Saarth E-Journal

Saarth

E-Journal of Research

E-mail: sarthejournal@gmail.com

www.sarthejournal.com

ISSN NO: 2395-339X | Impact Factor: 6.89

Peer Reviewed | Quarterly

Vol.11, Issue.2 No.6 | April to June - 2026

ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં ખેત પેદાશો માટે પાણીની જરૂરિયાત: એક અભ્યાસ

Dr. Ramde Timba

(M.A., B.Ed., Ph.D.)

સારાંશ

પૃષ્ઠ ભૂમિ: કૃષિમાં પાણી ઉત્પાદન અને ગ્રામ્ય જીવન નિર્વાહ માટે મહત્વ પૂર્ણ સંસાધન છે. જોકે, વિવિધ પાકોની પાણીની જરૂરિયાત, સિંચાઈ પદ્ધતિ અને ભૂગર્ભજળ પરની વધતી નિર્ભરતા ટકા ઉકૃષિ માટે પડકાર ઊભો કરે છે.

હેતુઓ: આ અભ્યાસનો હેતુ ગ્રામ્યવિસ્તારોમાં વિવિધ ખેતપેદાશોની પાણીની જરૂરિયાત, પાણી-ઉપયોગની કાર્યક્ષમતા અને સિંચાઈની ભૂમિકાનું વિશ્લેષણ કરવા નો છે.

સંશોધન પદ્ધતિ: અભ્યાસ Interpretivist philosophy અને qualitative secondary research design પર આધારિત છે. 2021 પછીના peer-reviewed research articles, Government of India, NITI Aayog અને અન્ય વિશ્વસનીય સંસ્થાઓના secondary data નું thematic analysis કરવામાં આવ્યું છે.

તારણો: વિશ્લેષણ દર્શાવે છે કે પાકવાર પાણીની જરૂરિયાતમાં નોંધ પાત્ર તફાવત છે અને precision irrigation દ્વારા પાણીની બચત શક્ય છે. જોકે, irrigation efficiency હંમેશા groundwater conservation માં રૂપાંતરિત થતી નથી. પાક પસંદગી અને સ્થાનિક પાણી ઉપલબ્ધતા પણ મહત્વપૂર્ણ પરિબળો છે.

નિષ્કર્ષ: Crop-specific planning, efficient irrigation, water budgeting અને groundwater conservation દ્વારા ગ્રામ્ય-કૃષિમાં પાણીનો વધુ ટકાઉ ઉપયોગ શક્ય છે.

ચાવીરૂપ શબ્દો: પાકની પાણીની જરૂરિયાત, સિંચાઈ, પાણીના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતા, ચોકસાઈપૂર્ણ સિંચાઈ, ભૂગર્ભ જળ, ટકાઉ ખેતી, ગ્રામીણ વિસ્તારો, જળ વ્યવસ્થાપન

1. પરિચય

1.1 પૃષ્ઠ ભૂમિ

ભારતના ગ્રામ્ય-અર્થતંત્રમાં કૃષિખાદ્ય સુરક્ષા ઉપરાંત રોજગાર, આવક અને જીવન-નિર્વાહનો મહત્વપૂર્ણ આધાર છે. કૃષિ-ઉત્પાદનની સ્થિરતા માટે પાણી જમીન જેટલું જ નિર્ણાયક સંસાધન છે. વરસાદની અનિશ્ચિતતા અને ભૂગ-ર્ભજળ પર વધતી નિર્ભરતા ગ્રામ્ય-ખેતી માટે ગંભીર પડકાર ઊભો કરે છે. Dangar, Ravindran *et al.* (2023) ના અભ્યાસ મુજબ ભારતમાં ભૂગ-ર્ભજળના ઘટાડા પાછળ આ બોહવા સંબંધિત પરિબળો સાથે સિંચાઈ માટેનું વધતું groundwater pumping પણ મહત્વપૂર્ણ છે.

પાકોની પાણીની જરૂરિયાત સમાન હોતી નથી; તે પાકનો પ્રકાર, વૃદ્ધિ-અવસ્થા, જમીન અને સ્થાનિક હવામાન પરઆધારિત રહે છે. Jabalpur ના Bargi command area ના અભ્યાસમાં ઘઉંની પાણીની જરૂરિયાત મકાઈ કરતાં વધુ હોવાનું નોંધાયું હતું (Chakravarti *et al.,* 2022). વધુમાં, ભારતના 205 સિંચિત ખેતરોના દસ વર્ષના અભ્યાસે દર્શાવ્યું કે પાણીની અનિશ્ચિત ઉપલબ્ધતા ખેડૂતોના crop choice અને cropping patterns ને અસર કરે છે. Baccar et al. (2023) ના review મુજબ યોગ્ય soil-water management થી આશરે 50–300 mm વાર્ષિક પાણી બચત શક્ય બની શકે છે. તેથી ગ્રામ્ય-વિસ્તારોમાં પાક-વાર પાણીની જરૂરિયાત, સિંચાઈ અને પાણી-ઉત્પાદકતાનો અભ્યાસ ટકાઉ કૃષિ માટે મહત્વ પૂર્ણ છે.

1.2 અભ્યાસની સમસ્યા

ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં કૃષિ ઉત્પાદનની સ્થિરતા માટે પાણીની ઉપલબ્ધતા તેમજ તેનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ બંને મહત્વપૂર્ણ છે. ભારતમાં સિંચાઈ માટે ભૂગર્ભજળ પરની ઊંચી નિર્ભરતા હવે માત્ર પાણીની ઉપલબ્ધતાનો પ્રશ્ન નહીં, પરંતુ કૃષિની લાંબા ગાળાની ટકાઉતાનો પડકાર બની રહી છે. Dangar and Mishra (2023) ના અભ્યાસ મુજબ ભારતમાં ભૂગર્ભજળના ઘટાડા માં સિંચાઈ માટેનું groundwater pumping અને આબોહવા સંબંધિત પરિબળો બંને મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

સમસ્યા વધુ જટિલ બને છે કારણ કે વિવિધ પાકોની પાણીની જરૂરિયાત અલગ હોય છે અને પાક-પસંદગી પાણીની ઉપલબ્ધતા, વરસાદ તથા આર્થિક પરિબળોથી પ્રભાવિત થાય છે. Baccar*et al.* (2023) એ દક્ષિણ ભારતની 205 સિંચાઈ યોગ્ય ખેતરોની 10 વર્ષની માહિતીના આધારે દર્શાવ્યું કે અનિશ્ચિત પાણી ઉપલબ્ધતા ખેડૂતોના cropping patterns ને અસર કરે છે. Telangana ના 2023 ના અભ્યાસમાં 13.9મિલિયન m^3/વર્ષનું water deficit નોંધાયું અને water-

intensive crops ને groundwater દબાણ સાથે જોડવામાં આવ્યા (Kuchimanchi*et al.,* 2023).બીજી તરફ, Punjab ના અભ્યાસ માં precision irrigation થી આશરે 30% પાણી બચત દર્શાવવામાં આવી (Brar *et al.*, 2022). તેથી મુખ્ય સમસ્યા પાણીની અછત કરતાં વધુ, પાકની જરૂરિયાત મુજબ પાણીનું કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ સંચાલન કરવાની છે.

1.3 અભ્યાસનો હેતુ

આ અભ્યાસનો મુખ્ય હેતુ ગ્રામ્ય-વિસ્તારોમાં વિવિધ ખેત પેદાશોની પાણીની જરૂરિયાત, તેને અસર કરતા પરિબળો અને સિંચાઈની ભૂમિકાનું વિશ્લેષણ કરી, કૃષિમાં પાણીના કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ ઉપયોગ માટે સૂચનો રજૂ કરવાનો છે.

1.4 અભ્યાસના હેતુઓ

- ગ્રામ્ય-વિસ્તારોમાં વિવિધ પાકોની પાણીની જરૂરિયાતનો અભ્યાસ કરવો.
- વિવિધ પાકોની પાણીની જરૂરિયાત અને તેના ઉપયોગની તુલના કરવી.
- પાકોની પાણીની જરૂરિયાતને અસર કરતા પરિબળો તથા સિંચાઈની ભૂમિકાનું વિશ્લેષણ કરવું.
- કૃષિમાં પાણીના કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ ઉપયોગ માટે યોગ્ય સૂચનો રજૂ કરવા.

1.5 સંશોધનપ્રશ્નો

1. ગ્રામ્ય-વિસ્તારોમાં વિવિધ પાકોની પાણીની જરૂરિયાતમાં કેટલો તફાવત જોવા મળે છે?
2. પાકોની પાણીની જરૂરિયાતને અસર કરતા મુખ્ય પરિબળો કયા છે અને સિંચાઈ તેની સાથે કેવી રીતે સંબંધિત છે?
3. વિવિધ પાકોમાં પાણીના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતા કેવી રીતે અલગ પડે છે?
4. કૃષિમાં પાણીના કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ ઉપયોગને પ્રોત્સાહિત કરવા માટે કયા ઉપાયો અપનાવી શકાય?

2 સાહિત્ય સમીક્ષા

2.1 પાકની પાણીની જરૂરિયાત અને કૃષિ જળ વ્યવસ્થાપન

પાકની પાણીની જરૂરિયાત (Crop Water Requirement—CWR) કૃષિ જળ વ્યવસ્થાપનનું મૂળભૂત પરિમાણ છે. તાજેતરના NITI Aayogના*Water Budgeting in Aspirational Blocks* દસ્તાવેજમાં દર્શાવવામાં આવ્યું છે કે ભારતમાં પાકની પાણીની જરૂરિયાત agro-climatic conditions, પાકનો પ્રકાર અને વિસ્તાર પ્રમાણે નોંધ પાત્ર રીતે બદલાય છે; તેથી એકસરખા national water requirement estimates સ્થાનિક આયોજન માટે પૂરતા નથી. દસ્તાવેજમાં ICAR દ્વારા વિવિધ rainfed અને irrigated crops માટે CWR સંબંધિત સંશોધન થયાનું પણ દર્શાવવામાં આવ્યું છે (NITI Aayog, 2025).

આ દૃષ્ટિકોણ દર્શાવે છે કે "એક પાક = એક નિશ્ચિત પાણીની જરૂરિયાત" મા નવી પદ્ધતિસર યોગ્ય નથી. પાણીની જરૂરિયાતને પાકની જાત, વૃદ્ધિ અવસ્થા, જમીન, વરસાદ, evapotranspiration અને સિંચાઈ પદ્ધતિ સાથે જોડીને જોવી જરૂરી છે.

2.2 સિંચાઈ, પાણી-ઉપયોગ કાર્યક્ષમતા અને precision irrigation

Gupta *et al.* (2022) ના અભ્યાસ મુજબ ભારતમાં કૃષિ સિંચાઈ freshwater resources પર નોંધપાત્ર દબાણ ઊભું કરે છે; તેથી field-level irrigation management, irrigation efficiency અને crop water productivity માં સુધારો ટકાઉ કૃષિ માટે જરૂરી છે. Brar *et al.* (2022) ના Punjab આધારિત અભ્યાસમાં multiple cropping સાથે precision/subsurface drip irrigation ના સંયોજનથી આશરે 30% સિંચાઈ પાણીની બચત તથા net returns માં વધારો નોંધાયો હતો. જોકે, આવી તકનીકી કાર્યક્ષમતા દરેક પરિસ્થિતિમાં કુલ groundwater બચત સુનિશ્ચિત કરતી નથી. Fishman et al. (2023) ના South India field experiment માં drip irrigation અપનાવનાર ખેડૂતોમાં crop switching અને farm profits માં વધારો થયો, પરંતુ groundwater pumping માં નોંધપાત્ર ઘટાડો જોવા મળ્યો નહોતો. તેથી irrigation efficiency ને groundwater conservation સમાન માનવું યોગ્ય નથી; પાક-પસંદગી, સિંચાઈ વ્યવસ્થાપન અને પાણીની કુલમાંગને સાથે ધ્યાનમાં લેવું જરૂરી છે.

2.3 ભૂગર્ભજળ અને સિંચાઈ પર નિર્ભરતા

Dangar and Mishra (2023) ના review મુજબ ભારતમાં groundwater irrigation expansion એ food production અને irrigated agriculture માંમહત્વનું યોગદાન આપ્યું છે, પરંતુ irrigation માટેનું વધતું groundwater pumping groundwater depletion નું મુખ્ય માનવ સર્જિત કારણ બન્યું છે. અભ્યાસ climate variability અને human water use બંનેને groundwater decline સાથે જોડે છે.

આ તારણને northern India ના groundwater studies પણ સમર્થન આપે છે.Dhaloiya and Singh (2024) એ Punjab માં groundwater depletion નું વિશ્લેષણ કરતાં irrigated agriculture માં groundwater પરની વધુ નિર્ભરતાને over-exploitation સાથે જોડ્યું અને crop calendar તથા water-conservation measures ની ભૂમિકા દર્શાવી.

2.4 પાણીની અછત, પાકપસંદગી અને કૃષિઉત્પાદકતા

તાજેતરના સંશોધનો દર્શાવે છે કે પાણીની અછત માત્ર ઉત્પાદન ઘટાડતી નથી, પરંતુ ખેડૂતોના crop-choice decisions ને પણ અસર કરે છે. 2022ના *Nature Communications* અભ્યાસે ઉત્તર-પશ્ચિમ ભારતમાં rice-dominated cropping systems, ઓછા અને પરિવર્તનશીલ વરસાદ તથા groundwater stress વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવ્યો; અભ્યાસ મુજબ કેટલાક વિસ્તારોમાં groundwater levels આશરે 1–3 મીટર પ્રતિ વર્ષ ઘટતા હોવાનું નોંધાયું હતું (Devineni *et al.,* 2022).

બીજી તરફ, Chaudhary *et al.* (2025) ના 15-વર્ષીય અભ્યાસમાં zero-tillage અને residue retention થી irrigation water demand તથા energy use ઘટ્યા, જ્યારે energy efficiency વધી અને greenhouse-gas emissions માં નોંધપાત્ર ઘટાડો થયો.

2.5 સંશોધન ગેપ

ઉપરોક્ત સાહિત્ય દર્શાવે છે કે પાકની પાણીની જરૂરિયાત, precision irrigation, groundwater depletion અને crop choice અંગે અલગ-અલગ અભ્યાસો ઉપલબ્ધ છે. છતાં, ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં પાકવાર પાણીની જરૂરિયાત, સિંચાઈ પદ્ધતિ, પાણી-ઉપયોગ કાર્યક્ષમતા અને groundwater pressure ને એકસાથે જોડીને જોતા અભ્યાસોની મર્યાદા જોવા મળે છે. NITI Aayog (2025) મુજબ સ્થાનિક agro-climatic conditions ને ધ્યાનમાં લેવું જરૂરી છે, જ્યારે Brar *et al*. (2022) અને Fishman *et al.* (2023) દર્શાવે છે કે irrigation efficiency હંમેશા groundwater conservation માં રૂપાંતરિત થતી નથી. તેથી આ અભ્યાસ secondary data ના આધારે આ પરસ્પર સંબંધોનું સંકલિત વિશ્લેષણ કરે છે.

3. સંશોધન પદ્ધતિ

3.1 સંશોધનનો પ્રકાર

આ અભ્યાસ Interpretivist research philosophy પર આધારિત છે. Interpretivism મુજબ સામાજિક અને કૃષિસંબંધિત ઘટનાઓને તેમના સ્થાનિક, સામાજિક અને પર્યાવરણીય સંદર્ભમાં સમજવી જરૂરી છે. તેથી આ અભ્યાસમાં પાણીની જરૂરિયાતને માત્ર સંખ્યાત્મક પરિમાણતરી કે નહીં, પરંતુ પાકની પસંદગી, સિંચાઈની પદ્ધતિ, પાણીની ઉપલબ્ધતા અને ગ્રામ્યકૃષિ પરિસ્થિતિ સાથે જોડાયેલી ઘટના તરીકે સમજવાનો પ્રયાસ કરવામાં આવ્યો છે. અભ્યાસ માટે qualitative secondary research design અપનાવવામાં આવ્યો છે (Saiyed *et al.,* 2024).

3.2 માહિતીના સ્ત્રોત

આ સંશોધન સંપૂર્ણ પણે secondary data પર આધારિત છે. માહિતી માટે Food and Agriculture Organization (FAO), Indian Council of Agricultural Research (ICAR), Ministry of Agriculture & Farmers Welfare, Government of India, NITI Aayog, peer-reviewed agricultural journals, government reports, published research papers, books અને relevant institutional reports નો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. 2021 પછી પ્રકાશિત થયેલા સંશોધનને વિશેષ પ્રાધાન્ય આપવામાં આવ્યું છે (Cheong *et al*., 2023).

3.3 માહિતીનું વિશ્લેષણ

એકત્રિત માહિતીનું મુખ્યત્વે thematic analysis દ્વારા વિશ્લેષણ કરવામાં આવ્યું છે. સાહિત્યમાંથી crop water requirement, irrigation, water-use efficiency, groundwater dependence, water scarcity અને sustainable water management જેવા મુખ્ય themes ઓળખવામાં આવ્યા છે. વિવિધ પાકોની પાણીની

જરૂરિયાતની તુલના tables દ્વારા કરવામાં આવી છે. જ્યાં ઉપલબ્ધ secondary data જરૂરી હોય ત્યાં percentages અને descriptive figures નો સહાયક ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે (Ahmed *et al.,* 2025).

3.4 અભ્યાસની મર્યાદાઓ

આ અભ્યાસ secondary data પર આધારિત હોવાથી સ્થાનિક ખેડૂતો પાસેથી primary information મેળવવામાં આવી નથી. વિવિધ પ્રદેશોની જમીન, હવામાન, વરસાદ અને ખેતી પદ્ધતિઓમાં તફાવત હોવાથી published estimates દરેક ગ્રામ્યવિસ્તારમાં સમાન રીતે લાગુ પડે તે જરૂરી નથી. વધુમાં, વિવિધ સ્ત્રોતોમાં data collection methods અને reference periods અલગ હોઈ શકે છે. તેથી અભ્યાસના તારણો ઉપલબ્ધ secondary evidence ની ગુણવત્તા, સુસંગતતા અને સમયગાળા પર નિર્ભર છે.

4. વિશ્લેષણ અને પરિણામો

Secondary data ના thematic analysis પરથી ત્રણ મુખ્ય themes ઓળખાયા છે, જે અભ્યાસના objectives સાથે સીધા સંકળાયેલા છે: (1) પાકવાર પાણીની જરૂરિયાતમાં તફાવત, (2) સિંચાઈ પદ્ધતિ અને પાણી-ઉપયોગ કાર્યક્ષમતા, અને (3) ભૂગર્ભજળ પર દબાણ તથા ટકાઉ પાણી વ્યવસ્થાપન.

4.1 Theme 1: પાકવાર પાણીની જરૂરિયાતમાં તફાવત

પાકની પાણીની જરૂરિયાત પાકના પ્રકાર અને સ્થાનિક હવામાન પ્રમાણે નોંધપાત્ર રીતે બદલાય છે. Jabalpur ના Bargi Left Bank Canal Command Area ના અભ્યાસમાં wheat ની પાણીની જરૂરિયાત સૌથી વધુ અને maize ની સૌથી ઓછી જોવા મળી. અભ્યાસે કુલ gross water requirement અનુક્રમે પદ્ધતિ પ્રમાણે 16.08 million m^3 અને 5.06 million m^3 પ્રતિવર્ષ દર્શાવી હતી. આ પરિણામ સૂચવે છે કે ગ્રામ્યસ્તરે એકસરખું irrigation planning કરતાં crop-specific planning વધુ યોગ્ય છે (Chakravarti *et al.*, 2022).

પાક / Crop	મુખ્ય વિશ્લેષણાત્મક તારણ
Wheat	ઉચ્ચ પાણીની જરૂરિયાત
Maize	તુલનાત્મક રીતે ઓછી

Rice	ઊંચી irrigation demand ધરાવતી પદ્ધતિઓમાં સામાન્ય
Cotton	irrigation method પ્રમાણે પાણી વપરાશમાં મોટો તફાવત

4.2 Theme 2: *સિંચાઈ પદ્ધતિ અને પાણી-ઉપયોગ કાર્યક્ષમતા*

આંકડાઓ દર્શાવે છે કે કૃષિમાં પાણીની કાર્યક્ષમતા માત્ર સિંચાઈના પ્રમાણ પર નહીં, પરંતુ અપનાવવામાં આવતી પદ્ધતિ પર પણ આધારિત છે. Brar *et al.* (2022) ના Punjab અભ્યાસમાં subsurface drip irrigation અને fertigation દ્વારા conventional flood irrigation ની તુલનામાં આશરે 30% irrigation-water saving નોંધાઈ હતી. ભારત સરકાર મુજબ, Per Drop More Crop (PDMC) હેઠળ 2015-16 થી 2023-24 દરમિયાન આશરે 90 લાખ હેક્ટર વિસ્તાર micro-irrigation હેઠળ આવરી લેવાયો છે. સરકાર drip અને sprinkler irrigation ને farm-level water-use efficiency વધારવા માટે પ્રોત્સાહિત કરે છે અને નાના તથા સીમાંત ખેડૂતોને 55%, જ્યારે અન્ય ખેડૂતોને 45% સુધી નાણાકીય સહાય આપવામાં આવે છે (PIB, 2024).

આથી 3ના સંદર્ભમાં મુખ્ય તારણ એ છે કે water-use efficiency માત્ર ઓછું પાણી વાપરવાથી નહીં, પરંતુ યોગ્ય irrigation scheduling, technology અને cropping system ના સંયોજનથી સુધરે છે.

4.3 Theme 3: *ભૂગર્ભજળ દબાણ અને ટકાઉ વ્યવસ્થાપન*

1.	Total Annual Ground Water Recharge	: 449.08 bcm
2.	Annual Extractable Ground Water Resources	: 407.21 bcm
3.	Annual Ground Water Extraction	: 241.34 bcm
4.	Stage of Ground Water Extraction	: 59.26%

ભારત સરકારના CGWB ના 2023 મૂલ્યાંકન મુજબ વાર્ષિક ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ 449.08 BCM, વાર્ષિક એક્સ્ટ્રેક્ટેબલ રિસોર્સ 407.21 BCM અને વાર્ષિક નિષ્કર્ષણ 241.34 BCM હતું. કુલ નિષ્કર્ષણમાંથી 87% એટલે કે 209.74 BCM કૃષિ માટે 6,553 આકારણી એકમોમાંથી 736 (11%) અતિશય શોષણ, 199 જટિલ અને 698 અર્ધ-જટિલ હતા (સેન્ટ્રલ ગ્રાઉન્ડ વોટર બોર્ડ, 2023). આ આંકડા દર્શાવે છે કે કૃષિ પાણીની સમસ્યા માત્ર “પાણીની અછત” નથી; તે પાકની પસંદગી,

સિંચાઈ પદ્ધતિ અને groundwater dependence વચ્ચેનું structural imbalance પણ છે. તેથી sustainable water management માટે crop-specific planning, precision irrigation, rainfall-water harvesting અને groundwater recharge ને સંકલિત કરવું જરૂરી છે. સમગ્ર વિશ્લેષણ સૂચવે છે કે પાકવાર પાણીની જરૂરિયાત ની સમજ + કાર્યક્ષમ સિંચાઈ + groundwater management ત્રણેયને સાથે રાખવાથી જ ગ્રામ્ય કૃષિમાં પાણીનો ટકાઉ ઉપયોગ શક્ય બને છે.

4.4 ચર્ચા

આ અભ્યાસના તારણો દર્શાવે છે કે ગ્રામ્યકૃષિમાં પાણીની જરૂરિયાતને માત્ર પાક પ્રમાણે નક્કી કરવી પૂરતી નથી; તેને સ્થાનિક હવામાન, જમીન, સિંચાઈ પદ્ધતિ અને પાણીની ઉપલબ્ધતા સાથે જોડીને સમજવી જરૂરી છે. NITI Aayog (2025) પણ દર્શાવે છે કે વિવિધ agro-climatic conditionsને કારણે પાકની પાણીની જરૂરિયાતમાં નોંધપાત્ર તફાવત જોવા મળે છે. Chakravarti *et al.* (2022)ના Jabalpur અભ્યાસમાં ઘઉંની પાણીની જરૂરિયાત મકાઈ કરતાં વધુ જોવા મળવી આ crop-specific approachને સમર્થન આપે છે.

સિંચાઈની કાર્યક્ષમતા અંગે Brar *et al.* (2022) એ precision/subsurface drip irrigationથી આશરે 30% પાણીબચત દર્શાવી છે. જોકે, Fishman *et al.* (2023)ના અભ્યાસમાં drip irrigation અપનાવ્યા છતાં groundwater pumpingમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો ન થયો. આથી ટેકનોલોજીકલ efficiency અનેવાસ્તવિક groundwater conservation વચ્ચે તફાવત રહે છે.

વધુમાં, Dangar and Mishra (2023) દ્વારા દર્શાવાયેલ groundwater depletion અને Baccar et al. (2023) દ્વારા નોંધાયેલ crop-choice adaptation સૂચવે છે કે પાણીની અછત ખેડૂતોના ઉત્પાદન નિર્ણયો સાથે સીધીરીતે જોડાયેલી છે. તેથી ટકાઉ કૃષિ માટે માત્ર irrigation technology પર આધાર રાખવાને બદલે crop planning, water budgeting, groundwater management અને સ્થાનિક સ્તરે સંકલિત જળવ્યવસ્થા પણ જરૂરી છે.

6. ભલામણો

1. **પાકવાર પાણી આયોજન:** સ્થાનિક agro-climatic conditions, પાકનો પ્રકાર અને વૃદ્ધિ અવસ્થાને આધારે crop-specific water requirement નક્કી કરવી જોઈએ.
2. **કાર્યક્ષમ સિંચાઈ પદ્ધતિઓ:** drip અને sprinkler જેવી precision irrigation પદ્ધતિઓને યોગ્ય irrigation scheduling અને fertigation સાથે પ્રોત્સાહિત કરવી જોઈએ.
3. **પાક વૈવિધ્યીકરણ:** વધુ પાણી માંગતા પાકો પર અતિનિર્ભરતા ઘટાડીને સ્થાનિક પાણી ઉપલબ્ધતા અનુસાર ઓછા પાણીની જરૂરિયાત ધરાવતા પાકોને પ્રોત્સાહન આપવું જોઈએ.
4. **ભૂગર્ભ જળ સંરક્ષણ:** rainwater harvesting, groundwater recharge અને community-level water budgetingને કૃષિ આયોજન સાથે જોડવા જોઈએ.

5. **ખેડૂત જાગૃતિ:** ખેડૂતોને soil-moisture management, irrigation scheduling અને water-use efficiency અંગે તાલીમ આપવી જોઈએ.
6. **સ્થાનિક આયોજન:** NITI Aayog અનેઅન્ય સરકારી સંસ્થાઓના water-budgeting અભિગમને ગામ અને watershed સ્તરે વધુઅસરકારક રીતે અમલમાં મૂકવો જોઈએ.

7. નિષ્કર્ષ

આ અભ્યાસ દર્શાવે છે કે ગ્રામ્ય વિસ્તારોમાં કૃષિ માટે પાણીની જરૂરિયાત એકસરખી નથી અને તે પાકનો પ્રકાર, વૃદ્ધિ અવસ્થા, જમીન, વરસાદ તથા સ્થાનિક agro-climatic conditionsથી પ્રભાવિત થાય છે. વિવિધ અભ્યાસોના વિશ્લેષણથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પાણીની અછત સામે માત્ર સિંચાઈનું પ્રમાણ વધારવું પૂરતું નથી; પાણીનો કાર્યક્ષમ અને પાકવાર ઉપયોગ વધુ મહત્વપૂર્ણ છે. Precision irrigation અને યોગ્ય irrigation management દ્વારા નોંધપાત્ર પાણી બચત શક્ય છે, પરંતુ irrigation efficiency હંમેશા groundwater conservationમાં પરિવર્તિત થાય તે જરૂરી નથી. તેથી પાક પસંદગી, સિંચાઈ પદ્ધતિ, પાણીની ઉપલબ્ધતા અને ભૂગર્ભજળ દબાણને સંકલિત રીતે જોવાની જરૂર છે. આ અભ્યાસના તારણો સૂચવે છે કે crop-specific water planning, micro-irrigation, rainwater harvesting, groundwater recharge અને water budgeting જેવા ઉપાયો ગ્રામ્યકૃષિને વધુ કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ બનાવી શકે છે. અંતે, સ્થાનિક પરિસ્થિતિ આધારિત પાણી વ્યવસ્થાપન જ કૃષિ ઉત્પાદન અને જળ સંસાધનો વચ્ચે લાંબાગાળાનું સંતુલન સ્થાપિત કરી શકે છે.

સંદર્ભસૂચિ

1. Ahmed, S.K., Mohammed, R.A., Nashwan, A.J., Ibrahim, R.H., Abdalla, A.Q., Ameen, B.M.M. and Khidhir, R.M., 2025. Using thematic analysis in qualitative research. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, p.100198.https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2025.100198
2. Baccar, M., Raynal, H., Sekhar, M., Bergez, J.E., Willaume, M., Casel, P., Giriraj, P., Murthy, S. and Ruiz, L., 2023. Dynamics of crop category choices reveal strategies and tactics used by smallholder farmers in India to cope with unreliable water availability. *Agricultural Systems*, *211*, p.103744.https://www.sciencedirect.com/science/article/am/pii/S0308521X2300149X
3. Brar, A.S., Kaur, K., Sindhu, V.K., Tsolakis, N. and Srai, J.S., 2022. Sustainable water use through multiple cropping systems and precision irrigation. *Journal of Cleaner Production*, *333*,

p.130117.https://drive.google.com/file/d/15WpoI67rbORYMESFpwguRrhz_yroLL9C/view

4. Central Ground Water Board., 2023. *National Compilation on DYNAMIC GROUND WATER RESOURCES OF INDIA, 2023*. [online] Available at: https://cgwb.gov.in/cgwbpnm/public/uploads/documents/17056512151889452705file.pdf.
5. Chakravarti, A., Rohilla, K., Singh, S.P., Singh, S.K. and Adeba, D., 2022. Estimation of crop water requirement for Bargi left bank canal command area-Jabalpur MP India. *Energy Nexus*, *6*, p.100068.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427122000316
6. Chaudhary, V.P., Sawant, C.P., Gupta, A., Gautam, R., Khadatkar, A., Magar, A.P., Wakchaure, G.C., Kumar, V. and Chaudhary, R., 2025. Long-term zero tillage with residue retention boosts yield, enhances energy efficiency, and mitigates greenhouse gas emissions in the western Indo-Gangetic rice–wheat systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *9*, p.1672467.https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2025.1672467/pdf
7. Cheong, H., Lyons, A., Houghton, R. and Majumdar, A., 2023. Secondary Qualitative Research Methodology Using Online Data within the Context of Social Sciences. *International Journal of Qualitative Methods* [online]. 22 (1), pp. 1–19. Available from:https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/16094069231180160.
8. Dangar, S. and Mishra, V., 2023. Excessive pumping limits the benefits of a strengthening summer monsoon for groundwater recovery in India. *One Earth*, *6*(4), pp.419-427.https://www.cell.com/one-earth/pdfExtended/S2590-3322(23)00102-1
9. Devineni, N., Perveen, S. and Lall, U., 2022. Solving groundwater depletion in India while achieving food security. *Nature Communications*, *13*(1), p.3374.https://www.nature.com/articles/s41467-022-31122-9.pdf
10. Dhaloiya, A. and Singh, J.P., 2024. Spatio-temporal patterns of groundwater level changes in southwestern Indian Punjab. *Water Supply*, *24*(2), pp.497-516.https://iwaponline.com/ws/article-pdf/24/2/497/1373767/ws024020497.pdf

11. Fishman, R., Giné, X. and Jacoby, H.G., 2023. Efficient irrigation and water conservation: Evidence from South India. *Journal of Development Economics*, *162*, p.103051.http://ungated-research.s3.amazonaws.com/pdf/2398-JDE-2023-1-Efficient_irrigation_and_water_conservation__Evidence_from_South_India.pdf
12. Gupta, A., Singh, R.K., Kumar, M., Sawant, C.P. and Gaikwad, B.B., 2022. On-farm irrigation water management in India: Challenges and research gaps. *Irrigation and Drainage*, *71*(1), pp.3-22.https://www.researchgate.net/profile/Chetankumar-Sawant/publication/353905703_On-farm_irrigation_water_management_in_India_Challenges_and_research_gaps/links/69302fd11a621a227cf7952d/On-farm-irrigation-water-management-in-India-Challenges-and-research-gaps.pdf
13. Kuchimanchi, B.R., Ripoll-Bosch, R., Steenstra, F.A., Thomas, R. and Oosting, S.J., 2023. The impact of intensive farming systems on groundwater availability in dryland environments: A watershed level study from Telangana, India. *Current Research in Environmental Sustainability*, *5*, p.100198.https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666049022000767
14. NITI Aayog., 2025. *Water Budgeting*. [online] Niti.gov.in. Available at: https://www.niti.gov.in/node/2046 [Accessed 24 Sept. 2026].
15. PIB., 2024. *Micro irrigation*. [online] Pib.gov.in. Available at: https://www.pib.gov.in/www.pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=2003188 [Accessed 24 Sept. 2026].
16. Ravindiran, G., Rajamanickam, S., Sivarethinamohan, S., Karupaiya Sathaiah, B., Ravindran, G., Muniasamy, S.K. and Hayder, G., 2023. A review of the status, effects, prevention, and remediation of groundwater contamination for sustainable environment. *Water*, *15*(20), p.3662.https://doi.org/10.3390/w15203662
17. Saiyed, A.A., Shaikh, A. and Gupta, S., 2024. Entrepreneurial marketing strategy in craft-based businesses in an emerging market: a qualitative interpretivist approach. Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship, 26(2), pp.279-302.https://www.researchgate.net/profile/Abrar-Ali-Saiyed/publication/375278049_Entrepreneurial_marketing_strategy_in_craft-

based_businesses_in_an_emerging_market_a_qualitative_interpretivist_approach/links/69cd790be8c97366296344d4/Entrepreneurial-marketing-strategy-in-craft-based-businesses-in-an-emerging-market-a-qualitative-interpretivist-approach.pdf