Rooftop Harvesting পরীক্ষামূলক ভাবে কলকাতা শহরের



চিত্র 13.1a ঃ জল সংরক্ষণ পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র

উপকণ্ঠে পাটুলিতে গঠন করেছেন। কেন্দ্রীয় সরকার ও রাজ্য সরকারের সহযোগিতায় পশ্চিমবাংলার খরা প্রবণ অঞ্চল যেমন পুরুলিয়া, বাঁকুড়া, পশ্চিম মেদিনীপুর প্রভৃতি অঞ্চলে বড় বড় খাল খনন করা হয়েছে। সুন্দরবন অঞ্চলে প্রচুর জলাভূমি থাকা সত্ত্বেও পরিকল্পনার অভাবে জলের সংরক্ষণ ও ব্যবহার করা হয় না। তবে বর্তমানে বিভিন্ন গ্রামীন উন্নয়ন প্রকল্প জনগণের মধ্যে উৎসাহ যুগিয়েছে। প্রকৃত পক্ষে **Rain Water Harvesting** হল এমন একটি পদ্ধতি যেখানে বৃষ্টির জল সরাসরি বাড়ির ছাদে অথবা ভূ-পৃষ্ঠস্থ জলাভূমিতে সংগ্রহ করে সঞ্চয় ও সংরক্ষণ এবং বিভিন্ন গৃহস্থালী, কৃষি, শিল্প কাজে ব্যবহার করা হয়। প্রত্যক্ষ বৃষ্টির জলের সংগ্রহ পরবর্তী পর্যায়ে অত্যাধুনিক বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে পরিশ্রুত করে পানীয় গৃহস্থলী ও শিল্প কার্যে এমনকী কৃত্রিম প্রক্রিয়ায় উন্মুক্ত Aquifer -এ স্থানান্তরিত করে ভূ-পৃষ্ঠে জলের ভারসাম্য বজায় রাখা যায়। কলকাতা শহরের প্রশাসনিক এলাকা ক্রমান্বয়ে বেড়ে চলেছে। সেই তালে পা রেখে বহুতল অট্টালিকা নির্মাণ, অসাধু উপায়ে জলাভূমি বুজিয়ে করে Promoting ব্যবসায় রমরমার ফলে, বহুতল বাড়িগুলিতে Pump চালিয়ে ভূ-গর্ভ হতে অবৈধ জল উত্তোলনের ফলে কলকাতা শহরের ভৌম জলস্তর এবং পিজোমেট্রিক স্তর ধীরে ধীরে নিম্নমুখী। CGWB -এর মতে এই হারে জল উত্তোলনের ফলে মহানগরে যে কোন সময়ে ভূমি অবনমনের (Land Subsidence) মত ঘটনা ঘটতে পারে এবং বহুতল বাড়িগুলি একদিকে হেলে যেতে পারে। কলকাতা শহরের হাইড্রোজিওলোজিক গঠন এমনই যে কৃত্রিম সংযোজন সম্ভব নয়। তবে কসবা, বিধাননগর, দমদম এই তিনটি অঞ্চলে ক্লে-লেয়ারের অবস্থান পাতলা হওয়ার ফলে Artificial Recharge of Water হয়ত সম্ভব। কিন্তু অন্যান্য অংশে বিশেষ করে গার্ডেনরিচ, ফোর্ট উইলিয়াম, বালিগঞ্জ, বেলেঘাটা, যাদবপুর, বড়িশা, কালিঘাট, অঞ্চলে 30-40 মিটার পর্যন্ত কাদাস্তরের অবস্থানের ফলে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা সম্ভব নয়। উদ্বেগের কথা এই 1997 সালের পর থেকে কলকাতা মহানগরের উত্তরে কাশীপুর ও দক্ষিণে যাদবপুর কসবা অঞ্চল এই সঙ্কটের ফলে অবনমনের লক্ষণে আক্রান্ত।

বৃষ্টির জল ধরে রাখার বিভিন্ন পদ্ধতি (Types of Rain water Harvesting) ঃ

১. **বাড়ির ছাদে জল ধরে সংরক্ষণ (Rooftop Harvesting)**

২. **ভূ-পৃষ্ঠে বিভিন্ন আধারে জলের সংরক্ষণ (Surface Harvesting)**

১. বাড়ির ছাদে জল ধরে সংরক্ষণ (Rooftop Harvesting)ঃ

বর্ষার সময়ে প্রত্যক্ষভাবে পতিত বৃষ্টির জল বাড়ির ছাদ হতে পাইপের মাধ্যমে জলাধারে সংরক্ষণ এবং বিভিন্ন পদ্ধতির মাধ্যমে পরিশ্রুত করে জলের ব্যবহার করা হয় (চিত্র 13.1c)। অতিরিক্ত জল Recharge Pit, Recharge Shaft, Hand Pump, Dug Well, Recharge Well, Trench, Lateral Shaft With Borewell এবং Spreading Technique মাধ্যমে ভৌম জলের ভারসাম্য, মৃত্তিকার স্থিতিশীলতা, Waterlogging সমস্যার সমাধান এবং গরমের সময়ে অগভীর নলকূপের মাধ্যমে জল ব্যবহার করা যায়। এতে পরিবেশের এবং বাস্তুতান্ত্রিক ভারসাম্য রক্ষিত হয়। জল সংরক্ষণের কিছু আধুনিক ব্যবস্থা ইতিমধ্যে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে ব্যবহার করা হচ্ছে তার কিছু প্রবাহ দেওয়া হল (চিত্র 13.1a, 13.1d ও 13.1f)।

ছাদে বৃষ্টির জল ধরে কীভাবে ভূ-গর্ভে নানা পদ্ধতির সাহায্যে সংযোজন করা যায় সে সম্পর্কে বিস্তারিত ভাবে আলোচনা করা হল—

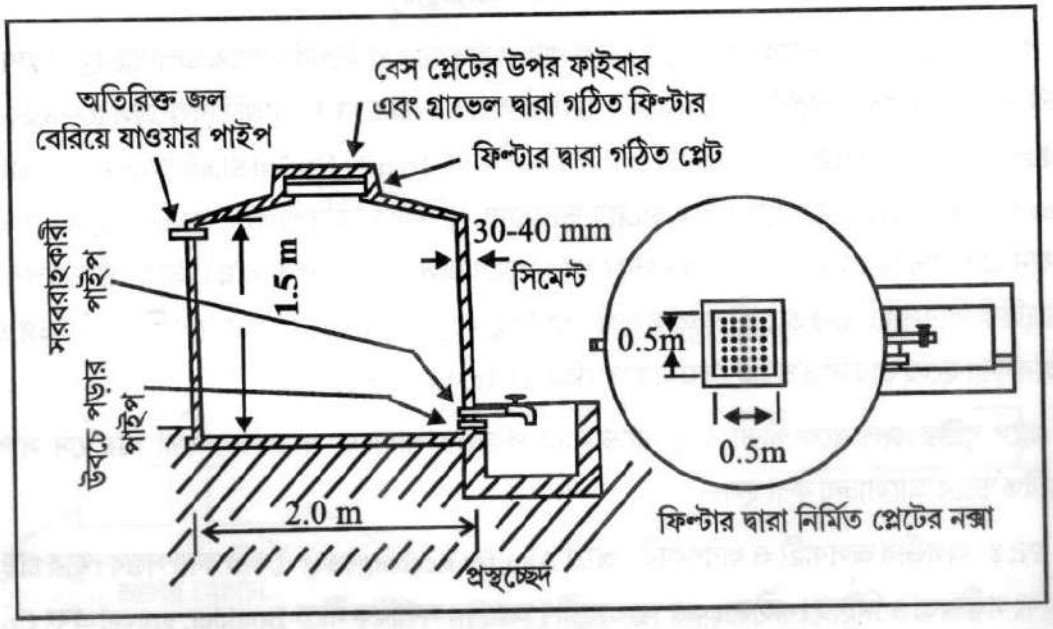
Pit ঃ অগভীর জলবাহী ও ধারণকারী স্তরে Aquifer Recharge Pit তৈরি করা সম্ভব। যার প্রস্থ 1-2 মি. এবং গভীরতা 3 মিটার। এই Pit এর আভ্যন্তরীণ অংশের সর্বাধিক নীচে Boulder, gravel এবং Coarse Sand দেওয়া হয়।

Trench ঃ সাধারণভাবে অগভীর Aquifer স্তরে তৈরি করা হয়। তবে এই প্রবেশ্য শিলাস্তরের গভীরতা যেখানে আপেক্ষিকভাবে বেশী। এটি প্রস্থে 0.5-1 মিটার,গভীরতা 1-1.5 মি. 10-20 মি. দীর্ঘ তবে জলের প্রাপ্যতার উপর গভীরতা পরিবর্তিত হয়। আভ্যন্তরীণ অংশে Filter এবং Aquifer পদার্থ ব্যবহার করা হয়।

Dug well ঃ পরীক্ষিত ও ব্যবহৃত পাতকুয়োকে Recharge Structure হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে। এক্ষেত্রে Dugwell -এর ব্যাস, গভীরতা, প্রস্থ বিভিন্ন অঞ্চলে এবং দেশে নানারকম হয়ে থাকে।

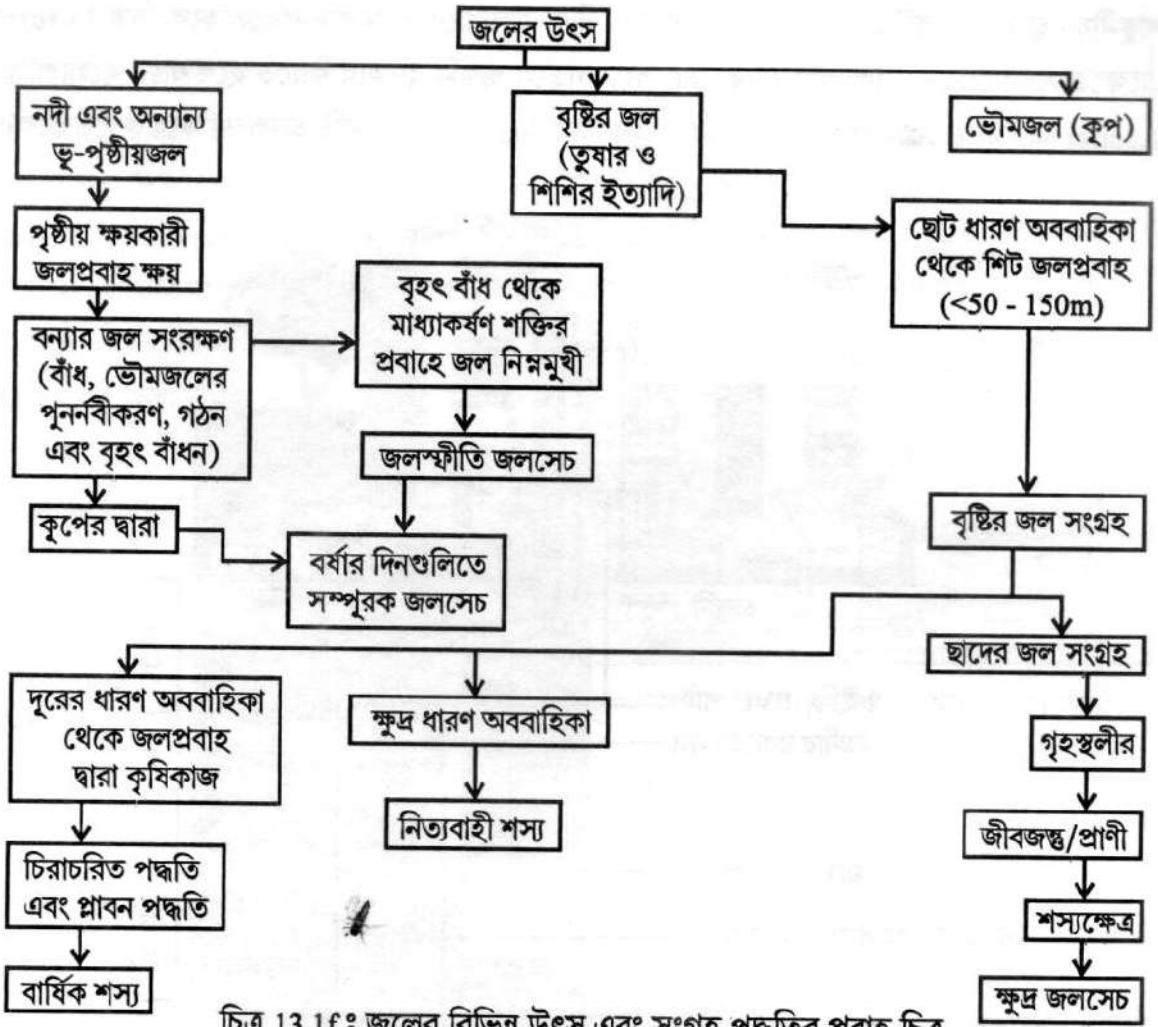
চিত্র 13.1c ঃ ইট নির্মিত জলাধারের জল সংগ্রহ ও সংরক্ষণ পদ্ধতি

Hand Pump ঃ যদি জলের যোগান সীমাবদ্ধ হয় তবে ব্যবহৃত Hand Pump অগভীর Aquifer এ Recharge এর কাজে ব্যবহার করা যায়। এই পদ্ধতিতে জল Filter Media এর মধ্য দিয়ে ভূ-পৃষ্ঠস্থ জল অগভীর Aquifer এর মধ্যে স্থানান্তরিত করা যায় তবে বৈজ্ঞানিক ভাবে গভীর Aquifer -এর মধ্যে বা আবদ্ধ



চিত্র 13.1d ঃ জলাধার এবং জল ব্যবহারের আয়োজন পদ্ধতি

Aquifer -এর মধ্যে জল স্থানান্তরিত করা এখনোও সম্ভবপর হয়ে ওঠেনি। মূল কারণ Hydraulic Pressure অধিক থাকায় কৃত্রিমভাবে এসবক্ষেত্রে জল পাঠানো সম্ভব নয়।



চিত্র 13.1f ঃ জলের বিভিন্ন উৎস এবং সংগ্রহ পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র

Recharge Well ঃ Recharge Well 100-300 মিমি ব্যাস যুক্ত গভীর Aquifer -এর মধ্যে সাধারণভাবে নির্মাণ করা হয়। এর গঠন বাস্তুকারিক (Engineering) নিয়ম মেনে করা হয়।

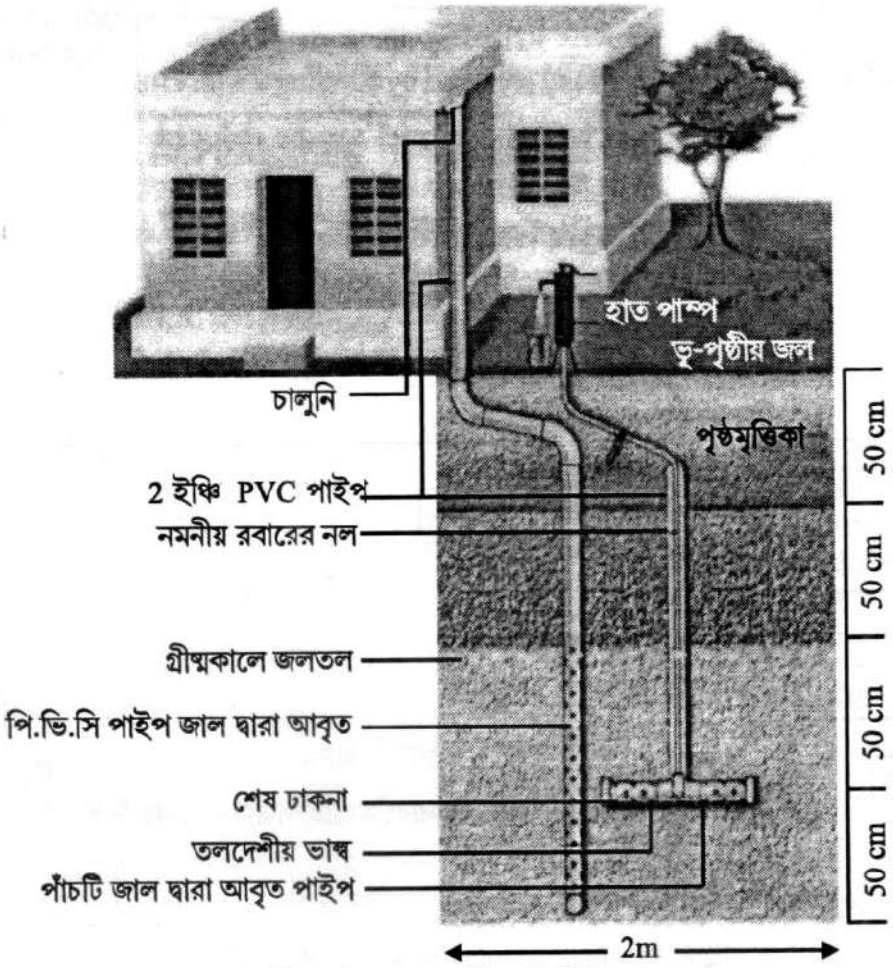
Recharge Shaft ঃ এটি প্রধানত অগভীর Aquifer এর মধ্যে নির্মাণ করা হয়। এই অগভীর জলবাহী স্তর সাধারণভাবে ভূ-পৃষ্ঠীয় কাদাস্তরে খুবই নীচে অবস্থান করে যার ব্যাস 0.5-3 মি., 10-15 মি. গভীর এবং অভ্যন্তরীণ অংশে বোল্ডার, গ্রাভেল ও স্থূল বালি দানা ব্যবহার করা হয়।

Lateral Shaft With Bore Well ঃ এক্ষেত্রে অগভীর এবং গভীর Aquifer -এর মধ্যে জলের প্রাপ্যতার উপর নির্ভর করে এর বাস্তুকারিক গঠন তৈরী করা হয়। এক বা দুটি Bore Well পাশাপাশি গঠন করে কৃত্রিমভাবে জলের সংযোজন, অগভীর এবং গভীর জলধারনকারী এবং বহনকারী শিলাস্তরে পাঠানো সম্ভব। এর প্রস্থ 1-1.5 মি., 10-30 মি. গভীর এবং অভ্যন্তরে গ্রাভেল, পেবেল এবং স্থূল বালি দিয়ে ভর্তি করা হয়।

Spreading Techuique ঃ যখন প্রবেশ্য জলবাহী শিলাস্তর ভূ-পৃষ্ঠের উপরেই অবস্থান করে সেক্ষেত্রে Check Dams, Nala Bunds, Cement Plugs, Gabion Structure এবং Percolation Pond তৈরী করে নদী বা নালার মাধ্যমে জল ভূ-অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো যায়।

Rooftop Harvesting -এর জল সরাসরি কীভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে তা আলোচনা করা হল —

বাড়ির ছাদকে Catchment হিসাবে ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে বাড়ির ছাদকে পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখা বাঞ্ছনীয়। ছাদে জমা বৃষ্টির জল Pipe -এর মাধ্যমে নীচে জলাধারে সংযোজন করতে হবে (চিত্র 13.1e)। এক্ষেত্রে Artificial aquifer এবং Pipe -এর সংযোগস্থলে ছাকনি ব্যবহার করতে হবে যাতে ধুলোবালি Aquifer -এর মধ্যে যেতে না পারে। Aquifer -এর গঠন Engineering পদ্ধতি অবলম্বন করে করতে হবে।

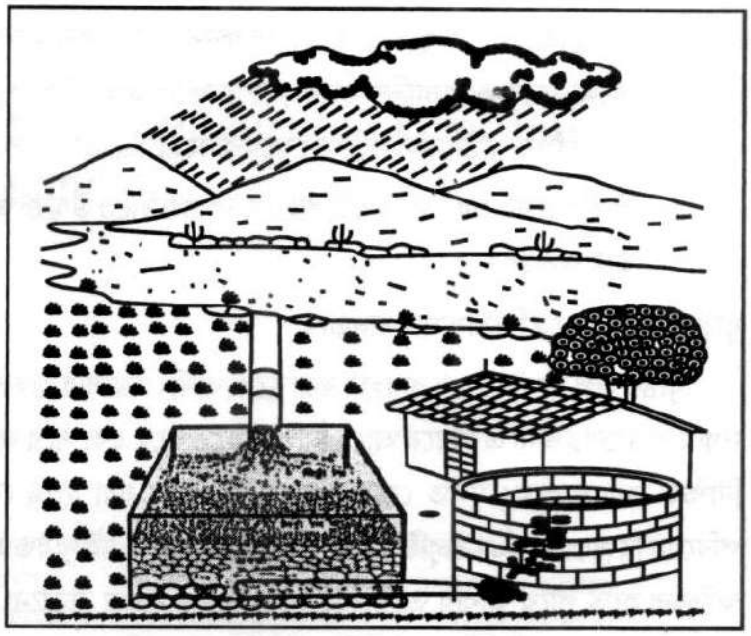


চিত্র 13.1e ঃ নগর বসতি অঞ্চলে ছাদের উপর বৃষ্টির জলসংরক্ষণ ও পুনরায় ভূ-পৃষ্ঠে এবং উপপৃষ্ঠে জলের সংযোজন পদ্ধতি

Aquifer -এর গভীরতা, ব্যাস, উন্মুক্ত জমির আয়তনের উপর নির্ভরশীল তবে Aquifer -এর গভীরতা এবং ব্যাস বেশী প্রয়োজন নয়। Aquifer -এর নিম্ন অংশে বোল্ডার, তার উপরে Gravel এবং Sand দিয়ে তৈরী করা হয়। এক্ষেত্রে Pipe এর জল Aquifer -এর ভেতর দিয়ে প্রাথমিক ভাবে পরিশ্রুত হয়ে দ্বিতীয় Aquifer -এ Pipe-এর মাধ্যমে প্রবেশ করানো হয়। দ্বিতীয় Aquifer -এ পরিশ্রুত জল Tank -এর মধ্যে এসে জমা হয়। সেই Tank -এর সঙ্গে Hand pump অথবা Pump বসিয়ে বাড়ির পানীয় ও গৃহস্থলীর কাজে ব্যবহার করা যায়। এমনকী সেই জল বিভিন্ন কোম্পানীর Water Purification Technique যেমন— Aquaguard, Kent ও Usha-Beta ইত্যাদির মাধ্যমে পরিশ্রুত করে পানীয় হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে। আর Reservour /Tank -এ জলের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে Tank হতে Pipe সংযোগ করে Recharge Shaft বা Recharge Pit দিয়ে অতিরিক্ত জল ভূ-অভ্যন্তরে পাঠানো যেতে পারে।

২. Surface Harvesting ঃ

প্রাচীন কাল হতে Surface Harvesting আজও চালু হয়ে আসছে (চিত্র 13.1b)। বিভিন্ন খাল, বিল, হ্রদ, জলাশয়, পুকুর প্রভৃতিতে সরাসরি বৃষ্টির জল সঞ্চয় করে বিভিন্ন উদ্দেশ্যে (গৃহস্থালী, কৃষি, শিল্প) ব্যবহার করাকে Surface Rainwater Harvesting বলে। এর মাধ্যমে প্রাকৃতিকভাবে অগভীর Aquifer এ জলের সংযোজন সম্ভব হয়। তবে জলাভূমির নিম্নের ভূ-তাত্ত্বিক গঠন জলের উর্দ্ধগমন ও নিম্নে অধোগমনকে নিয়ন্ত্রিত করে। ভারতের মতো কৃষি অর্থনীতি নির্ভর দেশে গ্রাম বাংলায় Surface Harvesting পদ্ধতি বহু প্রাচীনকাল থেকে আজও সমানভাবে আধুনিক ছন্দে এগিয়ে চলেছে। Surface Harvesting এর গুরুত্ব ভারতীয় কৃষি ও ব্যবহারিক জীবনে অপরিসীম।



চিত্র 13.1b ঃ ভূ-পৃষ্ঠ প্রবাহ জল সংরক্ষণ ও আবদ্ধকরণ পদ্ধতি

বৃষ্টির জল সংরক্ষণের সুবিধা (Benefits of Rainwater Harvesting) ঃ

1. বৃষ্টির জল ধরে রাখার যে পদ্ধতি তা সহজ, সরল এবং খরচ বহুলাংশে কম।
2. জনবিস্ফোরণের ফলে অতিরিক্ত জলের চাহিদা Rainwater Harvesting -এর মাধ্যমে মেটানো সম্ভব।
3. বর্ষাকালে কিছু কিছু শহরে Waterlogging হয়ে থাকে। Recharge Pit, Bore Well, Recharge Shaft, Percolation Pit, Dug Well, -এর মাধ্যমে ভূ-গর্ভে জল পাঠিয়ে এই সমস্যার সমাধান কিছুটা সম্ভব।
4. কৃত্রিম উপায়ে ভূ-অভ্যন্তরে জল সংযোজনের মাধ্যমে Aquifer -র Stability অনেকাংশে বৃদ্ধি করা যায়।
5. Land Subsidence বা ভূমি অবনমনের মত মারাত্মক হাইড্রোলজিক Hazard বা Disaster কে Artificial Recharge -এর মাধ্যমে প্রতিরোধ করা সম্ভব। যার ফলে Ground Water Table অথবা Piezometric Level অনেকাংশে বৃদ্ধি করা সম্ভব।
6. Rooftop Harvesting -এর মাধ্যমে পানীয় জল, গৃহস্থালীর কাজে ব্যবহৃত জল, বাগান, গাড়ী ধোয়ার প্রভৃতি কাজে আধুনিক ভাবে গড়ে ওঠা শহরগুলিতে ব্যবহার করা যেতে পারে।
7. উপকূলীয় অঞ্চলে Saline Water Intrusion অনেকাংশে বন্ধ করা যায় Artificial Recharge -এর মাধ্যমে।
8. বড় বড় জলাধার নির্মাণ করে বন্যা, খরা প্রভৃতি সমস্যার চিরস্থায়ী সমাধান করা সম্ভব।

9. গ্রামাঞ্চলে Surface Rainwater Harvesting এর মাধ্যমে Arsenic ও Flouride সংযোজিত ভৌমজলের ব্যবহার কমিয়ে এই সমস্যার সমাধান করা যায়।

বৃষ্টির জল সংরক্ষণের অসুবিধা (Demerits of Rainwater Harvesting) ঃ

1. তৃতীয় বিশ্বের দেশগুলিতে দ্রুতহারে জনসংখ্যার বৃদ্ধির ফলে নগরায়নের প্রভাব ব্যাপক হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে, ফলে অবৈজ্ঞানিকভাবে দূষণের ফলে অম্লবৃষ্টির (Acid Rain) সম্ভাবনা ক্রমশ বৃদ্ধি পাচ্ছে এতে বিশুদ্ধ বৃষ্টির জল সংরক্ষণ করে ব্যবহার করা প্রায় অসম্ভব হয়ে দাঁড়িয়েছে।
2. অপরিকল্পিতভাবে গড়ে ওঠা শহর ও নগরগুলিতে উন্মুক্ত জমি না থাকায় বৃষ্টির জল সংরক্ষণ করা প্রায় অসম্ভব।

বৃষ্টির জল সংগ্রহে বিশেষ সাবধানতা ঃ

বৃষ্টির জল কি উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হচ্ছে অর্থাৎ সরাসরি ব্যবহার করার জন্যে নাকি ভূ-গর্ভস্থ জলের সঞ্চয় বাড়ানোর জন্য এ বিষয়ে আগে নিশ্চিত হতে হবে এবং পরে জলের গুণগত মান যাতে ঠিক থাকে তা নিশ্চিত করতে হবে। মূলত যে জায়গায় বৃষ্টির জল ধরা হচ্ছে (নহর) সেই জায়গা থেকে বা দূষিত পরিবেশের সংস্পর্শে এসে বৃষ্টির জল দূষিত হতে পারে। এই দূষিত জলের সরাসরি ব্যবহার স্বাস্থ্যের পক্ষে ক্ষতিকর হতে পারে আবার তা যদি ভূগর্ভস্থ জলের সঞ্চয় বাড়ানো হয় তাহলে ভূগর্ভস্থ জলে ও দূষণের সম্ভাবনা বাড়বে। বৃষ্টির জল ধরে রেখে তা দিয়ে ভূগর্ভস্থ জলের সঞ্চয় বাড়াতে গিয়ে যদি কোনো ভাবে ভূগর্ভস্থ জলে দূষণ ঘটে তাহলে কোনভাবেই ভূ-গর্ভস্থ জল পরিশ্রুত করা সম্ভব নয়। তাই এই ব্যাপারে কিছু সাবধানতা অবলম্বন করা অবশ্য প্রয়োজন।

১. যে জায়গায় বৃষ্টির জল ধরা হবে অর্থাৎ নহর

i. নহর সর্বদা পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখা প্রয়োজন।
ii. নহর থেকে জল যে নলের ভেতর দিয়ে যাবে তার মুখে ছাঁকনি ব্যবহার করে যতটা সম্ভব ধূলো, বালি বা অন্যান্য ময়লার হাত থেকে জলকে মুক্ত রাখা যায় তার ব্যবস্থা করতে হয়।
iii. নহর বা যে জায়গার জল ধরা হবে তা পাথর দিয়ে বাঁধিয়ে দিতে হবে কারণ পাথরের বেদী ক্ষয়রোধক এবং সহজে পরিস্কার রাখা যায়।

২. জল সংগ্রহকারী নল

জল সংগ্রহকারী নল সর্বদা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন রাখতে হবে। এমনকি প্রথম বৃষ্টির জল যাতে বাইরে ফেলে দেওয়া যায় তার ব্যবস্থা রাখা দরকার।

৩. সংগৃহীত জল ভূগর্ভে পাঠানোর ক্ষেত্রে

i. সংগৃহীত জলের ধূলো বালি যাতে সহজে থিতিয়ে যায় তার ব্যবস্থা করতে হবে।
ii. ভূগর্ভে জল চালিত করার ক্ষেত্রে, রিচার্জ পিট অথবা বোর ওয়েলে ছাঁকনি ব্যবহার করা দরকার। যাতে সহজেই পরিশ্রুত জল ভূগর্ভে যেতে পারে।

এছাড়াও কোন রাসায়নিক, পারমাণবিক বা জৈব কারখানার আশে পাশে বৃষ্টির জল সংরক্ষণের ক্ষেত্রে কিছু সাবধানতা গ্রহণ করতে হবে, যাতে ঐসব কারখানার বর্জ্য বা অন্য কোন রাসায়নিক থেকে কোন ভাবে নহর দূষিত না হয়। জলকে ধূলো বালি ও জৈব দূষণের হাত থেকে রক্ষা করা যায় কিন্তু জলে রাসায়নিক মিশ্রণজনিত দূষণ ঘটলে সেই জল ব্যবহারের অনুপযুক্ত হয়ে পড়ে।