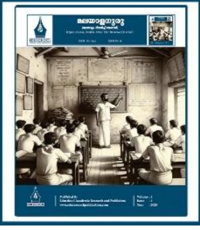
മലയാളഗുരു
(മലയാളം റിസർച്ച് ജേണൽ)
(Open Access, Double-Blind Peer Reviewed Journal)
ISSN Online: ISSN Print



ഡിജിറ്റൽ കാലഘട്ടത്തിൽ കേരളത്തിലെ കൃഷി: നവസാധ്യതകളും വെല്ലുവിളികളും

Akhila Raj. K

Assistant Professor, Department of Malayalam, Annai Fathima College, Madurai, Tamil Nadu, India.

Article information

Received: 13th April 2025
Received in revised form: 12th May 2025
Accepted: 15th June 2025
Available online: 25th July 2025

Volume:1
Issue: 2
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.16417179

Abstract

This study, which examines the use and acceptance of modern technologies in Kerala's agricultural sector, analyzes the current state and future prospects of agricultural transformation in the state. The implementation of the KATHIR (Kerala Agriculture Technology Hub) platform, application of drone technology, IoT sensors, and precision farming are key areas of research. Major challenges identified include the digital divide, financial barriers, and inadequate infrastructure. The study findings suggest that comprehensive policy reforms and capacity-building programs are essential to enhance technological acceptance.

സാരാംശം

കേരളത്തിലെ കൃഷി മേഖലയിൽ ആധുനിക സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ ഉപയോഗവും സ്വീകാര്യതയും പരിശോധിക്കുന്ന ഈ പഠനം, സംസ്ഥാനത്തെ കാർഷിക പരിവർത്തനത്തിന്റെ നിലവിലെ അവസ്ഥയും ഭാവി സാധ്യതകളും വിശകലനം ചെയ്യുന്നു. KATHIR (കേരള അഗ്രികൾച്ചർ ടെക്നോളജി ഹബ്) പ്ലാറ്റ്ഫോമിന്റെ നടപ്പാക്കൽ, ഡ്രോൺ സാങ്കേതികവിദ്യ, IoT സെൻസറുകൾ, പ്രിസിഷൻ ഫാർമിംഗ്(കൃത്യത കൃഷി) എന്നിവയുടെ പ്രയോഗം എന്നിവ പ്രധാന ഗവേഷണ മേഖലകളാണ്. ഡിജിറ്റൽ വിഭജനം, സാമ്പത്തിക തടസ്സങ്ങൾ, അടിസ്ഥാന സൗകര്യ അപര്യാപ്തത എന്നിവയും കണ്ടെത്തിയ പ്രധാന വെല്ലുവിളികളാണ്. പഠന ഫലങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യത വർധിപ്പിക്കുന്നതിന് സമഗ്രമായ നയപരിഷ്കാരങ്ങളും കപ്പാസിറ്റി ബിൽഡിംഗ് പ്രോഗ്രാമുകളും ആവശ്യമാണെന്നാണ്.

പ്രധാന വാക്കുകൾ : ഡിജിറ്റൽ കൃഷി, പ്രിസിഷൻ ഫാർമിംഗ്, IoT, ഡ്രോൺ സാങ്കേതികവിദ്യ, കേരള കൃഷി, സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യത, KATHIR, കാർഷിക നവീകരണം

ആമുഖം

ആഗോളവൽക്കരണത്തിന്റെയും കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനത്തിന്റെയും പശ്ചാത്തലത്തിൽ, കേരളത്തിലെ കൃഷി മേഖല അഭൂതപൂർവമായ വെല്ലുവിളികൾ അഭിമുഖീകരിക്കുന്നു. പരമ്പരാഗത കാർഷിക രീതികൾ ആധുനിക ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേറ്റുന്നതിൽ പരിമിതികൾ കാണിക്കുന്ന സാഹചര്യത്തിൽ, ഡിജിറ്റൽ സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ സ്വീകാര്യത അത്യന്താപേക്ഷിതമായി മാറിയിരിക്കുന്നു.

കേരളത്തിന്റെ സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിൽ കൃഷി മേഖല 7% സംഭാവന നൽകുന്നുണ്ടെങ്കിലും, സംസ്ഥാനത്തെ 55 ലക്ഷം കുടുംബങ്ങളിൽ 32 ലക്ഷം പേർ കാർഷിക മേഖലയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.[1] ഈ പശ്ചാത്തലത്തിൽ, സാങ്കേതിക നവീകരണത്തിലൂടെ കാർഷിക ഉത്പാദനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നത് അത്യാവശ്യമാണ്.

2024 ഓഗസ്റ്റിൽ കേരള സർക്കാർ ആരംഭിച്ച KATHIR (Kerala Agriculture Technology Hub and Information Hub) പദ്ധതി ഇക്കാര്യത്തിൽ ഒരു സുപ്രധാന ഇടപെടലാണ്.[2] ഇത് ഇന്ത്യയിൽ തന്നെ ആദ്യമായി ഒന്നിലധികം API കളും സാങ്കേതിക വിദ്യകളും സംയോജിപ്പിച്ച് കർഷകർക്ക് തത്സമയ വിവരങ്ങളും ഡാറ്റാ അധിഷ്ഠിത ഉൾക്കാഴ്ചകളും നൽകുന്ന സമഗ്ര പ്ലാറ്റ്‌ഫോമാണ്.

ഗവേഷണ ചോദ്യം: കേരളത്തിലെ കൃഷി മേഖലയിൽ ആധുനിക ഡിജിറ്റൽ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ എങ്ങനെ നടപ്പാക്കപ്പെടുന്നു, കാർഷിക രീതികളിൽ അവയുടെ സ്വാധീനം എന്താണ്, കൂടാതെ ഈ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ സ്വീകരിക്കുന്നതിൽ കർഷകർ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന വെല്ലുവിളികൾ എന്തൊക്കെയാണ്?

സാഹിത്യ അവലോകനം

ആഗോള പ്രിസിഷൻ അഗ്രികൾച്ചർ ട്രെൻഡുകൾ

ആഗോള തലത്തിൽ പ്രിസിഷൻ അഗ്രികൾച്ചർ വിപണി 2024-ൽ നിന്ന് 2031-ഓടെ 27.81 ബില്യൺ ഡോളറിൽ എത്തുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു, CAGR 12.9% എന്ന നിരക്കിൽ.[3] ഇത് ആധുനിക സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ പ്രാധാന്യം വ്യക്തമാക്കുന്നു.

ഡിജിറ്റൽ കൃഷിയിൽ ഡ്രോൺ സാങ്കേതികവിദ്യ, IoT ഉപകരണങ്ങൾ, AI/ML അൽഗോരിതങ്ങൾ, റിമോട്ട് സെൻസിംഗ് എന്നിവ പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ്.[4] ഈ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ കർഷകർക്ക് തത്സമയ ഡാറ്റ നൽകി മികച്ച തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു.

ഇന്ത്യയിലെ കാർഷിക സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ

ഇന്ത്യയിൽ കാർഷിക സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ സ്വീകാര്യത ഇപ്പോഴും പ്രാരംഭ ഘട്ടത്തിലാണ്.[5] ഇതിനുള്ള പ്രധാന കാരണങ്ങൾ ഡിജിറ്റൽ വിഭജനം, അടിസ്ഥാന സൗകര്യ അപര്യാപ്തത, സാമ്പത്തിക പരിമിതികൾ എന്നിവയാണ്.

കർണാടക, തെലങ്കാന, കേരള തുടങ്ങിയ സംസ്ഥാനങ്ങളിലെ സാങ്കേതിക വിദഗ്ധരായ കർഷകർ കാലാവസ്ഥ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള കൃഷിക്കായി അഗ്രിടെക് സൊല്യൂഷനുകൾ സ്വീകരിക്കുന്നു.[6]

കേരളത്തിലെ കാർഷിക സാങ്കേതികവിദ്യ

കേരളത്തിലെ കാർഷിക വകുപ്പ് KATHIR പദ്ധതിയിലൂടെ കർഷകർക്ക് ഡിജിറ്റൽ സേവനങ്ങൾ എത്തിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നു.[7] ഈ പ്ലാറ്റ്‌ഫോമിൽ കാലാവസ്ഥാധിഷ്ഠിത വിള ആസൂത്രണം, റിമോട്ട് സെൻസിംഗ് സാങ്കേതികവിദ്യ, മണ്ണിന്റെ ഈർപ്പം അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ജലസേചന ഉപകരണങ്ങൾ എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്നു.

ഗവേഷണ രീതിശാസ്ത്രം

ഗവേഷണ രൂപകൽപ്പന

ഈ പഠനം മിക്സഡ് മെത്തഡ് സമീപനം സ്വീകരിക്കുന്നു, സൈദ്ധാന്തിക വിശകലനവും അനുഭവപരമായ നിരീക്ഷണങ്ങളും സംയോജിപ്പിച്ചുകൊണ്ട്. പ്രധാനമായും സെക്കൻഡറി ഡാറ്റ വിശകലനത്തിലും സമകാലിക സാഹിത്യ പരിശോധനയിലും ആധാരിതമാണ്.

ഡാറ്റ ശേഖരണം

- സർക്കാർ പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ

- അക്കാദമിക് ജേണലുകൾ
- വ്യവസായ റിപ്പോർട്ടുകൾ
- വാർത്താ റിപ്പോർട്ടുകൾ
- സാങ്കേതിക കമ്പനികളുടെ പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ

വിശകലന ചട്ടക്കൂട്

സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യത മോഡൽ (Technology Acceptance Model) ഉപയോഗിച്ച് കേരളത്തിലെ കാർഷിക സാങ്കേതികവിദ്യ സ്വീകാര്യതയുടെ പ്രേരകങ്ങളും തടസ്സങ്ങളും വിശകലനം ചെയ്തിട്ടുണ്ട്.

ഫലങ്ങൾ

KATHIR പ്ലാറ്റ്‌ഫോമിന്റെ സവിശേഷതകൾ

KATHIR പ്ലാറ്റ്‌ഫോമിന്റെ പ്രധാന ഘടകങ്ങൾ ഇവയാണ്:

- *യൂണിഫൈഡ് അഗ്രികൾച്ചറൽ ഇൻഫർമേഷൻ പ്ലാറ്റ്‌ഫോം*: എല്ലാ പങ്കാളികൾക്കും പ്രവേശനമുള്ള കേന്ദ്രീകൃത കാർഷിക ഡാറ്റ റിപ്പോസിറ്ററി.[8]
- *ജിയോപോർട്ടലും മൊബൈൽ ആപ്ലിക്കേഷനും*: വിള ആസൂത്രണം മുതൽ കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനം വരെയുള്ള തത്സമയ വിവരങ്ങൾ നൽകുന്നു.
- *കാലാവസ്ഥാധിഷ്ഠിത വിള ആസൂത്രണം*: നിർദ്ദിഷ്ട പ്രദേശങ്ങൾക്കും സാഹചര്യങ്ങൾക്കും അനുയോജ്യമായ വിളകൾ തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ സഹായിക്കുന്നു.
- *റിമോട്ട് സെൻസിംഗ് സാങ്കേതികവിദ്യ*: വിള തരംതിരിവ്, പ്രദേശം കണക്കാക്കൽ, വിള ആരോഗ്യ നിരീക്ഷണം, വിളവെടുപ്പ് പ്രവചനം എന്നിവയ്ക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ഡ്രോൺ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ പ്രയോഗം

കേരളത്തിൽ കാർഷിക ഡ്രോൺ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഉപയോഗം വർധിച്ചുവരികൽ:

- *ബയോ ഫെർട്ടിലൈസർ തളിക്കൽ:* Fuselage Innovations പോലുള്ള കമ്പനികൾ കേരളത്തിലെ നെൽവയലുകളിൽ പ്രിസിഷൻ സ്പ്രേയിംഗ് നടത്തുന്നു.[9] ഈ സാങ്കേതികവിദ്യ ചെടികളുടെ ആഗിരണ നിരക്ക് അനുസരിച്ച് നോസിലുകൾ രൂപകൽപ്പന ചെയ്യുന്നു.
- *വിള നിരീക്ഷണം*: ഡ്രോൺ ക്യാമറകൾ ഉപയോഗിച്ച് വിള ആരോഗ്യം, കീടബാധ, കളകളുടെ സാന്നിധ്യം എന്നിവ തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നു.
- *മൾട്ടിസ്പെക്ട്രൽ ഇമേജിംഗ്*: ഉയർന്ന റെസല്യൂഷൻ ഏരിയൽ ചിത്രങ്ങൾ വഴി വലിയ വയലുകളുടെ റിമോട്ട് മോണിറ്ററിംഗ് സാധ്യമാക്കുന്നു.

IoT സെൻസറുകളുടെ ഉപയോഗം

- *മണ്ണ് നിരീക്ഷണ സെൻസറുകൾ*: മണ്ണിന്റെ ഈർപ്പം, pH, പോഷകാംശങ്ങൾ എന്നിവ അളക്കുന്നതിനായി IoT സെൻസറുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.[10]
- *കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ*: ഹൈപ്പർ ലോക്കൽ കാലാവസ്ഥാ ഡാറ്റ നൽകുന്ന ഓൺ-സൈറ്റ് കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ.
- *സ്മാർട്ട് ഇറിഗേഷൻ സിസ്റ്റങ്ങൾ*: സെൻസർ ഡാറ്റ ഉപയോഗിച്ച് ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ മാത്രം വെള്ളം നൽകുന്ന ഓട്ടോമേറ്റഡ് സിസ്റ്റങ്ങൾ.

അശ്രയ കേന്ദ്രങ്ങളുടെ സ്ഥാപനം

2024 നവംബറിൽ കേരള സർക്കാർ കർഷകർക്കായി പ്രത്യേകം അശ്രയ കേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കാൻ തീരുമാനിച്ചു.[11] ഇത് അക്ഷയ കേന്ദ്രങ്ങളുടെ മാതൃകയിൽ കാർഷിക സമൂഹത്തിന് മാത്രമായി ഡിജിറ്റൽ സേവനങ്ങൾ നൽകുന്നു.

ചർച്ച

സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യതയുടെ നേട്ടങ്ങൾ

- *ഉത്പാദനക്ഷമത വർധന*: പ്രിസിഷൻ ഫാർമിംഗ് സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ വഴി വിള ഉത്പാദനം 10-30% വരെ വർധിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്നു.[12]
- *വിഭവ സംരക്ഷണം*: സ്മാർട്ട് ഇറിഗേഷൻ സിസ്റ്റങ്ങൾ വഴി വെള്ളത്തിന്റെ ഉപയോഗം 20-50% കുറയ്ക്കാൻ സാധിക്കും.
- *കീടനാശിനി ഉപയോഗം കുറയ്ക്കൽ*: ഡിജിറ്റൽ സാങ്കേതികവിദ്യ കർഷകരുടെ കീടനാശിനി ഉപയോഗം ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കുന്നു.[13]
- *വിപണി പ്രവേശനം*: ഇലക്ട്രോണിക് മാർക്കറ്റിംഗ് സിസ്റ്റങ്ങളുമായുള്ള സംയോജനം വഴി മികച്ച വിപണി ബന്ധങ്ങളും വില കണ്ടെത്തലും സാധ്യമാകുന്നു.

പ്രധാന വെല്ലുവിളികൾ

ഡിജിറ്റൽ വിഭജനം: വിദൂര പ്രദേശങ്ങളിലെ കർഷകർക്ക് സ്മാർട്ട്ഫോണുകളോ ഇന്റർനെറ്റ് കണക്റ്റിവിറ്റിയോ ഇല്ലെങ്കിൽ പ്ലാറ്റ്ഫോമിന്റെ ഫീച്ചറുകളിൽ നിന്ന് പൂർണ്ണമായി പ്രയോജനപ്പെടാൻ അവർക്ക് ബുദ്ധിമുട്ടായിരിക്കും.[14]

സാമ്പത്തിക തടസ്സങ്ങൾ:

- മണ്ണ് ഈർപ്പം സെൻസറുകൾ: $50 മുതൽ $300 വരെ
- കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ: $100 മുതൽ ആയിരക്കണക്കിന് ഡോളർ വരെ
- കാർഷിക ഡ്രോൺസ്: $1,000 മുതൽ $25,000 അല്ലെങ്കിൽ അതിൽ കൂടുതലും[15]

സാങ്കേതിക വിദഗ്ധതയുടെ അഭാവം: കർഷകർക്ക് ഈ നൂതന സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കാനും പരിപാലിക്കാനും പരിശീലനം ആവശ്യമാണ്.

ഗ്രാമീണ നെറ്റ്‌വർക്ക് കവറേജ്: ഗ്രാമീണ പ്രദേശങ്ങളിലെ പരിമിതമായ മൊബൈൽ ഫോൺ കവറേജും ഇന്റർനെറ്റ് കണക്റ്റിവിറ്റിയും.[16]

ലിംഗ വിവേചനവും സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യതയും

കേരളത്തിലെ പാലക്കാട് ജില്ലയിൽ നടത്തിയ പഠനം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് സ്ത്രീ കർഷകരുടെ ഇടയിൽ ICT ഉപകരണങ്ങളുടെ സ്വീകാര്യത കുറവാണെന്നാണ്.[17] സാമൂഹിക-സാമ്പത്തിക, ജനസംഖ്യാപരമായ സവിശേഷതകൾ, ലിംഗഭേദം, വരുമാനം, പരിശീലനത്തിലേക്കുള്ള പ്രവേശനം എന്നിവ ICT ഉപകരണങ്ങളുടെ സ്വീകാര്യതയെ ഗണ്യമായി ബാധിക്കുന്നു.

സുസ്ഥിരത പരിഗണനകൾ

കാർബൺ ക്രെഡിറ്റ് അവസരങ്ങൾ: KATHIR പ്ലാറ്റ്ഫോം കാർബൺ ക്രെഡിറ്റ് അവസരങ്ങൾ സുഗമമാക്കുന്നു, പരിസ്ഥിതി സൗഹൃദവും സാമ്പത്തികമായി പ്രതിഫലദായകവുമായ രീതികൾ സ്വീകരിക്കാൻ കർഷകരെ പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കുന്നു.[18]

വിഭവ സംരക്ഷണം: ഡിജിറ്റൽ സാങ്കേതികവിദ്യ ഇന്ധന ഉപഭോഗം കുറയ്ക്കുന്നു, രാസവസ്തുക്കളുടെ അമിത ഉപയോഗം പരിമിതപ്പെടുത്തുന്നു, പരിസ്ഥിതി ആഘാതം കുറയ്ക്കുന്നു.[19]

പരിമിതികൾ

ഈ പഠനത്തിന്റെ പ്രധാന പരിമിതികൾ:

- പ്രാഥമിക ഡാറ്റയുടെ അഭാവം: കർഷകരിൽ നിന്നുള്ള നേരിട്ടുള്ള ഫീഡ്ബാക്ക് ലഭ്യമല്ല
- പ്രാദേശിക വ്യത്യാസങ്ങൾ: കേരളത്തിലെ വിവിധ ജില്ലകളിലെ സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യതയിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ വിശദമായി പരിശോധിച്ചിട്ടില്ല
- ദീർഘകാല സ്വാധീന വിലയിരുത്തൽ: ഈ സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ ദീർഘകാല സാമ്പത്തിക സ്വാധീനം വിലയിരുത്തിയിട്ടില്ല

നിഗമനം

കേരളത്തിലെ കൃഷി മേഖലയിൽ ആധുനിക സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ സ്വീകാര്യത ക്രമാനുഗതമായി വർധിച്ചുവരുന്നു. KATHIR പ്ലാറ്റ്ഫോം, അശ്രയ കേന്ദ്രങ്ങൾ, ഡ്രോൺ സാങ്കേതികവിദ്യ, IoT സെൻസറുകൾ എന്നിവയുടെ നടപ്പാക്കൽ പ്രോത്സാഹജനകമായ സംഭവവികാസങ്ങളാണ്.

എന്നിരുന്നാലും, ഡിജിറ്റൽ വിഭജനം, സാമ്പത്തിക തടസ്സങ്ങൾ, അടിസ്ഥാന സൗകര്യ അപര്യാപ്തത, സാങ്കേതിക വിദഗ്ധതയുടെ കുറവ് എന്നിവ പ്രധാന വെല്ലുവിളികളായി തുടരുന്നു. ഈ വെല്ലുവിളികൾ മറികടക്കുന്നതിന് സമഗ്രമായ നയപരിഷ്കാരങ്ങൾ, കപ്പാസിറ്റി ബിൽഡിംഗ് പ്രോഗ്രാമുകൾ, ഗ്രാമീണ ഡിജിറ്റൽ അടിസ്ഥാന സൗകര്യ വികസനം എന്നിവ ആവശ്യമാണ്.

സ്ത്രീ കർഷകരെ ലക്ഷ്യമിട്ടുള്ള പ്രത്യേക പരിശീലന പ്രോഗ്രാമുകളും ഡിജിറ്റൽ സാക്ഷരത പ്രോഗ്രാമുകളും നടപ്പാക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. കൂടാതെ, സാങ്കേതിക പരിഹാരങ്ങൾ കർഷകർക്ക് സാമ്പത്തികമായി പ്രാപ്യമാക്കുന്നതിനുള്ള സബ്സിഡി പദ്ധതികളും ധനസഹായ സംവിധാനങ്ങളും വികസിപ്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ഭാവി ഗവേഷണ ദിശകൾ:

- കേരളത്തിലെ വിവിധ അഗ്രോ-ക്ലൈമാറ്റിക് സോണുകളിലെ സാങ്കേതിക സ്വീകാര്യത താരതമ്യപഠനം
- കാർഷിക സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ സാമ്പത്തിക ആഘാത വിശകലനം
- ഡിജിറ്റൽ സാക്ഷരത പ്രോഗ്രാമുകളുടെ ഫലപ്രാപ്തി പഠനം
- ബ്ലോക്ക്ചെയിൻ സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ കാർഷിക വിതരണ ശൃംഖലയിലെ പ്രയോഗ സാധ്യതകൾ

കേരളത്തിന്റെ കാർഷിക മേഖല സുസ്ഥിരവും ഉത്പാദനക്ഷമതയുള്ളതുമാക്കാൻ ആധുനിക സാങ്കേതിക വിദ്യകളുടെ വ്യാപകമായ സ്വീകാര്യത അനിവാര്യമാണ്. ഇത് സാധ്യമാക്കുന്നതിന് സർക്കാർ, സാങ്കേതിക കമ്പനികൾ, കാർഷിക വിദഗ്ധർ, കർഷകർ എന്നിവരുടെ സംയുക്ത പ്രയത്നം ആവശ്യമാണ്.

റഫറൻസുകൾ

1. "Economy of Kerala," Wikipedia, accessed June 24, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Kerala .
2. "KATHIR: Transforming Kerala's agriculture through technology," The South First, August 25, 2024, https://thesouthfirst.com/kerala/kathir-transforming-keralas-agriculture-through-technology/.
3. "IoT in Agriculture: How Technology Is Transforming Farming Practices," Global Ag Tech Initiative, March 18, 2025, https://www.globalagtechinitiative.com/digital-farming/iot-in-agriculture-how-technology-is-transforming-farming-practices/ .
4. "Top 10 Agriculture Trends To Watch For In 2024," ICL Group, January 21, 2025, https://www.icl-group.com/blog/top-agritech-trends-to-watch-for-2024/.

5. Acharya Balkrishna, Rakshit Pathak, Sandeep Kumar, Vedpriya Arya, and Sumit Kumar Singh.“A Comprehensive Analysis of the Advances in Indian Digital Agricultural Architecture.” Smart Agricultural Technology 5 (2023): 100318.https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100318
6. "Farming with AI and drones to increase yields, manage resources and reduce pests," Mongabay, September 23, 2024, https://india.mongabay.com/2024/04/farming-with-ai-and-drones-to-increase-yields-manage-resources-and-reduce-pests/ .
7. "KATHIR: Transforming Kerala's agriculture through technology."
8. "KATHIR: Transforming Kerala's agriculture through technology."
9. "Farming with AI and drones to increase yields, manage resources and reduce pests."
10. "Revolutionizing Agriculture: How IoT and Drones Are Driving Precision Farming for Sustainable Crop Yields," Farmonaut, November 5, 2024, https://farmonaut.com/precision-farming/revolutionizing-agriculture-how-iot-and-drones-are-driving-precision-farming-for-sustainable-crop-yields/.
11. "Kerala to Introduce Ashraya Centres for Farmers' Digital Services," Elets eGov, November 27, 2024, https://egov.eletsonline.com/2024/11/kerala-to-introduce-ashraya-centres-for-farmers-digital-services/.
12. Mansoor S, Iqbal S, Popescu SM, Kim SL, Chung YS and Baek J-H (2025) Integration of smart sensors and IOT in precision agriculture: trends, challenges and future prospectives. *Front. Plant Sci.* 16:1587869. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1587869
13. Mansoor, S., Iqbal, S., Popescu, S. M., Kim, S. L., Chung, Y. S., and Baek, J.-H. “Integration of Smart Sensors and IoT in Precision Agriculture: Trends, Challenges and Future Prospectives.” *Frontiers in Plant Science* 16 (2025): 1587869. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1587869.
14. Mhlanga, David, and Emmanuel Ndhlovu. “Digital Technology Adoption in the Agriculture Sector: Challenges and Complexities in Africa.” *Human Behavior and Emerging Technologies*, Review Article, published September 14, 2023. https://doi.org/10.1155/2023/6951879 .
15. "KATHIR: Transforming Kerala's agriculture through technology."
16. "Frontiers | Integration of smart sensors and IOT in precision agriculture."
17. "Digital agriculture," Wikipedia, accessed June 24, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_agriculture
18. "Bridging the Digital Divide: Empowering Rural Women Farmers Through Mobile Technology in Kerala," MDPI, accessed June 24, 2025, https://doi.org/10.3390/su16219188.
19. "KATHIR: Transforming Kerala's agriculture through technology."
20. "Frontiers | Integration of smart sensors and IOT in precision agriculture."