Shikshan Prasarak Mandal

Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya Mangalwedha

A Field Project Report On

Manufacturing of sugar

For the fulfillment of the award of degree of Bachelor of Science in

Chemistry Submitted By

Mr. Bhosale Vaibhav Nitin

B.Sc. III (Chemistry)

Under the Guide of Prof.Ingle S.S

(M.Sc, SET)

Asst. Professor

Head of Department of Chemistry

Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya Mangalwedha

HEAD

Department of Chemistry

Guruji

Mahavidyalaya Mangalwedha.

INTRODUCTION

Cane sugar is a naturally occurring sweetening agent. It occurs in canesugar,beet,maple,sweetsorghumetc.andextractedfromit.Itschemicalformula is $C_{12}H_{22}O_{11}$ i.e. sucrose. Sugar supplies man with about 13% ofthe energy required for existence. In India, cane sugar was produced morethan 2,500 years ago. India is original chief sugar producing country in theworldandexporterofsugar.Lateron,itisspreadinJava,Cuba,Philippines,China,Africa,Egypt,Spainandthenintheworld.

Sugarcaneisthecashcropandmainsourceofsugararoundtheworld.Thesugarcane juice is used for products like white sugar, brown sugar (khansari) and jaggery (gud). The main byproducts of sugarcane industry arebagasseandmolasses.

Bagasseismainlyusedasfuelandfortheproductionofcompressedbreboard paper, plastic etc. Molasses is used in distilleries for themanufacturing of ethyl alcohol, butyl alcohol, rum etc. Cane tops andleavesaresourceofcattlefeed.

MajorSugarcaneGrowingStates.

Sugarcaneingrowninvariousstatesinsubtropicalandtropicalregionsofthecountry.MainsugarcanegrowingStatesare

Sub Tropical- Uttar Pradesh, Uttarakhand, Haryana, Punjab, Bihar withannualrainfallof180to2000mm.Theclimaterangesfromhumid,moisttodry sub-humidandsemiaridtodrysemiarid.

Tropical region- Karnataka, Tamil Nadu, Maharashtra, Andhra Pradesh,Gujarat Madhya Pradesh with an annual rainfall of 602 to 3640 mm havingmoisttodrysubhumidandsemi-aridtodrysemi-aridclimates

Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya * Mangalvedha *
Dist-Solapur
Pin 413305

Sugarmanufacturingprocess

Themanufactureofcanesugarisbasedonremovaloffibre,non-sugars,water,colouringmatterandnon-crystallisablesugars.

Stepsinvolvedinthemanufactureofsugar:

1) **Rawmaterials**

2) **ExtractionofJuice**

3) **PurificationofJuice(Clarification)**

4) **Concentration(Evaporation)**

5) **Crystallization**

6) **Centrifugation**

7) **DryingandPackage**

1. Raw material- The important raw material of the sugar industry issugarcane. It is the sugarcane from which the sugar is extracted and puresugarisproducedasanendproduct.

Thesugarcaneisathick,tall,perennialgrassthatflourishesintropicalorsubtropical regions. Sugar cane contains of 70-75% water, 10-15%crystallisable Sugar, 0.5-1.5% reducing sugar med from t (non-crystallisable),10-18%fibre,1%ash,1%organicacids,gumsand nitrogenousbodies.

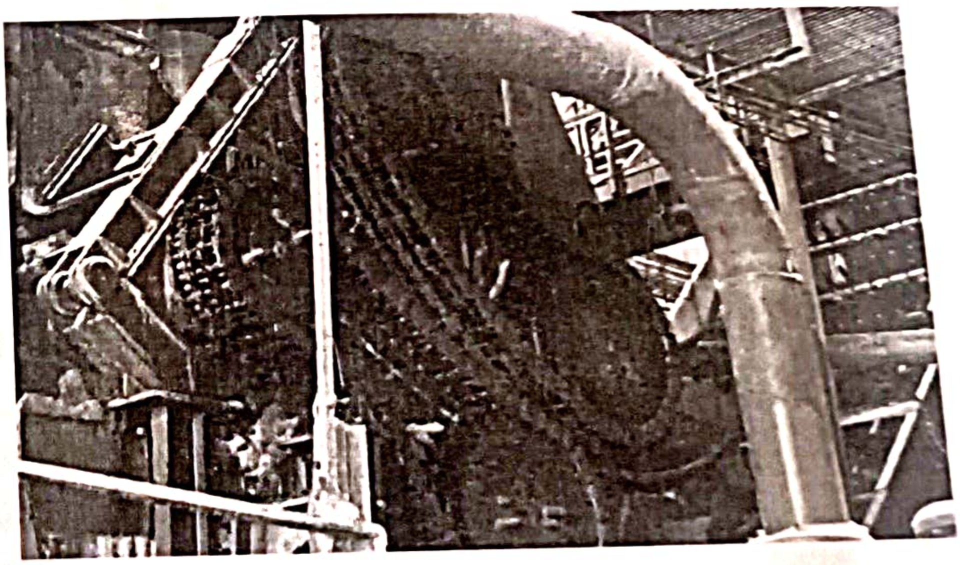
Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Pin-41
Mangalvedha

Harvesting(cutting)isdonebymanuallyorbymechanicalclutters.Thenthe canes are transported to the factory. Delayed in transportation or millingcausesinversion(hydrolysis)ofsucrosetothenoncrystallisableglucoseandfructose.Whichdecreasetheyieldofsugar.

2. Extraction of juice- After the cane arrives at the mill yard, it ismechanicallyunloaded.Thecaneiswashedtoremovedirtandmud.

Then it is cut into small pieces by means of sharp rapidly rotating knives(500-600 rpm) and then dropped over a moving belt, called cane carrier totheextractor,consistingofone,twoorthreerolledcrusherfollowedbyfourrolledmills.

Thecanechipsarecarriedfromthecrushertomillinseriesandthereareintermediate carrierwhichcarriesbagasse.



Formaximumextractionofjuice,thecanechipsaremoistenedtomakethem soft. This is done with water, the juice obtained is very dilute. Thisprocessisknownas**compoundimbibition.**

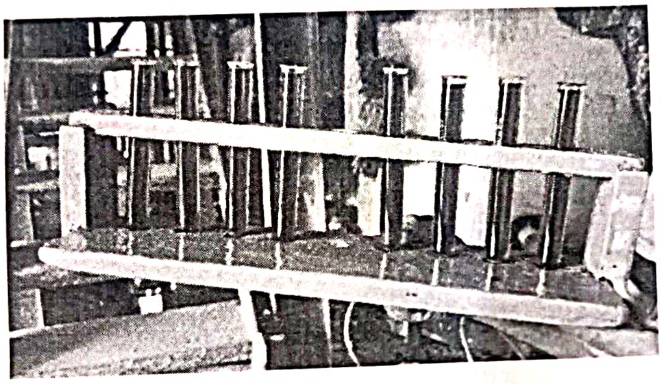
Inthisprocess,hotwaterissprayedonthecane.Thespendcanei.ethepulpexpelledfromthemillisknownas**bagasse**.Thisisabyproduct. Bagasseisusedasafuelforsteamboilers.

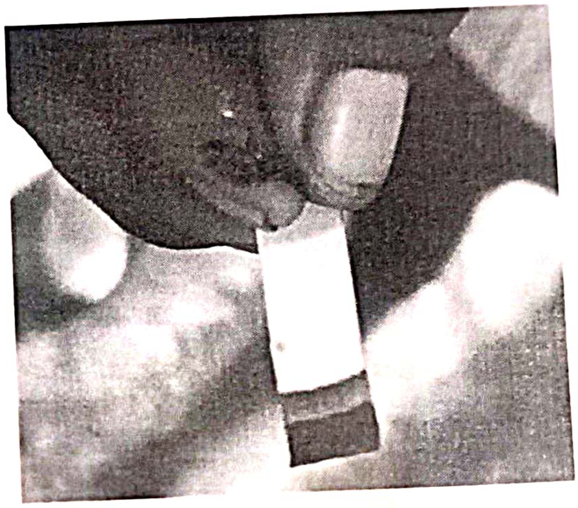
Guruji
Dist-Solapur

3. Clarification of the juice (purification)-The extracted juice containsseveralimpuritiesbothdissolvedandundissolved.Thejuiceisbrow nishgreencolouredopaqueliquid.

Itcontains10-20%sugar,pecticsubstances(colloidalcarbohydrate) organic matter, colouring matter, reducing sugar, gums, mineral salts, finefibreparticlesetc.Alltheseimpuritieshampercrystallisationofsugar,sothe ymustberemoved.

ThejuiceobtainedfrommillhouseisAcidicinnature(pH-5to5.7)





Theclarificationprocessinvolvedthefollowingprocess1.clarificationby

lime

2.sulphitation

process3.carbonation

process

Clarificationbylimedefecation

Inacidicmedium,sucrosegetsgraduallyinverted(hydrolysis)toglucoseandf ructose.Toavoidthis,lime(CaO)isaddedinsufficientamounttoraisethepHto 7.5to8.0.

Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya Mangalwedha

Atthisstage,ifjuicecontainslessthan0.03gmofP_2Osper100mlofthejuice,thenenoughphosphoricacidorsuperphosphateisaddedtobringtheamounttohigherlevel.Thishelpsclarification.Limeisaddedtokeepalkalinecondition

2. Sulphitation-

Insulphitationprocesstheconcentratedjuiceistreatedwith$SO2$.

In sulphitation, SO_2 gas is passed through juice, by adding more lime, morelime, more colloidal matter and non-sugars are precipitated along withcalciumsulphite.

Sulphurdioxidehelpstobleachthejuice.

$$Ca(OH)2+H_2SO \longrightarrow CaSO+2H_2O$$

3. Carbonationprocess-

Incarbonationprocess,limejuiceistreatedwithcarbondioxidegastoprecipitatelimeas$CaCO3$.

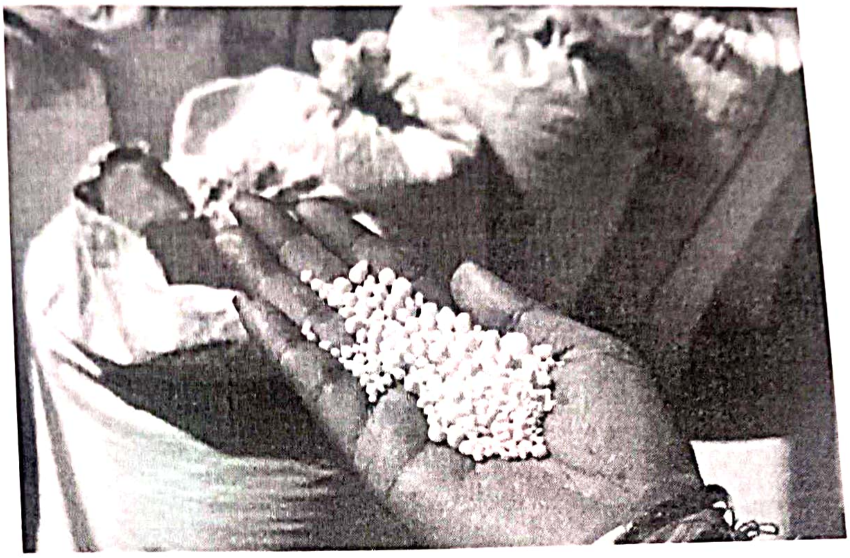
Inthisprocess,excesslimeisadded.Hence,duetolargealkalinity,theremovalofnon-sugarandcolouringmatterbecomescomplete.

Theclearjuiceobtainedagainraisedtoboilingtemperature

$$Ca(OH)+CO \longrightarrow CaCO+H_2O$$

Thefinalclearjuiceisobtainedsendtoevaporation

Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Pin -413305



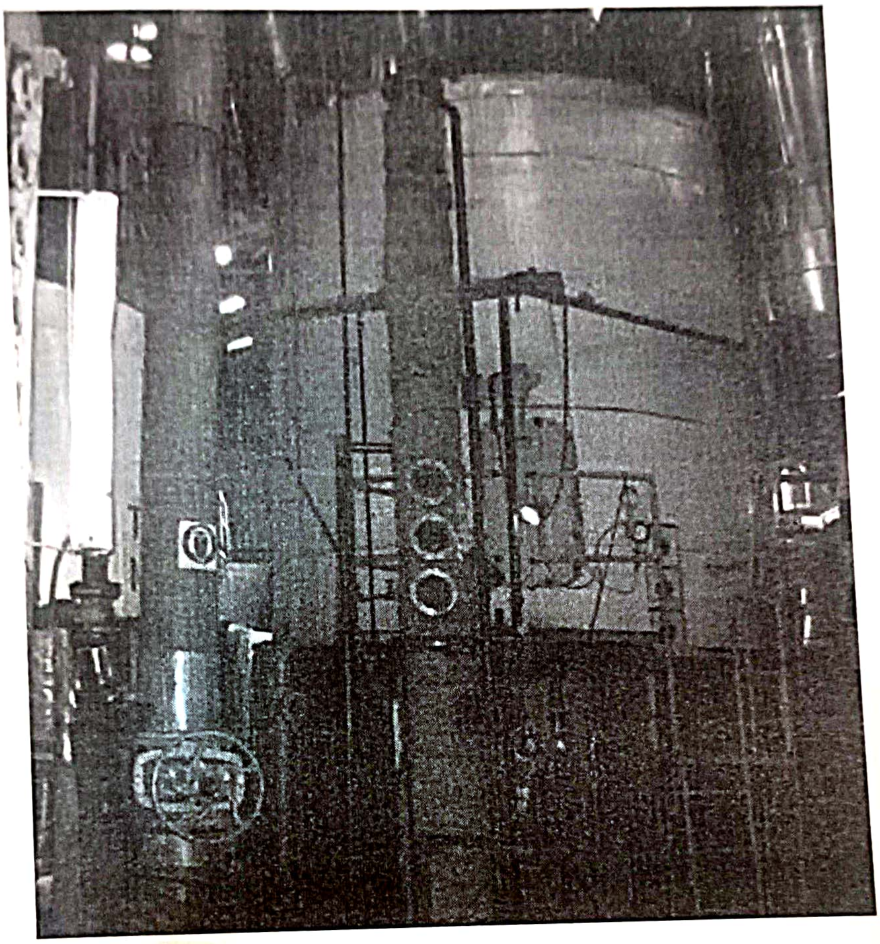
4. Concentrationofjuicetosyrup(Evaporation)-

- Theconcentrationofclarifiedcanejuiceisdoneintwosteps.(1)First, thejuiceisconcentratedtosyrupcontaining50%water.
- (2)Thesyrupisconcentratedtomassecuitecontaining9-11%water.
- Massecuiteisasemi-solidmixtureofcrystallinesugarandmolasses.
- Theclarifiedjuiceisconcentratetothicksyrupbyconcentratinginmult ipleeffectevaporates.
- Thetopandbottomchambersarejuicechambers.Whilemiddlecha mberis**steamchamber**or**calendria.**

Thevapourfromthefirstevaporatorentersintothecalendriaofsecondevaporatoran dvapoursfromsecondtotheofthirdetc.The bottomoffirstevaporatorisconnectedtothebottomofsecondevaporator.

Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Mitra
Dist-Solapur
Pin -413305
Mangalwedha

Similarly,thebottomofsecondevaporatorisconnectedtothebottomofthirdevaporatorbyconnectingpipes.Thevacuumpumpandcondenserisattachedtothe vapouroutletpipeoflastevaporation.Thispumpgraduallyreducesthepressure fromfirsttolastevaporators.



Onlysucrosecancrystallizeatsupersaturationpointofaround85brixleavingothercomponentsinthesyrupwhichmakemolasses.

Amixtureofsugarcrystalsandmolassesisreferredtoasmassecuite.

Boilingofsyrupandcrystallizationtakeplaceundervacuumofaround600mm.Hgwithtemperatureofaround60°c

Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya Mangalwedha
Dist-Solapur
Pin -413305

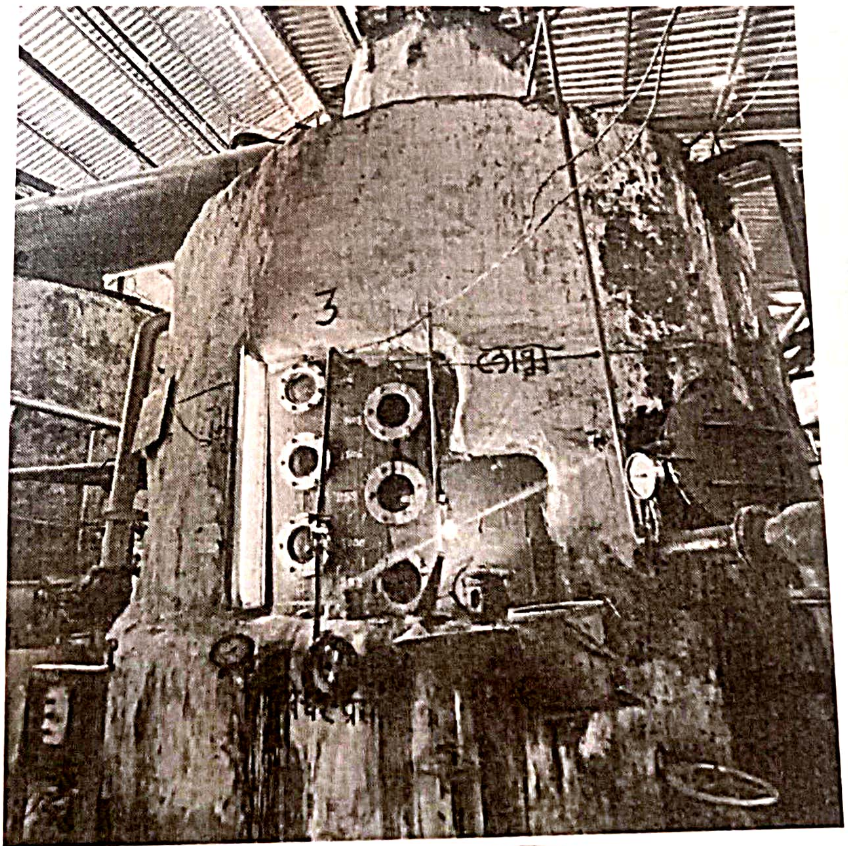
5. Crystallizationofjuice(panboiling)-

Thesyrupyliquidfrommultipleeffectevaporatorisfurtherconcentratedbyremoving mostofthewaterbyheatinginsinglepanevaporatorcalled **vacuum pan.**

Itisalsofittedwithavacuumgauge,thermometer,asamplingstickandasafety device and concentration in it is carried out to the crystallisationpoint.

Thegrowthofthecrystalscontinuesuntilthepanisfull.Whensucroseconcentrat ionreachesthedesiredlevel,thedensemixtureofsyrupandsugar crystals, called massecuite, in discharged into forge containersknowncrystallizers.

Crystallizationcontinuesinthecrystallizersasthemassecuiteisslowlystirredan dcooled.



Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Pin -413305

Onlysucrosecancrystallizeatsupersaturationpointofaround85brixleavingoth ercomponentsinthesyrupwhichmakemolasses.

Amixtureofsugarcrystalsandmolassesisreferredtoasmassecuite.

Boilingofsyrupandcrystallizationtakeplaceundervacuumofaround600mmHgwit htemperatureofaround60°c,

Crystallizationinthispantakesplaceintwosteps1.Graining

2.shocktreatmentmethod

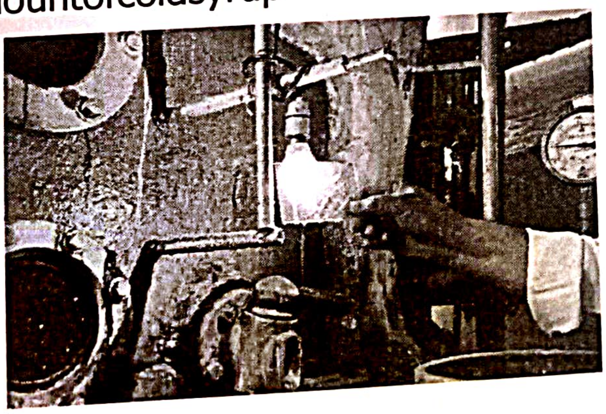
1. Graining-

Thesyrupisheatedwithsteamundervacuuminthepan.Concentrationofthesy rupiscarriedouttillsupersaturationofsucrosetakesplace(84-85%ofsucroseat80°C).

EvenatthisstageCrystallizationdoesnottakeplaceautomatically.toinduced the formation of seed crystals i.e to arrive at graining point thesuper saturation has to be broken. This is done by shock treatment method.

2. Shocktreatment method:

The supersaturation is broken by sudden chilling which is done either bydecreasingtherateofsteamfloworbyincreasingthevacuumorbysuddenintrodu ctionofalargeamountofcoldsyrup



Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Pin -413305

Thegrainingpointischeckedbyplacingadropofsolutiononglassplate,itshowssmall crystal,whichshinesunderlamplight.Thisisthegraining point.

.Asemi-solidmassconsistingofsugarcrystalsandmolasses(massecuite)isobtainednow.

6. Centrifugation-

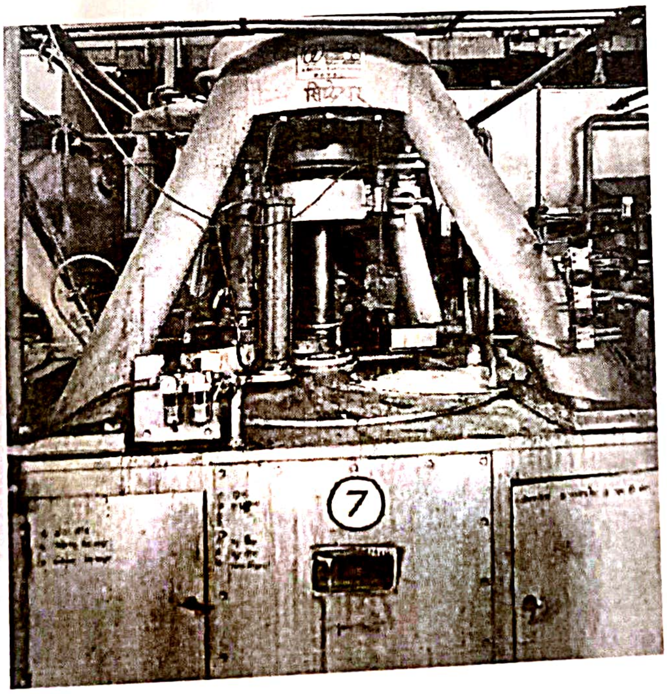
Centrifugesuseconenfugalforceseparatesugarcrystalsfrommolassesbaseddifferencesintheirdensities.

Molassesislessdensethansugarcrystalshenceispushedawayfromthespinning point to the walls of the centrifuge due to greater centrifugal forceon it and passes through the screen and collected in the molasses tankwhilesugarcrystalsremainatthecentreanddroppedonHopper.

SugarcrystalsinmassecuiteAisseparatedfrommolassesbybatchcentrifuge

Thiscentrifugerevolveataspeedofaround1200rpm

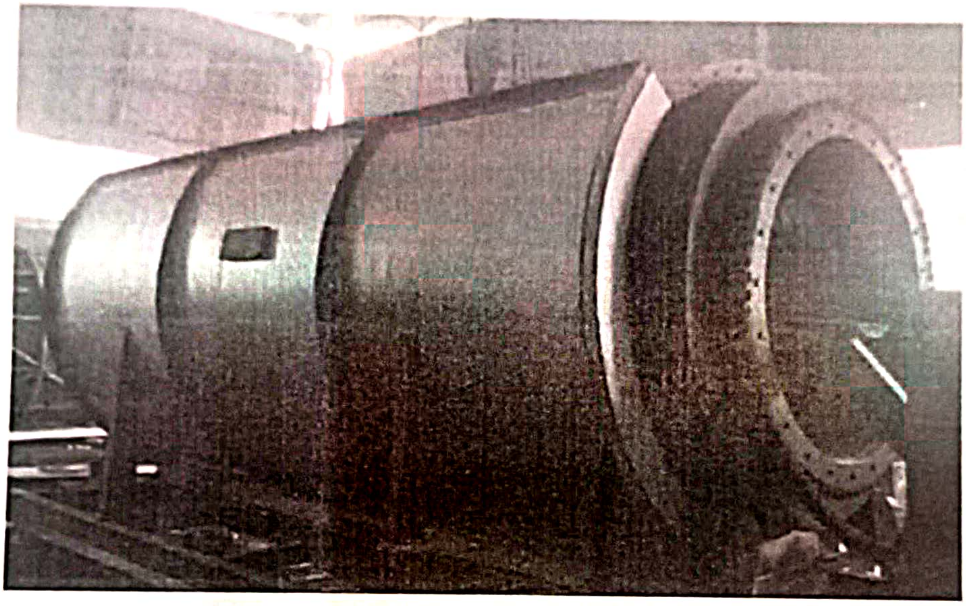
ThesugarAistheonlyonethatispackedandtakentothemarket



Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Mangalwedha

7. Dryingprocess-

The wet sugar obtained is dried in a granulated drier. The granulator is ahorizontal rotating drum with series of narrow shelves, in which sugar isallowedtofallinthestreamofhotairwhichisblowninoppositedirection.Thus,wetcrystalsaredriedandgradedaccordingtosizeofthecrystals.



Packaging-

Before packaging, the sugar is cleaned to remove any impurities or foreignmaterials.Thesugaristhengradedaccordingtosizeandcolor.Thisgradingprocessensuresuniformityinthefinalproduct.

Thepackagingprocess involves fillingbagsorcontainers withtheappropriateamountofsugar.

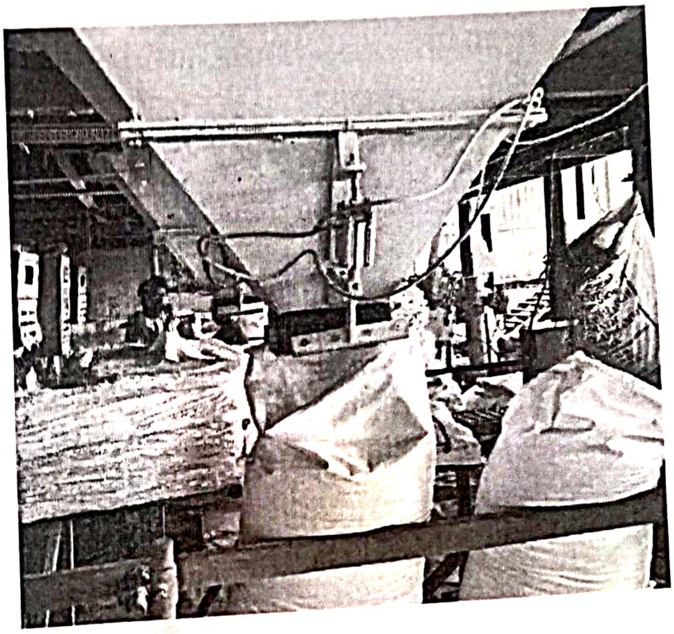
Thebagsarethensealedandlabelledwithrelevantinformationsuchasbrandname,weight,andproductiondate.

Qualitycontrolisanessentialpartofthesugarpackagingprocess.

Samplesaretakenfromeachbatchofpackagedsugarandtestedforpurity,moisturecontent,andparticlesize.

Thisensuresthatthesugarmeetstherequiredstandardsandissafeforconsumption.

Packagedsugarisstoredinacontrolledenvironmenttopreventexposuretomoistureandothercontaminants.



Useoflabinsugarindustry

Laboratoryisaroomwithequipmentandchemicalsfordoingscientifictests.

Laboratory testing refers to the process which depends on scientificanalysistoidentifyproblemswithrawmaterials,processinglineandfinalfoodproduct.

Itprovidesanalyticaldataonthequalityoftheproduct.

Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
PIN -413305

Allofoursugarproductsmustbetestedinordertomeettheirrequiredspecifications

thepHbalance

toverifytheacidity/alkalinity

thecolourtoprovidevisualverificationthroughthesolution

polarisationtoensurethattheproducthasbeeninvertedcorrectlytoattaintherightconversion

Sugarcolour

Byproductofsugarandtheiruses

Thesuccessandeconomicdevelopmentofindustrydependsuponproperutilisation ofby-products.Thishelpstoreducethecostofsugar production.Thetwomainby-productsofsugar industryare:

(1) **Bagasseand**
(2) **Molasses.**

Theseby-productsutilizedinordertoreduceamountsofpollutantsintheenvironmentaswellas increasingrevenuegeneratedbytheindustry.

1. Bagasse

Thisisthespentcaneorpulpexpelledfromthelastmillaftermaximumextractionofthejuice.

It contains about 52-58% of solid matter mainly cane fibre and remainingbeingwater.Thebagasseisusedforfollowingpurposes:

Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Solapur
413305
Madha

Usesofbagasse

DirectutilisationofBagasse: Itisusedforthe

(i) generation of highormedium pressuresteam forelectricitygeneration

(ii) asafuelforfurnacesinsugarfactoriesand

(iii) asafuelsubstituteforcharcoalorwoodusedforcookingpurposeofopenf ires.

Inthemanufactureofmethaneandproducergas:

Producer gas (CO + N2) is made by burning of bagasse to bagasse ash bymeansofamixtureofairandsteam,resultinggasbeingamixtureofburntandcom bustiblegas.

Asananimalfeed(cattlefeed):

Bagasse,itsmixturewithmolassesandammoniatedbagasseareusedforfeedingan imals

Dalit Mitra Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Pin-413305
Mangalwedha

Assoilconditioner(fertilizer):

The compost of bagasse contains potassium 0.3%, P2O5 0.005%, nitrogen0.4%andhenceusedasnaturalfertilizer.

2. Molasses

Thisthemotherliquorleftafterthecrystallizationofthesucrose.Itisalsoknow nas**blackstrapmolasses.**Itcontainsconsiderableamount(about25%)ofsu crose.

Hence,itisusedintheproductionofethanolbyfermentationprocess.Fewuseso fmolassesareasgivenbelow.

Usesofmolasses

(I)Itisusedinthemanufactureofethylalcoholbyfermentationprocess.

(!!)Itisusedintheproductionofchemicalslikeacetone,aceticacid,acetaldehyde,b utanoletc.

(iii)Itisusedasananimalfeed

Kadam Guruji Vidnyan Mahavi...
Solapur

Declaration

Iherebydeclarethatthepresentprojectreportentitled,**“Manufacturing of sugar”**, submitted by me for the fulfilmentoftheBachelorofSciencedegreeinChemistry,Dalit MitraKadamGurujiVidnyanMahavidyalayaMangalwedhaduringtheacademicyear 2023-2024,iscompletedandwrittenbyme &this project report has been or is beingsubmitted earlier or to any other Universities or Colleges to thebestofmyknowledge.

Place:Mangalwedha

Mr.BhosaleVaibhav Nitin

Acknowledgement

IamthestudentoftheDalit MitraKadamGuruji VidnyanMahavidyalayaMangalwedhaMr.Bhosale Vaibhav Nitin Department ofchemistry6th semesterdoherebyacknowledgeourgratefulnessand heartly thanks to my project guide Prof.Ingale S.S. associatedinthecompletionofthisproject. Imustthanktoalltheteachingstaffof Chemistrydepartment,Dalit MitraKadamGuruji VidnyanMahavidyalayaMangalwedha ,andfortheirkindco-operationforcompletionofthisProjectwork.Ifeelverygratefulthat Ihavecompletedourproject undertheguidanceofsuchabestguideastheyhaveusmemorableprojectdaysofourcollege.

Place:Mangalwedha, Mr.BhosaleVaibhav Nitin

दलित मित्र कदम गुरुजी विज्ञान,महाविद्यालय , मंगळवेढा
बी. ए. तृतीयवर्ष

2023-24

प्रकल्प अहवाल

भूगोल विभाग

पाणलोट क्षेत्र,जलसंसाधनांचे संरक्षण, संवर्धन, व विकासाचे महत्व

भूगोल विभाग प्रमुख

HEAD
Department of Geography
Dalit Mitra Kadam Guruji
Vidnyan Mahavidyalaya Mangalwedha

प्राचार्य

For Principal
Dalit Mitra Kadam Guruji
Vidnyan Mahavidyalaya Mangalwedha
Tal-Mangalwedha Dist - Solapur

Kadam Guruji Vidnyan Mahavidyalaya
Dist-Solapur
Pin 413305

पाणलोट क्षेत्र,जलसंसाधनांचे संरक्षण, संवर्धन, व विकासाचे महत्व

प्रस्तावना -

'पाणी हे जीवन आहे' असे आपण म्हणतो. कारण ज्या पाण्यांवर अवलंबून आपले जीवन आहे ते आपणास तयार करता येत नाही. पाणी हे एक नैसर्गिक साधन संपत्ती आहे आणि ते जपुन वापरले, त्याचे योग्य नियोजन केले तरच आपले अस्तित्व कायम राहील.

पृथ्वीवरील जल हे एक नैसर्गिक आणि अत्यंत महत्त्वाचे संसाधन असून त्याने पृथ्वीचा ७१% भाग व्यापलेला आहे. जलसंसाधन हे जीवोत्पत्तीच्या आधीपासून अस्तित्वात असून ते व्यय होऊन पुन:पुन्हा निर्माण होणारे अक्षय्य संसाधन आहे.

पृथ्वीवर विपुल प्रमाणात म्हणजे १.४ अब्ज घ.किमी. इतके जल आहे. तथापि त्यापैकी ९७% जल महासागरी असून ते खारे असल्याने फारसे उपयोगी ठरत नाही. २% जल हिमनग व हिमनद्या यांत स्थायू अवस्थेत असते, तर १% जल हे नद्या, ओढे, सरोवरे, तलाव, भूमिगत प्रवाह, भूजल, जमिनीची आद्रता इत्यादींच्या स्वरूपात असते. महासागरात तसेच ध्रुवीय प्रदेशात उपलब्ध असलेले पाणी सहजपणे वापरात आणणे शक्य नसते.

वृष्टी हा जलसंसाधनाचा प्रमुख आणि महत्त्वाचा स्रोत आहे. कोणत्याही राष्ट्राचे जलसंसाधन हे त्या राष्ट्रातील पर्जन्यवृष्टीच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. पृथ्वीवर वृष्टी भरपूर होते. परंतु तिचे वितरण असमान आहे. उदाहरणार्थ, भारतातील ईशान्य भागात सरासरी पर्जन्यमान १००० सेंमी. आहे, तर दक्षिण अमेरिकेच्या चिली देशाच्या उत्तर भागात कित्येक वर्षे वृष्टी होत नाही.

जलसंसाधने:-

पृथ्वीच्या पर्यावरणात उपलब्ध असलेल्या जलाचे मुख्यत: दोन वर्ग पुढीलप्रमाणे करण्यात येतात:-

(अ) अध:पृष्ठीय जल : भूपृष्ठाखाली असलेले पाणी म्हणजे अध:पृष्ठीय जल होय. त्याला भूजल किंवा भूमिजल असेही म्हणतात. भूस्तराच्या

संरचनेमुळे भूपृष्ठाखाली साठलेले पाणी, डोंगरातील झऱ्याचे पाणी, उथळ व खोल विहिरीतील पाणी, कारंजी इत्यादींचा समावेश अध:पृष्ठीय जलामध्ये करतात. अशा भूजलाचा संबंध सांडपाण्याशी आला नाही तर हे जल बहुधा जंतुविरहित असते.

(ब) पृष्ठीय जल : नद्या, ओढे, ओहोळ यांतून वाहणारे पाणी; तलाव, सरोवरे, समुद्र व महासागर यांतील पाणी; धरणे तसेच बंधारे यांमुळे कृत्रिम रीत्या साठविलेले पाणी इत्यादी सर्व पृष्ठीय जलात मोडते.

जगात उपलब्ध असलेल्या जलसंसाधनांपैकी सरासरी ६९% वापर शेतीसाठी, २२% उदयोगासाठी, तर ८% घरगुती कामासाठी होतो. हे प्रमाण निरनिराळ्या देशांत कमी-अधिक आहे. भारतातील जलसंसाधनाचा ९०% वापर शेतीसाठी होतो, तर ७% उदयोग आणि ३% घरगुती कामांसाठी होतो.

मानवी व्यवहार व उदयोग पाण्याच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असतात. पूर्वीच्या काळात गरजेपेक्षा अधिक पाणी उपलब्ध होते. जगाची लोकसंख्या ७१४ कोटींहून अधिक आहे आणि त्यात निरंतर वाढ होत आहे. लोकसंख्येच्या वाढीमुळे पाण्याचा प्रश्न बिकट होत चालला आहे. त्यामुळे वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याच्या दरडोई प्रमाणात घट होत आहे. दरवर्षी गोड्या पाण्याच्या वापरात होणारी वाढ मागील ५० वर्षांत दुप्पट झाली आहे. प्रत्येक व्यक्तीसाठी रोज २०-४० लि. पाणी लागते. परंतु जगातील १ अब्ज लोकांना स्वच्छ पाणी उपलब्ध होत नाही. तसेच कोट्यवधी लोकांना अनिश्चित व अनियमित पाणीपुरवठा होतो.

जगातील एकूण जलसाठ्यापैकी भारतात ४% जल उपलब्ध होते. भारतात जलसंसाधनाची वार्षिक उपलब्धता १८६९ अब्ज घ. मी.. आहे. त्यापैकी ११२३ अब्ज घ.मी. पाणी वापरण्याजोगे आहे. जलसंसाधनांपैकी ६९० अब्ज घ.मी. पृष्ठीय जल असून ४३३ अब्ज घ. मी. अध:पृष्ठीय जल आहे. राष्ट्रातील जलसंसाधनांचा आढावा घेणे व त्याबाबतच्या समस्यांवर उपाययोजना सुचविणे यासाठी राष्ट्रीय जलसंसाधन परिषद व राष्ट्रीय जलमंडळ या संस्था कार्यरत आहेत. महाराष्ट्रातील जलसंसाधनाची वार्षिक उपलब्धता सु. १६४ अब्ज घ.मी. पृष्ठीय जल, तर २०५ अब्ज घ. मी. अध:पृष्ठीय जल एवढी आहे.

जगात अनेक ठिकाणी पाणी वाटपासंबंधीचे स्थानिक वाद वाढू लागले आहेत. देशातील आंतरराज्यीय तसेच जगातील आंतरराष्ट्रीय संघर्ष

होण्यामागे पाणीवाटप हे एक महत्त्वाचे कारण आहे. सदयस्थितीत जगातील ३१ देशांत पाण्याची तीव्र टंचाई असून २०२५ सालापर्यंत ती ४८ देशांत होईल, असा एक अंदाज आहे. संयुक्त राष्ट्रांच्या अंदाजानुसार २०५० सालापर्यंत पाणीटंचाईचे मोठे संकट ओढवू शकते. पाण्याचा अतिरिक्त वापर हे जलसंसाधनाच्या टंचाईचे एक कारण आहे. जगातील असंख्य लोक गरजेहून अधिक पाणी वापरतात, तर अनेकजण व्यक्तिगत वापर करताना पाणी वाया घालवितात. शेतकऱ्यांना पिकांकरिता सिंचनादवारे किती पाणी पुरवावे याची जाण असणे आवश्यक आहे. जलव्यवस्थापनासंबंधी गांभीर्याने पुनर्विचार करण्याची वेळ आली आहे. जगभर पाणीपुरवठा अपुरा होत असल्याचे जाणवू लागल्याने जगातील सर्व देशांमध्ये पाण्याचे योग्य व्यवस्थापन करण्याची म्हणजेच जलसंधारण करण्याची गरज निर्माण झाली आहे.

"कोणत्याही जनसमुहाची, राष्ट्राची तथा संस्कृतीची पाणी ही पायाभूत गरज असते. 'पाणी जीथं गाव' ही पुरातन परंपरा आहे. त्यामुळे वसाहती निहाय पाणवटे असल्याचे आढळुन येते. पाणी रयतेने, जनतेने, समुहाने निर्माण करायचे आणि त्यावर शासकीय व्यवस्थापन ठेवायचे ही पुरातन परंपरा होती. प्रशासन याचे व्यवस्थापन करीत असे, त्याचे जनत करीत असे, त्यामध्ये लोकसहभाग अधिक असल्याने त्या विषयी जनता जागरुक होती. म्हणून स्वातंत्र्य प्राप्तीपर्यंत पाण्याची चणचण अपवाद वगळता कधी १ भासली नाही" ' (मोरवंचीकर, २००६)

अर्थतत्त्वज्ञ ऍडम स्मिथ यांचे एक विधान आहे. पाण्यावाचून माणूस तडफडतो. परंतु पाण्याला कवडीची किंमत नाही. हिऱ्याचा अजिबात उपयोग नसून तो अनमोल आहे. हा मानवी संस्कृतीतला क्रूर विरोधाभास आहे!' स्मिथने इतक्या वर्षांपूर्वी विरोधाभासाकडे लक्ष बेधत पाण्याचे महत्त्व जनमानसावर बिंबवण्याचा प्रयत्न केला होता, पण स्मिथसारख्या अनेकांनी वेळोवेळी जलसंपत्तीबाबत जागरुकता निर्माण करण्याचा प्रयत्न करूनही या संपत्तीचा वापर अत्यंत निष्काळजीपणाने करण्यात आला. ही संपत्ती प्रदूषित करण्यात आली. पाण्याचे असंख्य नैसर्गिक स्त्रोत या ना त्या कारणांनी अनेक प्रकारे नष्ट करण्यात आले. परिणामी यावर्षी जलाशयांवर बंदोबस्त ठेवण्याची वेळ आली.

जर कोणत्याही जनसमुहाची, राष्ट्राची तथा संस्कृतीची पाणी ही पायाभूत गरज आहे, पाणी जिथे गावं तिथे ही जर आपली परंपरा आहे तर

मग आज पाण्याची इतकी टंचाई का होत आहे? तर त्याचेकारण म्हणजे पाण्याचे व्यवस्थापन योग्य पध्दतीने होत नाही. आपल्याला पाण्याच्या मिळण्याचे प्राथमिक स्त्रोत म्हणजे 'पाऊस' होय.

'भारताच्या क्षेत्रफळाचा विचार करता, जगाच्या एकूण भूभागापैकी २.५ टक्के जमीन व जगाच्या तुलनेत मिळणाऱ्या एकूण पावसाच्या ४.२५ टक्के पाऊस भारतात होतो. परंतु आजची भारताची लोकसंख्या पाहिल्यास जगातील १७ टक्के लोक, ११ टक्के पशुधन भारतात आहे. थोडक्यात भारतातील उपलब्ध संसाधने किफायतशीर वापर करण्यास भाग पाडते. परंतु याबाबतचे आपणाकडून झालेले प्रयत्न अपुरे पडल्याने भारतातील गरीब लोकांची संख्या ४५ कोटींच्या घरात जाऊन पोहचली आहे. (यशदा २००६)

महाराष्ट्रात दरवर्षी मातीची धूप होण्याचे प्रमाण ७७३.५ दशलक्ष टन आहे आणि त्यातील ९४% धूप पाण्यामुळे होते. जमिनीची धूप होण्याचे हानिकारक परिणाम जमिनीच्या घटत्या उत्पादकतेवर दिसून येतात. उदाहरणार्थ, महाराष्ट्रातील काळ्या कापूस मातीने त्यांची उत्पादकता 50% गमावली आहे.

ताज्या अंदाजानुसार इ. स. २०५० पर्यंत जगाच्या लोकसंख्येत ३०० कोटी लोकांची भर पडेल. इ. स. २०१२ मध्ये जगातील पाच माणसांमागे एका माणसाला स्वतःची तहान भागवता येणे शक्य नव्हते आणि जगातील तहानलेल्यांची संख्या इ. स. २०१५ पर्यंत निम्म्यावर आणण्याचे उद्दिष्ट संयुक्त राष्ट्रसंघाने ठरवलेले होते. पण ते पूर्ण होऊ शकलेले नाही. १९९१ नंतर आशिया खंडाला जलसंकटाने वेढा घातला आहे. विशेषत: जगाच्या एकतृतीयांश लोकसंख्या असणारे भारत (१२१ कोटी) व चीन (१३५ कोटी) हे बलाढ्य देश जलतापाने ग्रासलेले आहेत.

या वरुन असे लक्षात येते की, पावसाचा लहरीपणा, वाढती लोकसंख्या व उपलब्ध संसाधनाचा ताळमेळ बसवण्यात आपले अपुरे पडलेले प्रयत्न त्याच बरोबर पाण्याचा गैरवापर यामुळे सर्वत्र पाण्याची कमतरता जाणवत आहे. परिणामतः ग्रामीण भागात पिण्यासाठी व शेतीसाठी अपुऱ्या पडणाऱ्या पाण्यामुळे शेतकऱ्यांना अनेक समस्यांना सामोरे जावे लागते.

ग्रामीण जनतेचे जीवनमान उंचावे, अन्नधाण्याची कमतरता भासू नये, रोजगाराच्या संधी उपलब्ध व्हाव्या यासाठी ग्रामीण विकासातून परिवर्तन

घडवून आणण्यासाठी भारत सरकारला अनेक योजनांची, कार्यक्रमाची आखणी करावी लागली व या योजनांच्या अंमलबजावणीतून खेडयांचा कायापालट घडून आण्याचा प्रयत्न केला आहे. या विविध योजनामध्ये एकात्मिक पाणलोट विकास कार्यक्रम हा एक होय.

पाणलोट क्षेत्र विकासाची वाटचाल:

भारत हा देश कृषि प्रधान देश आहे. म्हणून जमीन जितकी महत्वाची, तितकीच आपली दुसरी नैसर्गिक साधन संपत्ती म्हणजे पाणी होय. नैसर्गिक विभागणीच्या दृष्टिने पाहिले तर गंगेचे खोरे काय किंवा एखादया (ओढा) आहोळा भोवतीचे पाणलोट क्षेत्र काय, दोन्ही पाणलोट क्षेत्रच असतात.

भारताचा इतिहास बघता छत्रपती शिवाजी महाराजांनी महाराष्ट्रात अनेक गड किल्ले बांधले आणि त्यावर पाणी साठविण्याची सोय केली. त्यामुळे येथे पाण्याची टंचाई कधी भासली नाही. त्याचे कारण त्यांनी डोंगर माथ्यावर पडणाऱ्या पावसाचे योग्य असे नियोजन केले आहे.

तसेच महात्मा फुले यांनी डोंगरावरील गवत, पालापाचोळा, किट, श्वापदांचे मासाहाडांचे कुजलेले सत्व वळावाच्या पावसाने धुवून पाण्याच्या बरोबर वाहून ओढ्या खोड्यात वाया जाऊ नये म्हणून जागोजागी तालीवजा बंधारे अशा रितीने बांधावे की वळवाचे पाणी एकंदर शेतातून मुरुन नंतर नदीनाल्यास मिळावे. तसेच पाणलोटाच्या दुरुस्तीकडे ब्रिटीश शासनाने लक्ष द्यावे यासाठी प्रयत्न केले.

त्या शिवाय शेती, उद्योग, वाहतूक सिंचन अशा पायाभूत विकासाच्या अनेक क्षेत्रात शाहू महाराजांनी केलेले कार्य आणि घेतलेले धाडसी निर्णय उल्लेखनीय आहे. राधानगरी सारखे धरण बांधून संस्थानातला प्रदेश समृध्द, सुपीक, सक्षम त्यांनी केला (सकाळ जून २०१२) या वरुन पाण्याची गरज व महत्व यांची त्यांना जाणीव होती व त्यांनी नेहमी शेतकऱ्यांच्या हितासाठी प्रयत्न केले हे लक्षात येते.

स्वातंत्र्यापूर्वी भारतात प्रथमच १९४२ ते १९४६ या मध्ये दामोदर खोरे आणि महानदी खोरे प्रकल्पांना सुरवात झाली. व या विकास योजनांचे श्रेय डॉ. बाबासाहेब आंबेडकरांना जाते. कारण हे प्रकल्प त्यांच्याच विचारांचे फलित होय. व प्रकल्पामुळेच भारताच्या विकासाचा

पाया रचला गेला. ही धरणे भारताची आधुनिक मंदिरे आहेत (निकम बहुजनांचे नायक - २०१०) असे पंडित जवाहरलाल ओरिसातील कटक येथे एका समारंभात म्हणाले होते.

पाणलोट क्षेत्र विकासाच्या वाटचालीत ब्रिटीशांच्या काळात अनेक सुधारणा झाल्या. तसेच मुंबई जमीन सुधार कायदा १९४२ हा केला गेल्यानंतर बानबंधिस्तीचे काम वेगाने होवू लागली. त्यानंतर मृद - संधारणाची कामे ही पाणलोट क्षेत्र आधारित एकत्रित घेण्यात यावी. यासाठी १९८३ पासून सर्वकष पाणलोट क्षेत्र विकास कार्यक्रम सुरु करण्यात आला. तर ऑगस्ट १९९२ मध्ये गाव हा विकास घटक धरूनपाणलोट क्षेत्रात कामे करण्यासाठी स्वतंत्र जलसंधारण कार्यक्रम' राबविण्यात आला. हे कार्यक्रम राबवितांना लोकांचा सहभाग हा महत्वाचा असतो. कारण कोणत्याही शासकीय योजना ही लोकांच्या सहभागाशिवाय यशस्वी होवू शकत नाही. यासाठी लोकसहभाग अत्यावश्यक आहे. आणि या अनुशंघाने लोकसहभाग, ग्रामस्थ व स्वयंसेवी संस्था यांच्या माध्यमातून पाणलोट विकास कार्यक्रम राबविण्याचे केंद्र सरकारच्या धोरणानुसार ठरविण्यात आले. जलसंधारण कार्यक्रम राबविण्याचे केंद्र सरकारच्या दृष्टिकोनातून कार्यक्रमाच्या नियोजन प्रक्रियेत प्रकल्पांर्गत बाबीचा पुर्नविचार व लोक सहभागाची संकल्पना अंतर्भुत करुन जलसंधारण कार्यक्रमाची पुर्नमांडणी करुन शासनाने जानेवारी १९९६ पासून एकात्मिक पाणलोट विकास कार्यक्रम सुरु केला गेला.

१ एप्रिल २००८ पासुन सामायिक मार्गदर्शन सुचना भारत सरकारच्या सर्व विभागांच्या पाणलोट क्षेत्र विकासाशी संबंधीत सर्व योजनांना लागू केल्या आहेत. त्यानुसार केंद्र शासनाच्या भूसंसाधन विभागामार्फत पाणलोट विकासाशी संबंधित एकात्मिक पाणलोट व्यवस्थापन कार्यक्रम २००९ पासून ५ राबविण्यात येत आहे. (कृषी विभाग-१)

पाऊस आणि वारा यामुळे दरवर्षी हजारो हेक्टर जमिनीची धूप होऊन त्या उपयोगासाठी नापीक होतात. भारतात अंदाजे ५३३४ दशलक्ष टन माती पाहुन जाते. म्हणजेच हेक्टरी १६ टन परंतु शेती शास्त्राप्रमाणे ४ टनापेक्षा जास्त प्रति वर्ष माती वाहून जाऊ नये. महाराष्ट्रात बऱ्याचशा पाणलोट क्षेत्रात मृद जलसंधारणाचे कार्य झाले.

देशाच्या एकूण ३२९ दशलक्ष हेक्टर भौगोलिक क्षेत्रापैकी जवळपास

१४६ दशलक्ष हेक्टर इतके क्षेत्र अवनत प्रकारचे आणि ८५ दशलक्ष हेक्टर क्षेत्र पर्जन्याधारित कृषियोग्य जमीन आहे. राज्यामध्ये ३०७ लक्ष हेक्टर भौगोलिक क्षेत्रापैकी ४२.२० टक्के अवनत प्रकारचे आहे. तर १५९ लक्ष हेक्टर क्षेत्र (५२ टक्के) हे अवर्षण प्रणव क्षेत्रात येत आहेत. तसेच हलक्या जमिनीचे प्रमाण ३९ टक्के आहे. तसेच संपूर्णसिंचन क्षमता उपयोगात आणली. तरीही ७० टक्के क्षेत्र हे कोरडवाहूच राहणार असल्यममुळे राज्याच्या दृष्टीने पाणलोट विकास कार्यक्रमास अनन्य साधारण महत्व आहे. (कृषी विभाग)

महाराष्ट्रामध्ये वारंवार येणाऱ्या दुष्काळामध्ये असा अनुभव आला आहे की ज्या गावांमध्ये पाणलोट संकल्पनेवर आधारित जलसंधारणाची कामे झाली होती. त्या गावामध्ये दुष्काळाची तीव्रता प्रकर्षाने जाणवेल इतकी नव्हती. पाण्याची तहान भागवू शकेल एवढी ताकद फक्त पाणलोट उपचारामध्ये आहे. पाणलोट क्षेत्र हा निसर्गाच्या जडणघडणीच्या एक स्वाभाविक भाग आहे. त्याचे स्वरुप महत्वाचे आहे.

पाणलोट क्षेत्र संकल्पना :

पाणलोट क्षेत्र एक असे क्षेत्र असते की, ज्यात पडलेल्या पावसाचे पाणी भूपृष्ठावर वाहतांना त्या क्षेत्राच्या आतच वाहते व एकाच ठिकाणाहून बाहेर पडते (परांजपे, २०००)

पाणलोट क्षेत्र विकासाच्या कार्यक्रमात महाराष्ट्र हे अग्रसेर राज्य असून स्वयंसेवी संस्था व शासनाने हाती घेतलेले पाणलोट विकास कार्यक्रम देशपातळीवर मार्गदर्शक ठरत आहेत. अहमदनगर जिल्हयातील पारनेर तालुक्यातील राळेगण सिध्दी हे पाणलोट क्षेत्र विकासाचा एक उत्कृष्ट नमुना म्हणुन घेता येईल. व्यापक प्रमाणात हंगामी स्थलांतर इत्यादी आपत्ती तिथेही मोठया प्रमाणात होत्या. परंतु आज मात्र राळेगण सिध्दीचा पाणलोटाच्या उपचारामुळे आश्चर्यकारक कायापालट झाला आहे. याच बरोबर अहमदनगर जिल्ह्यातील 'हिवरे बाजार, उस्मानाबाद जिल्ह्यातील 'खुदावाडी' नाशिक जिल्हयातील ओझर या गावांचाही पाणलोट उपचारांनमुळे समृध्द झालेल्या या गावांनी राज्यातच काय पण देशपातळीवर विकसीत गावे म्हणून आपली ओळख निर्माण केली आहे.

संशोधनाचे उद्देश :

—) पाणलोट क्षेत्र विकासातून झालेल्या मृद जलसंधारणाच्या कामामुळे भूजल साठयात झालेली लक्षणीय वाढ या विषयी माहिती

घेणे.

२) पाणलोट क्षेत्र विकास कार्यक्रमात महत्व अभ्यासणे..

संशोधन गृहितकृत्ये :

पाणलोट क्षेत्र विकासातून झालेल्या मृद जलसंधारणाच्या कामामुळे भूजल साठ्यात झालेली वाढ होऊन विहिरींच्या पाणी पातळीत वाढ झाली आहे.

संशोधन पध्दती :

प्रस्तुत संशोधनामध्ये द्वितीय स्त्रोतांच्या माध्यमातून तथ्य संकलन केले आहे. यामध्ये वर्तमानपत्रे, इंटरनेट, साहित्य, शासकीय अहवाल, मासिके यांचा वापर केला गेला आहे.

मृद जलसंधारण :

पावसाळ्यात डोंगरावरुन वेगाने पावसाचे पाणी वाहते. त्यामुळे वर्षानुवर्ष जमिनीची धुप होत जाते. कालांतराने जमीन नापीक होते. यामुळे शेतकऱ्यांच्या उत्पनात घट होते. पाण्याच्या कमतरतेमुळे उन्हाळ्यात गावातील लोकांना दूर अंतरावरुन पाणी आणावे लागते. जनावरांना उन्हाळ्यात चारा, पाणी उपलब्ध होत नाही. त्यामुळे ग्रामीण जनजीवनावर त्याचा परिणाम होतो.

कृषी आणि पर्यायाने मानव विकासाच्या कार्यात जल हा घटक अत्यंत महत्वाचा आहे. शेती ही पाण्यावर अवलंबून आहे आणि शेती विकास झाला तरच दरडोई उत्पन्न वाढेल. यामुळे भूजलपातळी वाढविण्यासाठी पाणलोट क्षेत्र विकास कार्यक्रमाची प्रभावीपणे अंमलबजावणी करणे गरजेचे आहे.

मृद-जलसंधारणात प्रामुख्याने नागा बांध, सिमेंट नाला बांध, गॅबीयन बंधारा, दगडी बंधारे, समपातळी तसेच ढाळीचे बांध करण्यात येतात. तसेच जैविक पध्दतीही राबविण्यात येते.

"कृषी अभियांत्रिकी विद्याशाखेच्या प्राध्यापकांनी, संशोधकांनी, विद्यार्थ्यांनी एका अभ्यासात हिंगोली नगरवाडी पाणलोट क्षेत्रात ८ ते १० वर्ष संशोधनात्मक प्रयोग घेतला. भरतातील कृषि अनुसंधान परिषद, नवी दिल्ली यांचेकडून दोन संशोधन योजना राबविण्यात आल्या. त्यात प्रामुख्याने पाणलोट

विकासामुळे भूगर्भातील पाण्याच्या पातळीत होणारी वाढ आणि मृद जलसंधारणाच्या कार्याचे मूल्यमापन यावर संशोधन करण्यात आले.

"(महाराष्ट्र सिंचन विकास- २००८)

पाणलोट क्षेत्रातील विहीरीतील पाण्याच्या पातळीत वाढ होणे या बाबीवर संशोधन अभ्यास घेण्यात आला. दर १५ दिवसांच्या अंतराने विहीरीच्या पाण्याच्या पातळीतील वाढ यांचे निरिक्षण घेण्यात आले. संशोधनाच्या निष्कर्षावरून असे दिसून आले की मृद व जलसंधारणाच्या कामामुळे पाणलोट क्षेत्रातील विहीरीच्या पाण्याच्या पातळीत ०.५ मीटर ते ३ मीटर पर्यंत लक्षणीय वाढ झाली.

लोकसहभागाचे महत्व :

आपल्या राष्ट्राचा विकास हा ग्रामविकासावर अवलंबून राहणार असुन शेती आणि जलव्यवस्थापन हा त्याचा गाभा आहे व लोकसहभाग हा आत्मा आहे.

"स्वातंत्र्योत्तरच्या काळात जलक्षेत्रात काम वेगाने सुरु झाले. शासन, व्यावसायीक संस्थांनी जल क्षेत्रात विविध विकासाची कामे केली. कार्यक्षम, तज्ज्ञ सल्लागार संस्था विचार पुर्वक तयार केलेले विशेष शैक्षणिक अभ्यासक्रम आणि पाणी क्षेत्रातील विविध प्रश्नांचा, समस्यांचा व अंगोपांगांचा सर्वांगीण विचार करणाऱ्या व्यावसायिक संघटना या काळात सुरु झाल्या. परंतु आता समाजाच्या हळूहळू लक्षात आले आहे, उमजले आहे की फक्त असे व्यावसायिक तज्ञ पाणी विषयातील विविध प्रकारच्या समस्यांवर सुयोग्य अशी उपाययोजना सुचविण्यासाठी पुरेसे ठरत नाहीत. पाणी ही समाजाची मालमत्ता आहे. संपत्ती आहे. आणि त्यामुळे त्या संपदेचे नियोजन, तिचा विकास, वृध्दी आणि तिचे व्यवस्थापन या सर्व गोष्टी त्याच भावनेतून होणे आवश्यक आहे.' (चितळे, २००५)

पाणलोटातून अनेक गावांचे शेती व पिण्याच्या पाण्याचा तसेच गुराच्या चाऱ्याचा प्रश्न मोठया प्रमाणात सुटलेले आहेत. पुर्वी जलसंधारण कार्यक्रम शासकीय यंत्रणेमार्फत राबविण्यात येत होता. आता लोकांचा सहभाग वाढत असल्याने लोकांच्या कार्यक्रमात शासनाचा सहभाग अशी संकल्पना मुळ धरीत आहे. लोकसहभागामुळे मानवी व नैसर्गिक साधन सामुग्रीचा पुरेपुर वापर होतो. या विकासाच्या कामात स्थानिक लोकांच्या पारंपारिक ज्ञानाचा लाभ घेता येतो. लोकसहभागामुळे स्वावलंबनाची भावना जागृत होते.

पाणलोट क्षेत्र विकासाची दिशा ठरविताना जनतेचा सहभाग हा प्रत्येक कार्यक्रमामध्ये महत्वाचा असतो. नियोजन व सहभाग आता

शासनाने मान्य केलेला आहे.

राळेगणसिध्दी या गावात अण्णा हजारे यांनी लोकसहभागाचा चमत्कार दाखवला. गावातील लोक विकासाचा फायदा होणार नसेल ते कार्यक्रमात सहभागी होत नाहीत. ते श्रमदान करायला, चाराबंदी व कुऱ्हाडबंदी पाळायला नकारात्मक विचार करत. म्हणून अण्णा हजारे यांनी गाव घटक धरुन त्या गावच्या सर्व पाणलोट क्षेत्राचा अॅक्सन प्लॅन प्रथम तयार करुन सर्वांना सहभागी करुन घेतले व लोकसहभागाशिवाय कोणतीही योजना यशस्वी होत नाही हे दाखवून दिले.

या शिवाय सुधारित तंत्रज्ञानाचा प्रसार आणि अवलंबन लोक सहभागाने अतिशय वेगाने होते है श्री. पोपटराव पवारांच्या हिवरे बाजार गावाने सिध्द केले आहे. येथीलपाणलोट क्षेत्रतील भाजीपाला व फळे येथेच गावकऱ्याद्वारे सुधारित पध्दतीने प्रक्रिया केले जातात. या कार्यक्रमांमुळे अवलंबनातील अडचणी व संशोधन विषयक गरजांची माहिती कृषि विद्यापीठांना व संशोधन केंद्राना कमी वेळात व तंतोतंत मिळते. जनतेच्या सहभागामुळे संशोधनाच्या कार्याला योग्य दिशा व गती मिळते. (हजारे) | पाणलोट क्षेत्र विकासाच्या कामात हिवरे बाजार, राळेगण सिध्दी, खुदावाडी, इत्यादी गावांनी लोकसहभागातून विकासाचा नवा आदर्श आपणापुढे ठेवला आहे.

निष्कर्ष:-

पाणलोट क्षेत्र विकास कार्यक्रमाच्या माध्यमततून होणारे मृद जलसंधारणाच्या वेगवेगळया उपचार पध्दतीमुळे पडणाऱ्या पावसाबरोबर वाहून जाणारी माती तेथेच अडवून पडणाऱ्या पाण्याचा वेग कमीकरुन पाणी तेथेच जिरविले जाते व भूजलात त्यामुळे वाढ होते याची कमतरता न जाणवता शेतकऱ्याच्या उत्पादनात वाढ होवून गावाची पाण्याची समस्या सुटण्यास मदत होते. व शासनाकडून राबविल्या जाणाऱ्या पाणलोट क्षेत्र विकास कार्यक्रमात लोकसहभागामुळे माती व पाण्याचे महत्व लोकांना कळते व त्यांच्या सहभागामुळे एकतेची भावना जागृत होवून पाणलोट क्षेत्र विकास कार्यक्रमामुळे ग्रामीण विकासाला चालना मिळते.

सूचना:-

(१) उपलब्ध असलेले पाणी वाया जाणार नाही याची दक्षता घेणे,

(२) पाणलोट क्षेत्रात झाडे वाढविणे,

(३) बाष्पीभवनामुळे होणारी पाण्याची तूट कमी करण्यासाठी

जलाशयाच्या पृष्ठभागाचा विस्तार कमी ठेवणे,
(४) सूक्ष्मसिंचन पद्धतीचा अवलंब करणे,
(५) वर्षाजल संकलन पद्धतीचा अवलंब करणे,
(६) जलाशयावर वाऱ्याचे झोत कमी प्रमाणात येतील अशी तरतूद करणे,
(७) बाष्पीभवनाची प्रक्रिया मंदावण्यासाठी जलाशयातील जलपृष्ठावर ऑक्टॅडेकॅनॉल असे पदार्थ पसरविणे,
(८) नळजोडण्यांतून होणारी पाण्याची गळती थांबविणे आणि

संदर्भग्रंथ:-

१. मोरवंचीकर (२००६) अमृतधारा, औरंगाबाद, साकेत प्रकाशन सुधारित आवृत्ती पृष्ठ ५ २. यशदा, (२००६) सहभागी ग्रामीण समीक्षकण पुणे, यशवंतराव चव्हाण विकास प्रकाशन प्रबोधनी, प्रकाश प्रथम आवृत्ती, पृष्ठ ३०

३. खोडके गणेशकुमार, २६ जून २०१२ 'सकाळ' औरंगाबाद पृष्ठ

४. निकम. (२०१०) 'बहुजनांचे नायक' चाळीसगाव

५. कृषि विभाग, केंद्र शासन भूसंसाधन विभाग पुरस्कृत' एकात्मिक पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापन विकास कार्यक्रम, औरंगाबाद जिल्हा कृषि अधिकारी कार्यालय पृष्ठ ६.

६. जलसंसाधने (Water resources), कुमार विश्वकोश, पर्यावरण