

# 소규모 농가 보급형 스마트 육묘시스템 개발

**이성철\*** / 장미산영농조합 감사

**노광모** / 건국대학교 메카트로닉스공학과 교수

**김봉조** / 한양대학교 인공지능로봇사업단 연구원

**이소현** / KAIST 문술미래전략대학원 박사과정

## 연구 필요성

농촌인구가 급감하는 가운데 농민 역시 감소하고 있다. 주요 원인은 도시와 농촌 간의 소득 격차 심화와 문화적 소외일 것이다. 도농 소득 격차는 여러 선진국에서 공통으로 나타나는 현상으로 특히, 우리나라는 대도시 중심의 불균등 성장 정책으로 농촌에 대한 투자를 제도적으로 소외시킨 것에도 기인한다. 또한, 정규 근무 시간과 휴무가 보장된 일반 직장인과 달리 장시간 노동환경<sup>1)</sup>에 있는 농민은 여가가 절대적으로 부족하다. 결과적으로 소득이 적고 노동 강도는 높으니 이직이나 이촌을 원하는 것은 당연하다.

이런 어려움을 해결하기 위해 과거 자동화, 화학화, 기계화 등에 이어 최근에는 사물인터넷(Internet of Things, 이하 IOT), 정보통신기술(Information and Communications Technology, 이하 ICT)을 활용한 스마트팜이 주목받고 있다.

---

\* **이성철**(lsc8010@hanmail.net): 2012년 강원도 평창군으로 귀농해서 시설 900평, 노지 4,000평에서 고추, 감자 등을 재배하고, 농업소득만으로는 농촌에서 살기 어려워 영농조합 활동과 농촌관광, 농학 관련 강의 등을 하고 있다.

1) 한국농촌경제연구원(2018)에 의하면 주당 50시간 이상 노동에 종사하는 귀농 농민은 40대 미만(43.8%), 40대(44.1%), 50대(39.6%), 60대 이상(27.5%)으로 조사되었다.

생산성은 높이고 노동력은 절감하는 스마트팜이 농업의 혁명으로 인식되며, 정부의 지원 아래 스마트팜과 관련된 업체도 매우 빠른 속도로 증가하고 있다.<sup>2)</sup>

그러나 농업 현장에서 스마트팜을 찾기는 쉽지 않은데, 도입의 제약 요인이 몇 가지 있다. 첫째, 우리 농업은 스마트팜 도입이 쉬운 시설재배가 아닌 노지 중심 농업이다. 둘째, 농업 현장보다 전자기술 중심으로 개발되었다. 셋째, 스마트팜 시설이 필요 이상으로 고기능·고가격이다. 결국, 현재 스마트팜은 농업과 IOT를 결합한 융복합 영역임에도 불구하고 농민을 배제한 정부, 공무원, IT기술자 등이 중심이 된 결과물이기에 현장 적용에 문제가 발생한다. 또한, 연간 1,000만 원<sup>3)</sup> 정도의 농업 평균 소득과 비교해 스마트팜 투자비<sup>4)</sup>는 최소 500만 원이며, 스마트팜 설치 후 앱 사용료로 매월 3~5만 원<sup>5)</sup>을 받고 있어 농가 경영에 부담도 된다. 사후적 조치도 문제인데 스마트업체 폐업 때 프로그램 지원이 이루어지지 않아 고가로 구매한 장비가 무용지물이 되므로 이를 방지해야 한다.

본 연구는 농민의 노동 부담<sup>6)</sup>을 경감시키는 데 목적이 있으며, 모종을 키우는 과정인 육묘에 초점을 맞추어 보급형 스마트 육묘 장치를 개발한다. 많은 노동력이 필요한 육묘 작업에 필수적으로 동반되는 관수 작업과 난방 작업은 저가의 자동화 장치가 많이 개발되어 현장에서 이용하고 있지만, 보온덮개 교체 작업은 하루 2회 정도 수동으로 하여 농민의 여가 활용을 저해한다. 그런데도 품종 선택의 한정, 종묘의 감염 등 문제를 우려하여 육묘장에서 종묘를 구매하기보다 자가 육묘를 고수하기도 한다. 이 현실을 반영하여 연구목적을 실현하기 위해 구체적인 방법을 설정하였다.

첫째, 소규모 농가의 육묘 작업에 따른 부담이나 문제를 파악한다.

둘째, 육묘 작업 중 IOT 기술로 극복할 수 있는 부분을 파악한다.

셋째, IOT셋톱박스 설치비용을 100~200만 원 수준으로 한다.

넷째, IOT컨트롤박스에 자체 서버<sup>7)</sup> 기능을 포함한다.

2) 현재 스마트팜산업협회의 회원사는 2021년 9월 기준 141개 사이다.

3) 농민 1인당 순수농업 평균 연간소득은 2020년 11,820,000원, 2015년 11,257,000원, 2010년 10,098,000원, 2005년 11,815,000원이다(국가통계포털(kosis.kr)).

4) 본 투자금은 ICT장치 만의 투자를 의미하며 각종 장치를 포함 시 하우스 시설비를 제외하고 1,000만 원 수준이다.

5) 인터넷 사용료는 별도이다.

6) 농민 부담이란 노동시간, 노동 강도, 직무구속성 등을 뜻한다.

7) IOT 수신기(소위 환경제어시스템)가 서버 역할을 한다.

## 연구 방법

본 연구는 크게 두 가지 부분을 중점으로 다룬다.

첫째, 농민의 육묘 노동 부담에 관한 현황을 파악한다.

둘째, IOT 육묘 시스템을 개발한다.

### 1. 육묘 노동 부담에 관한 연구

#### 가. 선행연구 검토

농민의 육묘 노동 부담 또는 육묘 작업, 농민 여가에 관한 선행연구는 매우 적다. 이민호 외(2017)는 생분해성 포트를 이용하여 포트와 육묘를 동시에 정식하는 방법을 연구하였고<sup>8)</sup>, 이장영(2010)은 농민이 도시민보다 ‘일 생각’을 더 많이 하며 전체 삶의 만족도도 일과 돈 때문에 더 낮게 나타났다고 밝혔다.

대부분의 자연과학 연구는 농업 생산 측면이나 기술적 측면을 중하게 여기었고, 사회과학 연구는 농민의 여가보다는 도시민에게 여가를 제공하여 소득을 증대시키는 것에 초점이 맞추어져 있다.

#### 나. 연구 진행

농민의 육묘 작업에 대한 인식은 설문조사와 인터뷰 방식을 병행하였다. 설문조사는 2020년 6월 1일부터 6월 30일까지 평창군 농민 250명(결측 41부 포함)을 대상으로 하였다. 조사대상자 선정은 편의추출법으로 선정하여 총 22문항의 응답을 받았다. 객관성을 확보하고자 자기기입방법으로 작성하였고 통계처리는 SPSS18를 활용하여 기술통계, 빈도분석 등을 실시하였다<sup>9)</sup>.

인터뷰 조사는 2020년 5월 23일, 6월 24일 양일간 평창군 농민 집단면접방식으로 실시하였다.

8) 이외에도 김동역 외(2010) 등도 비슷한 연구가 다수 있다.

9) 본 연구는 IOT 제어 시스템 개발이 최종 목적이므로 인구통계학적 측면이나 시장세분화에 따른 IOT 관련 인식 차이 분석은 시행하지 않는다.

## 2. IOT 육묘시스템 개발

### 가. 선행연구 검토

최미옥(2019)은 농민이 고가인 스마트팜 장비를 부담스러워하고, 선진농업국의 스마트팜 기술은 비닐하우스 중 90% 이상이 중소규모인 국내 시설 여건에는 적합성이 떨어지는바 우리나라 기후와 농업 형태에 맞는 스마트팜 연구가 필요하다고 하였으며, 다른 선행연구들은 스마트팜 보급을 활성화하기 위한 연구가 주였다.

전남농업기술원(2019)에서는 기존 스마트팜 시설비의 65% 수준으로 3가지 작목 유형별로 스마트팜 시설을 개발하였다. 안성농협미래농업지원센터(2019)에서도 딸기, 고추 보급형 스마트팜 모델 개발하여 농민에게 보급하였다. 성기천 외(2016)는 저가형 스마트팜의 필요성을 인식하여 임베디드 장비<sup>10)</sup>를 기반으로 온실 환경데이터를 수집하는 시스템을 설계하고, 사용하기 쉬운 어플을 설계 및 구현하였다.

선행연구를 종합하여 볼 때 스마트팜의 보급 제약의 주요 요인은 기술의 문제가 아닌 가격의 문제임을 알 수 있다.

### 나. 연구 진행

선행연구와 실증분석을 통하여 얻은 자료를 통하여 IOT육묘개발 방향(범위)을 아래의 목록과 같이 설정하였다.

- 1) 육묘상은 육묘트레이 150개<sup>11)</sup>를 기준으로 한다.
- 2) 육묘상 설치류의 피해를 줄이는 방법을 마련한다.
- 3) IOT도입의 핵심인 비닐보온 개폐작업, 관수작업에 집중한다.
- 4) 육묘온도 조절은 농가가 보유하고 있는 기존의 자동온도조절기를 사용한다.

10) 마이크로프로세서 혹은 마이크로컨트롤러를 내장하여 원래 제작자가 의도했던 특정 기능만을 수행하도록 제작된 컴퓨팅 장치를 칭한다. 즉 어떤 장치가 다른 시스템에 의존하지 않고 독립적으로 기능을 수행하는 것을 의미하며, 하드웨어나 소프트웨어가 다른 하드웨어나 소프트웨어 일부로 내포된 내장형을 의미하기도 한다.

11) 묘수가 아닌 트레이 수를 한 이유는 트레이에 따라 묘수가 달라지기 때문이다.

- 5) 전기사용량은 5kW 이하로 한다.
- 6) 정전이나 인터넷 단절 문제 해결을 위하여 방지책을 제시한다.
- 7) 수도 동결을 대비하여 물탱크를 설치한다.
- 8) 시비와 방제는 일반 농법과 동일하게 한다.
- 9) IOT육묘시스템의 구입가를 100~200만 원으로 한다. (육묘장 설치비 별도)
- 10) APP은 외주를 주어 제작하고 프로그램은 IOT설비에 직접 설치한다.

## 연구 결과

### 1. 설문조사 및 인터뷰

#### 가. 조사대상자의 일반적 특성

조사대상자의 성별은 남성 69.9%, 여성 30.1%이며, 나이는 30~49세가 61.7%로 나타났다. 농가 내 가용 노동력을 알 수 있는 가족 구성원은 4명 40.7%, 3명 27.8%, 5명 16.3% 순으로 나타났으며, 학력은 고졸 33.0%, 전문대졸 25.4%, 중졸 이하 22.0%, 대학교 졸업 이상이 18.2%였다.

IOT육묘상에 대한 자금 투자 가능성을 예측할 수 있는 월수입은 400만 원 이상이 47.9%로 절반가량이었으며, 영농규모는 2,000~3,000평 35.4%, 3,000~4,000평 20.6%였다.

본 조사대상자의 일반적 특성을 국내 농민 평균<sup>12)</sup>과 비교하면 젊고, 가족 수는 많으며, 소득이 높게 나타났다. 영농면적은 비슷한 수준이다.

12) 통계청에 따르면 경영주 평균연령은 66.1세(40대 이하는 7.2%, 60세 이상은 73.8%), 가구원 수 2.2명, 월수입은 375만 원, 경작면적은 1.5ha이다(농림어업총조사, 농가경제통계).

〈표 1〉 조사대상자의 일반적 특성(N=209)

구분		빈도(%)	구분		빈도(%)	
성별	남	146(69.9)	학력	중졸 이하	46(22.0)	
	여	63(30.1)		고졸	69(33.0)	
나이 (세)	20~29	14 (6.7)		전문대졸	53(25.4)	
	30~39	52(24.9)		대학교 이상	38(18.2)	
	40~49	77(36.8)		월수입 (만 원)	100 미만	5 (2.4)
	50~59	36(17.2)			100~199	27(12.9)
	60~69	20 (9.6)	200~299		39(18.7)	
	70 이상	7 (3.3)	300~399		31(14.8)	
가족 수 (명)	1	1 (0.5)	400~499		58(27.8)	
	2	26(12.4)	500 이상		42(20.1)	
	3	58(27.8)	영농 면적 (평)	1,000 미만	11 (5.3)	
	4	85(40.7)		1,000~2,000	32(15.3)	
	5	34(16.3)		2,000~3,000	74(35.4)	
	6 이상	1 (0.5)		3,000~4,000	43(20.6)	
		4,000~5,000		35(16.7)		
		5,000 이상		9 (4.3)		

\* 결측치 제외

### 나. 육묘에 대한 기술 통계량

농작업 인식을 조사한 결과는 〈표 2〉와 같다. 먼저 농작업 시간에 대한 5가지 항목의 부담은 보통(2.76~2.99, 리커트 5점 척도) 수준이며, 그중 개폐시간과 육묘시간이 가장 부담되는 것으로 나타났다. 자가 육묘 농민 중 절반 정도가 육묘를 실패한 경험이 있음에도 불구하고 조사에서 ‘보통’ 수준으로 나타난 것은 농민이 육묘작업에 적응되었기 때문이라고 판단된다.

IOT장치도입(3.03)과 스마트 육묘가 가능할 시 자가육묘여부(3.04)에 대하여서도 보통 정도로 응답하였다. 이는 실물 없이 단순히 조사자의 설명만 듣고 답변한 결과라 생각하며 실제 IOT육묘 시설을 직접 보고 조사한다면 긍정적인 결과가 될 것이라 여긴다<sup>13)</sup>.

〈표 2〉 기술 통계량

구분	N	평균1	표준 편차	왜도		첨도		
				통계량	표준 오차	통계량	표준 오차	
농작업 시간부담	농약방제	135	2.763	1.217	.037	.209	-.793	.414
	관수시간	136	2.787	1.273	.212	.208	-.702	.413
	육묘시비	136	2.816	1.237	-.025	.208	-.933	.413
	육묘소요	135	2.867	1.233	-.155	.209	-1.013	.414
	개폐소요	137	2.985	2.093	5.530	.207	49.553	.411
IOT설치의사	206	3.039	.877	-.120	.169	.446	.337	
자가육묘의사	160	3.044	.780	-.318	.192	.616	.381	

주1: 리커트 5점 척도(1.매우아니다, 2.아니다, 3.보통, 4.그렇다, 5.매우그렇다)

### 다. 육묘 관련 빈도분석

자가 육묘의 제약 요인은 비닐개폐부담 25.4%, 넓은 경작면적 16.4%, 육묘기술 부족 15.7%, 시비부담 14.2%, 관수부담 13.1% 순으로 조사되었다. 본 연구의 초점을 보온재 개폐를 중심으로 진행하여야 하는 이유이기도 하다.

〈표 3〉 육묘 제약 요인(복수응답)

(단위: 명)

구분	비닐 개폐	경작 면적	육묘 기술	시비	관수	방제	기타	합계
빈도 (%)	68 (25.4)	44 (16.4)	42 (15.7)	38 (14.2)	35 (13.1)	22 (8.2)	19 (7.1)	268 (100)

13) 자가육묘를 하는 사람의 표본 수가 적어 신뢰성 분석을 미시행하였다.

흔히들 농촌사회는 도시보다 공동체를 중시하고 전통문화가 있다고 한다. 하지만 자가육묘로 인하여 관혼상제에 참석하지 못한 경험이 64.5%로 조사되었으며, 비닐이나 보온재 미개폐로 인하여 육묘를 고사 시킨 농민도 절반으로 나타났다. 육묘기에 보온재 개폐 작업은 매우 중요하고, 노동이 정기적으로 발생하지만, 실수가 빈번하게 발생할 뿐 아니라 시간적 제약으로 인간관계 교류에도 장애로 나타나 농민들에게 큰 직무 스트레스로 작용한다.

〈표 4〉 자가육묘로 인한 경험

(단위: 명)

자가육묘	예	아니오	합계
관혼상제 미참석(%)	80(64.5)	44(35.5)	124(100.0)
미개폐로 작물 고사(%)	62(50.0)	62(50.0)	124(100.0)

자가육묘를 하는 농민을 대상으로 조사한 결과, 관수시간은 오전과 오후 모두 60~90분이 가장 많이 나타났다. 다음으로 30~60분은 약 30%, 90분 이상은 20%로 자가육묘 농가의 관수시간이 농민에게 시간적 제약으로 나타난다고 할 수 있다.

〈표 5〉 관수시간

(단위: 명)

오전	빈도	%	오후	빈도	%
30분 미만	12	9.6	30분 미만	13	10.9
30~60	36	28.8	30~60	36	30.3
60~90	54	43.2	60~90	45	37.8
90분 이상	23	18.4	90분 이상	25	21.0
합계	125	100.0	합계	119	100.0

〈표 6〉은 육묘시 자동화 또는 스마트폰 원격제어가 되었으면 하는 부분에 대한 조사를 복수 응답 결과이다. 농민이 원하는 기능은 자동비닐(보온)개폐 32.2%, 자동시비 25.6%, 자동관수 23.2%, 무인방제 18% 순으로 조사되었다.

〈표 6〉 육묘에 필요한 IOT기술(복수응답)

(단위: 명)

구분	자동비닐개폐	자동시비	자동관수	무인방제	기타	합계
빈도 (%)	93 (32.2)	74 (25.6)	67 (23.2)	52 (18.0)	3 (1.0)	289 (100.0)

〈표 7〉은 IOT육묘시설 설치 가능 희망 가격을 조사한 것으로, 조사대상자들은 100만 원 미만 42.4%, 100~150만 원 28.8%, 150~ 200만 원 미만 18.0%로 조사되었다. 그러므로 현재 판매되고 있는 스마트팜 환경제어시스템만의 가격이 보통 500~1,000만 원대임을 고려하면, 정부 보조금이 있더라도 스마트팜 시설 설치 비용이 설치 제약 요소임을 알 수 있다.

〈표 7〉 IOT 육묘시설 설치 희망 가격

(단위: 만 원, 명)

구분	100 미만	100~150	150~200	200~250	250~300	300 이상
빈도 (%)	87 (42.4)	59 (28.8)	37 (18.0)	10 (4.9)	9 (4.4)	3 (1.5)

## 라. 집단인터뷰

실증분석 결과를 보완하기 위하여 집단인터뷰를 2회에 걸쳐 시행하였다. 육묘 작업의 문제 도출과 스마트육묘 도입에 필요한 기능을 파악하였다. 결과로 첫째, 비닐 개폐에 대한 농민의 부담감이 크다. 매일 반복적으로 이루어지는 비닐 개폐작업은 농민에게 큰 스트레스 요소이며, 특히 미개폐로 육묘기간에 작물을 고사시킨 경험이 있는 농민은 육묘 실패로 재배 작물을 변경한 경험이 있는 일도 있었다.

둘째, 정전<sup>14)</sup>과 인터넷 두절<sup>15)</sup>에 대한 우려가 크다. 현재 하우스 자동장치도 정전으로 곤란을 겪는 경우가 많으므로 정전 시 보조전원으로 개폐 작업이 되어야 하며 개폐 여부도 확인할 수 있어야 한다고 하였다. 또한, 인터넷 단절 시에도 자동으

14) 누전차단기 작동으로 인하여 정전이 발생한다.

15) 산촌지역은 바람에 의한 인터넷 선 단절이 종종 발생한다.

로 보온재가 개폐되는 것을 요청하였다.

셋째, 자동관수의 필요성이다. 농민들은 관수작업은 개폐작업과 동일하게 매일 반복적으로 시행되는 작업이고 작업 시간이 많이 소요된다고 인식하였다. 또한, 육묘 비닐보온개폐가 자동이나 원격제어로 작업이 되더라도 관수작업이 병행되지 않으면 작물이 마르거나 고사 할 수 있다고 지적하였다. 그러므로 관수작업은 스마트육묘 시스템에서 자동 및 수동 작동의 필요성이 있다고 하였다. 설문조사 결과에서 관수를 중요시 하지 않은 이유에 대하여서는 비닐보온 개폐와 관수작업을 동시 작업으로 인식하고 있어 생긴 결과라는 의견이 많았다.

넷째, 시비와 무인방제, 온도자동장치는 IOT에 대한 필요성이 낮았다. 육묘기간 중 시비나 방제 작업은 자주 하는 것이 아니며, 작물의 상태에 따라 처방이 달라져야 하므로 IOT시설이 있더라도 육묘상을 주 3일 이상 방문하여 직접 하는 것을 선호한다. 또한, 현재 농가에서 사용하는 온도자동조절기가 온도에 따라 자동 개폐되므로, 충분하다는 의견이었다. 비닐보온재 개폐온도와 열선온도에 차이는 5도 정도가 적당하다고 하였다.

전체적으로 농민들은 IOT육묘 도입은 긍정적이나 금전적인 부분과 A/S는 제약 요소였다. 인터뷰 대상자는 노동력 절감, 노동시간 절감, 육묘노동 해방<sup>16)</sup> 등에 대하여 긍정적이며, 도입하려는 의사가 높았다. 그러나 IOT시설이 정전이나 인터넷 연결이 원활하지 않을 때 문제와 현재 판매되는 IOT 시설비용이 도입의 부정적인 요인이다.

## 2. IOT(원격제어 및 자동제어) 육묘시스템 개발

IOT(원격제어 및 자동제어) 육묘시스템은 개발은 크게 2가지로 구분하여 진행하고 있다. 첫째는 육묘상을 개발하는 것이고, 두 번째는 스마트육묘원격제어설비를 개발하는 것이다.

16) 육묘노동 해방이란 개폐작업, 관수작업을 IOT를 활용하여 육묘장이 아닌 곳에서 육묘작업이 가능한 것을 의미한다.

가. 육묘상 개발

초기에 개발한 원형온실형 육묘상은 설치 후, 보온재의 그늘로 일사량에 문제가 있어 이를 변형한 육묘상을 개발하여 설치하였다.

- 크기(m) : 가로 20.0×세로 2.3×높이 0.9
- 관수방법 : 하향식스프레이방식(낙수방지장치적용), 팝업스프레이<sup>17)</sup>
- 관수온오프 : 전자밸브 또는 모터 제어<sup>18)</sup>
- 가온방식 : 정온열선(65°C용)
- 단열재 : 3중 보온덮개 비닐
- 개폐방식 : 전동구동 방식

〈표 8〉 육묘상 설치 가격

설비명	단가(원)	수량(ea)	합계	비고
파이프	19,000	15	285,000	절곡비포함
펌프	250,000	1	250,000	1/2마력
전자밸브	55,000	1	55,000	
관수파이프	80,000	1	80,000	20MM
개폐기모터	85,000	2	170,000	
열선	35,000	2	70,000	
온도조절기	60,000	1	60,000	5kW
전선(5SQ)	200,000	1	200,000	
전선(1SQ)	120,000	1	120,000	
보온덮개	120,000	2	240,000	
비닐	300,000	1	300,000	
목재	3,000	40	120,000	
기타잡자재			150,000	
합계			1,950,000	

17) 관수 팝업시스템은 육묘초기에는 문제가 없으나 육묘가 커짐(실험에서는 육묘의 길이가 20cm 이상)에 따라 고른 관수가 안되며, 수압(1/2HP펌프사용 20MM관 사용 시)에 영향을 받아 팝업기능이 스프링클러 5개 미만에서만 정상적 작동하였다.

18) 각 농가에 맞게 사용 가능함. 연구지역(평창)의 혹한으로 인한 동절기 수도 동결로 모터를 사용하였다 (실험을 위하여 전자밸브 동시 사용). 전자밸브는 1차 시간을 제어하여 작동함을 기본으로 하며 추가로 토양 습도 센서에 의하여 작동하게 하여 과습을 방지한다.

육묘장 산출 비용은 자가 육묘를 처음 하는 농가가 모든 자재를 구매한다고 가정하여 산출된 것으로 기존에 자가 육묘를 하는 농가에서 추가 구매할 물품은 파이프, 전자밸브 또는 관수펌프, 관수파이프, 개폐기모터 정도로 60~80만 원 정도가 소요될 것으로 예상된다.



전자밸브



모터



육묘장 개폐



스프링클러

[그림 1] 육묘상

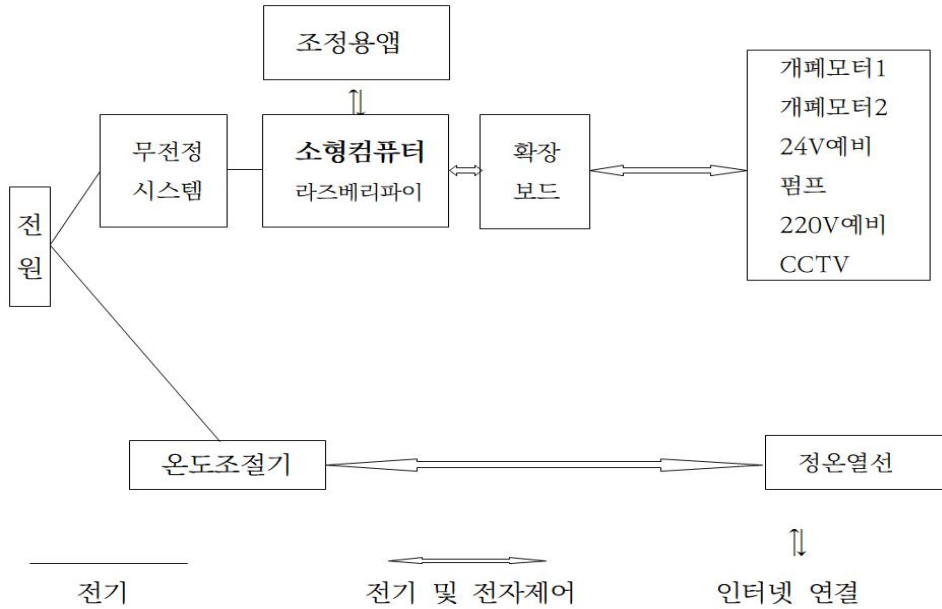
#### 나. 스마트육묘원격제어설비 개발

인터넷을 활용한 원격제어 설비 개발을 위하여 최소기능을 탑재하였으며 각 농가 필요에 따라 확장 사용이 가능하도록 개발하였다. 즉 일반 비닐하우스 온실 적용이 가능하다. 이를 위하여 예비 24V 확장보드<sup>19)</sup> 교체 시 일반적으로 판매하는 환경제어시스템에서 구현하는 CO<sub>2</sub> 농도 제어, 조도 제어, 송풍제어가 가능하도록 설계하

19) 확장보드란 라즈베리파이(소형컴퓨터)의 센서이다. 구동장치를 연결하는 컨넥터가 적어 컨넥터를 확장하는 기구 쉽게 멀티탭이라 생각하면 된다.

였고, 데이터 저장이 필요할 시 업데이트도 가능하다.

이는 일반적으로 사용하는 아두이노<sup>20)</sup> 기반이 아닌 소형컴퓨터인 라즈베리파이<sup>21)</sup> 기반으로 자체 CPU를 서버로 활용하여 노트북이나 PC 없이 구동되게 하였다. 모든 부품은 상용화된 것을 사용하여 제작 단가를 낮추었고, 향후 실용화 과정에서 확장보드를 주문 생산하면 가격을 더욱 낮추면서도 기능은 보강할 수 있을 것이다.



[그림 2] 구성도

다만 최근 프로그램 개발비가 계속 올라가고 있다. 또한, 개발된 프로그램의 오류 발생 시 기존 개발자의 한계<sup>22)</sup>로 해결 못 하는 문제 등도 발생할 소지가 있으므로 프로그램 업데이트를 위한 개발자 선정 시 주의하여야 한다.

개발된 장치는 프로그램 복제(SD카드복제)로 사용할 수 있으며 이를 수정할 필요가 있을시 오픈소스 제공으로 저렴한 가격에 수정할 수 있다. 수정에 필요한 기술은 단순 코딩 변경작업임으로 비용은 저렴할 것이다. 개발된 IOT 박스와 프로그램 기능은 다음과 같다.

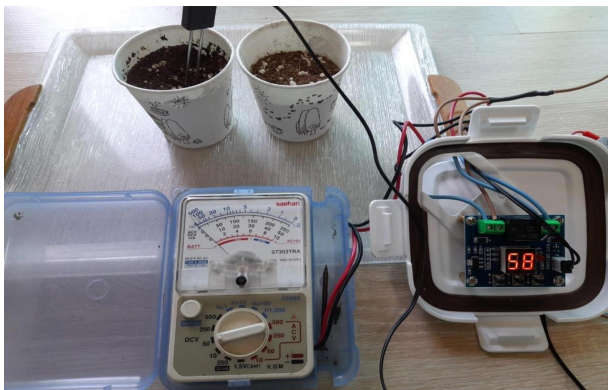
20) 원격제어 시장점유율 80% 정도이나 자체 CPU가 없다.

21) 일반컴퓨터의 기능이 있으나 저장공간 등의 한계로 윈도우 체제에서 구동이 어렵고 리눅스(오픈 운영체제) 체계로 사용하는 컴퓨터 최근에는 여러 유사한 컴퓨터가 개발되었다.

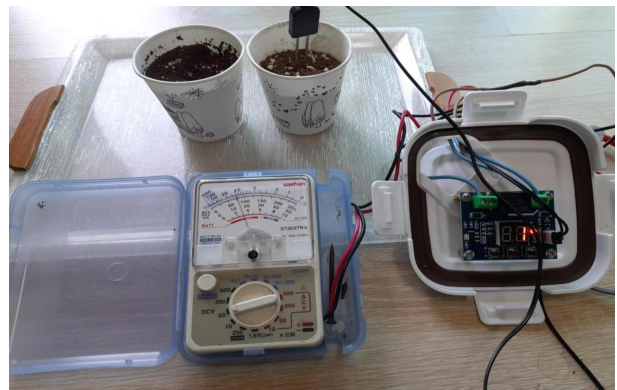
22) 본 연구에서도 2회에 걸쳐 프로그램 개발에 실패하였다. 1회는 프로그램 저장 문제가 발생하였고 2회에서는 데이터 통신 에러가 발생하였다. 개발비 500만 원 정도의 손실이 발생하였다.

〈표 9〉 IOT 박스와 프로그램 기능

출력 제어부문	전압 AC220V ① 전원1: 펌프 제어(시간 설정 제어) ② 전원2: 예비 220V 전원 제어(시간 설정 제어)
	전압 DC12V ① 전원1: 비닐 개폐기 제어(온도 제어) ② 전원2: 전자밸브 제어(1차-시간 설정 제어, 2차-토양습도 제어) ③ 전원3: 예비 12V 전원 제어(시간 설정 제어)
관수 부문	① 트레이 내 적정 습도 설정 ② 트레이 내 습도 측정 ③ 토양습도센서에 따라 전압 제어
정전대비 장치	① CCTV기능 추가로 육묘상 상태 확인 ② 정전시 통신에러가 앱에 표기 ③ 정전시 무정전시스템에 의하여 비닐보온재 개폐, 전자밸브, CCTV 등 정상 작동(가온은 전력 소모 과다로 제외)
기타	① 컨트롤박스에서 수동 작동 가능 ② 모바일용 앱은 구글에서 제공하는 틀로 제작



설정 토양습도 이상 전압 미출력



설정 토양습도 이하 전압 출력

[그림 3] 토양습도계에 의한 전기제어



앱 화면



CCTV



무정전장치

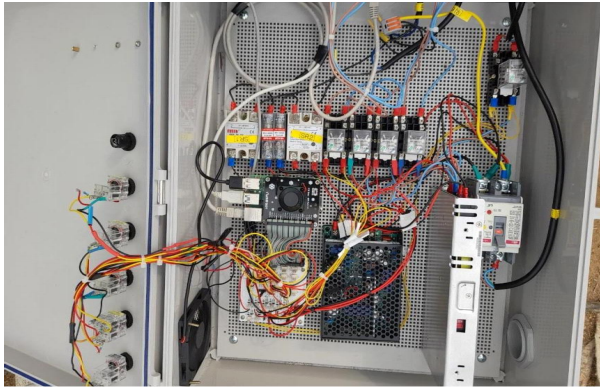
[그림 4] 정전대비 장치 설비

최종 설치비용은 원격제어 및 자동제어 제작 산출 비용은 실험을 위하여 사용된 자재를 제외하고 최종 육묘장에 사용된 모든 자재비를 기초로 산출하였다.

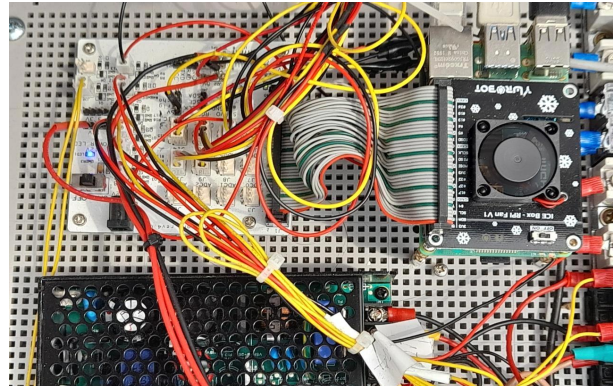
〈표 10〉 원격제어 및 자동제어 설비 부품 원가

항목	단가	수량	합계	비고
라즈베리파이	120,000	1	120,000	최소 CPU 4gb 이상
확장보드	75,000	1	75,000	
파워스테이션	35,000	2	70,000	12V 전용 1개
무정전공급장치	160,000	1	160,000	UPS 500W용
전원스위치	4,500	7	31,500	본 제품보다 저가형 사용가능
차단기	35,000	1	35,000	10A
릴레이	8,000	5	40,000	7A이상(개폐기2개 동시사용)
SSD	13,000	2	26,000	
온습도계	35,000	1	35,000	
카메라	45,000	1	45,000	USB용 야간사용가능
토양습도센서	22,000	1	22,000	센서 연결부 방수가능 제품
박스	50,000	1	50,000	
기타	100,000	1	100,000	저항, 선, 기타잡자재
총합계			809,500	

보통의 경우 개별농가에서 IOT 제작에 필요한 모든 구입할 것으로 예상되므로 금액은 80만 원 정도가 소요될 것으로 예상된다. 프로그램과 앱은 본 연구에서 개발된 것을 사용 시에는 프로그램 복제로 무상 사용 가능하며 프로그램 수정 시에는 약 100만 원 정도가 소요될 것이라 예상된다.



내부연결도



확장보드

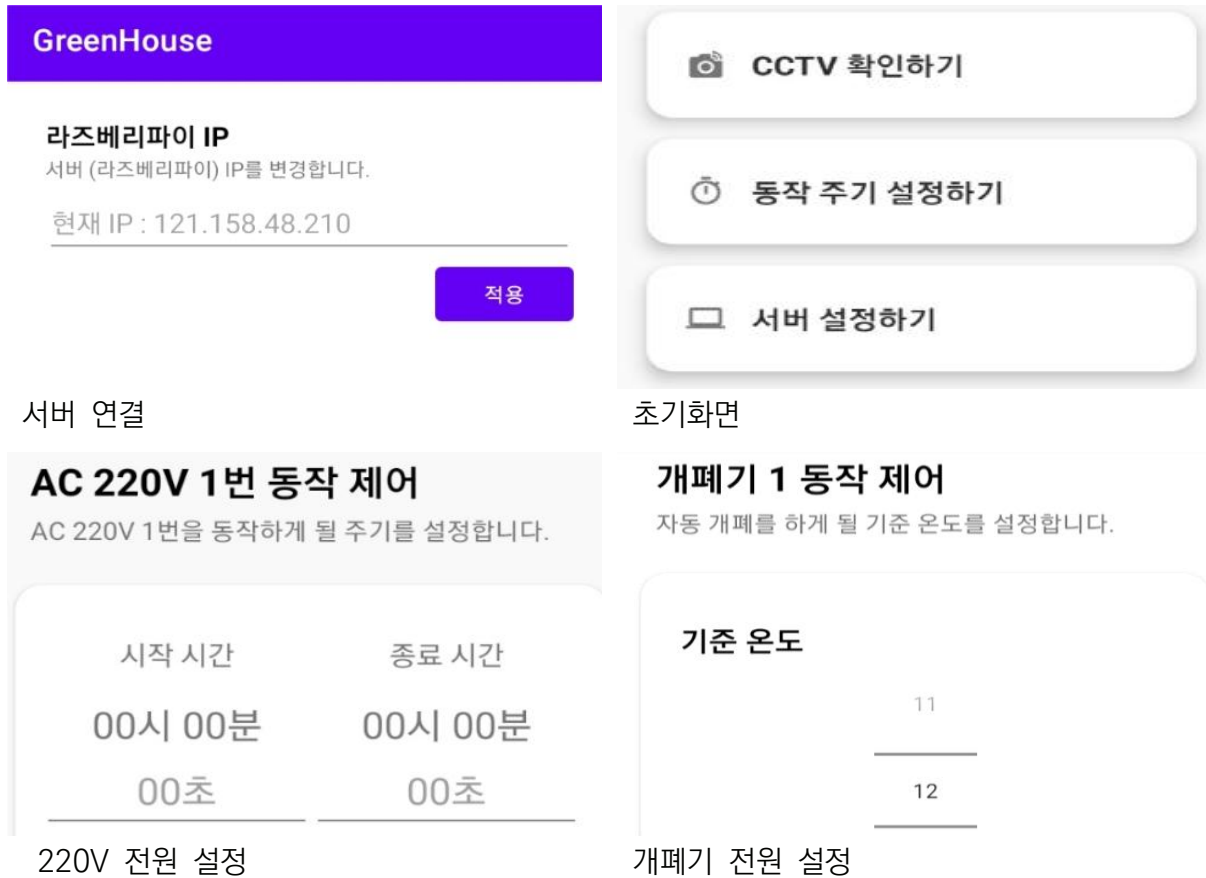


설치 사진



현장테스트

[그림 5] 전자·전기설비 설비



[그림 6] 전자·전기설비 설비

## 결론

유럽은 농민 삶의 문제를 해결하기 위해 스마트팜을 시작하였다. 그러나 한국의 스마트팜은 생산성 증대와 농산물 품질향상 측면에서 도입되었다. 인간 삶에 대한 고민이 없는 스마트(IOT나 ICT) 기술 도입은 노동자의 실업 증가, 단순 노무직 전환, 저소득층 전략 등으로 인간을 더욱 피폐하게 할 것이다.

본 연구는 육묘 작업에 ICT를 도입하여 생산성 향상과 농민 삶을 향상하려는 관점에서 시작하였다. 현재 판매되는 스마트팜 시설은 고가이므로 농업소득이 연간 1,000만 원 정도가 대다수인 농민이 쉽게 구매하여 사용할 수 있는 저가형으로 연구·개발을 하였다.

먼저 농민의 스마트 육묘시스템의 인식과 필요 기능에 대한 조사를 시행하였다.

자가 육묘 농민의 60% 정도가 하루 2시간, 오전과 오후 각각 1시간 이상의 노동시간을 소모하며, 비닐 개폐와 관수 작업에 부담을 느끼고 있었다. 비닐 미개폐로 작물 고사 경험이 있는 농민의 50%로 조사되었으며, 농민의 60%는 육묘로 인하여 관혼상제 등에 참석을 못 한 경험이 있어 농민에게 육묘는 큰 작업 부담임을 알 수 있었기에 농민에게 필요한 자동 개폐와 관수를 스마트육묘원격제어설비 개발에 기초로 삼았다.

스마트팜 육묘 개발은 크게 육묘상과 스마트육묘원격제어기 개발 두 가지로 하였다. 육묘상은 기계적 요소로 골조, 온도조절, 관수시설, 개폐 시설 등으로 개발하였고, 육묘 일반 농가에서 사용되는 범용적인 기술을 적용하였다. 스마트육묘원격제어기 제작은 각종 디바이스 구동, 인터넷 통신, 서버 기능을 고려하여 라즈베리파이를 기반으로 하였다. 사용되는 각종 부품은 현재 기성품으로 판매되는 부품으로 제작하였고, 인터넷도 공유기를 사용하였다. 그리고 원격제어나 자동기능 고장에 대비하여 수동제어가 가능하게 개발하였다.

앱은 안드로이드 기반으로 개발하였으며, 시간(초단위)으로 각 디바이스를 제어하였다. 단 비닐하우스 비닐 개폐와 보온덮개 개폐는 온도로 제어한다. 또한 작동 여부를 확인할 수 있게 온습도와 CCTV를 설치하였으며, 과다 관수를 방지하기 위하여 토양습도 센서로 관수량을 제어하였다.

본 연구 결과가 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 농민의 육묘에 대한 노동 부담을 파악하였다. 지금까지의 연구는 육묘 재배 기술이나 도시민의 여가 제공자로서 이루어졌지만 본 연구는 농민들의 삶 향상 측면에서 시도하였다.

둘째, 농민의 요구를 반영한 저가형으로 스마트육묘원격제어기를 개발하였다. 기존에 농업에 종사하지 않아 현실과 동떨어진 기술이 아니라 실제 구매 사용하는 농민의사를 바탕으로 개발하였다.

셋째, 자체 서버 기능 구현으로 추가 유지비가 없다. 기존의 스마트팜 회사들이 수익원 창출을 위하여 유지 보수비용을 내야만 프로그램 사용을 하는 방식이었다. 이를 과감히 탈피하여 보급을 용이하게 했다.

마지막으로, 간단한 교육을 통하여 농민 스스로가 스마트육묘원격제어기를 제작할 수 있게 단순하게 개발한 것이다.

본 연구는 위와 같은 의의가 있음에도 여러 한계를 가지고 있다. 첫째, 확장보드가 기성품이다. 기성품에 아날로그 입출력과 디지털 입출력을 동시에 하면 통신 에러가 발생 가능성이 있고 디바이스 구동 전원핀이 적어 확장성에 한계가 있다. 본 연구 결과를 실용화하는 과정에서는 확장보드를 제작하여 보급함으로써 기능의 확장성을 확보할 필요가 있다.

둘째, 보안성 확보 문제이다. 모든 컴퓨터는 해킹의 위협에 노출되어 있다. 본 연구도 소형컴퓨터인 라즈베리파이를 기반으로 제작되어 해킹의 위협이 상존한다는 것이다. 향후 연구나 실용화 과정에서 이를 보완 할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 김동익, 김현환, 김종구, 이공인, 김성기, 장유섭. 2010. “콩,옥수수 육묘용 파종기 개발에 관한 연구”. 바이오시스템공학 35(5): 330-335.
- 김학신, 이을태, 장영석. 2003, “양파 육묘 및 정식작업 생력화에 따른 노력 및 비용 절감 효과”, 한국원예학회 학술대회발표집.
- 마상진, 박대식, 안석, 황정임, 남기천. 2018. “귀농·귀촌인의 정착실태 장기추적조사: 5차년도”. 한국농촌경제연구원 연구자료, 1-109.
- 이민호·문병은·조재민·최태현·김현태. 2017. “생분해성 육묘포트용 자동형 정식기 개발”, 한국농업기계학회 학술발표논문집 22(2): 136.
- 이장영. 2010. “도시와 농촌의 여가와 생활 만족도 비교”. 사회과학연구 23(1): 113-132.
- 이희찬. 2007. “농촌인구 전망과 과소화구분에 따른 농촌사회의 적정인구”. 농촌관광연구 14(1) 159-181.
- 성기천, 양원모, 김원중, 김영근. 2016. “스마트팜 보급 확대를 위한 저가형 온실 영상 및 환경 데이터 수집 시스템”, 한국전자통신학회 논문지 11(11) 1121-1128.
- 국가통계포털(kosis.kr)
- 더농부 네이버팜(<https://m.post.naver.com/nong-up>)