# मध्य प्रदेश के चयनित जिलों में किसानों के खेत में सबमर्सिबल पंपों के बीच कार्बन फुटप्रिंट पैटर्न

सी.के. सक्सेना[1] के. वी. रमना राव[2] दीपक चौहान[3]

[1]वरिष्ठ वैज्ञानिक, सिंचाई और जल निकासी इंजीनियरिंग प्रभाग, भाकृअनुप–केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान, भोपाल, मध्य प्रदेश–462038. (cksaxena@gmail.com)

[2]प्रधान वैज्ञानिक, सिंचाई और जल निकासी इंजीनियरिंग प्रभाग, भाकृअनुप–केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान, भोपाल, मध्य प्रदेश–462038.

[3]पूर्व–वरिष्ठ अनुसंधान अध्येता, सिंचाई और जल निकासी इंजीनियरिंग प्रभाग, भाकृअनुप–केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान, भोपाल, मध्य प्रदेश–462038.

## परिचय

कृषि सतही और भूजल का या तो अकेले या सतही पानी के संयोजन में सबसे बड़ा उपभोग होता है, जिसे आम तौर पर सिंचाई के पानी की उपलब्धता में अनिश्चितता से बचने और बेहतर आर्थिक लाभ प्राप्त करने के लिए पसंद किया जाता है। भारत का वार्षिक भूजल उपयोग और साथ ही भूजल संरचनाओं की संख्या सबसे अधिक है। फसल उगाने के लिए भूजल के अत्यधिक दोहन से कुओं की उपज में कमी, कुओं/नलकूपों की शुष्कता, पम्पिंग लागत में वृद्धि और ऊर्जा की अधिक खपत होती है। भारत में कृषि पंपसेट 1930 में पेश किए गए थे और पंपसेट का निर्माण 1950 में शुरू हुआ था। भारत में सिंचाई पंपसेट के उद्योग मुख्य रूप से भारतीय मानक ब्यूरो (बीआईएस) के विनिर्देशों के अनुसार निर्माण करते हैं, फिर भी कुछ घटिया या गैर–आईएसआई ब्रांड भारतीय बाजार में भी उपलब्ध हैं। भारत में बिजली के पंपों से लैस सिंचाई कुओं की संख्या 1951 में 1.03 लाख से बढ़कर 2022 में 20.3 मिलियन से अधिक हो गई है। दोनों प्रकार के पम्पसेटों में पिछले 30 वर्षों में स्थिर वृद्धि देखी गई है। ज्यादातर पंपसेट या तो डीजल या बिजली से चलते हैं। चूंकि, देश के अधिकांश राज्यों में कृषि पंपसेट चलाने के लिए किसानों को रियायती दरों पर बिजली उपलब्ध कराई जाती है, इसलिए किसानों ने सिंचाई के लिए 3–10 एचपी के पंपसेटों को अपनाया है। बारिश की अनिश्चितता और भूजल स्तर में गिरावट के कारण सिंचाई के लिए सबमर्सिबल पंपसेट की मांग बढ़ी है। हालाँकि, अधिकांश राज्य सिंचाई के लिए वैकल्पिक समाधान (सौर पंप, बिजली की उपलब्धता आदि) प्रदान करते हैं और जल संचयन संरचना, तालाब की परत आदि पर ध्यान केंद्रित करते हैं, सूक्ष्म सिंचाई, स्प्रिंकलर सिंचाई जैसी नई तकनीकें प्रदान करते हैं (सक्सेना और अन्य, 2015, किशोर एवं अन्य, 2016)। ऐसी योजनाओं की पैठ वांछनीय प्रभाव नहीं डाल सकी। इसके अलावा ऐसे हरित समाधानों की संख्या कम है। दूसरी ओर, कृषि क्षेत्र में उपयोग की जाने वाली बिजली के लिए बिजली शुल्क, जो कथित तौर पर कुल बिजली खपत का लगभग एक चौथाई हिस्सा है, राज्य द्वारा वित्तपोषित होने के दौरान ज्यादातर बिना मीटर और सब्सिडी के रहता है, बिजली की लागत का बड़ा हिस्सा ज्यादातर अप्राप्त रहता है। किसानों को या तो मुफ्त में या बहुत सस्ते दामों पर बिजली मिलती है और इस वजह से वे पंपिंग सिस्टम की दक्षता में सुधार करने में ज्यादा रुचि नहीं लेते हैं। क्षैतिज केन्द्र अपसारक पंपों और सबमर्सिबल पंपों दोनों के लिए सिंचाई पंप के उचित आकार के चयन के साथ–साथ प्रदर्शन सुधार पर अध्ययन के

https://doi.org/10.52151/aet2023471.1629

लिए दिशानिर्देश बताए गए हैं। नहर और भूजल के समग्र सिंचाई दक्षता और इष्टतम संयुक्त पानी के उपयोग में सुधार के लिए कृषि विकास और जल प्रबंधन प्रथाओं पर क्षेत्र अध्ययन हैं (वाघाये और अन्य, 2018, तथा सक्सेना और अन्य, 2020)। यह जानकारी स्थायी भूजल निकासी दर निर्धारित करने और उपलब्ध सिंचाई के पानी का विवेकपूर्ण उपयोग करने में उपयोगी हो सकती है। हालांकि, इन दृष्टिकोणों को सबमर्सिबल पंप प्रौद्योगिकी के संदर्भ में लागू करने की आवश्यकता है ताकि इसके नकारात्मक प्रभावों को कम किया जा सके। इसलिए मध्य प्रदेश के चयनित जिलों के किसानों के खेतों में सबमर्सिबल पंप प्रौद्योगिकी की ऊर्जा खपत पैटर्न और मौजूदा सबमर्सिबल पंपिंग प्रणालियों की संचालन क्षमता का आकलन करने के लिए एक अध्ययन किया गया था।

## कार्यप्रणाली

जल संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा सीमांकित सुरक्षित, अर्ध–महत्वपूर्ण, महत्वपूर्ण और अत्यधिक शोषित क्षेत्रों के रूप में भूजल विकास के चरण के आधार पर। मध्य प्रदेश राज्य के दस जिलों (अर्थात् भोपाल, सीहोर, रायसेन, विदिशा, होशंगाबाद, उज्जैन, इंदौर, शहडोल, पन्ना और सतना) को अध्ययन के लिए चुना गया। उपरोक्त चयनित जिलों के 83 गांवों में कुल 150 पंपसेटों का परीक्षण किया गया। बीआईएस कोड (आईएसः 11346, 1985) के अनुसार पंपिंग सिस्टम के परीक्षण के लिए मानक परीक्षण प्रक्रियाओं का पालन किया गया और पंप विशेषताओं का विश्लेषण किया गया (सिंह और सक्सेना, 1992, ए, और सिंह व सक्सेना 1992, बी)। पंप प्रदर्शन मापदंडों को प्रभावित करने वाले स्वतंत्र चर (वेरियेबल) को सांख्यिकीय उपचार माना जाता था। ये चर हैं (एक) पम्पिंग सिस्टम के तीन आयु वर्ग अर्थात 5 वर्ष से कम आयु, 5–10 वर्ष के बीच की आयु और 10 वर्ष से अधिक आयु, (दो) दो प्रकार के मानक बनाते हैं। बीआईएस/आईएसआई चिह्न और गैर–आईएसआई चिह्न का पालन करना और न करना, (तीन) पावर रेटिंग के दो समूह अर्थात 5 एचपी से कम और 5 एचपी से ज्यादा। उपरोक्त तीन स्वतंत्र कारकों के साथ जो प्रत्येक प्रदर्शन चर को व्यक्तिगत रूप से और एक दूसरे के संयोजन में प्रभावित कर रहे हैं, इसलिए प्रत्येक चर के डेटा को प्रत्येक उप–प्रकार के परीक्षण पंप सेटों के लिए चार के समूहों में व्यवस्थित किया गया था। देखे गए डेटा का मूल्यांकन समग्र दक्षता के साथ–साथ कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन के लिए किया गया और प्रयोग के स्प्लिट–स्प्लिट प्लॉट डिजाइन के अनुसार विचरण का विश्लेषण किया गया था।

तालिका 1 : आयु के अनुसार औसत डिस्चार्ज (एलपीएस)

| | औसत डिस्चार्ज (एलपीएस) | औसत कुल पीर्श (एम) | ईएचपी (के.डब्ल्यू.) | समग्र दक्षता (%) | $CO_2$ उत्सर्जन प्रति वर्ष प्रति पंप (किग्रा.) |
|---|---|---|---|---|---|
| आयु के अनुसार | | | | | |
| 5 वर्ष से कम | 4.29 | 58.31 | 4.94 | 41.64 | 98.02 |
| 5 . 10 वर्ष | 3.22 | 46.93 | 5.54 | 27.22 | 151.77 |
| 10 वर्ष से अधिक | 3.18 | 36.34 | 3.71 | 21.59 | 195.76 |
| एच.पी. रेटिंग के अनुसार | | | | | |
| 5 एच.पी. से कम | 2.98 | 43.24 | 4.53 | 27.15 | 158.69 |
| 5 एच.पी. से अधिक | 4.15 | 50.05 | 4.94 | 33.14 | 138.34 |
| मानक समय के अनुसार | | | | | |
| आई.एस.आई. | 4.21 | 47.19 | 4.41 | 36.11 | 114.24 |
| गैर आई.एस. आई. | 2.92 | 46.09 | 5.06 | 24.18 | 182.80 |

## परिणाम और चर्चा

औसत पंप डिस्चार्ज, कुल हेड, इलेक्ट्रिकल हॉर्स पावर (ईएचपी) और कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन प्रति यूआईडब्ल्यू प्रति तालिका 1 में रिपोर्ट किया गया है। पंपसेट की उम्र में वृद्धि के साथ डिस्चार्ज, कुल हेड और पंपिंग सिस्टम की समग्र दक्षता में कमी पाई गई। 5–10 वर्ष और 10 वर्ष से अधिक आयु के पम्पसेटों की श्रेणियों के लिए 5 वर्ष से कम के पंपसेटों का औसत डिस्चार्ज क्रमशः 4.29 लीटर से घटकर 3.22 लीटर और 3.18 लीटर हो गया। अलग–अलग उम्र के पंप के लिए डिस्चार्ज 5 प्रतिशत के स्तर पर काफी अलग पाया गया। उच्च एचपी (तालिका 1) के पंपों में औसत निर्वहन अधिक था। डिस्चार्ज को मोटर हॉर्स पावर के साथ अलग–अलग पाया गया, यानी 5 एचपी से कम पंप और 5 एचपी से अधिक प्रकार के पंपसेट, जो 5 प्रतिशत के स्तर पर काफी अलग थे। 5 एचपी से अधिक के पम्पसेट के लिए औसत डिस्चार्ज 4.15 एलपीएस था जबकि 5 एचपी से कम के पंपसेट का औसत डिस्चार्ज (2.98 एलपीएस) था। मानकीकरण के प्रकार जैसे आईएसआई प्रकार और गैर–आईएसआई प्रकार के पम्पसेट के साथ डिस्चार्ज भी अलग–अलग पाया गया। सबमर्सिबल पंपों के आईएसआई ब्रांडों के लिए औसत निर्वहन, कुल शीर्ष और समग्र दक्षता गैर–आईएसआई ब्रांडों के पंपों (तालिका 1) की तुलना में अधिक पाई गई, जबकि विभिन्न कारणों से आईएसआई प्रकारों की तुलना में गैर आईएसआई प्रकारों में बिजली की आवश्यकता अधिक थी। स्पष्टतः, मुख्य रूप से कम कीमत पर उप–मानक गुणवत्ता की उपलब्धता के कारण, यह आई.एस.आई. और गैर–आईएसआई प्रकारों के बीच 1 प्रतिशत के स्तर पर

महत्वपूर्ण रूप से भिन्न पाया गया। आयु और प्रकार के मानकीकरण के बीच अंतःक्रिया भी 5 प्रतिशत के स्तर पर महत्वपूर्ण पाई गई। अलग–अलग पंपिंग सिस्टम की बिजली खपत की गणना पानी की मात्रा में परिवर्तित औसत वार्षिक परिचालन मांग के आधार पर तुलना के उद्देश्य से की गई थी, जिसे एक हेक्टेयर के लिए 150 यूआईडब्ल्यू के रूप में निकाला गया था। प्रति यूनिट किलोवाट बिजली के लिए कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन को 0.87 किग्रा/किलोवाट घंटा माना गया। पंपों के लिए कुल वार्षिक कार्बनडाइऑक्साइड उत्सर्जन का अनुमान लगाया गया और तुलना की गई। सभी पम्पसेटों के लिए कुल औसत कार्बनडाइऑक्साइड उत्सर्जन 148.5 किलोग्राम प्रति वर्ष अनुमानित किया गया था। पंपों की आयु के साथ औसत उत्सर्जन दर में वृद्धि पाई गई (तालिका 1)। उच्चतम कार्बनडाइऑक्साइड उत्सर्जन 248.8 किलोग्राम कार्बनडाइऑक्साइड प्रति वर्ष पर गैर–आईएसआई प्रकार के पंपों का था। 5 वर्ष से कम आयु वाले पंपों में सबसे कम उत्सर्जन देखा गया, जिसमें कार्बनडाइऑक्साइड का न्यूनतम उत्सर्जन दिखाया गया। गैर–आईएसआई प्रकार के पम्पसेटों के मामले में कार्बनडाइऑक्साइड का उत्सर्जन बहुत अधिक था।

दो अलग–अलग पंपिंग प्रणालियों की तुलना आसानी से की जा सकती है जब उन्हें यूनिट सिंचाई कार्य (यूआईडब्ल्यू या 100 एम3 या 1 हेक्टेयर–सेमी सिंचाई के पानी को 1 मीटर के कुल शीर्ष के ऊपर उठाने में किया गया काम) के लिए रखा जाता है। ऊर्जा सूचकांक (ईआई) को एक कुशल पंपिंग प्रणाली में बिजली की खपत के आदर्श या वांछित स्तर के लिए सिंचाई कार्यों की प्रति यूनिट बिजली की खपत के रूप में परिभाषित किया गया है। एनर्जी इंडेक्स 0.7 या उससे कम के बराबर होना चाहिए। कृषि पम्पिंग प्रणालियों में, ऊर्जा सूचकांक का कम मूल्य उसी कार्य की समान मात्रा के लिए उच्च प्रणाली दक्षता को इंगित करता है। Eq.(1) का उपयोग करके पम्पसेट के ऊर्जा सूचकांक मूल्यों की गणना की गई। यह देखा गया कि 33.72 प्रतिशत पम्पसेट 0.7 kW/UIW के बराबर से कम पर संचालित हो रहे थे जबकि शेष 66.28 प्रतिशत 0.7 kW/UIW से अधिक पर चल रहे थे। अधिकांश पम्पिंग सिस्टम (लगभग 66 प्रतिशत) किसानों के खेतों में अक्षम रूप से खराब काम कर रहे थे। यह विशेष रूप से भोपाल, रायसेन, विदिशा, नर्मदापुरम, उज्जैन, सतना, पन्ना और शहडोल जिलों में अधिक था।

चित्र 2. विभिन्न पंपसेटों का ऊर्जा सूचकांक

| क्रम संख्या | जिला | ऊर्जा सूचकांक | |
|---|---|---|---|
| | | ≤0.7 | >0.7 |
| 1 | भोपाल | 7 | 8 |
| 2 | राइसेन | 1 | 7 |
| 3 | सेहोर | 5 | 2 |
| 4 | विदिशा | 1 | 3 |
| 5 | नर्मबापुरम | 2 | 3 |
| 6 | उज्जैन | 1 | 2 |
| 7 | इंदोर | 1 | 1 |
| 8 | सतना | 4 | 15 |
| 9 | पन्ना | 1 | 5 |
| 10 | साहदोल | 4 | 5 |
| | कुल | 29 | 57 |
| | | 33.72 % | 66.28 % |

## संदर्भ


आईईए.2022. भारत में कृषि सिंचाई पंपों का अनुमानित स्टॉक, 2010–2022 [https://www.iea.org/data-and-statistics/ charts/estimated-stock-of-agricultural-irrigation-pumps-in-india-2010-2022 Accessed: Jan 2023]

किशोर रवि, गहलोत वी के, सक्सेना सी. के. 2016. प्रेशर कम्पेंसेटेड माइक्रो स्प्रिंकलरः अ रिव्यू.इंट.जे. इंजी.रिस. एंड टेक.5, 237–242.

सक्सेना सी के, गुप्ता एस के, पुरोहित आर.सी., भाकर एस. आर. 2015. साल्ट वाटर डायनेमिक्स अंडर प्वाइंट सोर्स ऑफ ड्रि इरिगेशन. इंड. जे. एगिक.रिस. 19, 101–113.

सक्सेना सी के, सिंह जसपाल, आचार्य एम एस. 1997. यूज ऑफ रिजिट पॉलिविनाइल क्लोराइड कम्पोनेंट्स इन इन्हेंसिंग परफोर्मेन्स ऑफ सेन्ट्रफ्यूगल पंपिंग सिस्टम. जे. वाटर मेनेज. 5,16–20.

सक्सेना सी के, अम्बास्ट, एस.के. गुप्ता, एस.केकृ2020. लेजर लेंड लेवलिंग फॉर हायर वाटर प्रोडक्टिविटी इन राइस–व्हीट सिस्टम. इन्ट.जे. ऑफ इनो.टेक. एंड एक्स इंजीनियरिंग.. 9(8):374-379. [ DOI: 10.35940/ijitee.H6482.069820]

सक्सेना, सी.के., सिंह, रामाधार, प्यासी, एस. के. और मेकाले, अजय कुमार. 2018. इवेलुएशन ऑफ मूवमेंट ऑफ वेट्टिंग फ्रन्ट अंडर सरफेस प्वाइंट सोर्स ऑफ ड्रि इरिगेशन इन वर्टिसोल्स. जे. एग्रिक.इंजी.55, 16–67.

वाघाये, अभिशेक एम., सक्सेना, सी.के., कुमार, सत्येंद्र, पठान, ए., अभिशेक, आर. 2018. मल्टीपल लीनियर मॉडलिंग ऑफ इलेक्ट्रिल कंडिक्टिविटी एट अ सबसरफेस ड्रेनेज साइट इन हरियाणा यूजिंग ईएम टेक्नीक. इन्ट.जे. ऑफ केमि. स्टु. 6, 1953–1960।

सिंह जे., सक्सेना सी. के. 1992, ए. कम्पेरिजन ऑफ हेड लॉस एंड पॉवर कंजप्शन कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ मेटलिक एंड प्लास्टिक फुट–वॉल्वस. जे. इण्ड. वाटर रिसो. सोक. 12, 72–74।

संह जे, सक्सेना सी के 1992, बी. द यूज ऑफ प्लास्टिक्स इन इम्प्रूविंग सिस्टम्स एफिसिएंसी एंड रिड्यूसिंग एनर्जी कंजप्शन इन होरिजोन्टल सेन्ट्रीफ्यूगल पंपिंग सिस्टम्स. इंड. जे. पावर एंड रिव. वैली डे.व. 42, 227–230।