

과제번호
319086-
02

사
막
지
역
관
행
온
실
의
환
경
개
선
을
위
한
리
모
델
링
및
현
장
실
증

2021

농
림
축
산
식
품
부
농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004054-01

사막지역 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증

2022년 3월 30일

주관연구기관 / (주)그린플러스
공동연구기관/ 한국농어촌공사

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “사막지역 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증”(개발기간 : 2019. 07. 10. ~ 2021. 12. 31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

납본일자 2022년 3월 30일

주관연구기관명 : 박 영 환 (대표자)



협동연구기관명 : 이 병 호 (대표자)



주관연구책임자 : 정 훈 태

협동연구책임자 : 이 철 성

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서										보안등급 일반[○], 보안[]			
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명			첨단생산기술개발			
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			사업명		내역사업명 (해당 시 작성)						
공고번호					총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)								
					연구개발과제번호					319086-02			
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%						
	농림식품과학기술분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문											
		영문											
연구개발과제명		국문		사막지역 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증									
		영문		Remodeling and Field demonstration for environmental improvement of greenhouse in the desert area.									
주관연구개발기관		기관명		(주)그린플러스		사업자등록번호		124-81-52399					
		주소		(우)32446 충청남도 예산군 용봉면 용봉로 50-42 ㈜ 그린플러스		법인등록번호		13811-0033605					
연구책임자		성명		정순태		직위		이사					
		연락처		직장전화 041-332-6421		휴대전화							
				전자우편		국가연구자번호							
연구개발기간		전체		2019. 07. 10 - 2021. 12. 31.									
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2019. 07. 10 - 2020. 07. 09							
				2단계		2020. 07. 10 - 2021. 12. 31							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()		합계			연구개발 비외 지원금		
		현금		현금		현금		현금		현금			
총계		1,000,000		33,400		300,600		1,033,400		300,600		1,334,000	
1단계		1년차		500,000		16,700		150,300		516,700		150,300	667,000
		2년차		500,000		16,700		150,300		516,700		150,300	667,000
n단계		1년차											
		n년차											
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고	
		역할		기관 유형									
공동연구개발기관		한국농어촌 공사		이철성		선임 연구원				공동			
연구개발담당자 실무담당자		성명		김영준		직위		책임연구원					
		연락처		직장전화 041-332-6421		휴대전화							
				전자우편		국가연구자번호		11076389					

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 02 월 01 일

연구책임자: 정 순 태

주관연구개발기관의 장: 박 영 환

공동연구개발기관의 장: 이 병 호



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명						총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)						연구개발과제번호		319086-02	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%		
	농림식품 과학기술분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)									
연구개발과제명		사막지역 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증							
전체 연구개발기간		2년 (2019.07.10.-2021.07.09)							
총 연구개발비		총 1,334,000 천원 (정부지원연구개발비: 1,033,400 천원, 기관부담연구개발비 : 300,600 천원)							
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[○] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)									
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)									

연구개발 목표 및 내용	최종 목표		사막지역 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증		
	전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> ○ 사막지역 관행 온실의 내부 작물재배 환경개선을 위하여 온실 및 내부 환경유지 설비, 현지 온실 리모델링 실증을 통해 시공성, 내부환경(온도, 습도, 등)성능평가를 통한 사막기후 적응형 온실 리모델링 모델 기술 개발 - 현지 사막기후 및 풍하중을 고려한 안정성과 내구성이 확보된 온실의 리모델링 설계 - 구조적 안정성이 검증된 설계를 바탕으로 현지 온실 리모델링 시공 - 분석을 통해 도출된 최적 환경제어 기술의 온도 저감, 작물 별 생육특성 향상, 수확량 증대 등을 평가 - 시공성, 내부환경, 성능평가 - 실증 리모델링 온실의 성과 검증 및 BM(Business Model) 개발 		
	1단계 (해당 시 작성)	1차 년도 (그린 플러스)	목표		
		내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실증예정 온실부지의 기후환경, 토질, 인프라 현황조사 및 정보수집 ○ 사막형 온실 리모델링 설계 및 내부설비 비교 분석 ○ 리모델링 온실의 풍하중 분석 등의 구조 안정성 평가 ○ 적용 예정 내부설비 선정 ○ 현지 온실 리모델링 시공 		
	1차 년도 (한국 농어 촌공 사)	목표			
		내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사막형 온실 현지조사 ○ 기존 온실(ICBA 시험 온실) 사용 시스템 개선안 도출 ○ 국내외 유관기관(농진청, ICBA 등) 기술협력 ○ 현지 리모델링 실증온실 시공지원 		
2차 년도 (그린 플러스)	목표				
	내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현지 온실 리모델링을 통한 설계도 및 시방서 등 설계도서 보완 ○ 리모델링 온실의 작물 재배 데이터, 온습도 변화, 수확량 증대 조사 ○ 리모델링 온실의 성능평가 ○ 사막형 온실 리모델링 모델의 시공, 운영 매뉴얼 작성 			
2차 년도 (한국 농어 촌공 사)	목표	사막지역 리모델링 온실의 경제성 평가 및 사업화 모델 정립			
	내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 리모델링 설계도서 검토 및 보완 ○ 리모델링 온실의 경제성 평가 및 현지 협력연구기관 연구협의 ○ 실증 리모델링 온실의 성과 검증 및 BM(Business Model) 개발 			

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사막 기후 리모델링 온실 최적 기술 개발 ○ 사막 기후 리모델링 설계자료 구축 ○ 모니터링 분석을 통한 정부 정책, 제도 및 관련연구의 기초자료 구축 ○ 초기투자비, 운영비, 유지관리비를 고려한 경제성 평가 <p><예상되는 연구개발성과 유형></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구분</th> <th rowspan="2">논문</th> <th rowspan="2">특허</th> <th rowspan="2">보고서 원문</th> <th rowspan="2">연구 시설 ·장비</th> <th rowspan="2">기술 요약 정보</th> <th rowspan="2">소프트 웨어</th> <th rowspan="2">화합물</th> <th colspan="2">생명자원</th> <th colspan="2">신품종</th> </tr> <tr> <th>생명 정보</th> <th>생물 자원</th> <th>정보</th> <th>실물</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>예상성과 (N/Y)</td> <td></td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종		생명 정보	생물 자원	정보	실물	예상성과 (N/Y)		Y	Y	Y	Y						
구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종																															
								생명 정보	생물 자원	정보	실물																														
예상성과 (N/Y)		Y	Y	Y	Y																																				
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 리모델링 온실 실증적용 후 규모별, 기후대별 해당 기술 확대적용이 가능 ○ 현재 추진중인 중동지역 스마트팜 온실 수출에 주요 데이터로 활용 ○ 최근 중동지역의 첨단온실 및 스마트팜 구축이 빠르게 증가하고 있으며, 이에 발맞추어 경제성과 안정성을 확보한 온실 수출모델 개발 																																								
연구개발성과의 비공개여부 및 사 유																																									
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논 문	특 허	보 고 서 원 문	연 구 시 설 · 장 비	기 술 요 약 정 보	소 프 트 웨 어	표 준	생 명 자 원		화 합 물	신 품 종																														
								생 명 정 보	생 물 자 원		정 보	실 물																													

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호
국문핵심어 (5개 이내)	온실	리모델링	내부 설비	현장실증	사막기후				
영문핵심어 (5개 이내)	Greenhouses	Remodeling	Internal equipment	Field test	Desert climate				

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 종질지(80g/m²)]

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요.....	8
1-1. 연구개발의 개요.....	8
1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황.....	9
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용.....	18
2-1. 연구개발의 수행과정 및 수행내용(1차년도: 그린플러스).....	18
2-2. 연구개발의 수행과정 및 수행내용(1차년도: 농어촌공사).....	59
2-3. 연구개발의 수행과정 및 수행내용(2차년도: 그린플러스).....	77
2-4. 연구개발의 수행과정 및 수행내용(2차년도: 농어촌공사).....	105
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도.....	120
1)연구수행결과.....	120
2)목표 달성 수준.....	126
4. 목표 미달 시 원인분석.....	126
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도.....	127
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획.....	127
<별첨>	
자체평가의견서.....	131
연구개발실적.....	132
연구목표달성도.....	134
종합의견.....	135
보안성검토.....	135
연구성과활용계획서.....	136

※ 각 항목에서 요구하는 정보를 포함하여 연구개발과제의 특성에 따라 항목을 추가하거나 항목의 순서와 구성을 변경하는 등 서식을 수정하여 사용하거나 별도의 첨부자료 활용이 가능합니다.
다만, '1.3) 세부 정량적 연구개발성과' 항목은 2021.1.4.부터 2021.12.31.까지 수정 사용 가능합니다.

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발의 개요

(1) 연구개발 목표 시스템

(가) 사막지역 온실의 환경 및 구조 개선을 위한 리모델링 설계

- 기존의 팬-패드 방식의 온실을 리모델링하여 중동지역의 기후 조건에 적합한 물 절감 및 작물 생산성 증대를 위한 온실 리모델링 모델 개발 및 시공·운영 기술 정립

(나) 현지 온실의 리모델링 시공 및 성능평가



<현지 온실의 리모델링 개념도>

(2) 연구개발의 기술 특징

- (가) 풍하중 및 구조적 안정성을 고려한 골조 재설계 및 적용
- (나) 측고 인상 등 고온의 사막환경에 적합한 온실 구조 설계 적용
- (다) 사막기후의 모래폭풍 및 폭우 등을 대비하고 재배작물에 최적화된 새로운 피복재 적용
- (라) 작물 재배에 적합한 광투과도를 지닌 차광스크린을 이용한 내부 및 외부 차광 시스템 적용
- (마) 개선된 냉방시스템들의 최적화된 온실 내 대류순환을 위한 팬 설비 재구성
- (바) 물 절감 실현 및 효과적인 실내 재배환경 유지를 위한 팬-패드 냉각시스템의 개선 적용
- (사) 기존 팬-패드 방식의 냉방은 과도한 물 사용량으로 물질감 개선이 필요(토마토의 경우 국내온실의 6배 이상의 물 사용)이를 고려한 경제적인 리모델링 구조 적용

1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

(1) 국내 기술 수준 및 시장현황

(가) 관련 국내 시장규모 및 전망

- 국내 온실 리모델링 관련시장은 내구 연한이 지난 피복재나 차광 스크린 등을 교체하는 수준이며 그 규모는 극히 미미한 실정
- 온실 내부 환경조절 설비 시장은 최근 스마트팜 및 첨단온실 시장이 확대됨에 따라 급속도로 커지고 있음
- 2020년 스마트팜 생산시스템 관련 시장은 2조 2,475억원으로 전체시장의 약 41.6%를 차지 할 것으로 전망
- 지능형 농작업기 관련시장은 2조 7,997억원(51.8%), 시장 형성 초기 단계인 식물공장 관련시장은 3,576억원(6.6%)으로 성장 할 것으로 예상

(단위 : 억 원, %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR (2013~2015)
스마트팜	16,251	17,340	18,502	19,741	21,064	22,475	6.7
식물공장	1,800	2,759	2,944	3,141	3,352	3,576	53.3
지능형 농작업기	18,000	21,600	2,307	24,591	26,239	27,997	20.0
합계	36,051	41,699	44,493	47,474	50,655	54,048	14.5

자료: World Agricultural Equipment(2011)

(단위 : %)

구분	1995	2000	2005	2010	2015
단동형	86	70	85	86	85
연동형	14	15	11	11	12
기타	-	15	4	3	3

자료 : 농림축산식품부, 시설재배 온실현황 및 채소류 생산실적, 2015

<시설원예의 종류별 비율>

(나) 국내시장 규모 및 수출·입 현황

- 현재 국내의 첨단온실 및 스마트팜의 수출·입은 극히 미미한 수준이며, 최근 스마트팜 모델을 정립하고 수출 활성화를 위한 시도가 이루어짐(농림축산식품 기술기획평가원 ‘지능형 스마트팜 플랫폼 수출연구사업단’ 등)
- 국내 원예시설의 철골재 등은 국산화 되었으나, 유리온실 및 양액관리 등 ICT

설비는 외산 의존도가 높은 수준(농림축산식품부 ‘시설원에 산업의 현황과 선진화 정책방향’)

* 유리온실의 55%(벤로형), 환경제어 분야의 85%를 외국산이 차지

(다) 우리나라 온실 현황

- 전체 온실 중 비닐온실이 99%, 유리온실이 0.7% 차지(‘2010 기준)
- 2010년 말 기준으로 국내 원예시설면적은 53,136 ha로 단동 비닐하우스가 88.6%, 연동 플라스틱 온실이 10.1%, 유리온실이 0.7%를 차지하고 있는 현실이며, 경쟁력을 확보한 시설작물 재배 및 생산을 위해서는 자동화 및 복합환경제어시스템 등을 갖춘 첨단온실 및 스마트팜의 비율 증가 등 시설구조 변화가 절실함
- 국내 연동온실의 80% 이상이 사용연수 15년 이상된 것으로 시설 노후화로 인하여 생산성이 떨어짐과 동시에 최적 환경제어를 위한 투자에 한계가 발생하고 있으며, 최근 하우스의 노후화와 온실 축고를 높이기 위한 방편으로 구조 리모델링 사업이 진행되고 있으나 이러한 방법은 신규온실 등에는 적용하기 힘든 한계가 있음
- 국내 원예시설 전체면적의 상당부분은 가온시설을 보유하고 있으며 이중 대다수가 유류를 에너지원으로 하고 있어 국제 원유가 변동은 농가의 원예시설 유지비에 큰 영향을 주며, 이를 개선하기 위한 원예시설에 신재생에너지를 적용하려는 시도가 최근 많은 추세임, 경영비 중 난방비 비중이 30~40%, 유류난방기에 편중됨 (농림축산식품부)

(2) 국외 기술 수준 및 시장 현황

(가) 국외 기술 동향 및 수준

<선진국 대비 기술 수준>

국가	최고기술품 대비 기술수준(%)	최고기술품 대비 기술격차(년)
미국	100.0	0.0
독일	96.6	1.0
네덜란드	94.3	1.4
일본	94.3	1.5
영국	91.4	2.0
프랑스	90.6	2.1
호주	85.3	3.6
한국	76.1	5.6
중국	66.2	7.8

스마트팜 글로벌시장	프리바, 홀티맥스, 호겐도프(네덜란드), 네타팜(이스라엘), 맥시마이저(캐나다), 세이와, 후지쯔, 카카시(일본)등이 경쟁하고 있으며 최근에 몬산토와 듀폰에서도 lot기반기술에 대한 거액의 자금 투자가 진행되는 것으로 알려짐
유럽	선도기업 점유율이 매우 높은 상태로 중국, 중앙아시아, 동남아시아, 중동 등의 시장에서 선진국 시스템과의 경쟁에 박차를 가하고 있는 상황으로 기술, 품질 경쟁력은 아직 미흡한 실정이나, 가격경쟁력 등을 앞세워 맞춤형 시장을 개척하는 단계
미국	농업 생산환경의 차이가 많고, 아프리카, 남미, 인도 등이 장기적 시장으로 예상됨

* 빅데이터기반 스마트농업 현황 및 추진방향(농림수산식품교육문화정보원, 2017)

(가) 중동 지역 온실 현황

<중동지역 현지 조사결과>

1) 사막지역 온실 1차 조사결과(출처: 한국농어촌공사 '18.11월~12월 3개국 조사결과 종합)

가) 스페인 알메리아 온실 및 Tecnova 농업연구소 방문(사막지역 벤치마킹 목적)

- 알메리아 지역 연 강우 200 mm 이하, 최고기온 45℃ 이상 건조지역
- '80년대 이후 알메리아 온실재배로 과채류를 유럽 전역에 공급
- 온실시설: 비닐온실, 토경재배, 양액공급, 점적관개, 냉각시설 등
- 수자원: 해수 담수화, 우수집수, 지하수, 재처리수(수질 우려, 일부지역 사용)
- 첨단 스마트팜보다 현지에 적합한 시설과 운영 연구 중
- Tecnova 농업연구소는 향후 스마트팜 개발 및 운영 과정에서 모니터링 및 문제 대안 제시에 협력 가능
- 까사마흐(Casamar) 연구소 온실 시설 견학(시설면적 14 ha, 포그앤팬(fog&fan) 냉각방식)

<Tecnova 본사 및 실험실>



<Tecnova 온실 내부>



<까사마흐(cajamar) 축소 모형>



<포그앤팬 쿨링 시스템>



나) 카타르 온실 조사

- 최근 주변국(사우디, UAE, 레바논)과의 단교로 식량안보 관심 고조
- 온실시설: 폴리카보네이트(PC)+비닐온실, 양액공급, 점적관개, 팬-패드 냉각시설 등
- 수자원: 해수담수화, 지하수, 재처리수(물 부족국가의 느낌 없음)
- 비닐온실의 경우 쿠웨이트 온실과 비슷한 수준의 기술을 사용하였으나, 쿠웨이트 온실에 비해 좀 더 체계적으로 관리되고 있음.
- 대부분의 경우 온실 설치만 하고 운영에는 참여하지 않아 카타르 정부와 민간에서는 공동 운영 파트너를 찾고 있음
- 한국의 온실 기술에 비해 낮은 수준의 온실 운영

- ◆ 농 장 명 : 알 설라이트 농업단지(AI Sulaiteen Agricultural & Industrial Complex)
- * AI Sulaiteen Group 소속 농장 / 사업분야 : 농업, 화훼, 조경분야 시공·유지관리, 수영장 설계·시공, 가축업 등
- ◆ 설 립 일 : 1998년 소규모 과채농장으로 시작하여, 직원수 400여명('09년)
- ◆ 사업영역 : 조경 및 농업회사로 민·관에 화훼 납품 및 조경관리, 과채류 공급

<카타르 온실 외부 전경>



<카타르 Net온실 전경>



- 주요 재배작물은 토마토, 오이, 가지, 호박, 화훼이며, 육묘시설(Nersery)과 발아시설(Germination Unit)*을 운영 중

<카타르 염수처리용 설비(RO)>



<카타르 팬-패드 냉각>



- 체계적인 온실 운영을 위해 화훼, 토마토 등 관련분야 외국인 재배사를 고용하여 관리 중
- 수자원의 경우 지하수를 사용하고 있으나, 염분 함유로 염분 제거용 설비(RO 시스템)을 설치운영

다) 쿠웨이트 온실

- 기후변화에 따른 기상이변으로 50~60년 빈도 강우 발생(70 mm/일)
- 온실시설: 폴리카보네이트온실(PC), 양액공급, 점적관개, 냉각시설 등
- 수자원: 해수담수화, 지하수, 재처리수(물부족국가의 느낌 없음)
- 한국의 온실 기술에 비해 낮은 수준의 온실 운영

- ◆ 농 장 명: 압달리(Abdali) 지역 Blue Lake Farm (쿠웨이트시 북부 농장)
- ◆ 사업영역: 농업회사로 농산물(화훼 포함) 재배 및 관광농원 분야
- 온실 내 엽채류와 토마토, 육묘장, 딸기, 화훼류 등을 재배.

<압달리 온실 내부(패드 부) 전경>



<압달리 온실 내부 전경>



<압달리 온실 외부 전경>




<압달리 온실 외부(팬 부) 전경>



라) 적외선(IR) 광 반사 유리 검증 (쿠웨이트 KISR 연구소 과제, 대만산업기술협회 공동)

- 목적: 적외선 반사로 온실의 냉방 효율 개선



Evaluating IR Reflective Glass

Improving greenhouse performance

In Kuwait, growing produce in a greenhouse is a challenge considering how hot the greenhouses get during the summer months. To address this challenge, the DAE Program has spent the past 2 years working with Taiwan's Industrial Technology Research Institute to evaluate how their IR Glass may be suitable for greenhouses in Kuwait. So far, the studies have demonstrated how the use of their IR Glass technology can help bring down heat and radiation levels and improve cooling efficiency in greenhouses during Kuwait's hottest months. The project also includes research to develop environment control and management systems for greenhouses throughout Kuwait.

- 마) ICBA 시험 온실 방문 및 협의(한국농어촌공사 '18.12.22 ICBA 방문결과 인용)
- 내염성 및 염분정화를 위한 시험시설인 온실 및 노지시설이 있으며, 아쿠아포닉스 및 내염성 작물에 대한 연구시설 위주임.
 - 센서류(토양 및 수질관련 센서) 및 역삼투압 정수 시스템 연구 등
 - 시험용 온실은 280 m² X 4동(팬-패드 2동 및 네트 2동)이 있음.
 - * 특기사항: 기존 냉난방을 위한 팬패드의 문제점(오염, 위생, 관리, 파손 등)을 개선하기 위하여, 패드에 Pozzolane wall(화산재)을 도포하는 새로운 패드방식을 언급.



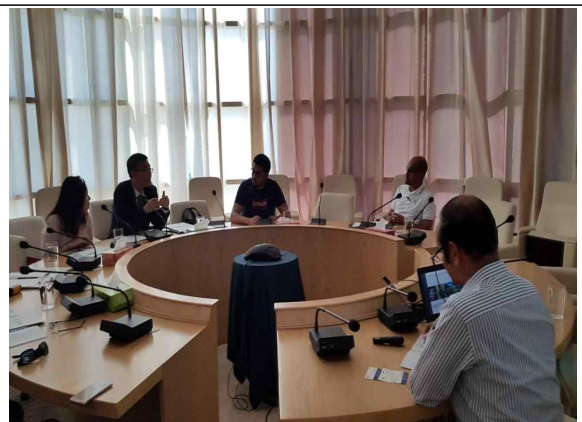
ICBA 노지 재배 및 관수



ICBA 시험용 온실



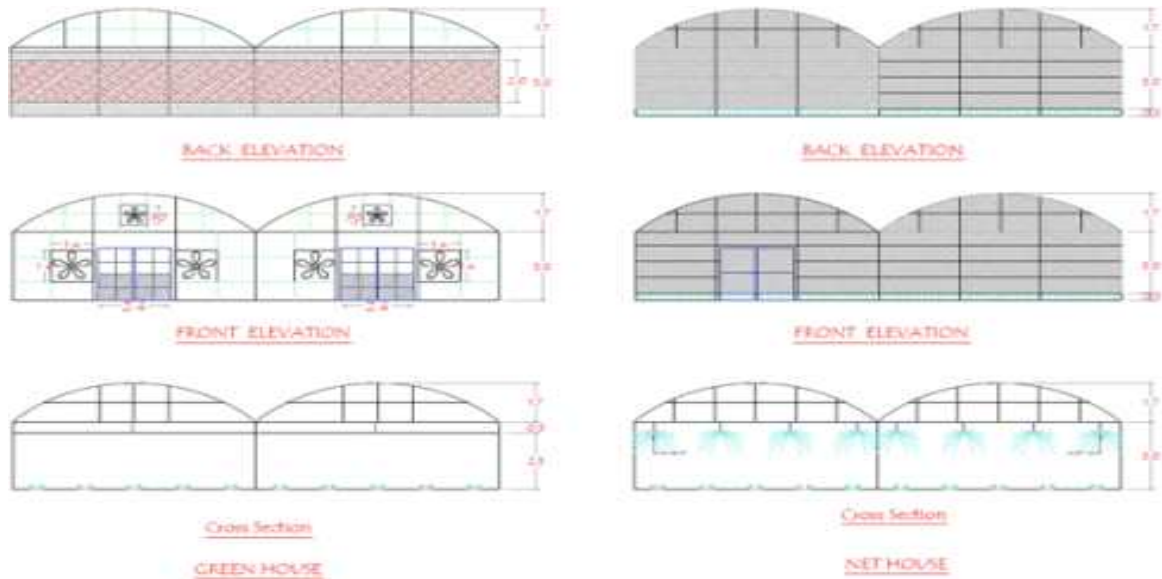
ICBA 본부동 전경



ICBA 연구원 협의

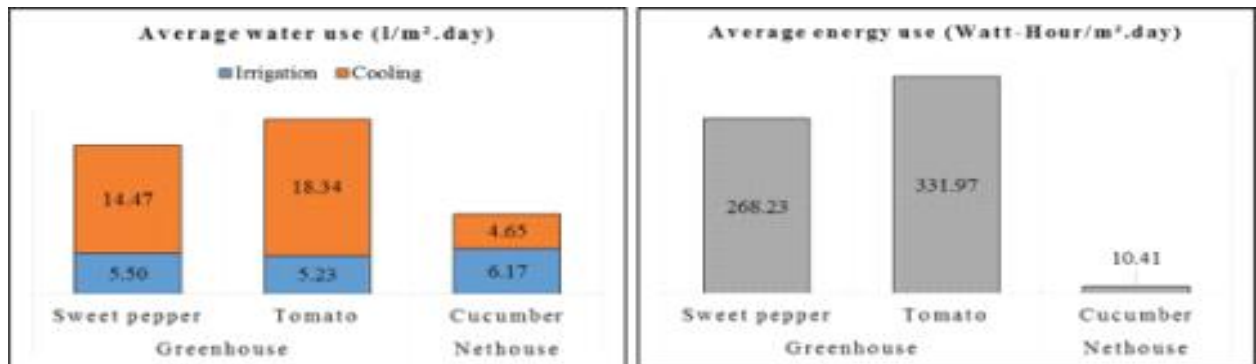
바) ICBA 시험온실 논문자료 분석

- 저자 : Adellaziz Hirch. Redouane Choukr-Allah.
- 제목: Water and Energy Use Efficiency of Greenhouse and Net house Under Desert Conditions of UAE: Agronomic and Economic Analysis.
- 1 m³ 담수화 에너지: 2.6 Kwh 소요, 즉 2.6x0.25=0.65 AED (197.5원)
- * Kwh 당 정부 기준 금액 0.25 AED/Kwh (75.98원)
- * 농가 에너지 비용(Farmer Energy Cost) : 0.03 AED/Kwh (9.12원, 88%할인)
- 실험결과
- 시험온실 개요(상기 사진 참조)



좌측 비닐 온실 : 팬-패드 방식, 우측 그물온실 : 포깅 방식

- 실험을 위하여 작물 재배를 팬-패드 방식(방울토마토, 파프리카)과 포깅 방식(오이)로 구분하여 280 m² 면적에서 각각 진행하였음.
- 물 사용량 비교
- 작물별 일일 평균 물 사용량 및 평균 에너지 사용량



작물별 일일 평균 물 사용량(좌), 작물별 일일 평균 에너지 사용량(우)

(기간: 방울토마토: 8개월, 파프리카 5개월, 오이 4개월)

- 냉방 물 사용 예(방울토마토 경우)
- m² 당 총 사용량 : 4,401.6 Liter (18.34 l/m², 일 X 8개월 X 30일)
- * 전체면적(280 m²) 당 하루 총 사용량 : 18.34 l/m² X 280 m² = 5,135.2 Liter (약 5.13 ton)
- * 전체면적(280 m²) 당 8개월 사용량 : 18.34 l/m² X 280 m² X 240일= 1,232.4 ton (한국 토마토 농가 예 : 평균 6.0 l/m² 사용)
- 에너지 비용 계산
- m² 당 총 사용량 : 약 4.4 ton/m² 사용.
- * 1 ton 당 0.65 AED 이므로 4.4 X 0.65 = 2.86 AED/m² (약, 870원)
- * 전체 면적 280 m² 이므로 2.86 X 280 m² = 800.8 AED (약, 243,474원)
(농가 정부 보조 88%적용 : 800.8 X 0.12 =96.1 AED, 약, 29,215원 지불)
- 작물별 총 에너지 비용 예(오이, 방울토마토, 파프리카 비교)
- * CP= 재배기간, 오이 4개월, 파프리카 5개월, 방울토마토 8개월

구분	오이 (그물온실+미스트)	방울토마토 (비닐온실+팬-패드)	파프리카 (비닐온실+팬-패드)
온실 규모	280 m ² 2개동 (8m X 35m X 1동 계산)	280 m ² 1개동 (8m X 35m X 1동)	280 m ² 1개동 (8m X 35m X 1동)
온, 습도설정	포깅 냉방(Fogging) -온도 설정 29도 -습도 설정 75%	팬-패드 냉방 -온도 설정 26도 -습도 설정 75%	팬-패드 냉방 -온도 설정 27도 -습도 설정 75%
관개수 l/m ² CP*	432.2 (하루 3.6 Litter/m ²) (하루전체: 1,008 L)	627.4 (하루 2.6 Litter/m ²) (하루전체: 728 L)	659.5 (하루 4.39 Litter/m ²) (하루전체: 1,231 L)
냉방 l/m ² , 일	4.7	18.3	14.5
하루 전체 물사용량 (관개수+냉방, 280m ²)	1,572 L	5,852 L	3,406 L
냉방에너지 Wh/m ² 일	10.4	332.0	268.2
담수 생산 에너지 Wh/m ² CP	1,124	1,631	1,715
관개수 에너지 Wh/m ² day	12.5	12.0	12.1
실 담수 사용량 l/m ²	1.124	1.632	1.716
총 에너지 농가 비용, AED/m ² CP*(정부보조)	0.096 (2.9.23원)	1.597 (486.24원)	1.313 (399.77원)
총 에너지 순수비용 AED/m ² CP*(보조제외)	0.796 (242.36원)	13,306 (4051.28원)	10,940 (3330.91원)

<작물별 총 에너지 사용>

사) 각국 별 온실공정 별 비교

- 한국의 스마트온실(벤로형) 기준으로 각국별 대표 온실을 비교하기 위하여, 공정별로 아래와 같이 구분함

번호	공정명	한국 스마트온실	중동(쿠웨이트)	유럽형(스페인)
1	온실형태	벤로형	원파이프 연동형	원파이프 와이어형
2	재배작물	토마토, 파프리카 등	토마토, 오이, 화훼 등	토마토, 오이, 파프리카
3	재배기간	9월~7월	10월~4월	10월~4월
4	토마토 수확량(m ²)	50kg	8~10kg	10월~4월
5	온실축고(동고)m	6~7(8.2)	2~2.5(3.5)	2~2.5(3.5)
6	줄기초	콘크리트연속기초	콘크리트연속기초	X
7	독립기초	콘크리트독립기초	X(흙속에 매립)	X(흙속에 매립)
8	내부기둥	각 파이프/흰색도장	아연 원파이프	아연 원파이프
9	트러스 구조	환봉, 각 파이프	X	X
10	지붕 알미늄시스템	용마루, 천창외	X	X
11	측벽 알미늄시스템	측벽 서까래외	X	X
12	지붕 서까래	알미늄	원파이프	격자와이어
13	지붕 피복재	유리, 경질필름	비닐	비닐
14	측벽 피복재	유리, 경질필름	PC골판	비닐+방충망
15	피복재 교체 주기	영구적(20년이상)	3년	3년
16	천창개폐	랙&피니언방식	X	고정식 방충망
17	측창개폐	대규모(무),소형(유)	X	방충망+비닐
18	천창 방충망	선별적사용	X	고정식방충망
19	측벽 방충망	선별적사용	X	X
20	수평스크린	2중스크린	X	X
21	외부차광막	X	지붕면에 설치	지붕면에 설치
22	온실통로	콘크리트	콘크리트	흙
23	온실 바닥재	그라운드시트	X	모래

24	재배방식	행잉거터 재배	바닥, 스탠딩거터	바닥재배
25	재배배지	코코피트, 큐브	상토	흙
26	유동팬	0	X	X
27	유황훈증기	0	X	X
28	냉방시스템	선별적(지열)	팬-패드	포그시스템
29	난방(튜브레일)	0	X	X
30	난방(그로우튜브)	0	X	X
31	난방(측벽난방)	0	X	X
32	양액시스템	0	간단한 구조	간단한 구조
33	관수시스템	0(드리퍼)	점적관수	점적관수
34	양액재활용(UV)	0	X	X
35	CO2	0	X	X
36	포그시스템	0	X	△
37	복합환경제어	0	X	X
38	전기설비(패널외)	0	기본설비	기본설비
39	관리동	0	X	X
40	수확장비	0	X(인력)	X(인력)

참고사항 : 1. 각국 온실은 재배온실의 기준으로 비교함

2. 중동지역은 난방이 필요 없음

3. 42항의 스마트온실 대비는 전문가의 주관적인 판단임

<중동국가 시장현황>

(다) 사막기후 중동지역 관행온실 및 개선

- 신기술 적용 : 신 피복재 적용, 가성비 위주의 최신 공조시스템, 측고 확장 변경, 신규 패드 자재 적용 등 (팬-패드 방식 온실 및 Net 온실 비교적용)
- 시장 규모 (GCC 중동 국가 관행온실 예상)
 - * GCC 국가 전체의 온실 면적 : 13,000ha (출처: ICBA 자료)
- 중동 GCC 6개국(사우디 아라비아, UAE, 쿠웨이트, 카타르, 오만, 바레인) 시장은 2019년 현재 13,000ha로 추정되며, 일반적 관행온실은 팬-패드 방식 온실과 Net 온실로 구분이 가능
- 본 과제 수행 시 일반적 유럽형 온실 기준 단가* 적용 시 예측

중동 GCC 국가	2020 (2년차)	2021 (종료1년차)	2022	2023	2024	2025	비고
UAE	0.5ha	1ha	2ha	10ha	20ha	40ha	GCC 전체 약 2% 리모델링 목표
쿠웨이트	1ha (제안예정)	2ha	2ha	10ha	20ha	40ha	
카타르		0.5ha	1ha	10ha	20ha	40ha	
사우디		0.5ha	1ha	10ha	20ha	40ha	
총 면적	1.5ha	4ha	6ha	40ha	80ha	120ha	
총매출	-	40억원	60억원	400억원	800억원	1,200억원	

* 1m² 기준 유럽형 20만원, 1ha 기준 10억원 예상, “쿠웨이트 압둘라 스마트신도시 스마트팜 사전조사보고서, 한국농어촌공사(2019.05)

- 시장을 선점하는 주요 전략은 관행 온실의 경제성 있는 리모델링과 재배기술 전수로 생산량 향상
- 관행 온실 대비 리모델링 모델의 물절약, 고품질, 생산량 증대 목표 및 경제성 극대화(가성비 측면)
- 기존 온실의 판매 목적과 달리 재배기술의 패키지화 판매에 주력.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

2-1. 연구개발의 수행 과정 및 수행 내용(1차년도: 그린플러스)

(1) 현지 사전조사 및 리모델링 범위 설정

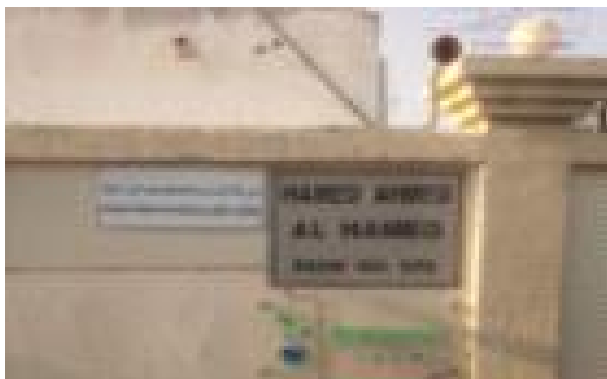
(가) 현지 사전조사

확인/실측 데이터 수집하였다. 현지 리모델링 시공을 위하여 장비, 설비, 시공인력 등 과제 수행에 필요한 전반적인 사항들을 협의하며, 연구개발 일정을 조율하고, 자재의 해상운송 및 통관 관련 협의. 19년 9월 연구팀은 UAE 출장으로 현지 운영중인 온실들을 방문하여 설비, 규모, 재배방식을 참고로 본 연구과제인 리모델링을 위한 정보수집을 수행하였다. 공동협력연구기관인 ICBA(International Center for Biosaline Agriculture)를 방문하여 본연구과제의 리모델링 대상 온실을 확인하고 기존 온실의 규격, 주요 설비, 리모델링 시공을 위한 인프라를 확인하였다.

1) Gracia Farm

Gracia Farm은 인공지능설비를 갖춘 UAE 최초의 농장이며, 120 여개 농장과 협업 중이다. 수경재배식 유기농 농장을 보유 중이며, 농장, 학교, 아동을 위하여 온실을 직접 시공하기도 한다. 현재 어린이들을 위한 교육프로그램을 운영 중이며, 유치원에서 대학교까지 교육을 진행 중이다. 건축을 담당하는 업체와 축산관련 파트도 보유 중이며 방문한 곳에서 가장 큰 온실은 약 2,000 m²이다. 전기료는 정부에서 보조해주며 물 사용은 무료로 하고 있고, 전문 유지보수 업체와 계약하여 유지보수를 하고 있다. 방문 당시 온실 시공을 진행하고 있었으며, 현지 관행 온실 기초시공 방법, 사용 자재, 시공법 등을 참고할 수 있었다. 또한, 온실 미니어처를 보유하고 있어, 온실구조 및 냉방 기술에 대한 교육을 받기에도 좋은 시설이다.

Gracia Farm에서 본 온실은 각파이프로 기둥을 세운 아치형 연동온실이며 천창, 측창, 수평 차광스크린이 설치되어 있다. 주로 엽채류를 재배하는 온실이며, 재배베드 아래에 비닐을 막아 일종의 덕트역할을 하고 찬 공기를 작물 하부에서 공급하고 있다. 2대의 칠러를 보유하고 있으며 한 대는 공기냉방, 한 대는 양액냉방을 위함이다.



Gracia Farm



General manager Farah의 기관 설명



Gracia Farm 내부에서 시공중인 온실



Gracia Farm 내부에서 시공중인 온실



Gracia Farm 온실



Gracia Farm 온실

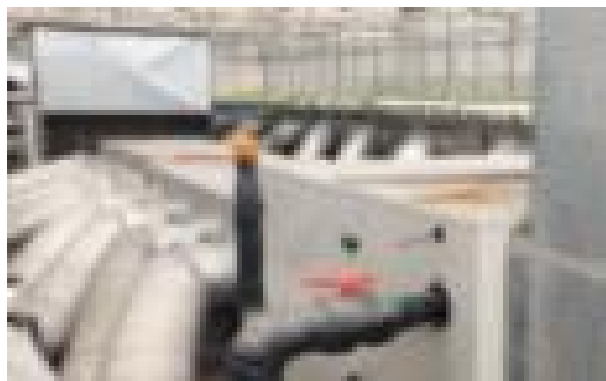


냉방 설비



양액 공급 설비

그림 1. Gracia Farm



베드 하부에서 냉풍 공급



재배 베드 양액 회수



온실 내부 육묘 공간



Gracia Farm 내부에서 시공중인 온실



베드 하단 비닐 덕트



양액재배



일부는 포트형태로 재배하여 판매



내부 사진

그림 2. Gracia Farm 내부설비

2) Alfafa Farm

Alfafa Farm은 PC판과 네트(그물망)로 이루어진 온실을 보유하고 있으며, 전체적으로 팬-패드시스템을 이용하며, 내부온도를 유지하고 있다. 주로 재배하는 작물은 토마토, 파프리카, 고추 등이며 토마토 재배 온실의 경우 포그 시스템이 작동하고 있다. 피복재의 황변현상으로 광투과율은 상당히 낮았으며 내부온도도 낮게 유지되고 있다 하지만 작물의 잎 끝이 마르고 말린 형태였으며, 착과율도 극도로 낮아 재배관리에 문제가 있는 것으로 사료된다. 전형적인 팬-패드 시스템의 문제인 패드의 오염이 심각했으며, 패드의 표면에 소금기와 먼지가 잔뜩 끼여 굳은 모습이 곳곳에서 발견되었다.



Alfafa Farm 온실



Alfafa Farm 온실



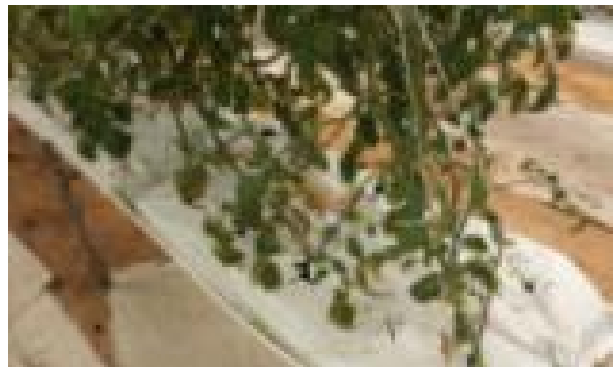
토마토 모종 재배



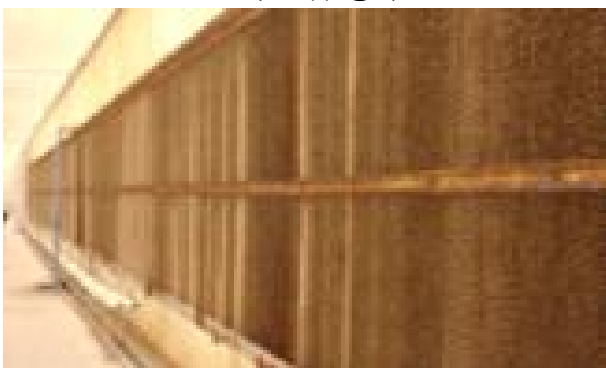
토마토 온실



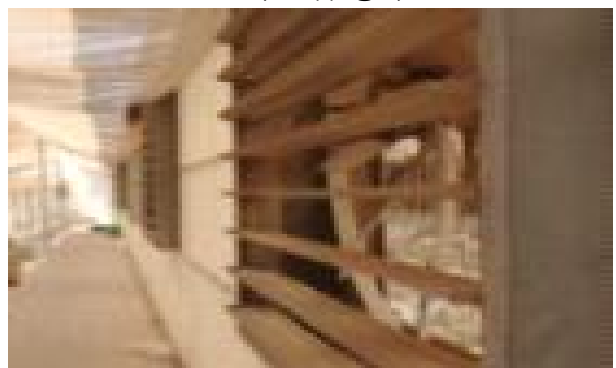
토마토 엽 상태



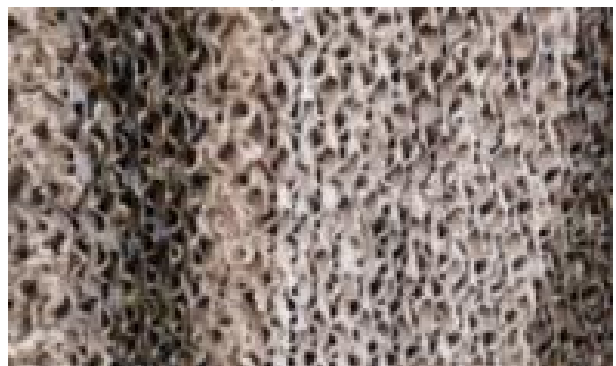
토마토 엽 상태



온실 내부 패드



네트 온실



온실 내부 패드



네트 온실



네트 온실

온실 내부 패드



네트 온실



관계자 설명

그림 3. Alfafa Farm 온실

3) Baniyas Research Station

Baniyas Research Station은 네덜란드식 HI-TECH 온실부터, MID-TECH, LOW TECH 온실을 모두 보유하고 있다. 이곳에서 방문한 온실은 네덜란드식 HI-TECH 온실과 MID-TECH 온실을 같이 볼 수 있는 온실이다. 기술의 수준에 따라 비교를 할 수 있으며, 행잉거터, 공조기, 하부 비닐덕트 양액기 (홀티맥스), 양액재활용 시스템(UV살균기 포함), 칠러 및 컨트롤유닛, 모터라이징밸브 (재활용된 물과 원수를 혼합)등의 설비가 있으며 외부에는 축열조가 자리잡고 있다. 모니터링 시스템은 Ridder Synopta를 사용중이다.



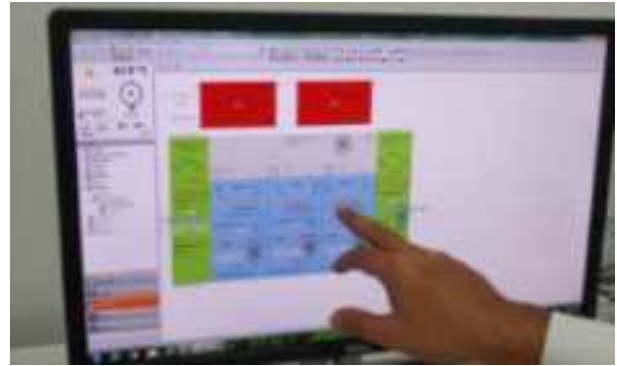
Baniyas Research Station 내 첨단 온실



관리동 설비



관리동 설비



모니터링 시스템



온실 재배 공간



온실 재배 공간

그림 4. Baniyas Research Station

4) Elite Agro. LLC

<파프리카 온실>

온실은 내부 차광 50% 스크린이 설치되어 있으며, 온실이 길이는 40 미터로 팬애패드를 고려한 사이즈이다. 내부 파프리카의 잎 상태가 말린 형태, 칼륨 문제, 관수문제, 온도차에 의한 영향 등 가능성이 있고, 현재 현지는 매우 더운 상태며 해충의 영향을 크게 받는다. 이곳은 두 개의 메인 목표가 있으며 온도/습도 같은 환경영향과 병해충의 방지이다. 본 온실은 관개와 냉방시설은 자동화로 작동되며, 해충방제는 천적방제를 이용하여 적정량의 화학물질을 이용하여 친환경적으로 진행하고 있다. 온실 내부 환경은 한낮 온도 28℃에 습도는 75% 정도를 유지하고 있다고 하며, 실제로 현장에서 측정한 결과 유사한 수치가 나왔다. 재배온실과 포장시설이 같이 있어 수확 후 30분 만에 포장이 가능하여 신선도를 유지시킨다. 본 농장은 육묘농장이 별도로 보유하고 있다.

<블루베리온실>

네덜란드산 배지를 수입하여 이용하고 있으며, 팬-패드 적용온실이다. 4월에 정식되어 가지치기 작업을 하고 있으며, 11월에 꽃이 필 것으로 예상, 최종 수확은 내년 1월로 예상되며, 양액처방은 일반적인 방식과 다르게 적용 하는 중이다. 현재 재배종은 양액 소모를 적게 하며, 총 하루 관수량은 2-5분간 10회 정도를 실시하며 실시간 모니터링을 통해 조정된다. 수분은 호박벌을 사용해서 진행 중이다.



Elite Agro온실



Elite Agro온실



Elite Agro 파프리카 재배 온실



Elite Agro 블루베리 재배 온실

그림 5. Elite Agro. LLC

5) ICBA(International Center for Biosaline Agriculture)

ICBA는 두바이에 위치하고 있으며, 해수를 활용한 농업 국제 센터이다. 리모델링 대상 온실이 위치한 곳이며, 각 기관소개, 연구 활동분야 설명, 리모델링 대상 온실을 방문하였다. UAE에는 중·소농 및 규모있는 농가가 있으며, 소규모 개인 농가에 설치된 온실은 정형화된 규격이 없고 온실 소유주의 의견과 시공비에 따라 천차만별이며 지속적으로 변형을 하고 있다. 해당 그물망 온실을 리모델링해서 주변 PC온실과 비교하는 것으로 최종 결론되었다. 물 절약, 낮은 가격이 목표이며, 양액시스템은 현재 설치되어 있는 것을 개선하여 사용하기로 협의하였다. ICBA의 연구자들은 현지 온실 시공 설계 시 풍하중은 중요한 요소가 아니며, 관행온실의 리모델링 하기 위해 가장 큰 고려사항은 비용이라고 언급하였다. 상기 협의 결과를 바탕으로 리모델링 온실 설계를 진행하였다.



ICBA



기관 소개 및 과제 설명



ICBA 연구 온실(NET)



ICBA 연구 온실(PC)



관리동 설비



관리동 설비



ICBA 연구온실



개선된 팬-패드 시스템 연구

그림 6. ICBA(International Center For Biosaline Agriculture)기관 내 온실 및 내부설비

표 1. ICBA 협의 내용 및 결과

ICBA 협의 결과
리모델링 대상 온실 - ICBA 연구온실 중 NET(그물망)온실
기존온실의 리모델링을 위해 해당 온실 자재의 규격 요청 - ICBA측에서 도면 파일 제공
재배 예정 작물: 토마토
리모델링 대상 온실의 구조해석 결과, 지내력분석자료 요청
수질분석 데이터 요청 -염분제거 전, 후 데이터 요청(EC, pH도 포함)
ICBA에 제공할 예산의 명확한 사용용도 및 상세 자료 교환 예정
본 과제 수행을 위한 ICBA와 본 컨소시엄의 역할을 나누어 의견교환 예정
외부 차광 도입에 대하여 논의 (모래폭풍은 갑자기 불지 않고 일정시간 전 전조현상이 보이므로 사전 조치 가능)
ICBA에서 외부차광에 쓰이는 차광스크린의 사진을 요청 - 추후 확정되면 자재내용 발송

<ICBA 주변지역 토질 데이터>

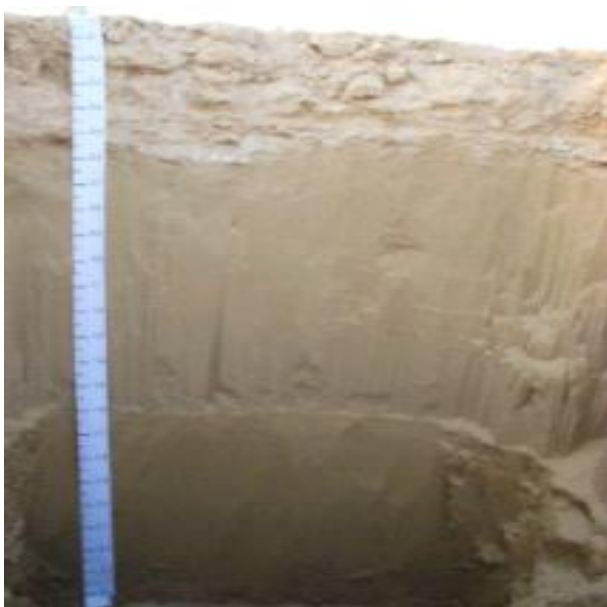
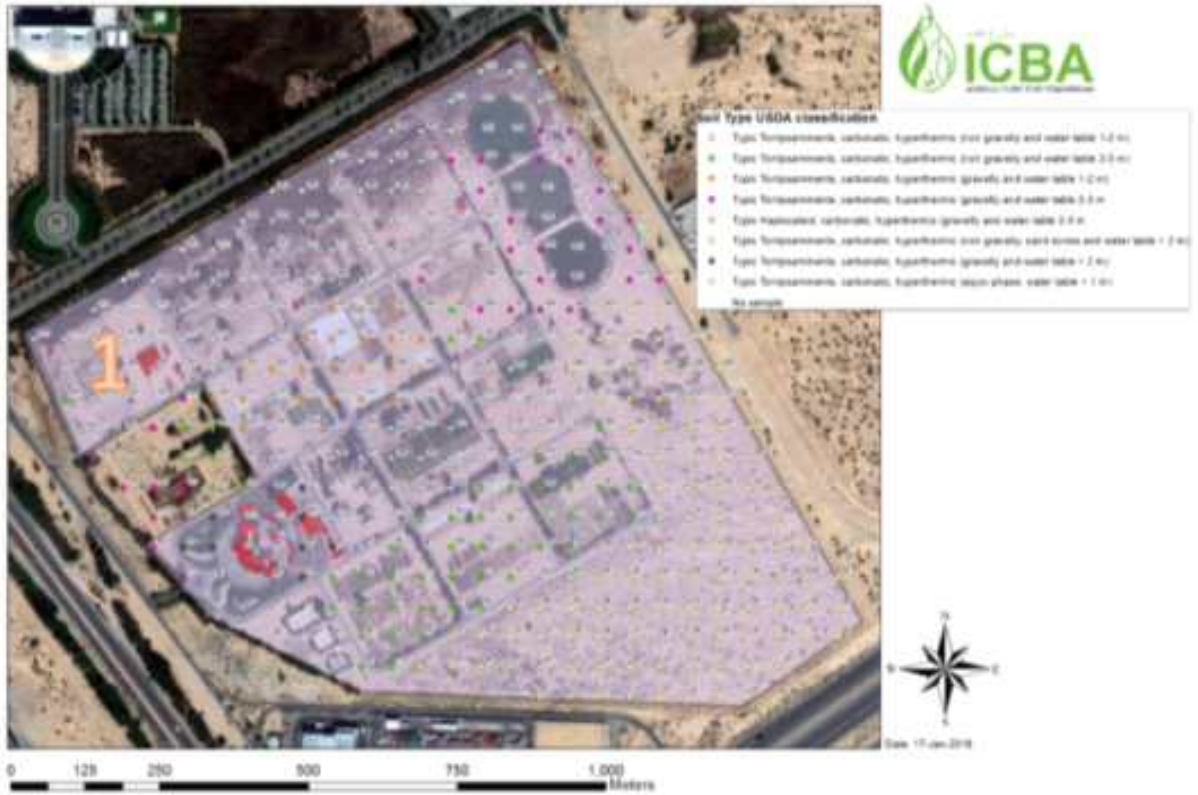


그림 7. ICBA 주변 토질 정보

(자료제공 : ICBA)

1) AL DARMAKI 社

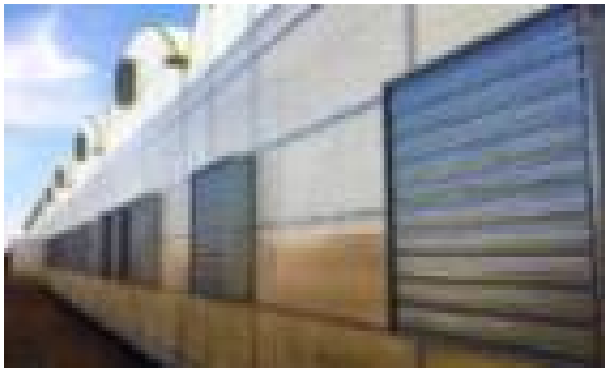
UAE현지 리모델링 시공 시 중장비 렌탈, 시공인력 지원, 현지 구매 예정 자재 구입을 맡을 현지 협력사 선정을 위하여 AL DARMAKI社를 방문하였다. Al Darmaky는 UAE에서 가장 오래된 농업, 원예 건축 및 자재 공급 회사 중 하나이며, 설계부터 시운전에 이르기까지 온실, 조경 및 농업 사업을 영위하고 있다. 다수의 농업시설 건축과 조경 관리를 하고 있으며, 해당 지역 관내의 공공 조경관리를 맡아서 수행 중에 있다. ISO: 9001, ISO: 14001 및 OHSAS: 18001 인증서를 보유하고 있다. Al Darmaky의 직원은 약 300명이며, 해외 온실 자재공급 및 직접시공 경험이 있으며 본 연구과제의 수행을 위해 협력이 가능하다고 판단되었다. AL DARMAKI社의 간략한 회사 소개를 들은 뒤 본 연구과제의 온실의 도면을 보여주었으며, 인력 및 장비 섭외 가능 여부, 현지 구매 자재 등을 논의하였다. 또한 현지 시공을 위하여 조언을 구하였다.



AL DARMAKI社 방문 미팅



AL DARMAKI社 방문



AL DARMAKI社 시공 온실



AL DARMAKI社 시공 온실

그림 8. AL DARMAKI社

가) 리모델링 범위 설정



그림 9. ICBA 부지 내 리모델링 대상 온실

ICBA와 협의 결과 부지 내 NET온실을 리모델링하기로 협의하였다. 현지 사전조사 내용을 바탕으로 리모델링 대상 온실을 방문하여 온실의 구조, 자재의 사이즈, 활용할 설비 등을 중점적으로 확인하였다. 상기 정보를 바탕으로 온실 리모델링 설계를 진행하였다. 리모델링 대상인 NET온실과 측면의 PC온실은 규격이 같아 두 온실을 모두 조사하며 설계에 필요한 정보를 수집하였다.



NET온실



온실 내부



자재 사이즈 측정



자재 사이즈 측정



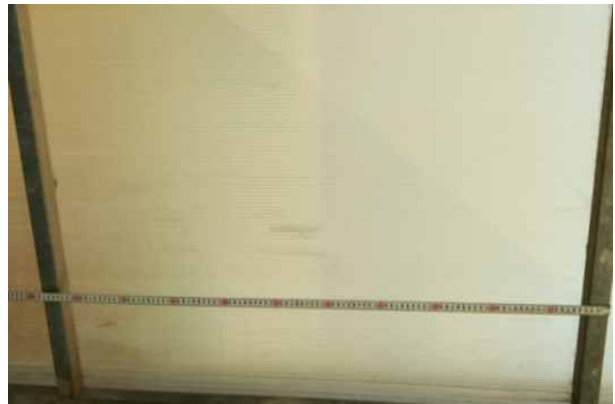
자재 사이즈 측정



자재 사이즈 측정



자재 사이즈 측정



자재 사이즈 측정



천장 구조 확인



천장 구조 확인



내부 구조 확인



골조 확인



내부 설비 확인



내부 설비 확인



팬-패드 시스템



팬-패드 시스템

그림 10. ICBA 부지 내 리모델링 대상 온실

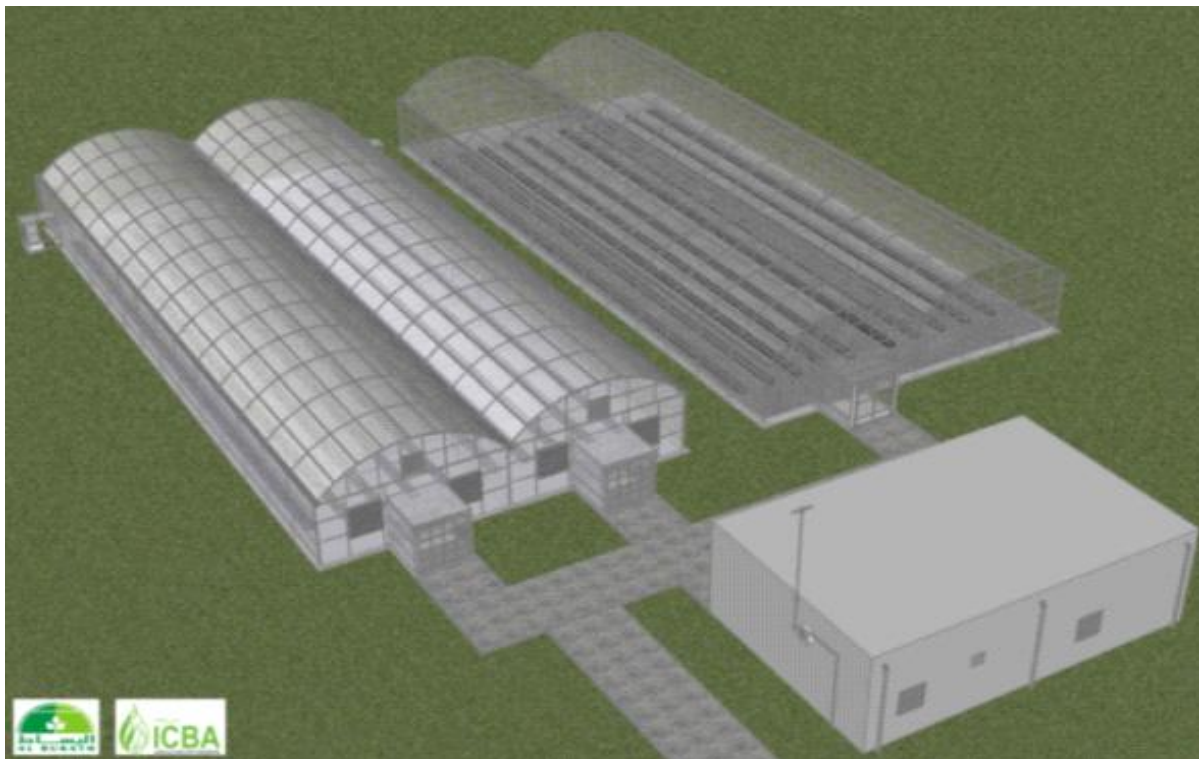
리모델링 방향을 수립하기 위하여, ICBA 연구팀과 협의를 하였으며, 리모델링 범위와 방식을 논의하였다. 아래와 같이 리모델링 방법을 논의하였으며, ICBA에서는 리모델링 시공을 하기 위한 임시전기, 작업공간, 사무실, 시공후 사용되는 인입전기, 수전 등 온실 시공 및 운영에 필요한 인프라를 제공한다. ICBA는 UAE 현지 지질 정보 및 기상 데이터를 공유하여, 추후 한국 온실기술의 현지 진출을 위한 사전 분석 자료로 활용 할 예정이다. 추후 내부 환경 데이터 및 작물 재배를 공유하며, 리모델링 이전 과 이후의 데이터 비교및 리모델링으로 인한 효과 등 분석을 공동으로 할 예정이다. 또한, 성과 공유를 위한 세미나 개최, 교육지도, 홍보등의 활동을 공동으로 수행 할 예정이다.

표 2. 온실 리모델링 항목 결정

항 목	리모델링 방법
피복재	한국 기업 생산 연질 필름
차광스크린	현지에 적합한 광투과율을 보유한 알루미늄 스크린
천창 및 스크린 구동장치	에인식, 랙-피니언 방식 등
철골 골조	기존 철골 프레임을 부분적으로 사용한 설계 적용 기존 온실대비 축고를 상승시켜 리모델링 할 수 있도록 설계
냉방 설비	팬코일 유닛 신규 적용
Fan-pad 시스템	관행 온실과 다른 기능성 재질의 PAD 적용
양액 공급시스템	수자원이 부족한 현지 상황을 고려하여 양액 재활용 시스템 도입 가능
관배수 시스템 및 파이프류	고온과 직사광선에 내구성이 높은 제품 선정
기타 필요 및 운영자 요청 설비	골조, 내부설비는 부분적으로 활용

(2) 구조 안전성 분석 및 구조물 리모델링 설계

(가) 리모델링 대상 온실 구조 파악



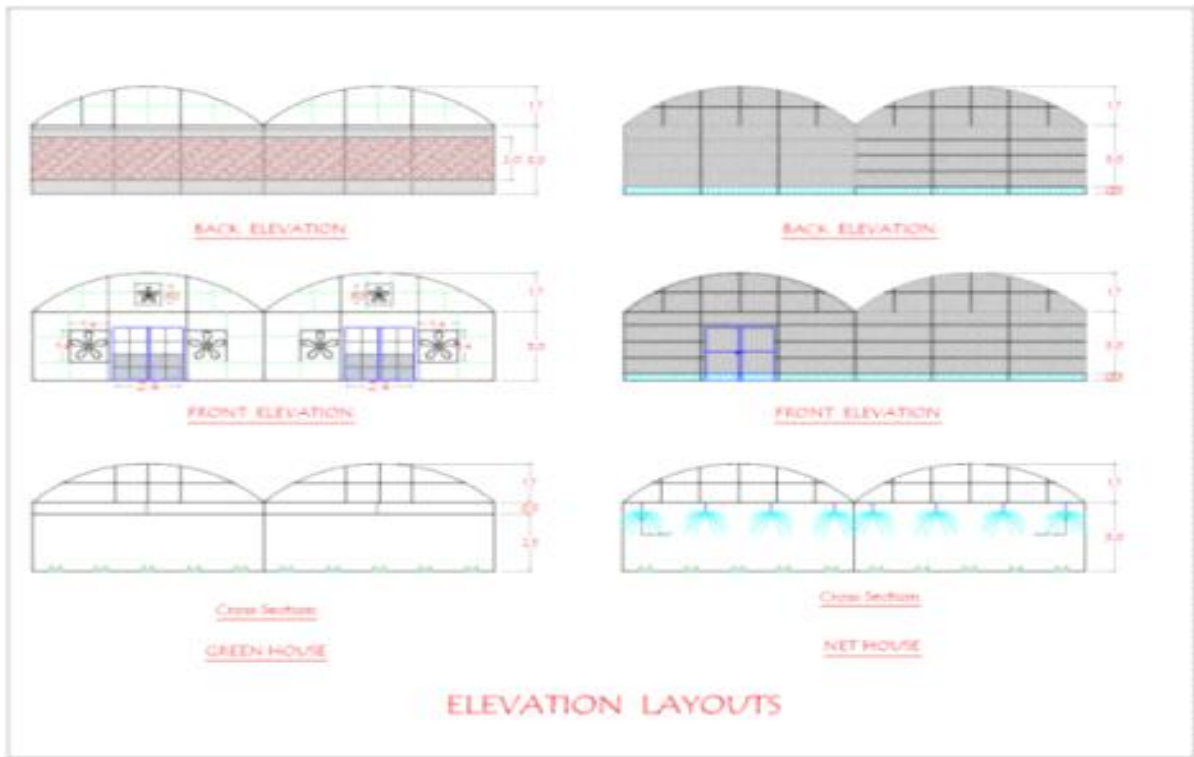
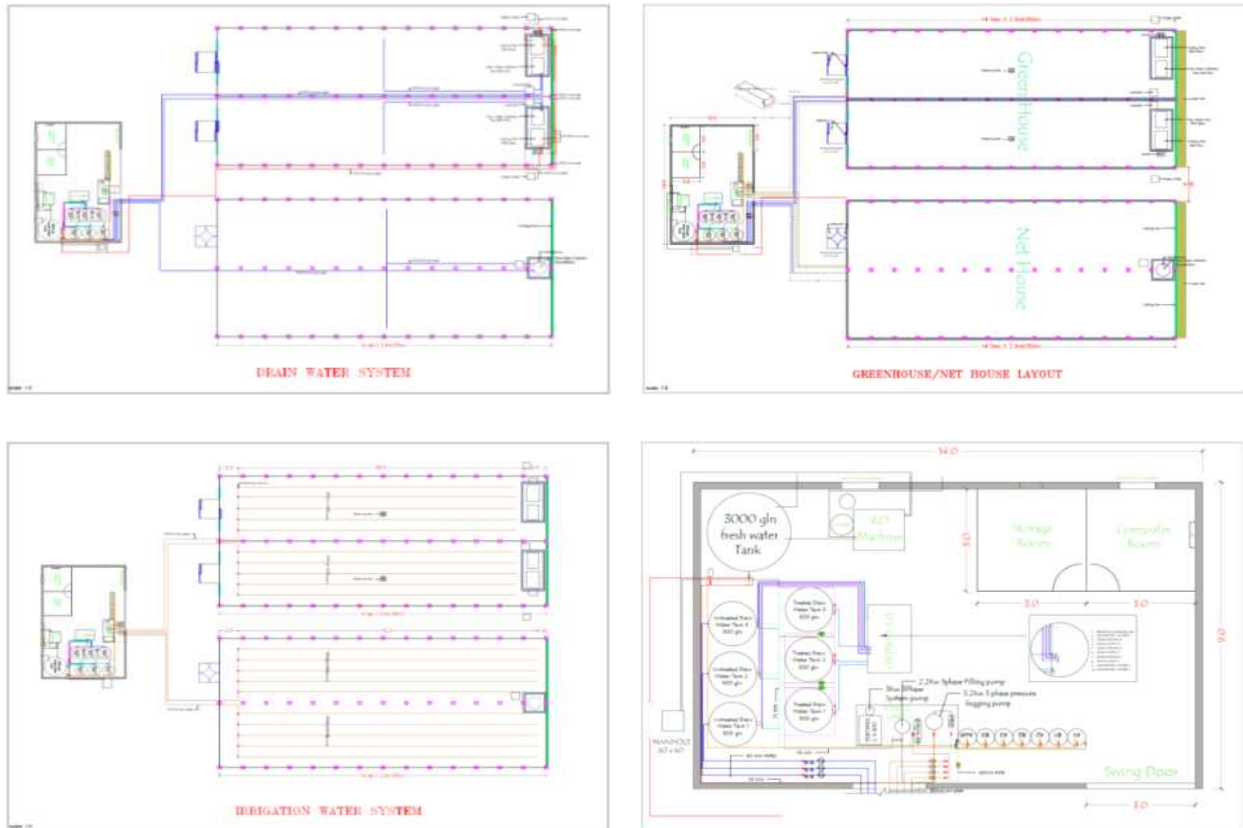
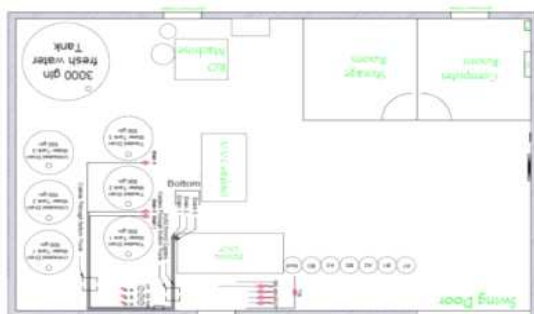
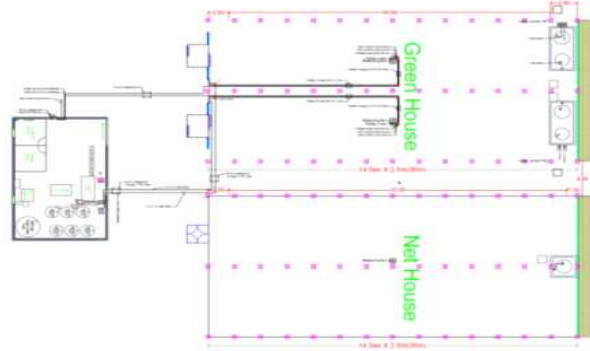
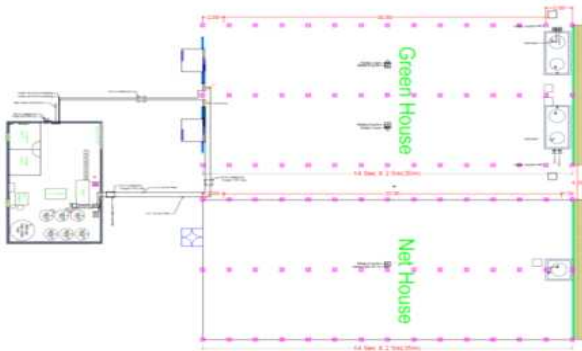
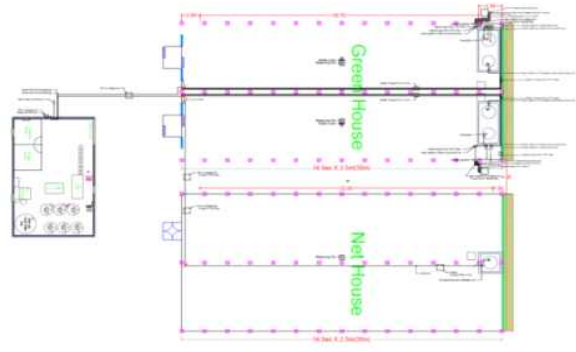
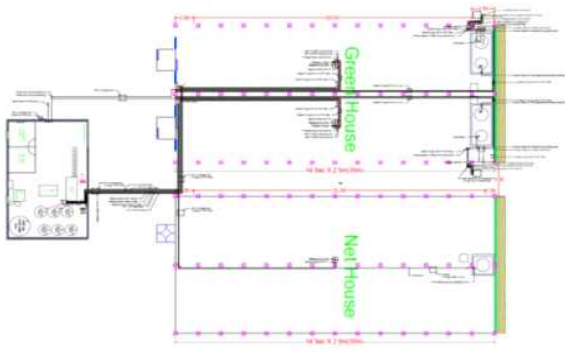
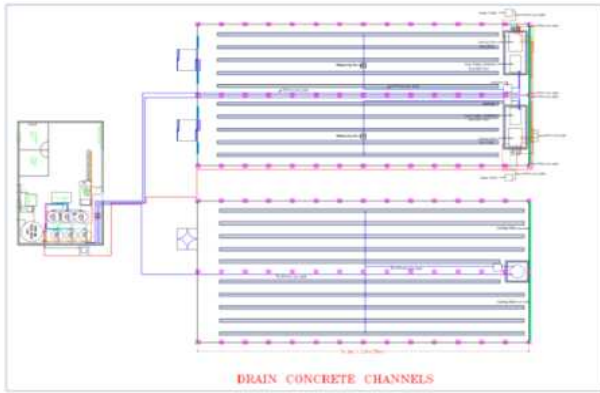


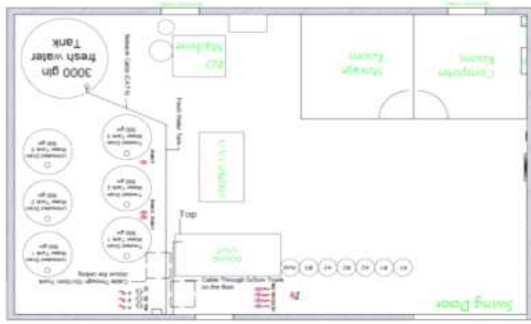
그림 11. ICBA 리모델링 대상 온실 구조





Drain 1, Drain 2 and Drain 3

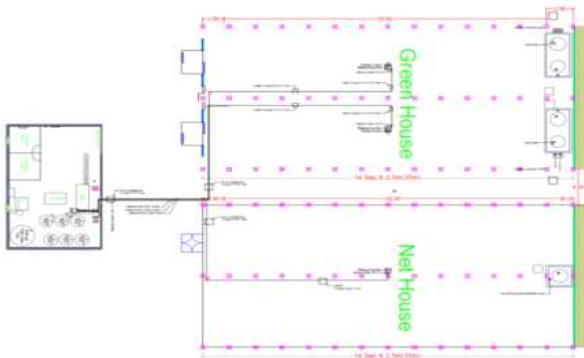
EC Sensors



Fresh Water Tank



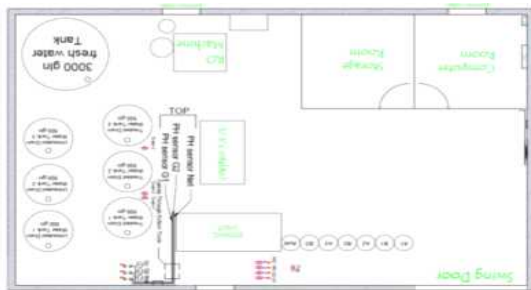
Litre Counters



Measuring Boxes



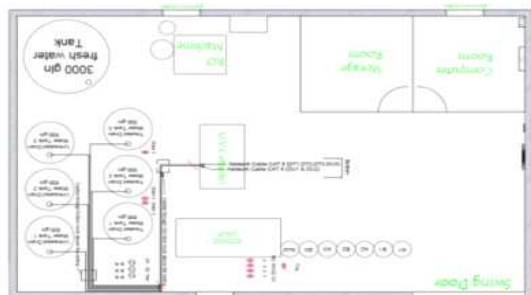
Network cables for vitalite and dosing unit



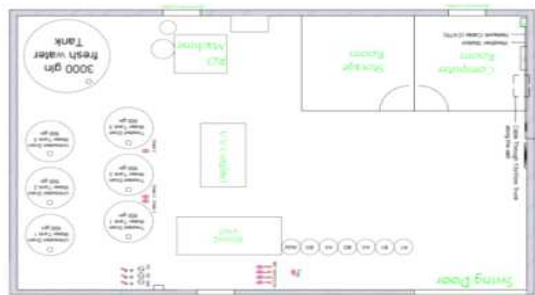
PH Sensors



Power Cables for RO Machine, Vitalite and Dosing Unit



Treated and Untreated Sensors

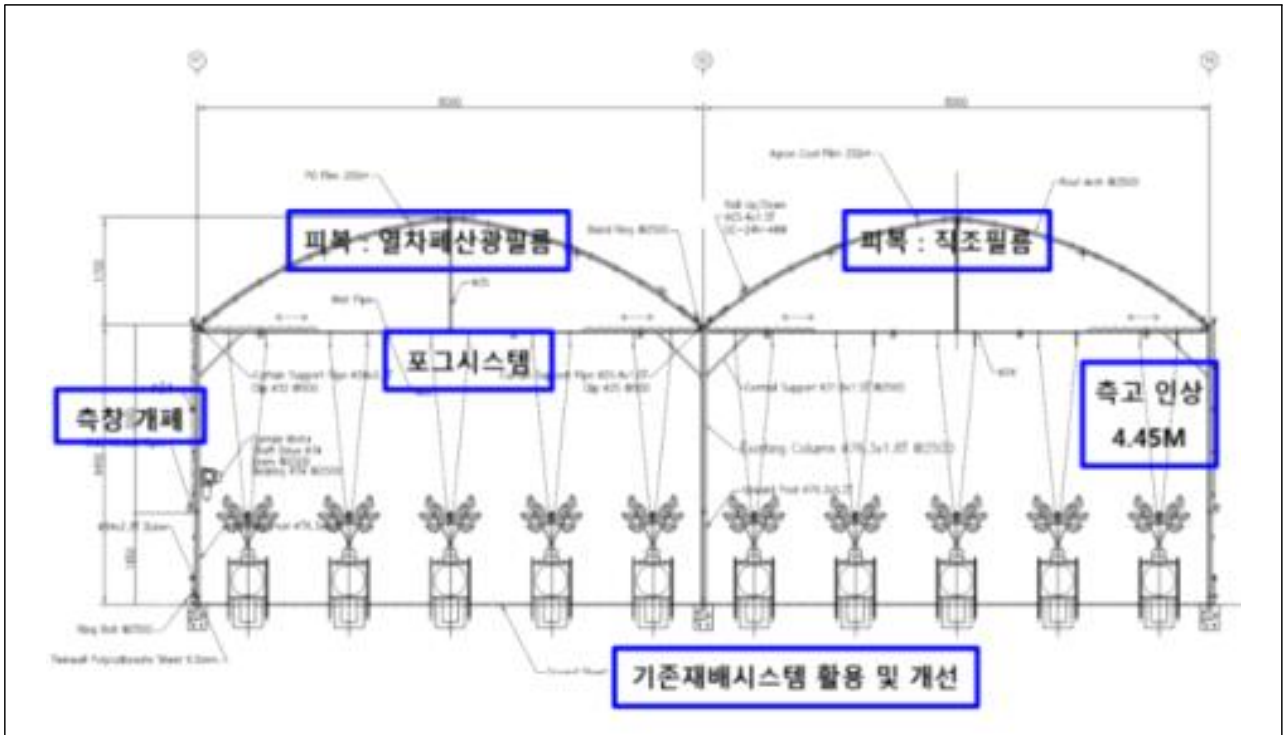


Weather Station

그림 12. 리모델링 대상 온실의 최초 설계

(나) 리모델링 온실 신규 설계

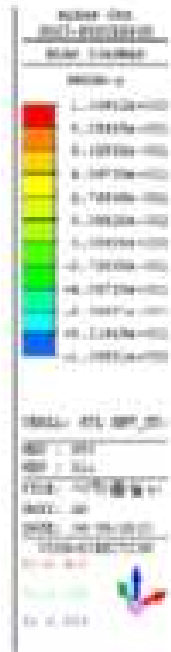
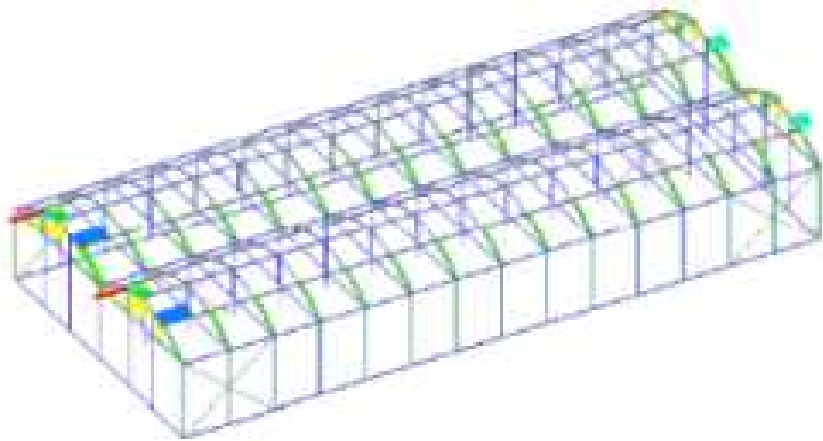
UAE 현지 리모델링 대상 온실을 방문하여 리모델링 대상 항목을 확정하고 ICBA 온실 운영자와 협의하여 기존 온실의 자재를 활용하여 리모델링을 설계하였다. 풍하중에 대한 안전성을 위하여 구조안전진단 전문기업에 리모델링 온실 골조에 대한 구조 안전검토를 받았으며, 작물재배 환경을 고려하여 골조 리모델링 설계를 수행하였다.



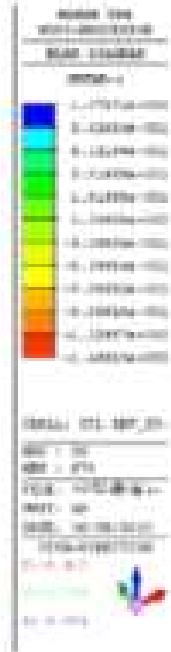
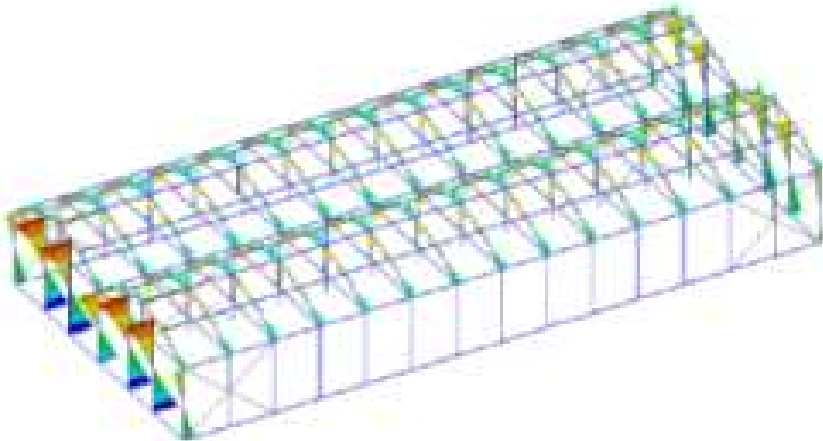
항목	내용
온실 형태	아치형 연동 비닐하우스
규모	560 m ²
측고	4.45 m(현지 관행온실 대비 높은 측고)
피복재	열차폐 산광 필름, 직조필름(국내업체 생산제품)
차광스크린	내부 차광 스크린(예인식)
재배 베드	관행온실 설치된 시스템 활용하여 개선된 재배시스템 구축
냉방 설비	개선된 FAN-PAD, 에어덕트, 측창개폐시스템, Fog시스템, 팬코일유닛

그림 13. 리모델링 온실 개요

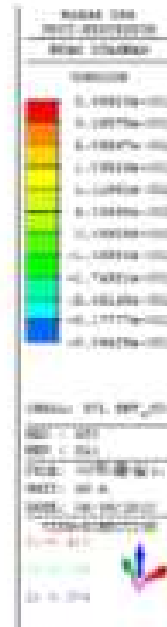
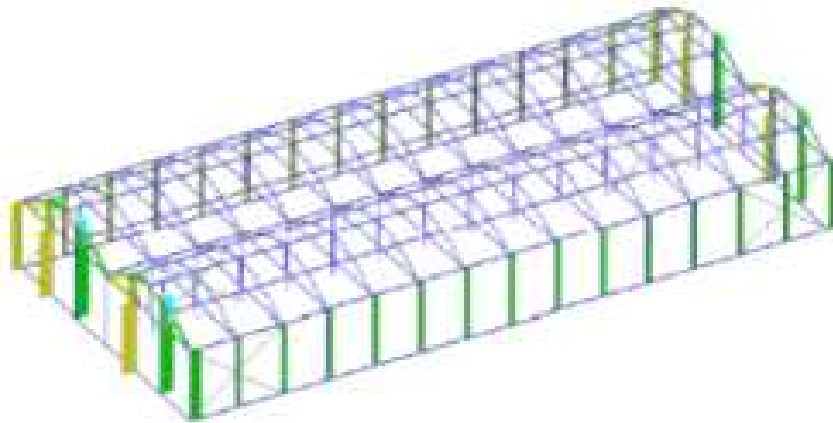
사각각강 스키르콘콘크리트
- 최후형상 분담



사각각강 스키르콘콘크리트
- 최종형상 분담



사학기관 스포츠시설
- 체육활동 중심



사학기관 스포츠시설
- 체육활동 중심

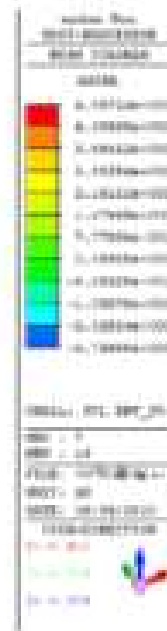
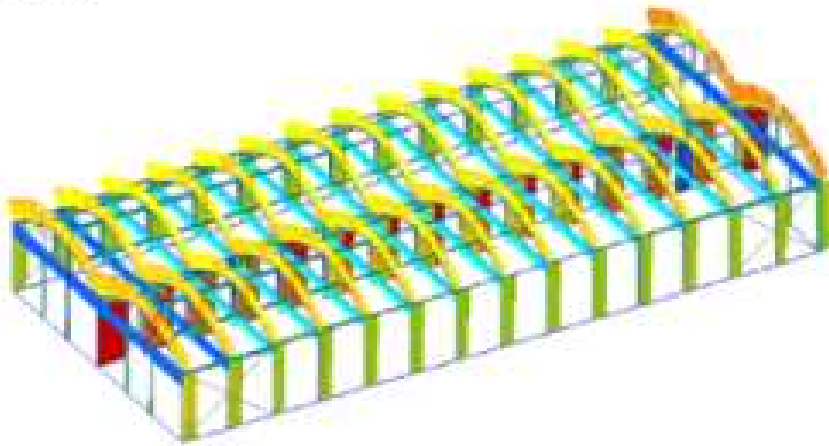
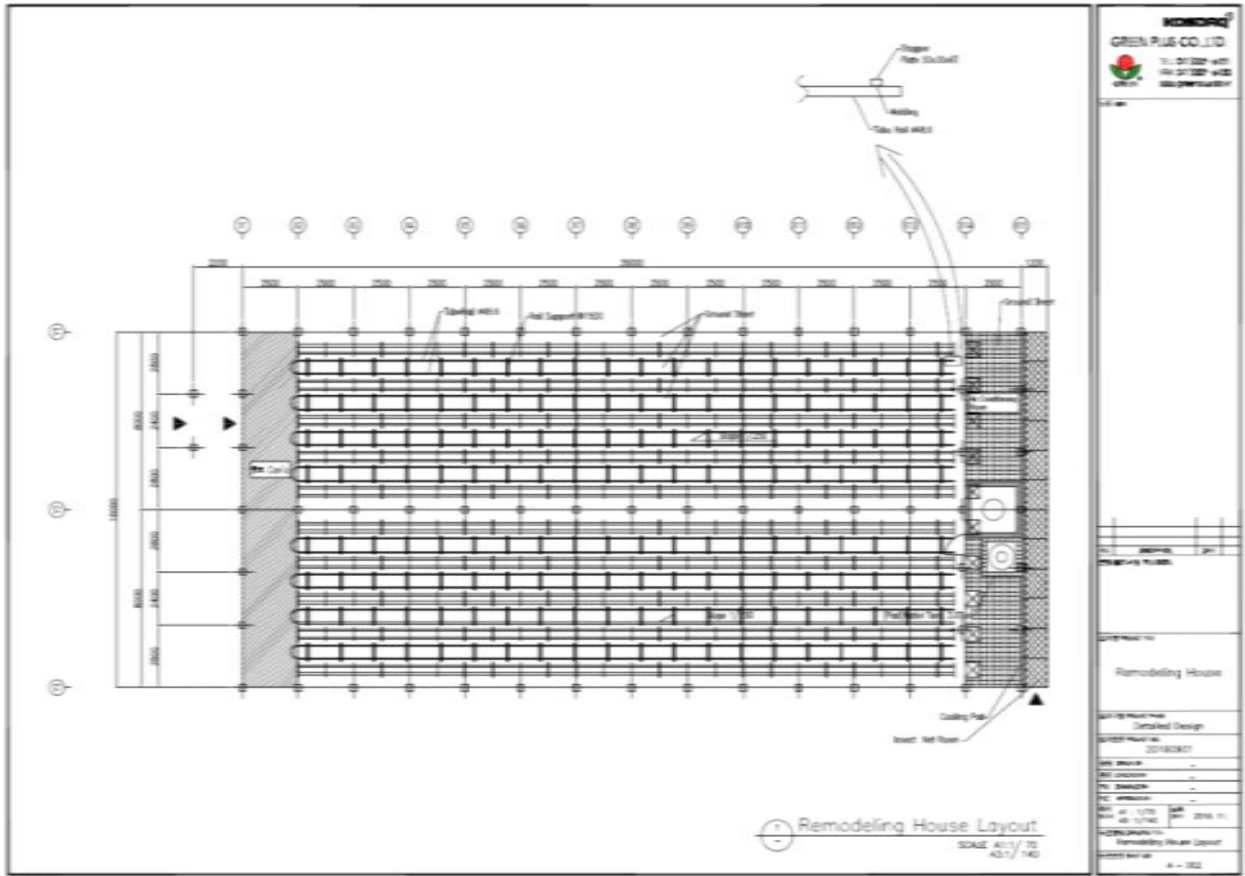
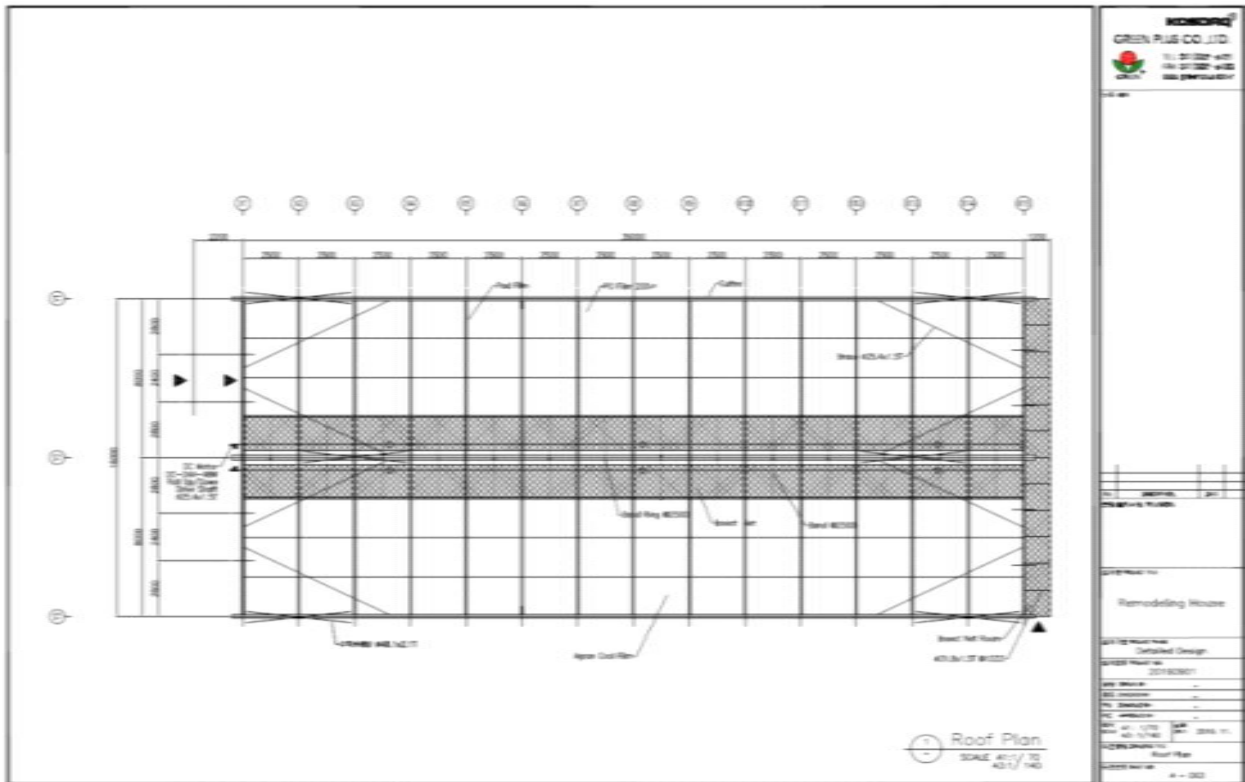


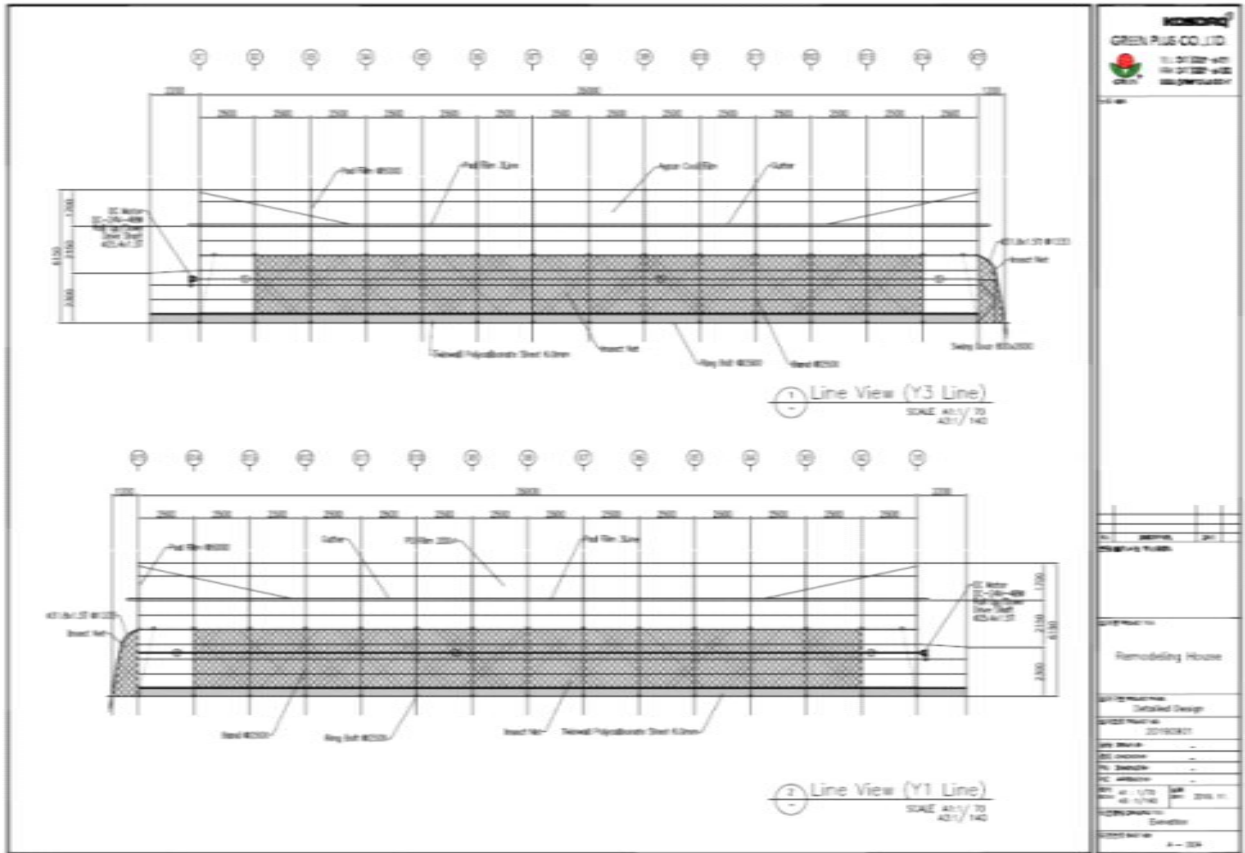
그림 14. 구조 검토 전문기관의 구조 안전성 검토



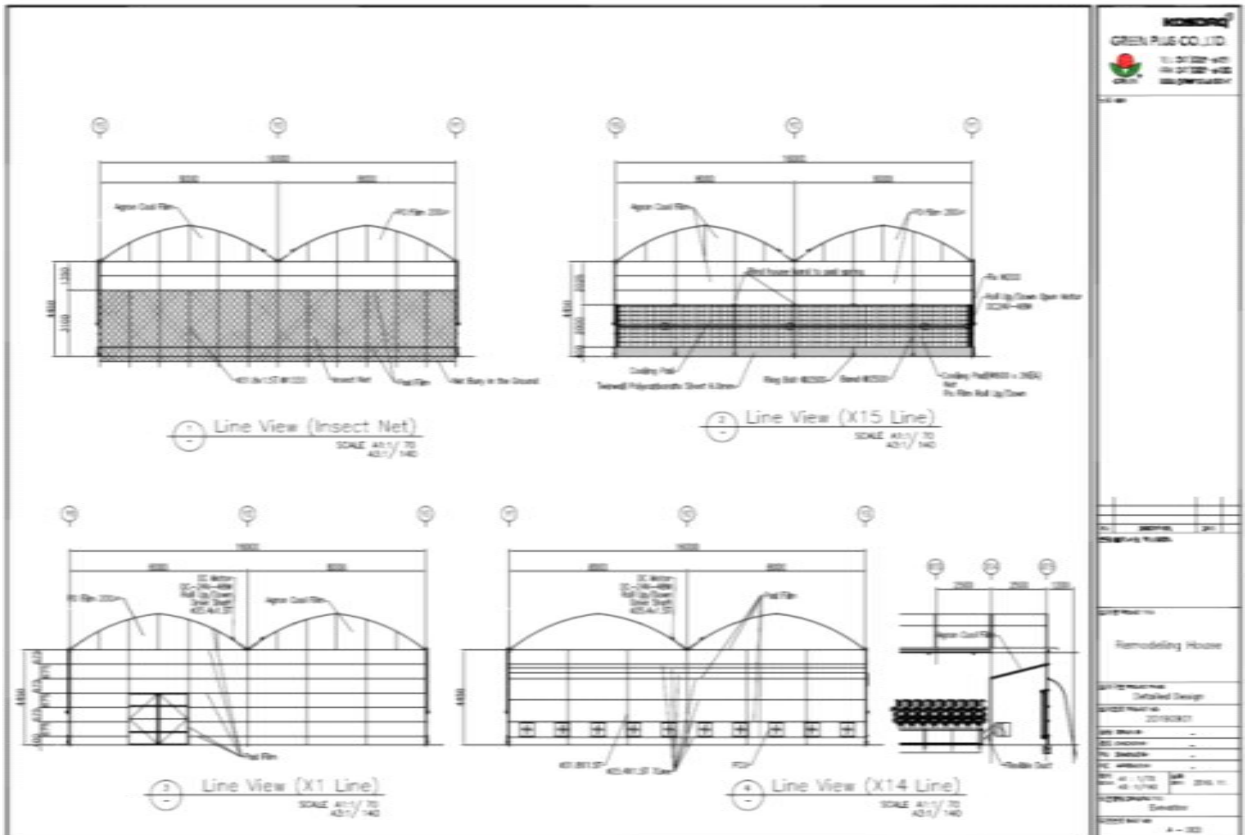
리모델링 온실 레이아웃



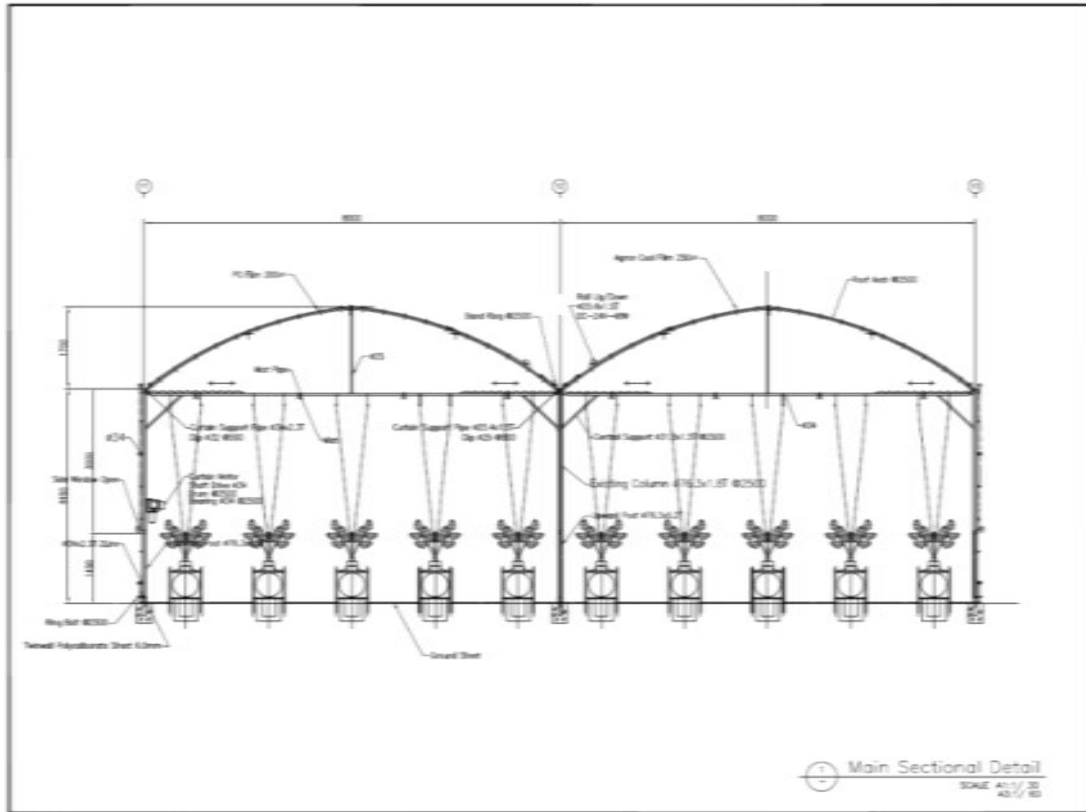
지붕평면도



리모델링 온실 측면도



리모델링 온실 전후면



GREEN PLUS CO., LTD.
 TEL: 02-2224-4471
 FAX: 02-2224-4472
 WWW.GPPLUS.CO.KR

Project Name: Remodeling House

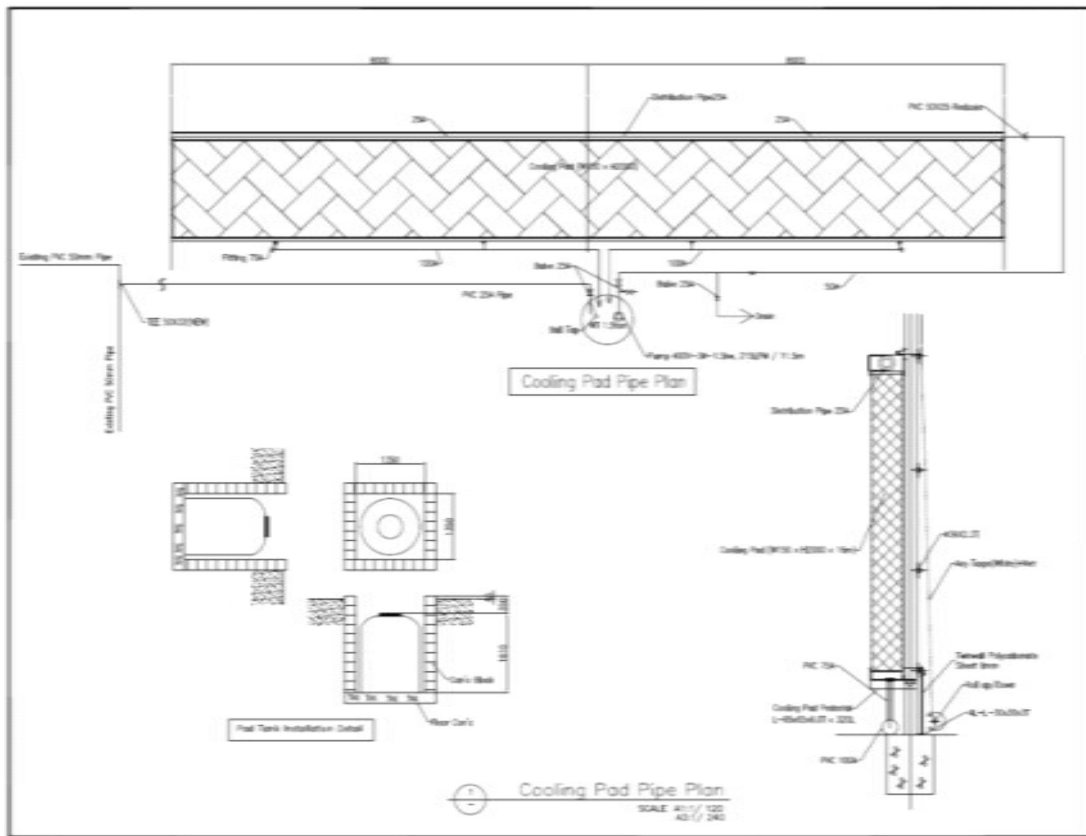
Scale: 1/20

Author: [Name]

Check: [Name]

Date: 2024.07.10

단면도



GREEN PLUS CO., LTD.
 TEL: 02-2224-4471
 FAX: 02-2224-4472
 WWW.GPPLUS.CO.KR

The dimensions of the concrete block for installing the curved water tank shall be changed to fit the supplied water tank size and adjust an inlet and outlet as noted above the pit (without pit hole)

Project Name: Remodeling House

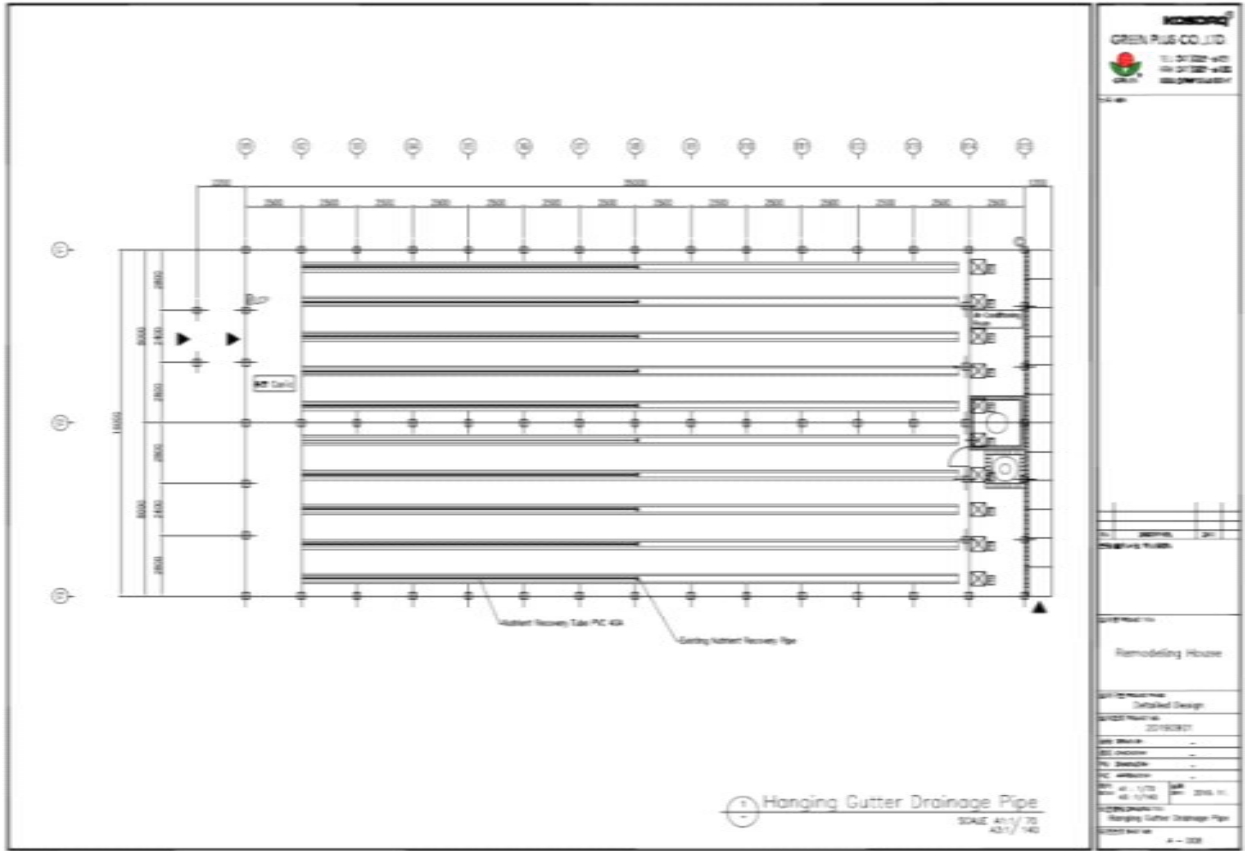
Scale: 1/20

Author: [Name]

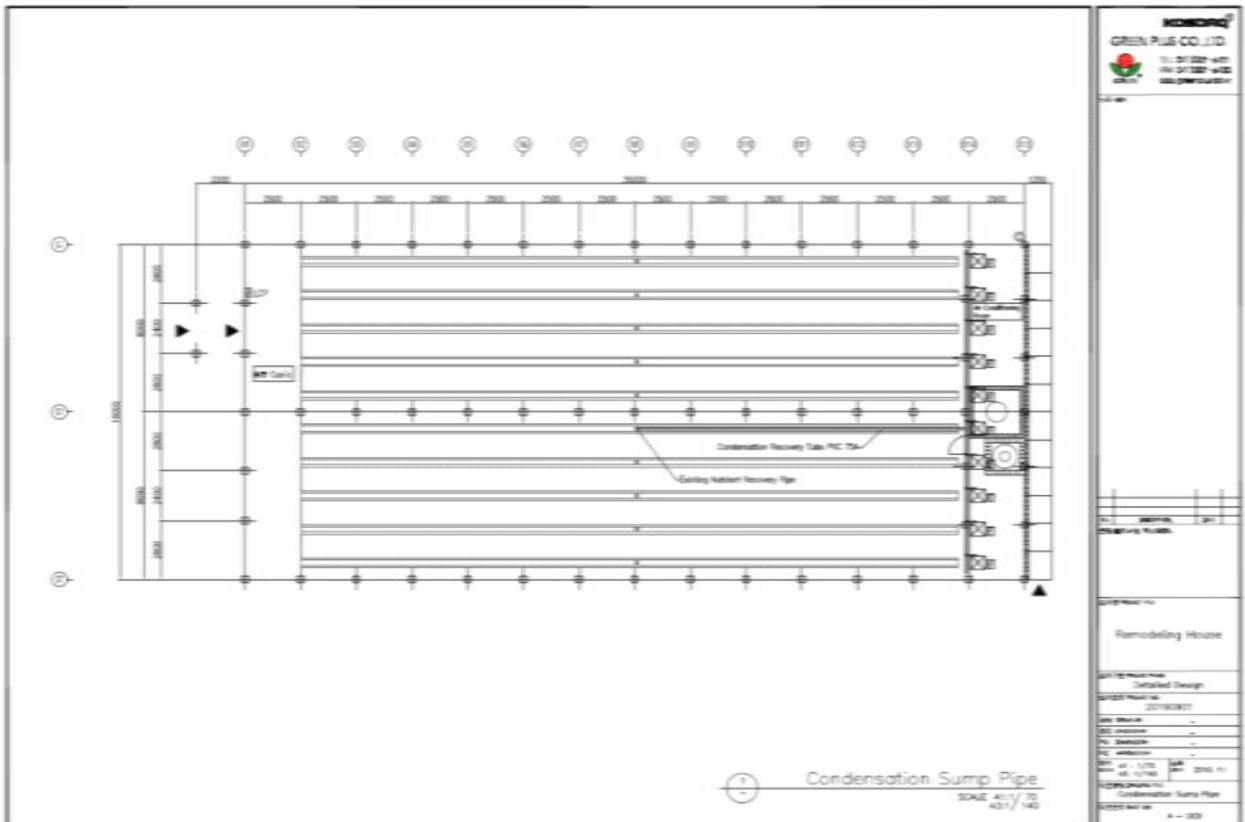
Check: [Name]

Date: 2024.07.10

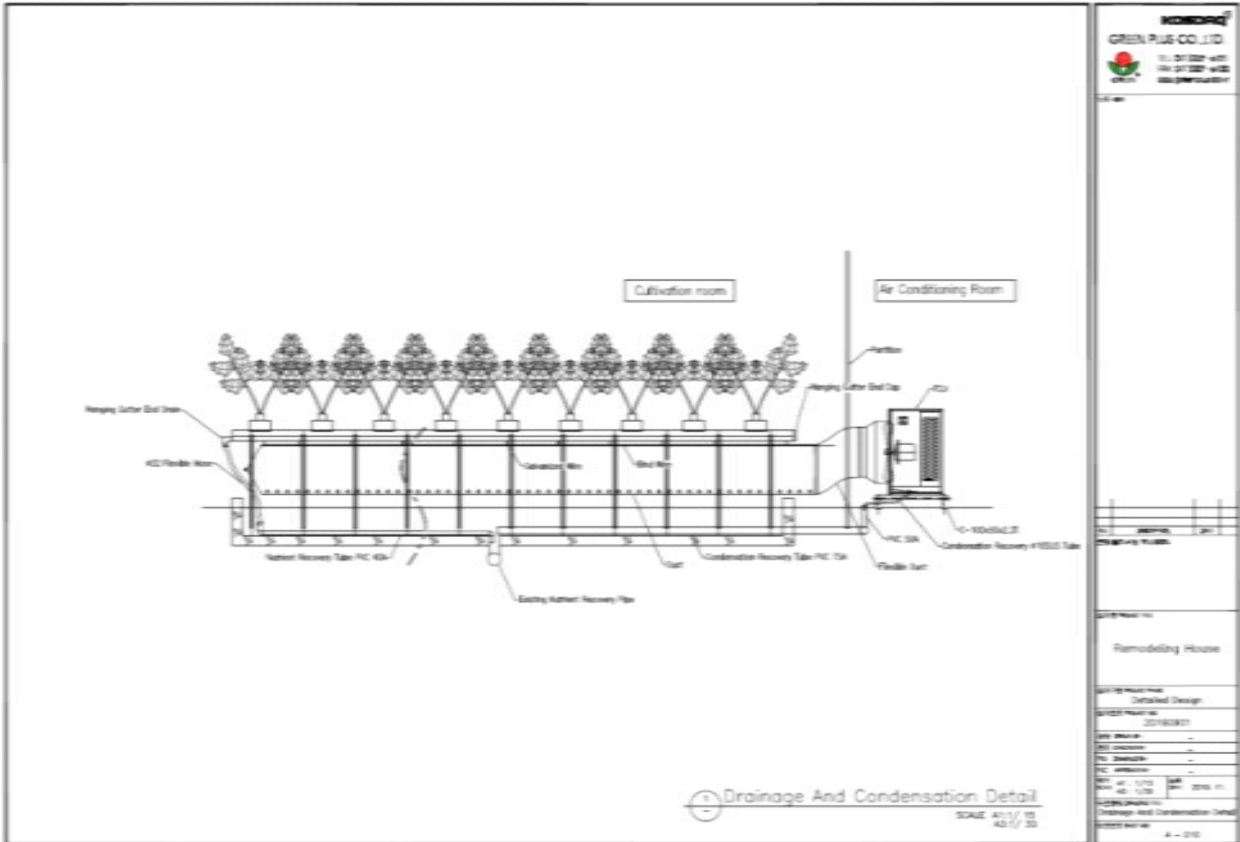
쿨링패드 설비 도면



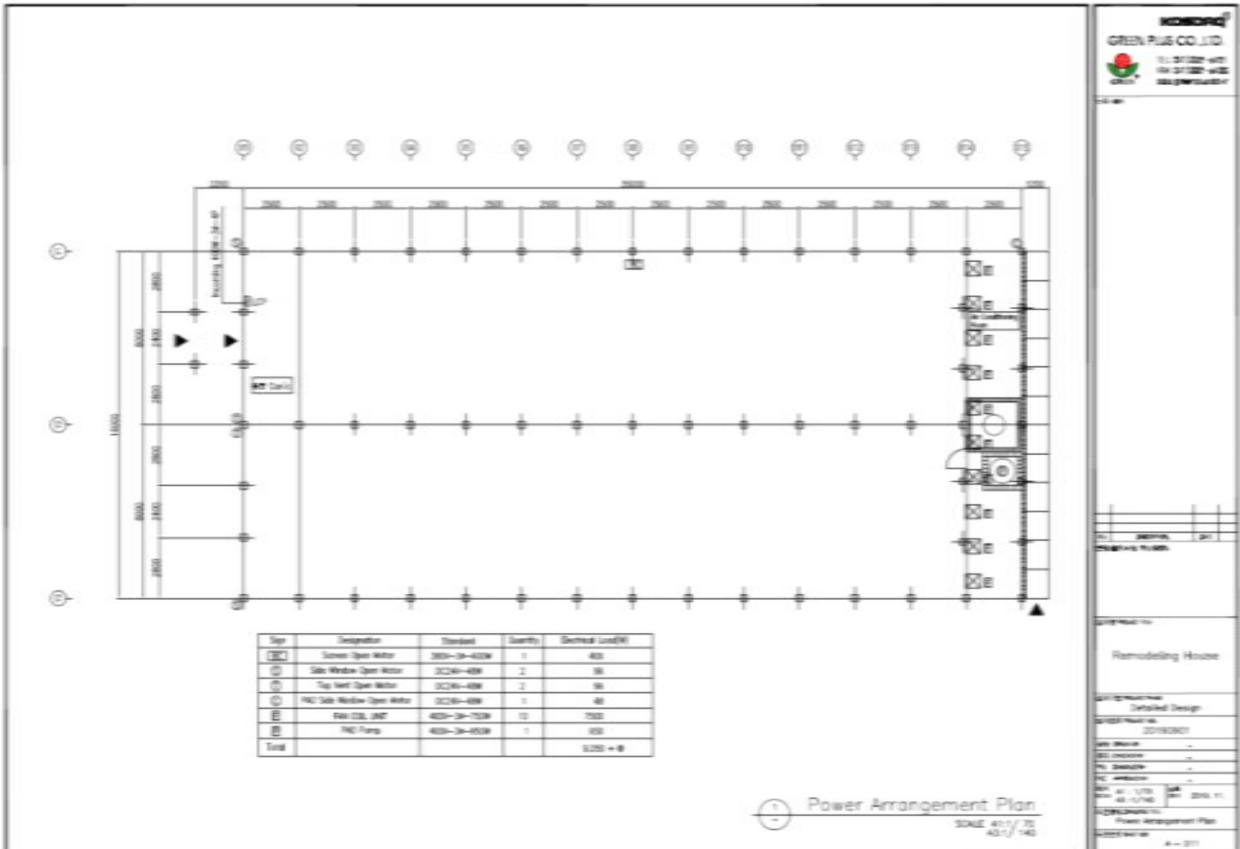
재배설비 라인



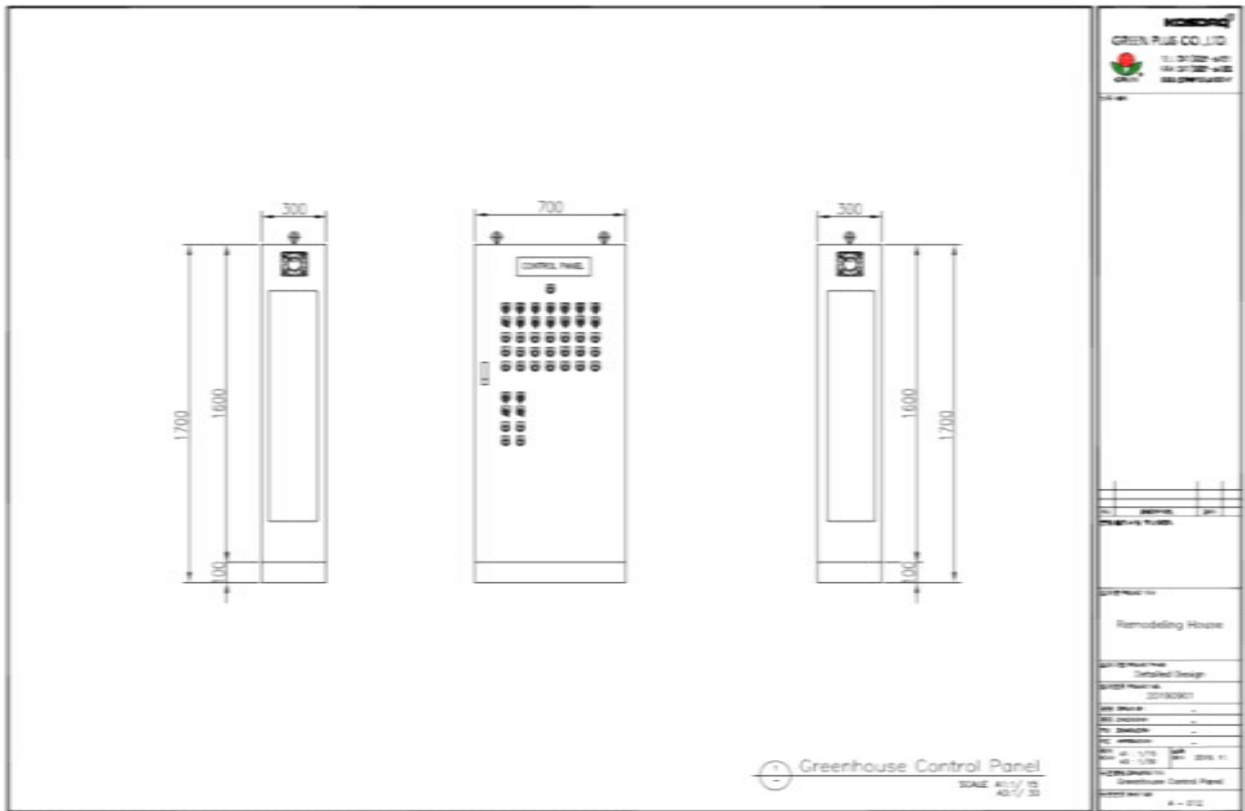
응축수 집수 파이프라인



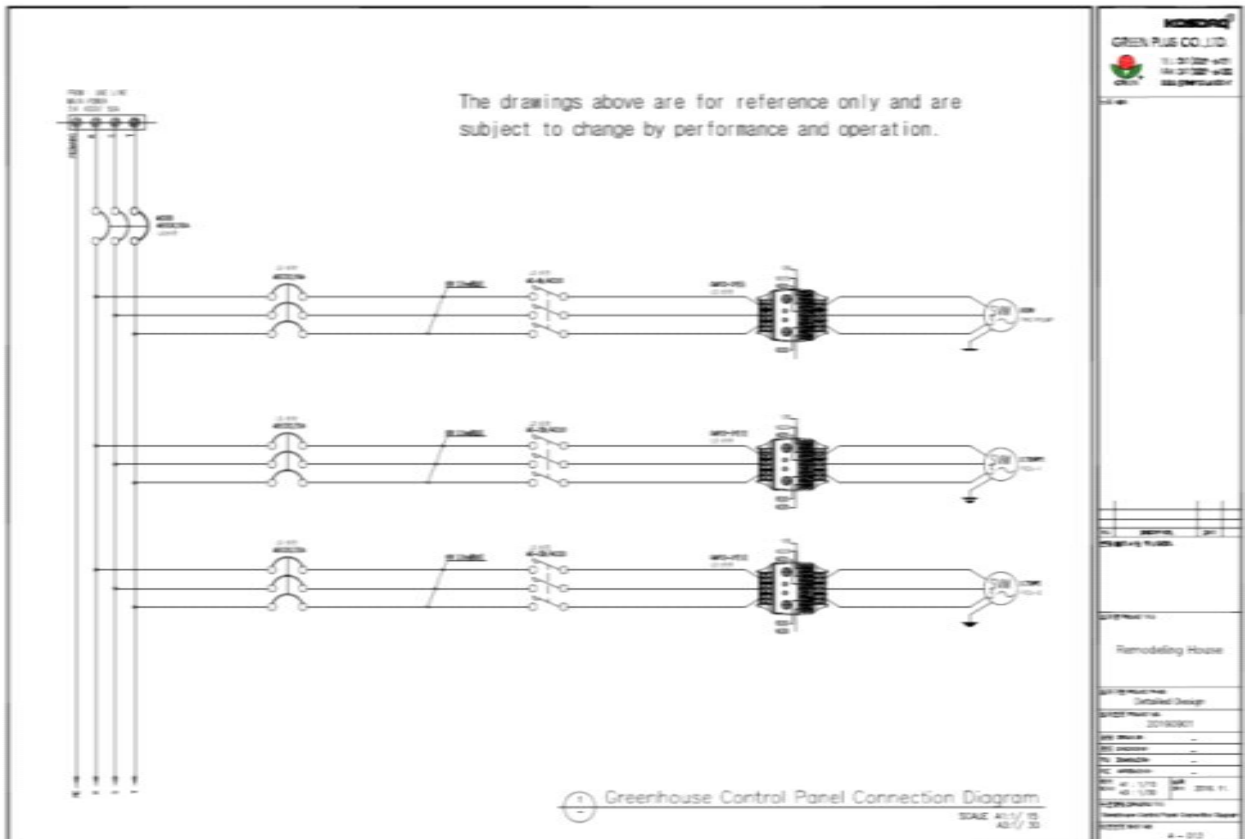
팬코일 유닛 및 에어덕트



구동부 설계



온실 내부 컨트롤판넬



컨트롤판넬 연결 다이어그램
 그림 15. 리모델링 온실 설계도면

(3) 사막 기후에 적합한 피복자재 및 차광스크린 선정

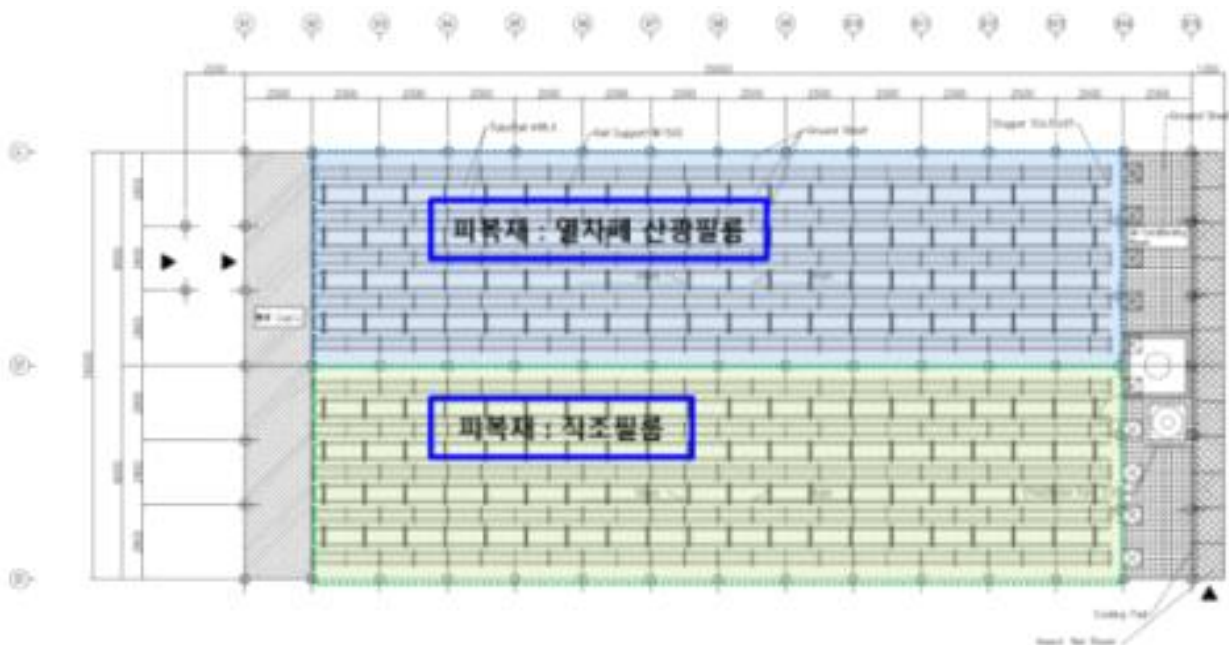
(가) 피복자재 선정

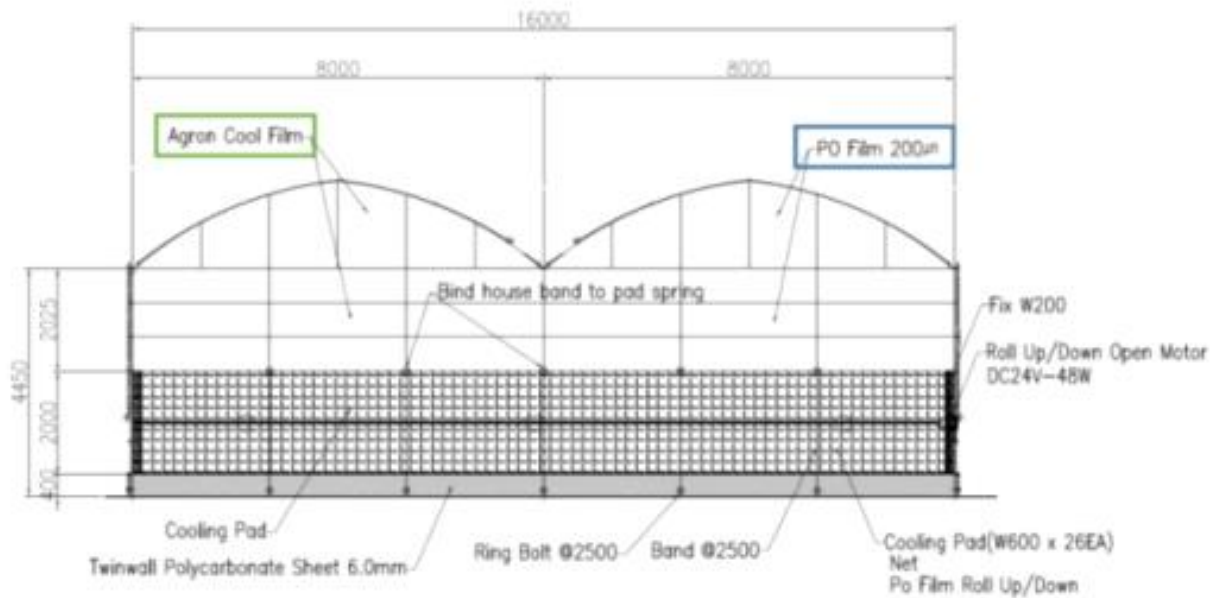
현지 온실 리모델링 시 적용 할 피복재를 선정하기 위하여 국내외에서 사용되고 있는 온실 피복재의 특성 조사를 수행하였다. 그 결과 두 종류의 피복재(한국형 직조필름, 열차폐 PO필름)를 리모델링 온실에 적용하여 국내에서 생산되는 피복재의 현지 적응력 및 성능평가를 수행할 수 있도록 설계하였다.

피복재종류	두께 mm	비중 kg/m ³	광학적 특성			열적 특성			상용온도 °C	물리적특성			내후성 (황변도) ΔYI	연소성	수명		
			전광선투과율 수직입사(%)	차폐율(%)	산광성	열관류율 kcal/cm ² h	열전도도 kcal/cm ² h	선열용량계수 cm ² /cm ² °C		충격강도 N/kg.m	인장강도 kg/cm ²	공칭강도 kg/cm ²					
유리	두께유리	평판3	25	91	300	-	5.9	0.68	1.0*10 ⁻⁶	250	0.1	300-800	400-800	-	불연성	만영구	
	두께유리	평판4	25	88.6		-/o	5.8	0.68	1.0*10 ⁻⁶	250				-	불연성	만영구	
	두께 복층유리	3+6A+3		84			3	0.13	1.0*10 ⁻⁶						불연성		
	두께 복층유리	5+6A+5	25	78		-	286	0.14	1.0*10 ⁻⁶	250					-	불연성	만영구
	두께 복층유리	5+12A+5					255	0.17	1.0*10 ⁻⁶							불연성	
정밀 필름	FRP	파형0.7	1.45	86	380	o	6	0.09	5.0*10 ⁻⁶	130	1-2	1000-1200	1500-2000	11	가연성		
	FRA	파형0.7	1.3	86	300	o	6	0.09	2.5*10 ⁻⁶	90	1-2	800-900	1400-1900	2.7	가연성		
	아크릴	파형1.3	1.2	92			6	0.18	3.0*10 ⁻⁶	85					2	가연성	
	아크릴	복층8		86			3										
	아크릴	복층16.0		86			25										
	MMA	파형1.3	1.2	92	275	o	6	0.17	3.0*10 ⁻⁶	85	0.5	700-800	1000-1200	2	가연성		
	PVC과판	파형0.8	1.4	89		o	5.9	0.14	3.0*10 ⁻⁶	60	4	600	850		혹변	자기 소화성	
	PC판	파형0.7	1.2	88	390	o	6	0.17	6.5*10 ⁻⁶	110	10이상	700	900	2.5	자기 소화성	7-10	
	PC판	복층6.0	1.2	80		Δ	3.1	0.04	6.5*10 ⁻⁶	110	5이상	-	210-250	6	자기 소화성	7-10	
	PC판	복층9.0	1.2	80		Δ	2.7	0.06	6.5*10 ⁻⁶	110	5이상	-		6	자기 소화성	7-10	
PC판	복층16.0	1.2	75		Δ	2.5		6.5*10 ⁻⁶	110		-			6	자기 소화성	7-10	
정밀 필름	PET	평판0.175	1.27	90	380	-		0.12				2300			가연성	5-7	
	폴스필름	평판0.08	1.75	93.8	자연광230 일광300-370	-/o	5.5			180/-100		600			불연성	12-17	
연질 필름	PO필름	평판0.15	0.97	90	투과/일광	-						350				5-7	
	PE필름	평판0.1	0.92	86-89	280	-	5.8	0.29				180				1-3	
	PVC필름	평판0.1	1.2-1.5	90-91	320	-	5.5	0.11	7.0*10 ⁻⁶			230		혹변	자기 소화성	1-2	
	EVA필름	평판0.1	0.9	87-90	300	-		0.28				220				1-2	
복소필름	평판0.18	1.73		385	o						1400					3-5	

자료 1. 각 재료의 재료자료 참고 작성
 * 폴리스틸렌류의 수명은 일반적으로 소재의 강도 및 선도(伸度)가 50%정도가 되는 시점을 지칭함

그림 16. 피복재별 특성 비교





2 Line View (X15 Line)
SCALE A1:1/70
A3:1/140

그림 17. 2종 피복재 적용

(나) 한국형 직조필름

- 특징: 하절기 적외선을 30% 이상 차단시켜 온실 내부온도를 5℃ 이상 내려주고 겨울철에는 온실 내부의 열을 차단하여 광합성을 원활하게 함
- 재질은 가볍고 내구성이 강하며 유연함이 특징

특징	기능
차열성	투명한 재질로 가시광선과 자외선을 원활히 투과되고 적외선은 흡수/차단
구조	고강도의 실을 격자무늬 형태로 제작하여 인장, 인열, 파열강도 우수
산란광	온실 내부로 투과되면서 산란광으로 변환하여 내부 채광을 우수

순번	항목	비교종		비교종		종이필름	
1	중량	171.5		176.9		147.7	
2	인장강도	중시	1028.4	중시	1344.2	중시	144.5
		특시	1472.0	특시	1926.1	특시	142.2
3	신율	중시	24.1	중시	25.8	중시	434.2
		특시	24.2	특시	24.1	특시	427.2
4	인열강도	중시	299.8	중시	213.8	중시	21,000
		특시	279.3	특시	303.9	특시	20,000
5	비열강도	1477.5		1714.5		191.5	
6	내열변형률	NO CRACK		NO CRACK		NO CRACK	
7	열수축률	중시	-0.1	중시	-0.1	중시	-0.2
		특시	-0.1	특시	-0.1	특시	-0.2
8	부피율	10.4		12.9		9.8	
9	공인시험방법	KRISS		KRISS		KRISS	



그림 18. 한국형 직조필름 특징 및 적용 예

자료제공 : ㈜미소텍

(다) 한국형 열차폐 PO필름

- 특징: 하절기의 매우 높은 현지 온실내부의 온도를 고려하여 열차폐 기능이 있는 국내업체 개발 PO필름 적용
- 시설 내로 유입되는 태양복사에너지를 차단하여 내부온도 상승을 억제하며, 식물생산에 유용한 가시광선을 최대한 투과

항목	열차폐(산광)	열차폐(투명)	국산(PO투명)	일본PO(조광)	
두께(mm)	0.15	0.15	0.15	0.15	
점은폭(cm)	650	650	650	500	
HAZE(%)	39.00	24.96	16.45	49.16	
인장강도 (N/m ²)	MD	23.56	27.41	26.42	22.30
	TD	24.17	25.95	24.64	22.90
신장율 (%)	MD	534	621	613	654
	TD	712	745	743	730
인열강도 (N/mm)	MD	119.64	120.38	107.50	83.93
	TD	108.29	111.57	122.20	89.49
전광선투과율 (%)	83	89	91	88	
시설내 최고온도 (5월평균)	31℃	33℃	38℃	36℃	

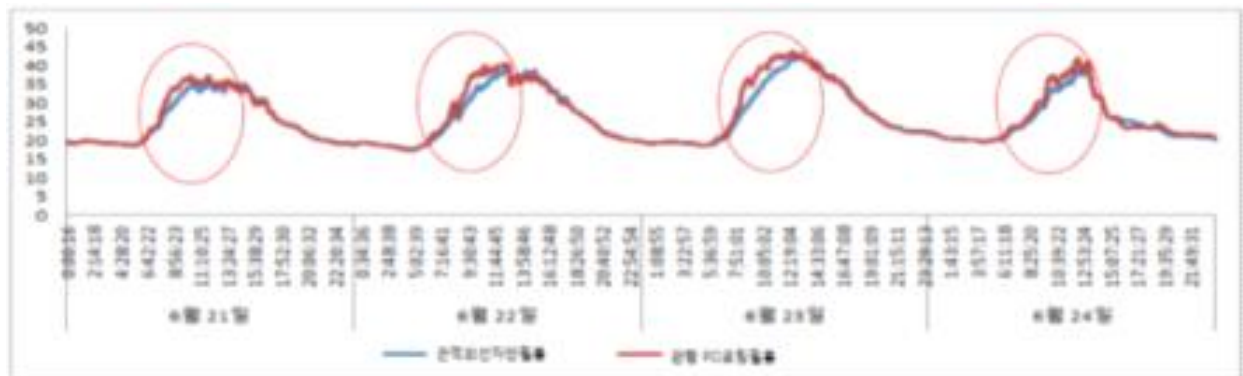
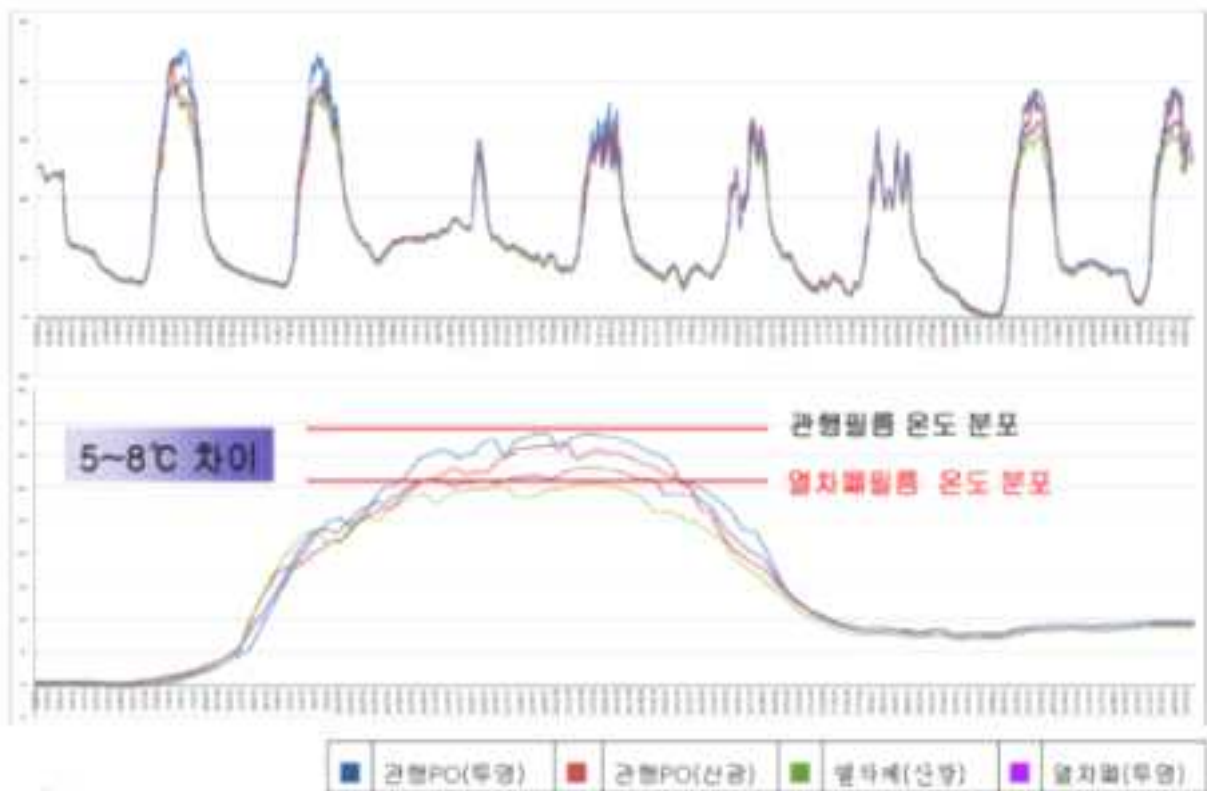


그림 19. 온실 피복필름 특성 비교

자료제공 : 일신화학(주)



근적외선(열선)투과 스펙트럼



피복재 소재간 온도 변화

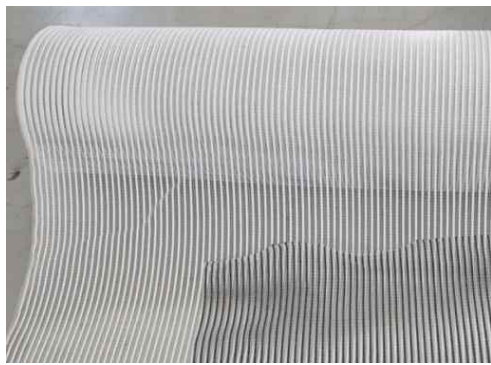
그림 20. 열차폐 PO필름과 기타 피복재 성능 비교

자료제공 : 일신화학(주)

(라) 차광스크린 선정

다양한 스펙의 차광스크린 중 현지의 강한 일사량을 고려하며 재배 대상 작물의 생육에 적합한 제품 선정하였다. 국내 차광스크린 제조사의 경우 차광율이 10%부터 99%까지 다양한 제품을 생산하고 있으며, 농가의 경우 온실의 입지 및 방향, 기후에 따라 필요한 제품을 선택하여 사용하고 있다.

현지 시공 리모델링 온실은 국내업체가 생산한 차광스크린을 적용하였으며, 이를 통해 한국형 차광스크린의 현지 적용 테스트를 수행하여 현지 적합성을 확인한다. 해당 제품은 주간에는 태양 복사열을 반사하여 온실 내부온도를 낮추며, 야간에는 복사열 손실을 줄여 작물의 냉해를 방지하는 기능을 한다. 모노필라멘트 원사로 편직된 압출 폴리머 스트립으로 제작되어, 악천후에도 긴 수명을 보장한다. 열 수축률은 2시간 동안 70℃에서 2.0% 미만이며, 고정스크린 및 롤링 스크린이 가능하여 다양한 용도로 사용이 가능하다.



제품 사진



제품 적용 예

특징	
적용방식	내부
시스템	예인식
방염	해당
소재	폴리올레핀 100%
차광	38%
보온	15%
패턴	흰색/검은색 필름

그림 21. 현지 리모델링 온실 적용 차광스크린

자료제공 : ㈜부전

(마) 현지 수자원을 고려한 최적 양액 재활용 시스템 설계 및 적용

본 연구과제의 리모델링 온실은 UAE에 구축이 될 예정이며, 해당 국가는 수자원 문제로 다양한 연구가 진행되고 있다. 설계단계에서 물질약을 고려하여 설비 자체에 소비된 물을 재사용할 수 있도록 적용하였다.

사막 지역 관행 온실의 재배시스템은 상당 부분 온실 바닥에 콘크리트로 제작된 U자 관을 길게 배치하여 그 내부에 작물 재배를 위한 포트를 넣는 형식이다. 상기 방식은 저렴하지만, 낮은 포트 위치로 재배 작업이 매우 비효율적이고, 포트 아래 물이 고여 작물의 생장에 영향을 미치며, 냉방 설비 적용이 힘들어 하절기 작물재배 유지가 힘들다는 단점이 있다.



그림 22. UAE 현지 관행온실 재배 시스템

온실 냉방 기술로 팬코일 유닛을 적용하여, 작물 재배용 거터 하부에 에어덕트로 찬 바람을 불어넣어 근권부 온도를 낮추면서 온도 차로 인해 생기는 결로(응축)수를 집수 및 회수하여 물질약을 꺾하였다. 작물 재배 후 배출되는 배액을 회수하여, UV살균을 거치고, EC와 pH를 조절하여 재사용 가능하도록 설비를 구성하였다. 또한, 팬-패드 시스템의 구성 및 패드 재질을 개선하여, 낭비되는 물을 최소화하며, 유지관리가 용이하고 회수량을 극대화하는 시스템을 설계에 적용하였다.

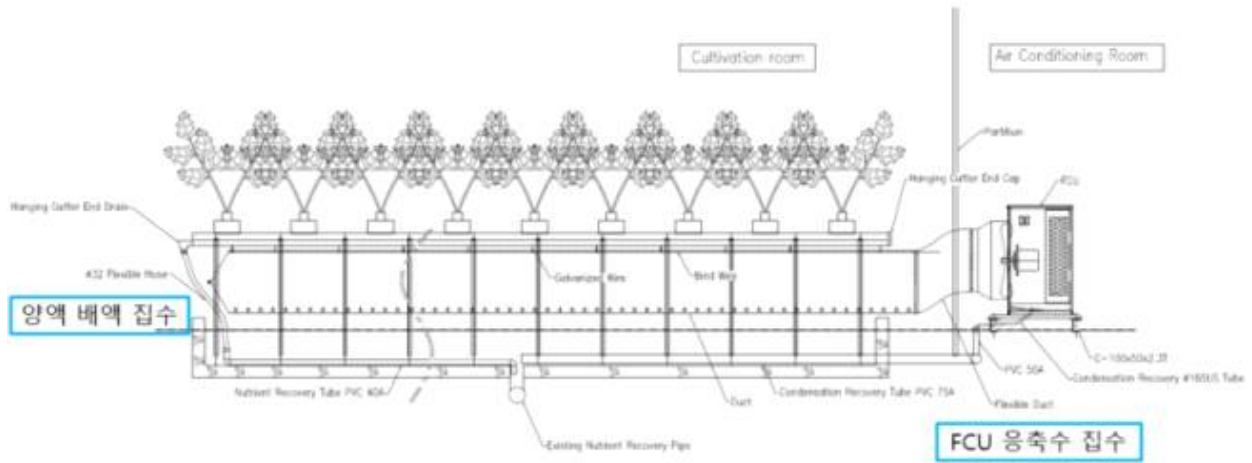


그림 23. 팬코일유닛 응축수 및 양액 배액 집수 후 재활용 설계

(바) 팬코일 유닛 응축수 집수 및 리사이클링 설계 및 적용

리모델링 온실에 국내 업체의 팬코일 유닛을 적용하여 냉방성능 극대화, 응축수를 집수하여 재활용한다. 팬코일 유닛의 온도차에 의해 생성된 응축수는 연결된 파이프를 집수되어 집수탱크로 모여 재활용이 가능하다.

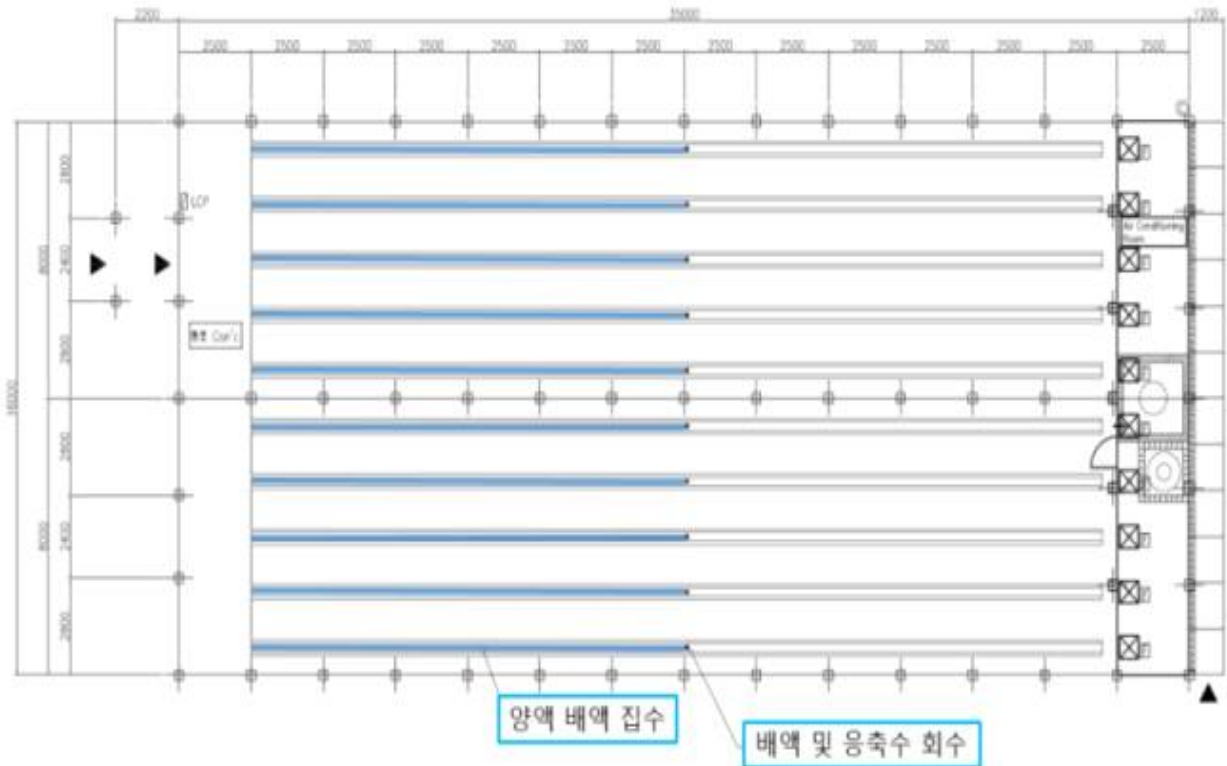


그림 24. 양액 배액 집수 및 회수 라인 설계

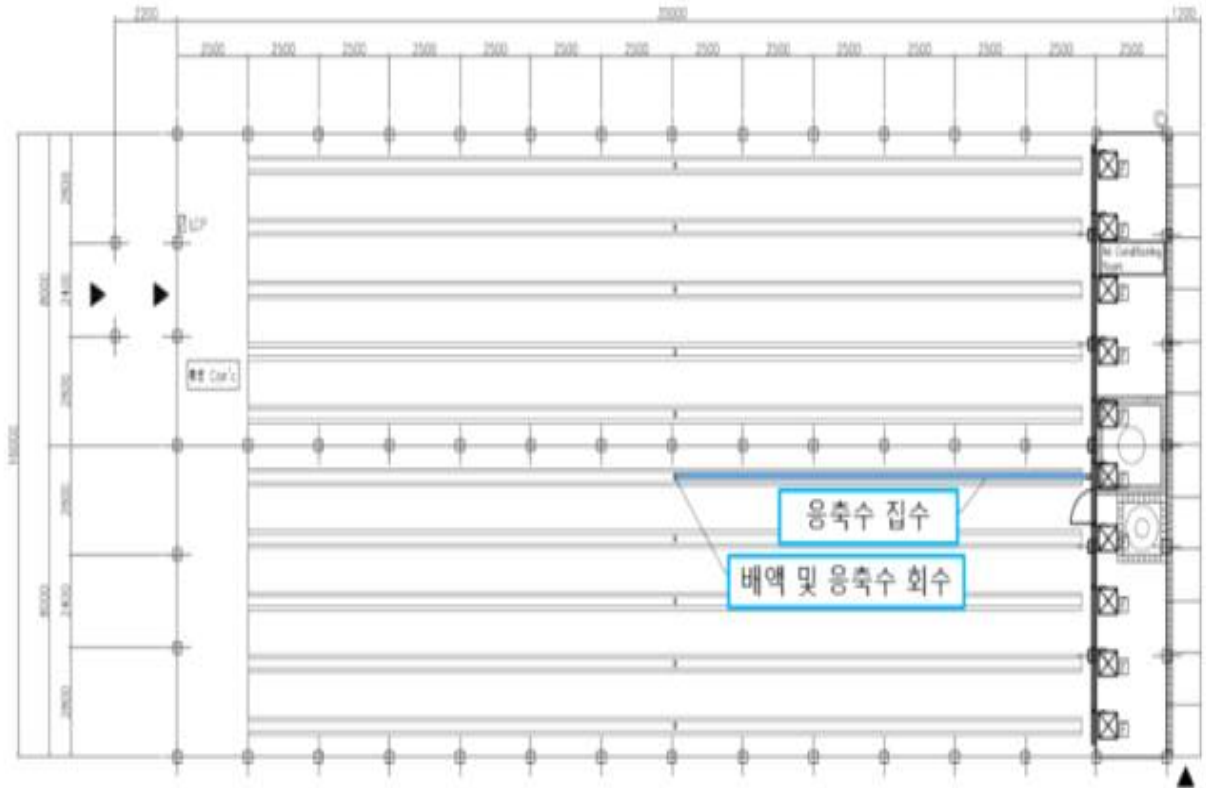


그림 25. 팬코일유닛 응축수 집수 및 재활용 설계

(사) 패드 시스템을 적용한 냉방 및 집수

냉방패키지 중 하나의 냉방모듈기술인 팬-패드를 본 연구에 맞게 개량한 시스템을 적용하여, 냉방성능을 강화하고 수자원 재활용을 꾀하였다. 팬-패드는 한국에서는 널리 사용되지 않으며 수자원의 소모도 큰 냉방 방식이지만, UAE의 경우에는 상당수의 온실에 적용이 되어있으며, 설비 개량을 위한 연구가 진행 중이다. 패드에 리턴배관을 패드 탱크와 연결하여 패드 아래로 집수되는 물은 리턴배관을 통해 패드 탱크로 다시 공급되는 방식으로 적용된다.

(아) 현지 수자원 인프라를 고려한 양액 재활용 시스템

순환식 수경재배를 위한 배액 재활용 시스템은 배액 재활용, 모니터링, 살균 시스템으로 구성되며, 순환식 수경재배 시스템의 주요 장비는 Treated water tank, Untreated water tank, 원수탱크, UV살균기, 여과기, 순환펌프, 전자밸브, 컨트롤러 등 이다. 모니터링 센서를 이용하여 설정값을 초과하는 배액은 방류하며 원수와 함께 배출하여 배출양액 농도 조절이 가능하다. 재활용되는 배액은 원수와 희석되어 관수된다.

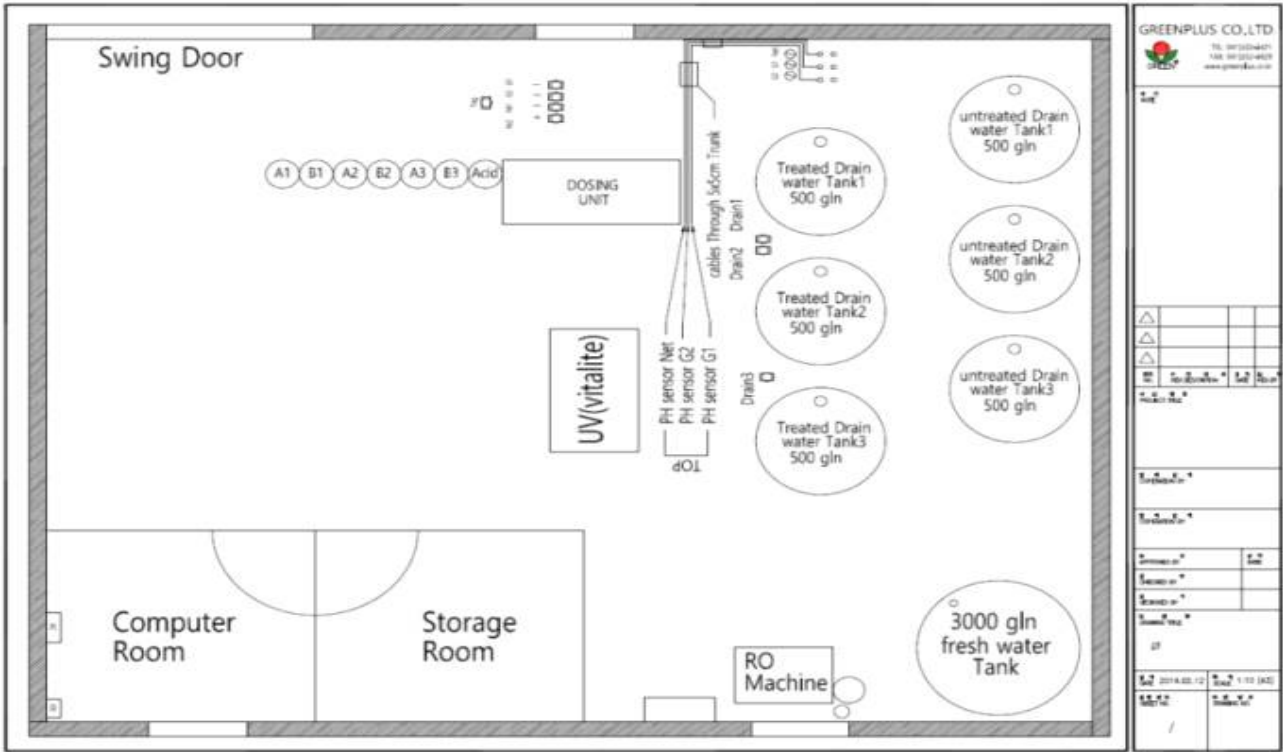


그림 26. 리모델링 온실 양액 공급 시설

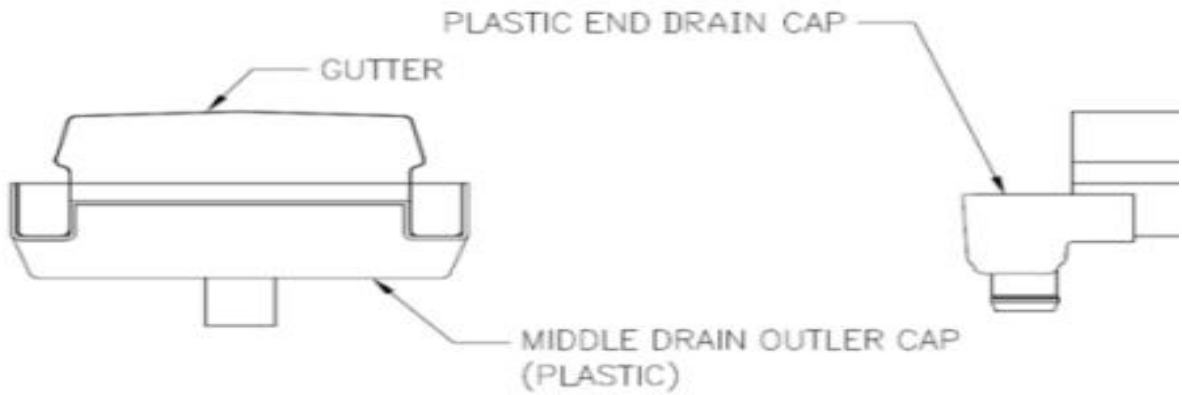


그림 27. 배액 회수 End cap

(5) 현지 온실 리모델링을 위한 자재 및 설비 제작

(가) 현지 온실 리모델링 자재 제작도 설계

완성된 리모델링 온실 설계도면을 바탕으로 자재 제작도면을 설계하였으며, 제작도에 기반하여 제품을 제작하였다. 또한, 기존 온실의 기둥을 잘라 고정 후 추가로 파이프를 연결하는 방식으로 측고 인상 방법을 구상하여 설계에 반영하였다. 측고 인상으로 인해 재배 가능 작물을 다양화 할 수 있으며, 냉방설비의 추가 설치가 가능하다.

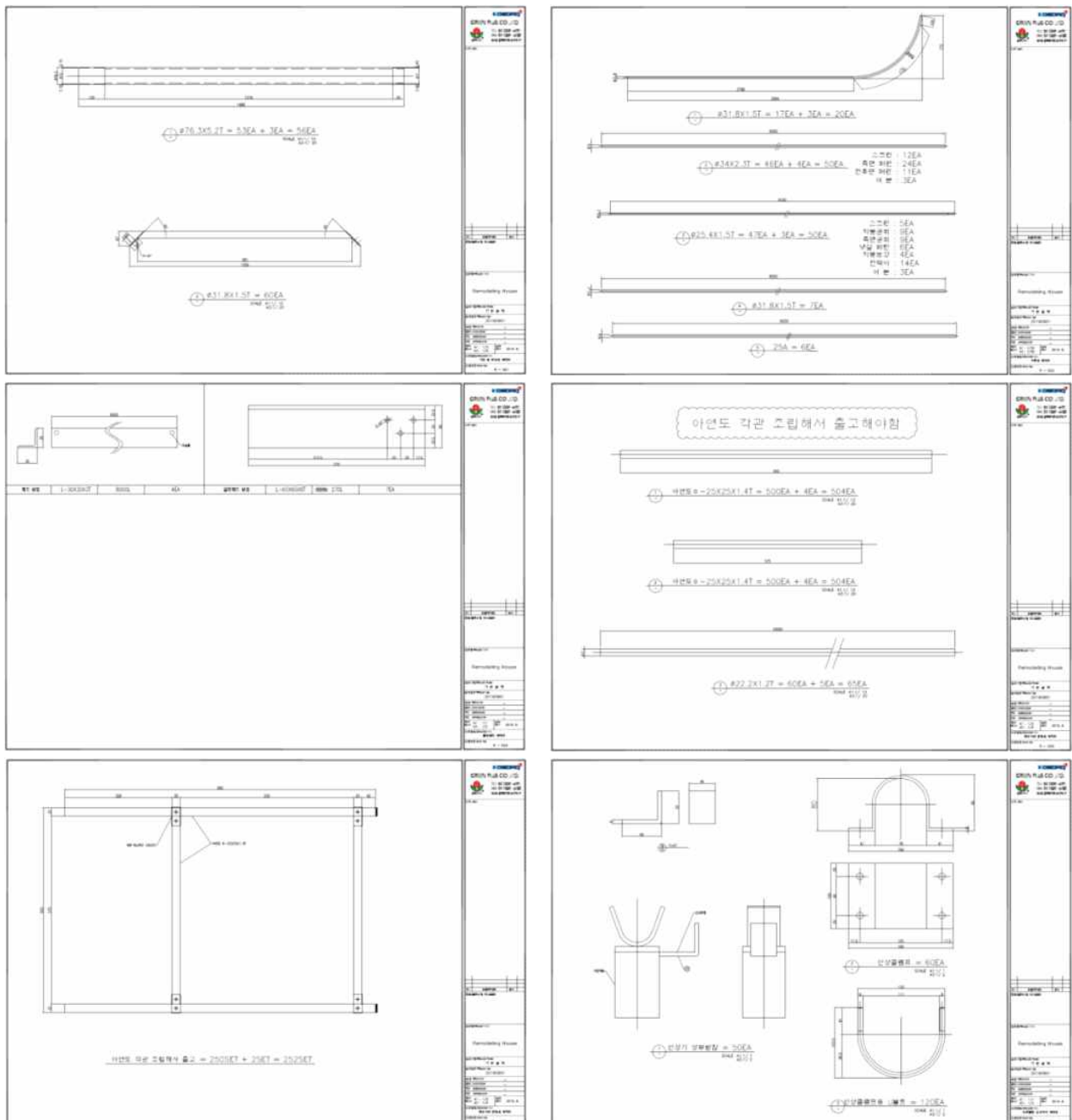


그림 28. 리모델링 자재 제작도 설계

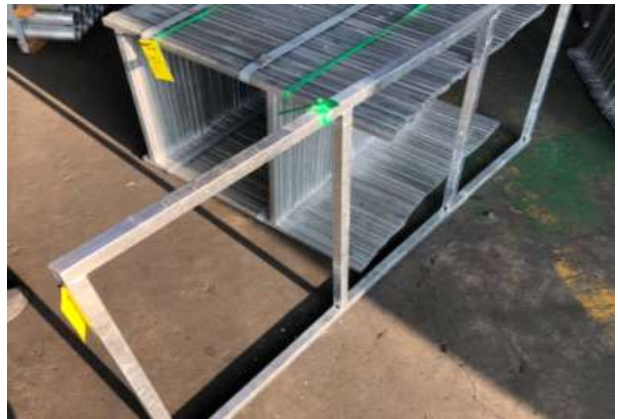




그림 29. 리모델링 자재 제작



그림 30. 리모델링 재료 컨테이너 해외 출고

(6) 현지 온실 리모델링 시공

당초 2020년도 초에 UAE 현지 온실 리모델링 시공을 계획하였다. 하지만 COVID-19의 전 세계적 확산으로 인하여 시공 대상 국가인 UAE에 3월부터 공항이용중단, 무비자 방문 불가 등 본 과제 연구팀 및 시공팀이 현지 연구 활동 수행이 불가능한 상태가 이어졌다. 20년 5월 말 현재 기준으로도 여전히 공항 이용이 불가하고 항공편이 없으며, UAE 현지 입국이 불가능한 상태이다. 2020년 2월에 온실 시공을 위한 재료를 컨테이너로 발송한 상태이며, 현재 리모델링 예정 온실이 있는 ICBA 부지 내 시공 재료들을 보관 중이다. 현지 시공 시 필요인력, 시공에 필요한 중장비 렌탈 등을 위해 주관기관은 1월부터 UAE 현지를 방문해 지속적으로 섭외를 하였다. 현재 상황을 고려해 온실 리모델링 시공 등 1차년도 수행하지 못한 연구를 2차년도에 수행 할 것이다. UAE 주요 기관들의 재택근무 등 주요 조치는 현재도 진행되고 있는 상황이며, 입국이 허가되고 항공편이 다시 운행을 시작하면 현지 시공을 진행 할 예정이다. UAE 입국이 가능해진 후 하절기의 낮 시간 작업중지 정책을 고려해 2020년 3분기 현지 시공을 예상하고 있다.



그림 31. UAE 현지 자재 하차 및 보관

(7) UAE 연구협동기관(ICBA)과 연구 협력을 위한 협정 체결

국제 연구 협력을 위하여 UAE 연구 협동기관과 협정을 체결하였다. 협정서에는 본 연구의 목표, 기간, 수행 내용 등을 기재하였으며, 연구비, 연구 협조내용 등 현지 연구 진행을 위한 디테일한 내용들을 포함하였다. 본 협약서를 바탕으로 온실 리모델링 시공 후 ICBA에서 작물 재배, 데이터 수집 등 협동하여 연구를 진행 할 예정이다.



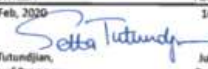




<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">Agreement on the Cooperative Research Project between the International Center for Biosaline Agriculture (ICBA) (UAE) and Greenplus Co., Ltd (Greenplus) (Republic of Korea)</p> <p style="text-align: center;">ADAPTATION OF GREENHOUSES FOR DESERT CLIMATES</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Work plans will be governed by the Agreement for Cooperation between the Republic of Korea Rural Development Administration (RDA) and the International Center for Biosaline Agriculture (ICBA) as authorized under the Memorandum of Understanding that was ratified on May 2018</p> </div> <p>Both parties agree as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> Research Goals <ul style="list-style-type: none"> Design and remodeling of a custom greenhouse in the UAE. Support research for remodeling the greenhouse located at ICBA farm in the UAE and develop a commercialization strategy for scaling out smart desert greenhouses Research Duration <ul style="list-style-type: none"> The project will have a duration of two years, namely from 1 Jan. 2020 to 31 Dec. 2022 Research Strategies <p>Research is carried out by ICBA and Greenplus to develop a way to remodel greenhouses for improved performance in desert climates. The details and the research plan are attached (Appendix).</p> 	<p>Greenplus to present the final results after completion of the project.</p> <p>5.5. The parties will share all research results under this project with each other, whether the research is carried out in the UAE or in the Republic of Korea.</p> <p>6. Ownership of research outcomes</p> <ol style="list-style-type: none"> The products and results generated through this project will be jointly owned by the parties. The parties must have the consent of the other party before the distribution of research materials and results to third parties. In any publication of (any part of) the research outcomes, both parties must state clearly that the project was implemented by both parties. Any property rights, patents, royalties etcetera generated under or derived from this cooperative project will be shared equally (50% each) between Greenplus and ICBA. Both parties reserve a royalty-free right to use any new intellectual property resulting from this collaboration in their own laboratories for research and development purposes. Both parties will have the exclusive right to any money made from the exploitation of any intellectual property created under this project, in their countries. Any revenues generated from the exploitation of this intellectual property in the Republic of Korea or in the UAE will be shared equally between the parties. Both parties will share their research findings with each other at all stages of the research. <p>7. Termination of this agreement</p> <ol style="list-style-type: none"> This agreement may be terminated by mutual written consent at the request of either party. Reasons considered appropriate for termination of the cooperative agreement shall include: <ul style="list-style-type: none"> Breach of any of the terms of this agreement by either party. Failure to obtain implementation of the expected results of research or incapability to complete the project. Discovery that the research objectives are already accomplished by other researchers. Any other causes that make the continuation of this project for all intents and purposes worthless. In any of the above cases, either party will notify the other immediately and, unless the latter dissents in writing within 60 days, the agreement will be terminated.
<p>7.3. If the agreement is terminated by mutual consent, any remaining budget, except research expenses already committed, shall be immediately reported and returned to Greenplus within three months.</p> <p>8. Miscellaneous</p> <ol style="list-style-type: none"> Confidentiality <p>Both parties agree that the following types of information are considered confidential:</p> <ul style="list-style-type: none"> Trade secrets, and new intellectual property. Confidential financial, commercial, scientific or technical information that is supplied as such to one party by the other. Information the disclosure of which could result in a material financial loss to or could prejudice the competitive position of the party concerned. Information the disclosure of which could interfere with third parties' agreements or negotiations. Publication and Advertising <p>The results of the project shall not be published or otherwise divulged by one party without the consent of the other, which consent shall not be unreasonably withheld. Prominent and candid acknowledgment of the involvement of the other party shall be included in all published papers, press releases, and commercial advertising. Both parties shall strive to jointly publish the results of the study.</p> Notices <p>All notices or other communications necessary under this agreement shall be in writing and in the English language and shall be delivered to the representatives of the parties (i.e. Habtamu Giday Gebregziabher and Khalil Ammar for ICBA, and Jung Soon-Tae and Lee Sung Hwa for Greenplus). Notices may be delivered by a person, courier, double registered mail, facsimile and internet.</p> Arbitration <p>Any disputes, questions or differences regarding the interpretation or the implementation of this agreement must be resolved through discussions between both parties. If resolution through discussions is impossible, the dispute may be submitted to arbitration in UAE.</p> Project management <p>This agreement has been executed by the duly authorized representatives of the parties.</p> 	<p>There will be ongoing mutual consultation between Greenplus and ICBA on any major issues arising from or in connection with this agreement. All matters, including cancellation of the project and termination of the agreement, modification of the research strategy, alteration of budget and exchange of researchers, will be decided through mutual consultation.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>FOR ICBA 10, Feb, 2020</p>  <p>Seta Tutundjian Director of Programs</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>FOR GREENPLUS 10, Feb, 2020</p>  <p>Jung Soon-Tae Project Director</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Dr. Ismahane A. Elouafi Director General, ICBA</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Lee Sung Hwa Vice President</p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

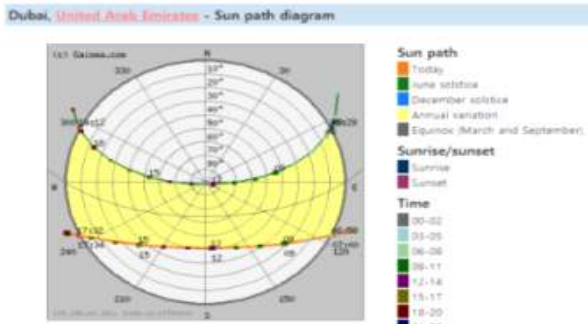
그림 32. UAE 연구협동기관(ICBA)과 협정 체결

2-2. 연구개발의 수행 과정 및 수행 내용(1차년도: 한국농어촌공사)

(1) 사막형 온실 현지조사

(가) 사막지역 온실 리모델링을 위한 자료 수집

년중 일출 및 일몰 및 온도 등 농업 계획에 사용하는 데이터를 수집하였다. 평균 광에너지량, 구름량, 온도, 풍속, 강수량, 비온 날, 최대·최소, 극한값 및 평균값의 데이터를 수집하였다.



두바이 태양궤적도 분석

Dubai, United Arab Emirates - Solar energy and surface meteorology

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Insolation, kWh/m ² /day	3.90	4.79	5.31	6.36	7.27	7.40	6.94	6.70	6.21	5.39	4.32	3.67
Clearness, 0 - 1	0.59	0.61	0.58	0.61	0.66	0.66	0.63	0.64	0.65	0.65	0.62	0.59
Temperature, °C	19.91	20.76	23.43	27.51	32.02	33.92	35.11	34.81	32.80	29.45	25.61	21.92
Wind speed, m/s	4.93	5.67	5.45	5.49	6.10	5.91	5.57	5.33	5.17	4.79	4.32	4.89
Precipitation, mm	11	34	24	8	1	0	0	0	0	0	2	14
Wet days, d	1.7	3.7	3.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0

두바이 월별 광량, 온도, 풍속 데이터

그림 33. 두바이 지역의 태양궤적도 및 농업 계획 데이터

태양 연중 입사각 변화 그래프는 온실의 설계 및 방향설정의 기준이 되는 아부다비 지역의 태양 입사각 변화를 나타낸 것이다. 엽채류 등 지피식물의 경우 측면과 지붕의 곡선 및 각도를 설계 반영한다.

- 토마토 등 유인 작물의 경우 식물체 그림자 방향을 기준
- 녹색 선은 하지, 가장 태양이 높이 있을 때를 의미
- 황색 선은 동지, 태양의 각도가 가장 낮을 때를 의미
- 재배작물과 작기 운영에 따라 온실 방향과 지붕 고의 각도를 설계에 반영

두바이에서 연중 무더운 날씨는 5월 중순경에 시작하며, 5.0개월 간 지속되며, 10월 하순경에 종료된다.

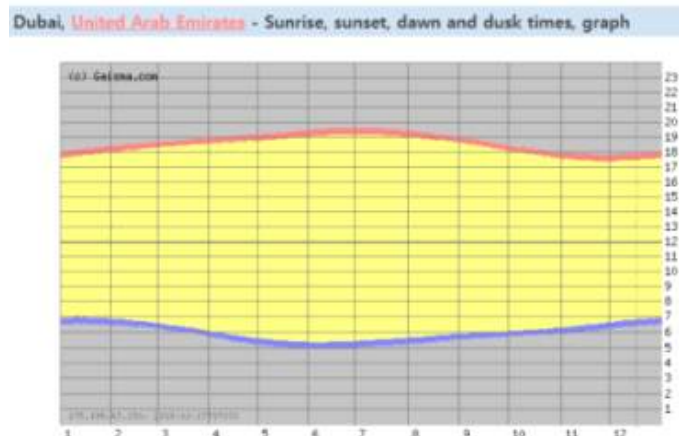


그림 34. 두바이 지역의 월별 일출·일몰 그래프

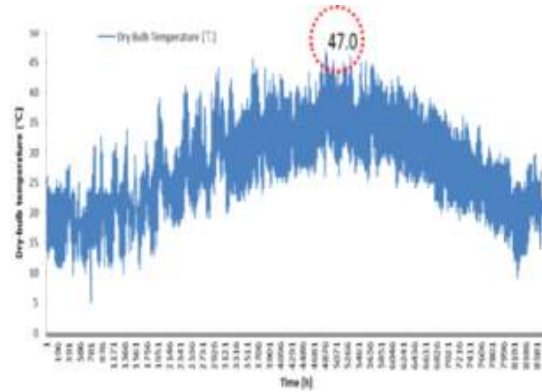
월별 일출 일몰 그래프는 일 누적 광량과 일장 변화에 따라 작물 생육이 변하는

작물의 작기 계획 수립에 필요하다. 농업 생산에서 일출 시간과 광합성 시간의 차이가 있으며, 재배작물의 최대 생산량 등을 계산할 수 있다. 특히, UAE의 겨울 재배를 위하여, 일출·일몰 시간의 고려가 중요하다.

1) 온실설계 기후분석



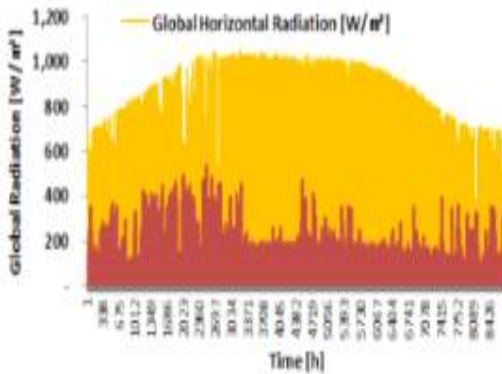
UAE 위경도 지역



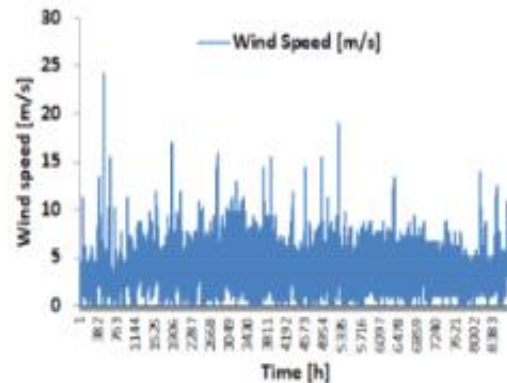
IWEC UAE 기후 데이터 자료(10년간)

그림 35. UAE 위경도 지역과 10년간 기후데이터

- 위도: 24.43°
- 경도: 54.65°
- 해발고도: 27 m
- 외기온도 최대: 47°C
- * 여름철 설계 외기온도: 44.9°C, (ASHRAE: 미국냉난방공조 협회) 기준
- * 여름철 설계 습구온도: 23.2°C, ASHRAE 기준



10년간 IWEC UAE 일사량



10년간 IWEC UAE 풍속

그림 36. UAE 일사량과 10년간 풍속 데이터

- * 최대 전일사량 : 1,051 W/m², 평균 전일사량 : 251 W/m²
- * 최대 풍속 : 24.2 m/s, 평균 풍속 : 3.6 m/s

- 온습도 등 기후 의견
: 온실 리모델링 설계를 위한 온습도 등 기준은 ASHRE 기준을 사용하여 결정.
(온도: 44.7°C, 습도: 58%, 일사량: 1,051W/m², 풍속: 24.2 m/s)
- 전기요금 자료 입수

(아부다비 전기요금 체계 (2017년 현재))

(* 100 fils = 1 Dirham (약 200원))

구분	국적	주거 형태	일일 평균사용량	전력 요금
주거용	UAE 국민	주 택	400 kWh 이하	6.7 fils/kWh
			400 kWh 이상	7.5 fils/kWh
		아파트	30 kWh 이하	6.7 fils/kWh
			30 kWh 이상	7.5 fils/kWh
		사회보장가드 소지자	333 kWh 이하	0 fils/kWh
			333 kWh 이상	6.7 fils/kWh
	거주 외국인	주 택	200 kWh 이하	26.8 fils/kWh
			200 kWh 이상	30.5 fils/kWh
		아파트	20 kWh 이하	26.8 fils/kWh
			20 kWh 이상	30.5 fils/kWh
사회보장가드 소지자	79 kWh 이하	0 fils/kWh		
	79 kWh 이상	26.8 fils/kWh		
정부 고객				29.4 fils/kWh
농업 고객	ALL			4.5 fils/kWh
	Ranches			4.5 fils/kWh
산업 고객	설치용량 1MW 이하			28.6 fils/kWh
	설치용량 1MW 이상	비정수기		27.0 fils/kWh
		정수기		36.6 fils/kWh
ADNOC 그룹				28.1 fils/kWh
상업				20.0 fils/kWh
어업/축산업				20.0 fils/kWh
대사관/영사관				20.0 fils/kWh

- 전기요금 의견

: 농업용은 kwh 당 3.2원으로 주거용도보다 더 저렴함. 인프라지원은 ADAFSA에서 제공하므로 본 과제와는 무관함.

(나) 사막지역 작물재배 환경을 고려한 기초자료 수집

1) UAE 작물재배 고려사항

사막기후 또는 국내 하절기 기후에서 기존의 환기, 차광, 증발 냉방 등의 소극적 냉방으로는 대부분 시설원에 작물이 고온장해로 인한 생육저하, 고사 등의 피해로 농가 수익 저하, 휴경에 의한 시설 이용률 저하 등이 발생하고 있다. UAE는 국토의 97%가 사막, 고온다습(습도 50%~60%), 5~9월의 평균 일일 고온이 38℃ 이상, 11월에도 한낮 기온이 30℃를 상회하는 등 시설재배에 적합하지 않다. UAE 온실의 냉각 시스템은 패드 앤 팬 시스템이 기본이며, 최근 근권부 및 양액 냉각 등이 도입되고 있으며, 일사량에 따라 다양한 차광막을 사용하고 있다. 팬-패드 시스템은 물 소비량이 많으며 습도가 높아 질병 발생률이 높은 단점이 있어 개선 필요한 시점이다.

2) 고려사항

고온기 작물의 생육 증진을 위해 다양한 작목과 작물기관에 대한 국소 냉방 기술이 연구되고 있으나 기후, 품종에 따라 온도 반응이 상이하므로 사막기후 온실 적용을 위해 다양한 조건의 냉방 적용시험을 통해 적정조건을 도출할 필요가 있다. 효율적인

온실냉방을 위해서 기후, 시설, 작목 등을 고려한 냉방설계가 중요하며 사막기후는 극단적 일사량, 기온, 토양조건을 가지므로 현지 기후조건을 반영한 냉방부하 설계가 요구된다.

사막지역은 농업용수가 중요한 자원으로 인식되고 있으며, 고온기후로 물사용량이 상대적으로 많아 관행의 기화식 냉방, 관수관리 등에 용수절감을 위한 설계 및 운용 개념과 용수회수 개념을 도입한 효율적 온실 물관리 기술이 필요하다. UAE 정부의 수경재배 기술의 보급으로 토마토, 가지 등을 수경으로 재배하는 시설이 점차 증가하고 있으며 수경재배로 농업용수의 사용량을 최대 94% 절감시킨다. 아부다비 식품관리청은 UAE 전체 물 소비량의 60%에 달하는 농장의 농업용수 사용량을 40%까지 줄일 계획을 세우고 있다.

냉방부하 저감을 위해 차광커튼, 적외선차단 및 산란광 피복재 등이 개발되었으나 강한 자외선, 모래바람 등의 극한 조건을 반영한 내구성 및 온도 강하성능 평가가 필요한 시점이다. 국내·외에서 개발된 다양한 온실 냉방기술의 사막기후에 대한 적용성을 높이기 위해 사막기후를 반영한 냉방부하 설계, 국소냉방 및 양액냉각 등의 에너지절감형 냉방기술 최적화, 기존 팬-패드 등 기화식 냉방의 물소비량 및 냉방효율 향상을 위한 제어방법 등의 사막기후 맞춤형 냉방패키지 기술개발이 필요하다.

고온 환경하에서 시설채소의 품질과 생산성을 확보하기 위하여 작물의 생육특성을 반영하여 고온 스트레스를 경감할 수 있는 재배기술의 개발이 요구되고 있으며, UAE 시설원예의 물부족 현실을 반영하여 증발냉각의 증발수 회수 및 재이용 기술 등 냉방패키지의 용수사용 절감을 사막형 냉방기술 개발 과정에서 고려할 필요가 있다.

3) 사막기후형 냉방 패키지 자료

강제 환기팬, 증발냉각시스템, 히트펌프, 지하수 활용, 근권부나 작물체 주위 국부냉방, 지붕 살수 등은 여름철 온실의 실내온도를 하강하기 위한 설비적 기술로 활용되고 있다. 증발냉각시스템은 가장 경제적인 냉방 방법으로 팬-패드시스템과 포그시스템이 대표적으로, 팬-패드시스템은 강제환기 팬이 필요하며 온실의 한쪽 벽면에 패드를 설치하고 반대 벽면에서 배기하기 때문에 패드와 거리가 멀어질수록 온도가 상승하여 실내온도의 편차가 생기는 단점이 있다(최대간격 약 43 m).

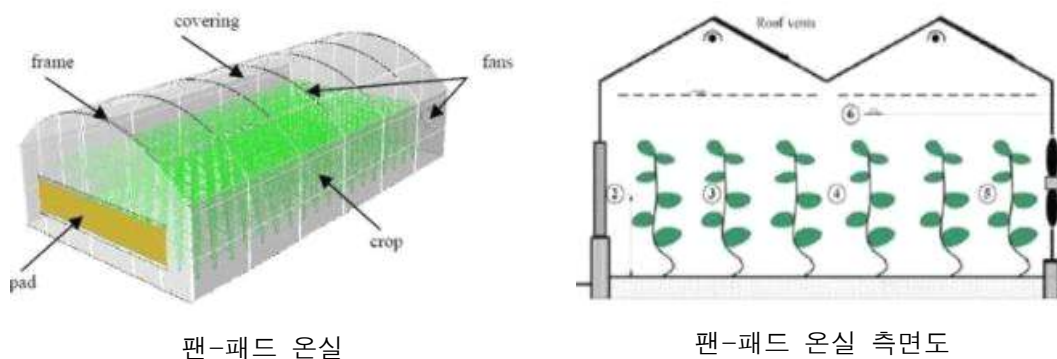


그림 37. 팬-패드 온실과 측면도

포그시스템은 포그노즐을 온실 전체에 고르게 배치하면 균일한 실내온도를 조성할 수 있지만 포그노즐의 구멍이 막히지 않도록 적절한 필터와 화학적인 처리제 사용 및 수질 확보가 필요하다. 히트펌프를 활용한 냉방은 화훼류 및 육묘생산 등에서 일부 이용되고 있으나 경제성의 문제로 야간냉방에만 국한되어 적용되고 있다. 기존 중동지역의 팬-패드 방식의 문제를 극복하기 위하여 반밀폐형 공조시스템(아래,

ADAFSA Bani Yas 농장)이 도입되었다.



그림 38. UAE ADAFSA Bani Yas 농장

반밀폐형 공조시스템은 기본 팬-패드 대비 효율 200%(근거: 네덜란드 농업자문회사 Dienst Landbouw Voorlichting, 2000년)로 필수적으로 요구된다.

4) 사막지역 온실의 리모델링에 적합한 설계 기준 도출

가) 온실 공통 안

온실설계는 현지 기후 및 현장의 경도에 의한 영향이 매우 크며, 많은 경우 건축을 위한 자재들의 가용성에 의하여 제한된다. 설계는 완벽하지 못하며, 아래 기준에 의한 우선순위가 필요하다.

- 광량의 극대화
- 그림자를 회피하기 위한 구조적 요소들의 최소화
- 열손실 및 비용을 감소시키기 위한 충분한 Insulation 필요.

플라스틱 필름 온실과 관련된 가장 중요한 측면은 다음과 같다. 풍속에 대한 적절한 구조적 저항성과 더불어, 예측 가능한 로드(눈, 모래폭풍, 작물, 보조 장비 등) 뿐만 아니라 온실은 풍속에 의한 찢어짐을 회피하기 위한 시공이 잘 되어야 한다. 또한, 필름 교체도 용이하게 설계 시공되어야 한다. 필름 설치와 자재비용은 수년간의 기대수명이 가능한 필름의 사용으로 비용이 증가하고 있다. 필름의 내구성을 강화하기 위하여, 태양복사에 의한 열 증가를 감당할 수 있도록 필름과 닿은 부분에 반드시 완충재가 필요하다. 과도한 온도는 플라스틱 필름의 기대수명을 줄일 수가 있다. 금속 프레임이 사용될 때, 프레임 간 간격은 예측 가능한 로드(풍속, 눈 등)에 의하여 결정되며, 일반적으로 3 m를 넘지 않는다. 온실은 낮은 야온이 기대될 때, 야간 Cooling을 방지하기 위하여, Airtight 상태가 되어야 하며, CO₂의 손실도 방지하여야 한다. Airtight 환기를 가진 적절한 환기 시스템이 필수적이며, 강우로 인한 수분인입이 대비가 되어야 한다. 온실 체적은 충분한 만큼 넓어야 하며, 더 높은 열 관성 및 유인 작물의 성장 공간과 자연환기에 필요한 충분한 내부공기의 이동성 등이 고려되어야 한다.

거터를 이용하여, 강우에 의한 물 수집은 저장 후 관개수로 이용 가능하며, 낮은

강수량 지역 뿐만 아니라, 무토양 재배 시에도 충분한 가치가 있다. 거터는 드레인 파이프 직경보다 4 cm가 더 커야하며, Overflow를 위하여 1%의 경사를 가져야 한다. 최대 경사를 일반적인 경우 0.2%보다 높아야 한다. 드레인 파이프는 배출되는 커버면적 각각 10 m²를 위하여 7 cm²의 십자형 연결부가 있어야 한다(시간 당 75 mm 집중 강우 대비).

온실 내부의 수분 응집으로 작물에 떨어지는 물을 방지하기 위하여 26° 이상으로 루프 앵글이 더 크게 건축하는 것이 중요하며, 적절한 응집 시스템을 갖추는 것이 중요하다. 일반적으로 온실은 태양 광량이 최대화 되도록 설계되어야 하며, 적절한 지붕 높이와 지향방향이 중요하다.

나) 사막 기후 온실설계(안)

건조한 사막 기후에서는 극심한 온도 수치는 지중해성 기후에서 경험된 것 보다 훨씬 열악하다. 그리고 외기 습도는 더욱 낮으며, 바람은 낮은 수분함량을 동반한 모래와 함께 빈번하게 발생된다.

높은 환기 용량과 효율이 우선순위가 되어야하며, 온실 내 야간 운용 시 온도감소 및 RH(오아시스 효과)를 증가를 위하여 수분 증발량이 불충분할 경우에는 제습 시스템의 필요성이 요구된다.

야간의 열손실 방지는 필수적이며, 야간 난방을 위한 적절한 Cladding 자재와 충분한 Sealing이 중요하다. 온풍속에 대한 구조적 저항성이 기본이며 관개수를 위한 강우 시 물 집수가 일반적으로 요구된다. 중동지역의 겨울조건 하에서 온실은 최대량의 광량을 얻기 위한 적절한 지붕 구조와 최적화된 온실 위치가 감안되어야 한다. 또한, 열손실을 제한하기 위한 열 스크린 및 Cladding 자재가 필요하다.

열손실을 감소시키기 위한 여러 방법들은 태양 복사열의 감소를 의미하며 열스크린은 접은 상태에서도 그림자가 발생된다. 따라서, 각 특별한 경우에 열손실 감소와 광량에 대한 절충 가능한 설계가 필요하다. 중동 하절기 혹서기 직사광에 의한 온실 내 고온대비 외부 차광막(Sun Shade) 및 자외선 차단효과가 검증된 UV 필름 설치가 필요하다.

(2) 기존 온실(ICBA시험 온실) 사용 시스템 개선안 도출

(가) 개선안 국산화 적용 검토

현지 환경 제어 시스템 및 자재 관련 기술자료 수집 및 개선안을 적용 검토하였다.

1) 국산화 IoT 기반의 측정시스템 적용검토

검토 배경으로 극한 환경에서 작물 생산량과 품질 향상을 위해서는 시설 내·외부 환경과 생체정보를 실시간 계측하여 정밀한 복합환경제어시스템 구축이 필요한 시점(복합환경과 식물체 생체정보 실시간 모니터링 필요)이다.

온실 내 온습도/EC/pH/CO₂/근권온도/외부센서/적외선카메라/로드셀 하중 등 측정 감시, 원격감시 및 제어 시스템이 필요하다.

- 개발사 : (주)그린키퍼

- '19.12월 현황 : 경북 고령 9개 농가 및 로즈피아 등 전국 20여개소 설치운용 중이며, 시스템 개념도는 온실 내외부 각종 센서를 control B'd와 연결되고, 그 Data를 무선 IP 라우터(hub 기능)를 통하여 상위 망으로 전송하여 측정 Data가 수집.

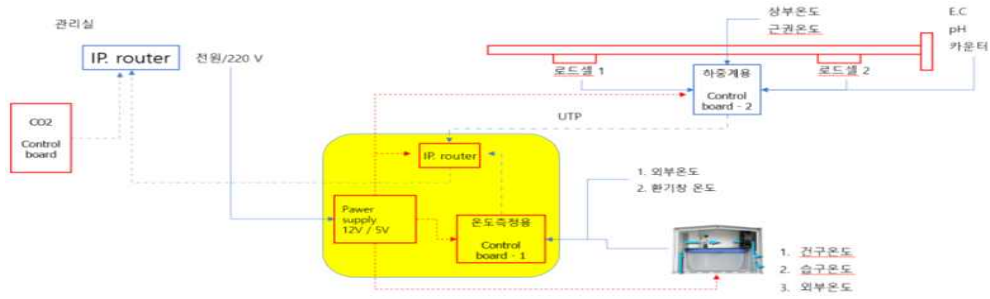


그림 39. IoT 기반의 측정 시스템

서버는 IDC 센터에 위치하며, 접속하여 농장별 수집 Data를 접속하여 볼 수 있으며, 수집된 측정 Data를 분석하고 어떻게 처리할지에 대한 서비스가 핵심이다.

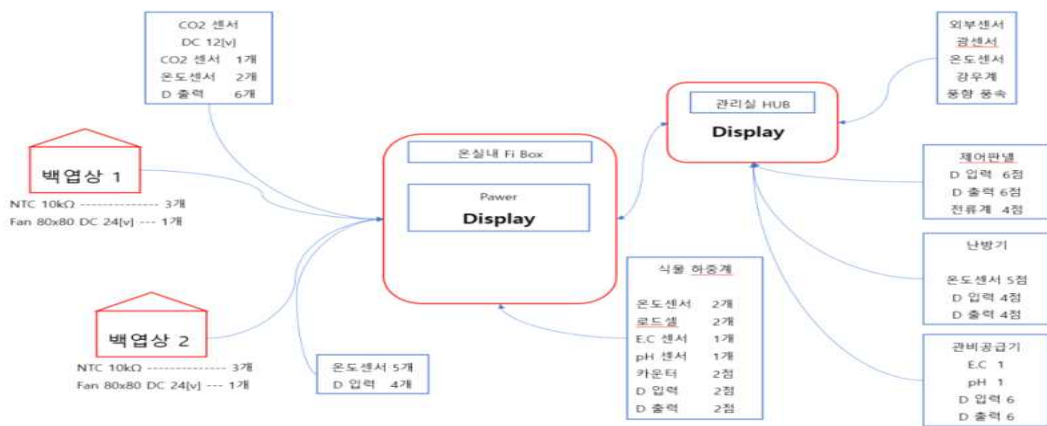


그림 40. 온실 내 시스템 구성도

- 서버 수집 데이터(예): 실시간 측정되는 값의 변화를 분석, 경고 알림



그림 41. 서버 및 단말기(스마트폰) 구현 수집 데이터 표현

- 설치 농가: 고령군 데이터 로그 설치사업 참여 농가
(시범사업 토마토 농장, 보조사업 토마토 3개 및 딸기 2개 농장, 순천, 화천 농장에 설치 완료)
UAE 현지 온실 데이터 로그 용도로 적용 및 고려 중이다.



그림 42. 제어박스 및 슬라브 하중계

- 검토 의견: 현재는 시험 중이며, UAE 온실에는 국산 상용화된 마그마 제품 (그린씨에스)의 복합환경제어기를 적용하기로 결정하였으며, 향후 성능평가 후 필요에 따라 본 제품 적용여부를 재검토하기로 하였다.

(3) 국내외 유관기관(농진청, ICBA 등) 기술협력

(가) 현지 환경에 적합한 기술자료 수집 및 적용검토

1) 네덜란드 Priva 순환식 수경재배 통합 시스템

네덜란드는 순환식 수경재배 시스템을 법제화(1994)하여 정부 규제를 시행 (2004년)하고 있어 배양액 재활용에 필요한 분석시스템, 폐양액 관리 기술, 배액 소독 장치 등의 기술개발 및 실용화에 집중 투자를 하고 있다 (순환식 수경재배 비율: 네덜란드 60%, 일본 25%, 한국 5% 미만).

재순환되는 배양액 내 각 이온의 최대 수용농도를 작물별로 설정하고 순환식 시스템에서 배양액 내 Na, Cl 등의 축적을 막고 N와 P의 양분 손실을 최소화 할 수 있는 배액 및 양액관리 기술이 연구된다. 양액 내 질산태질소, 칼륨, 칼슘 등 양분의 농도를 동시에 측정하는 이온 선택성 전극 (Ion-Selective Electrodes, ISEs)과 개별 이온의 양액 자동 제어시스템 알고리즘의 개발 및 적용 연구가 진행 중이다. 실시간 작물 계측센서, 모델에 의한 작물의 양분요구도 예측, 양수분 공급조절을 위한 센서 (유량센서, 이온센서 등)와 작물모델의 통합체계 또는 작물모델과 컨트롤러의 통합체계, 모델/컨트롤러 파라미터의 on-line 보정 등의 기술에 관해 연구 (Hydrion-Line Project)중이다.



Priva 시스템



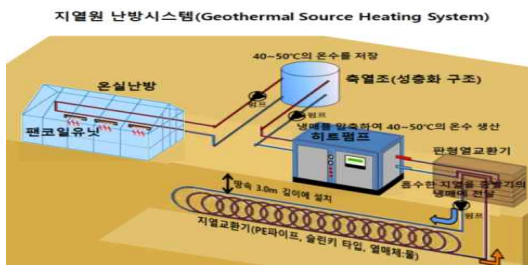
Hortimax 시스템

수경재배지 작물체 양수분 공급 및 함수율 관리를 위한 측정 장치와 생육모델이 다양하게 연구되고 있으며, 이를 복합환경 제어시스템에 적용하여 작물의 생산성과 품질향상에 기여하고 있다 ('17년, 네덜란드). 작물 내 수분이동 측정을 위하여 'PRIVA', 'HORTIMAX'사에서 시설 과채류의 생산량 증대를 위한 여러 가지 측정 및 제어 제품을 출시하였으며, 수분과 관련한 장치로는 'HORTIMAX'사의 'ProDrain'제품이 국내 농가에까지 도입되어 사용되고 있다. 세계적으로 물의 소비에 대한 관심이 증대됨에 따라 수분 이용효율과 생산량의 증대에 관련한 연구가 계속 진행되고 있으며, 연구를 바탕으로 개발된 제품은 전세계로 수출되고 있다.

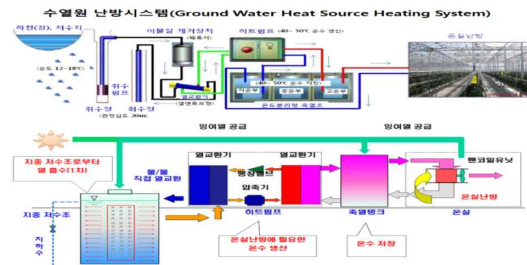
1) 국내외 냉난방기술 조사

가) 국내 기술 수준 및 시장현황

하절기 온실냉방을 위해 차광, 환기 등 냉방부하 저감기술과 포그, 미스트, 팬-패드 등의 수동형 냉방이 주로 사용되고 있으며, 최근 고부가가치 작목, 여름작형 등을 대상으로 히트펌프, 칠러 등의 냉방기를 이용한 국소냉방, 야간냉방 등의 능동형 냉방기술의 적용이 증가하는 추세이다. 농진청에서는 냉난방용 지열원, 수열원, 공기열원, 계간축열 히트펌프 및 개별 냉난방기술을 조합한 시설원에 냉난방패키지 기술을 개발하였다 (지열 히트펌프 보급면적은 약 231 ha).

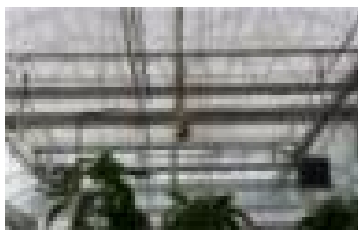


지열형 난방

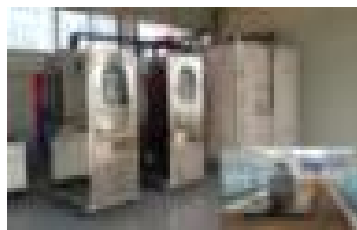


수열원 난방

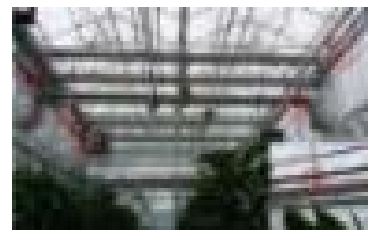
증발식 냉방 방식 중 팬앤패드 시스템은 고가의 설치비, 온실 내 온도경사 발생 등으로 국내에서는 잘 사용하지 않으며, 미스트나 포그 냉방이 파프리카, 토마토 등의 여름재배에 적용되고 있다. 증발식 냉방은 다습한 국내 하절기 기후에 적합하지 않기 때문에 증발효율을 높이기 위한 환기와의 연동제어 기술, 냉수파이프 등을 이용한 제습 활용 기술, 저압포그 등 노즐 성능향상 기술 등이 상용화 되어있다.



유리온실 냉방패키지 1



유리온실 냉방패키지 2



유리온실 냉방패키지 3

냉방에너지 절감과 냉방효율 향상을 위해 근권부, 생장점 등 작물체 온도 민감부 대상 국소냉방기술이 상용되었으며, 토마토 과실부, 알스트로메리아 근권부, 축성 및 사계성 딸기의 관부, 여름재배 파프리카 근권부 등 다양한 작목과 작물기관에 대한 연구가 수행되었다.



그림 43. 축성재배 딸기 국소 냉·난방 기술

국내 온실은 다양한 재질의 차광막(스크린)을 온실 내부에 설치하여 하절기 차광, 동절기 보온의 목적으로 활용하고 있으며, 추가적으로 국산 차광도포제, 적외선 흡수/차단 필름 등 고온대응 기술 개발이 수행되고 있다.

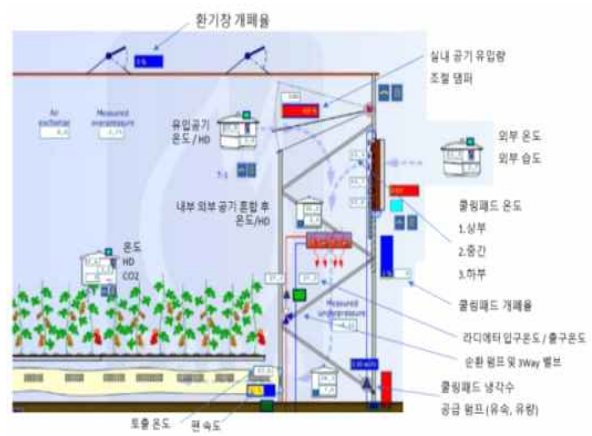
나) 해외 기술 수준 및 시장 현황

유럽, 미국 등 농업 선진국에서는 고온기 온실냉방을 위해 차광, 환기, 기화 냉각(포그, 미스트, 팬-패드)이 주로 이용되고 있으며, 히트펌프에 이용되는 공기열, 지중열, 수열(해수열, 하천수열 등)이 신재생 에너지원으로 온실에도 도입되고 있다 (주요 기업: 캐나다 KOOLJET, 미국 Delta T, 네덜란드 Certhon, 영국 CMW Horticulture, 일본 Nepon 등).

네덜란드의 KUBO, Van Der Hoven사 등에서 팬-패드, 믹싱밸브, 공조유닛 등으로 구성된 냉난방, 환기 복합환경관리가 가능한 반밀폐형 온실모델을 상용화하였다 (첨부 참조: 호주학자 반밀폐형온실 조사 보고서).



네덜란드형 반밀폐 온실 설치에



반밀폐 온실 세부 구성도

- 기술적 특징
 - * FAN&PAD 방식의 단점을 보완하였고, 온실 내 균일한 환경관리가 가능
 - * 습도가 낮은 곳에서 적합 (60% 이하일 경우)
- 반밀폐 온실 구동 원리
 - * 쿨링패드 상부 및 중부 하부 온도 편차를 통해 공급수량 조절 (편차가 크면 공급량 증가)
 - * 쿨링패드 개폐기를 통해 외부 공기 유입량 조절

일본은 2009년 히트펌프를 재생에너지에 포함, 에너지 공급구조 고도화법을 시행 중이며, 대기업 등 공조기 전문기업을 중심으로 원예시설용 히트펌프 모델을

개발하였다. 초기의 장미온실 냉난방을 시작으로 토마토, 파프리카, 감귤 등 다양한 작목으로 확대 보급하고 있으며, 하절기 야간냉방, 환절기 습도관리, 동절기 난방 등 다목적 공조기로 이용분야 확대중에 있다.

물절약형 냉방-수경재배를 위해 호주의 Port Augusta 지역에 20 ha 규모의 Sundrop farm이 설치되었으며, 집광형 태양광 발전(CSP, 39MW)으로 생산한 전기의 50%를 냉난방 공조에, 40%는 해수담수화에 사용하여 연간 15천톤의 토마토를 생산하고 있다.



그림 44. 호주 Sundrop farm

일본에서는 딸기 화아분화 촉진 및 연중재배를 위해 기화잠열 냉각베드를 이용한 근권부 냉방기술, 지하수 또는 히트펌프 냉방수를 이용한 딸기 관부 냉방기술 등이 개발되어 보급되고 있다. UAE의 ICBA (국제해수농업센터)에서는 팬앰패드 온실에 비해 물 및 에너지 효율이 각각 8배, 62배 높으며, 미스트 및 차광장치 등으로 구성된 그물온실 (Net greenhouse)을 개발하였다. 저온의 심층해수를 취수하여 팬앰패드와 열교환기에 공급함으로써, 온실의 효율적 냉방과 응축수 재이용이 가능한 해수온실 (Seawater greenhouse)이 개발되어 UAE와 오만 등에서 적용시험이 수행되었다.

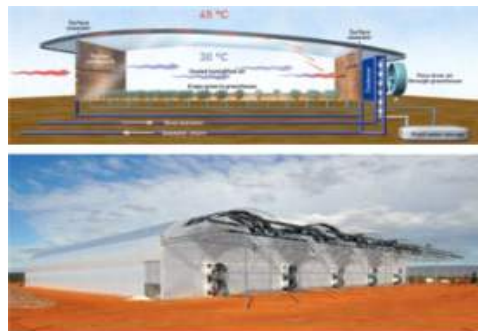


그림 45. 팬-패드 및 해수온실 예

최근 UAE에서는 일본에서 개발된 나노 기공을 가진 하이드로겔을 작물 수경재배 배지로 이용하는 필름 농법을 방울토마토 재배에 시험 적용하여, 물 및 농약 사용량이 절감되고 토마토 당도가 향상되었다고 보고되었다. 차광제를 온실 외부에 도포하여 시설 내로 유입되는 빛을 차단하여 온도상승을 억제하는 기술은 유럽, 미국 등 농업 선진국에서 활발한 연구가 진행 중이며, 아래와 같이 다양한 차광제가 출시되고 있다.



차광도포제 1



차광도포제 2



차광도포제 3



차광도포제 4

다) 냉방기술 및 물질약 수경재배 시스템 의견

UAE의 여름철 최고온도 45℃/습도 60% 이상 및 물질감의 설계조건을 감안한다면, 반밀폐형 온실 시스템의 설치 및 물질약 시스템의 설치가 필수적으로 판단되며, 최대한 국산자재를 활용하여 적용하기로 하였으며, 차광도포제보다 국내업체 개발 피복재인 IR산광필름을 적용하기로 하였다.

라) 유사과제 수행기관 개발 기술 적용 협의

한국형 순환식 수경재배시스템 개발 (농진청, 2017) 및 서울대 순환식 수경재배시스템(2014)을 검토하였다.

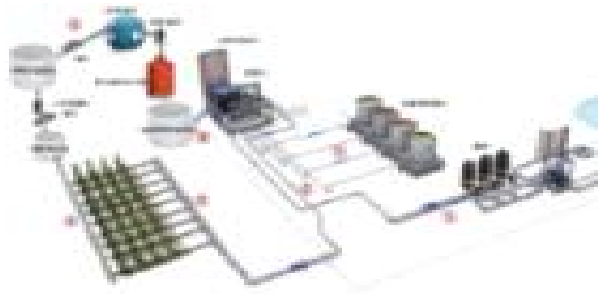


그림 46. 한국형 순환식 수경재배시스템

개발 배경으로 수경재배 농가 대부분 (95% 이상)은 비순환식 시스템으로 배출되는 양액의 잔여 비료 성분으로 인한 환경오염 및 비료의 불필요한 과다 사용이 문제되고 있다. 비순환식 수경재배에 따른 연간 환경부하량은 300일 재배, 30% 방출시 추정된 값으로 방출량은 물 6,000 ton/ha, 질소 10 ton/ha, 인 1 ton/ha, 탄소 배출량 3,285 ton/ha이다.

농진청은 2009년부터 물질약을 위한 발작물 물관리 기술을 수행하고 있으며, 생육시기 작물 계수 설정 및 물질약을 위한 물관리 지침 모델을 개발하였다. 배액회수 및 희석장치, 여과장치 및 살균장치, 양분의 조성농도 등 일부시스템을 비순환식에 추가로 설치하여 한국형 순환식 수경재배시스템을 개발하였다 (2005, 원예원 시설원시).

첨단원에 온실을 중심으로 모래여과, UV 살균 및 총 이온농도(EC) 기준에 따른 배액 희석비를 조정한 방식으로 배액의 재활용이 이루어지고 있다. 배액 배출의 최소화를 위해 수위센서에 의한 배액전극 급액 시스템, 유기배지용 함수량 측정센서(FDR 등)를 이용한 배지 내 양·수분 조절기술 등이 연구되고 있다 (2009~, 경남기술원, 서울시립대).

코이어 배지를 이용한 파프리카 순환식 수경재배 양액조성 개발과, 전기살균시스템

및 순환식 재활용 시스템 등 한국형 순환식 수경재배 연구를 수행하였다 (2017, 원예연 시설연). 작물 생체정보 모니터링을 위한 각종 장비 및 센서가 개발되고 있으나 실용적으로 사용되지는 못하고 있어 ICT 기술이 접목된 센서와 제어장치의 개발과 실용화 연구가 필요한 실정이다. 강진 ‘아트팜’, 논산 ‘팜산’, 화성 ‘우일팜’ 등의 대규모 파프리카, 토마토 생산 농가에서 적산 일사량 기준의 관수방법과 다양한 근권환경 측정 센서를 이용한 수분 정밀 기술이 도입 시행되고 있다.

시설채소의 생산성은 네덜란드에 비하여 아직은 낮은 수준이지만 작물 생산 환경 및 기반 기술 조성을 통하여 지속적으로 향상되고 있으며, 토마토 생육기 증산작용에 따른 줄기의 직경과 과일직경 및 엽온 측정 센서를 이용한 온실 복합환경 제어시스템이 완성되어 현장 적용되고 있다 ('18년, 서울대). 작물 수체 내 정보를 이용한 작물 생육정도 측정 시스템의 국산화를 유도하였다('15년). 최근 작물의 생체정보를 측정 개발하는 연구 지속 수행으로 작물 적용범위가 토마토와 파프리카까지 확대 적용되었다 (2018, 원예연). MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 및 나노기술의 통합을 이용한 최소침습 및 정밀 측정 구현에 필요한 기초 기술 확보하였다. 확보된 기초 기술을 이용하여 작물체 온도, 수액흐름 (sap flow), 수액 EC 정보 측정기술 개발하였다.

마) 농기평 연구과제 (농진청 최경리 박사, IHI 이용범 박사) 검토

- 과제명: 사막기후에 적합한 물질약형 작물재배기술 개발

구분	내 용
최종목표	한-UAE 공동과제 수행을 통한 물질약형 작물재배 기술 확립
세부목표	사막기후에 적합한 순환식 수경재배 양수분 관리기술 개발 사막형 기후 온실의 작물 수분 이용 모니터링 기술 고도화 사막지역 시설 과채류 온실재배 실증 및 성과분석 사막지역 온실 작물재배를 위한 순환식 수경재배 시스템 고도화

- 제1세부과제: 순환식 수경재배시스템의 작물별·작형별 최적 양수분 관리 기술 개발

<과채류 순환식 수경재배 양수분 관리 기술 국내실증 연구>

- 재배품목: 과채류
- 재배 방식: 순환식 수경재배
- 배양액: 순환식 및 비순환식 전용 배양액
 - * 재배배지: 암면 혹은 코이어
 - * 재배조건: UAE의 재배환경과 유사한 조건 투입
 - * 재배지역: 한국(국내 고온기 실증연구)
 - * 조사항목: 생육 및 수량, 배액의 무기이온 등

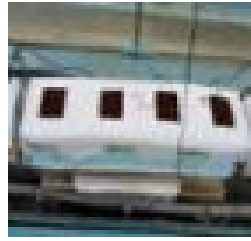
<과채류 순환식 수경재배 UAE 현지 실증 연구>

- 재배품목: 과채류
 - 재배 방식: 순환식 수경재배
 - 배양액 : 순환식 및 비순환식 전용 배양액
 - * 재배배지: 암면 혹은 코이어
 - * 재배지역: UAE 시험온실
 - * 조사항목: 생육 및 수량, 배액의 무기이온 등
- (참고) 농기평 과제 수행시 사용 센서 종류

수경재배 급액제어에서 사용하는 센서 종류는 다음과 같다.



일사량 센서



로드셀
(배지중량법)



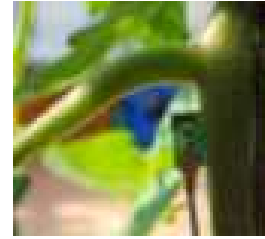
배액전극



FDR-국내
(협력 연구팀)



FDR-국내
(협력 연구팀)



물관수액흐름-국내
(협력 연구팀)

바) 순환식 수경재배 적용 결론

농진청 및 농기평 과제팀과의 협력으로 한국형 수경재배시스템 적용 및 시험수행하였다. 연관된 농기평 타과제인 순환식 과채류 수경재배 팀과의 협력으로 순환식 수경재배 시스템을 고도화하고 이를 물 부족한 UAE에서 맞춤형 스마트 수경재배 복합환경제어시스템 온실 운영 및 성과 분석을 통해 생산성과 물 절약 기술을 확보하고자 하였다.

사) 농진청 과제 (농진청 권진경 박사, 농수산대학 김동익 교수)

- 과제명: 사막기후 적용을 위한 온실 냉방시스템의 성능고도화 방안 연구
- 사막형 온실 적용 냉방 패키지 기술 설계요인 분석('19)
 - * 온실 냉방 관련 선행연구 분석 및 단위기술 특성 분석
 - * 온실 수분회수 및 습도관리 관련 선행연구 분석
 - * 시설원에 냉방 기술 활용현황 조사 및 개선방안 분석
 - * 냉방패키지 설계를 위한 재배환경 반영 냉방부하 분석
 - * 온실 냉방패키지 구성, 배치 및 용량 관련 설계

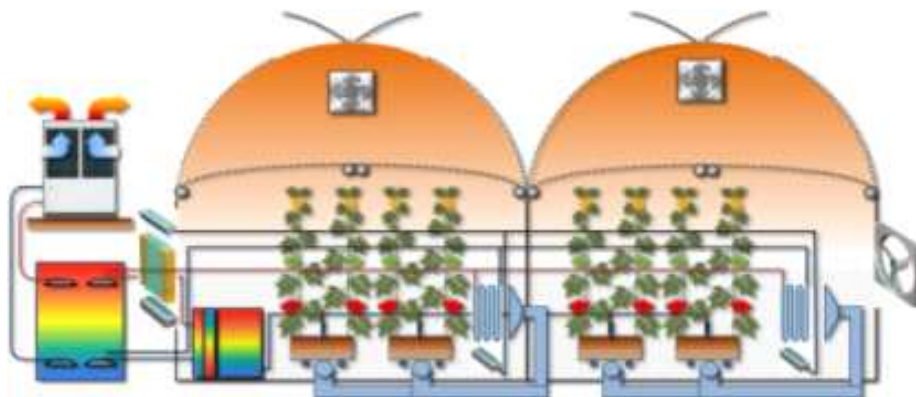


그림 47. 농진청 과제 사막형 온실 냉방패키지 및 용수질감 시스템 설계안

- 사막형 온실 냉방패키지 기술 성능시험('19)
- 증발냉방 및 냉각기 이용 냉방패키지 성능 평가
 - * 시험장소: 국내 시험재배 온실
 - * 시험요인: 증발 냉방, 국소 냉방, 양액냉각 운전 설정 조건
 - * 분석내용: 온실 환경, 양액온도, 배지온도, 에너지소비량 등
- 온실 수분회수 및 재이용 기술 성능 평가
 - * 시험장소: 국내 시험재배 온실
 - * 시험요인: 온실 온습도 조건, 응축기 표면온도 조건 등
 - * 분석내용: 수분회수 성능, 온실 용수 절감 성능 등
- 온실 냉방 패키지 기술 설계 및 운용관련 개선사항 도출
- 냉방 패키지 및 수분 회수 재이용 기술 설계 및 운전 타당성 검토
- 시스템 설계 및 운전 관련 개선사항 도출

국내 시험재배 온실 미확보로 상기 '19년 분석 및 성능시험은 '20년 UAE 현지에서 본 과제팀(그린플러스, 공사)의 온실 신설 후 동시 수행 예정이다.

- * 사막형 온실 냉방패키지 기술 현장 적용시험('20)
- 증발냉방 및 냉각기 이용 냉방패키지 성능평가
 - * 시험장소: UAE 사막형 재배 온실
 - * 분석내용: 온실 환경, 양액온도, 배지온도, 에너지 소비량 등
- 온실 수분회수 및 재이용 기술 성능 평가
 - * 시험장소: UAE 사막형 재배 온실
 - * 분석내용: 수분회수 성능, 온실 용수 절감 성능 등
- 온실 냉방 패키지 기술 설계 및 운용 기준 제시
- 냉방 패키지 및 수분 회수 재이용 기술 적정 설계 및 운전기준 도출
- 사막기후 온실 운용관련 개선사항 도출
- 사막형 온실 냉방패키지 기술 적용 결론
- 농진청 및 농기평 과제팀과의 협력으로 사막형 온실 냉방패키지 적용 및 공동 시험수행 진행.

사) 사막기후 적응형 온실 설계(안) 도출('19.10.23 합동회의)

- 일시/장소: '19.10.23/ 그린플러스 본사 회의실
- 협의 안건: 사막기후 적응형 온실 설계(안) 도출
- 참석자: 그린플러스 정순태 이사 등 4인, 우원엠앤이 황동곤 본부장 등 2인, 公社 이창욱, 농진청 권진경 박사, 농수산대학 김동익 교수, IHI(국제 시설원에 연구소) 이용범박사 등 2인,
 - * 1차 UAE 현지 조사결과를 토대로 연관 관련 조사자 결과 공유 및 온실 설계(안) 협의



유사과제 관련자 협의

사) 현지 조사 출장 ('19.09.21~23, 국내유관기관 및 현지기관 회의 주관)

협의결과	농식품안전청(ADAFSA) 협의 및 대상부지 현장확인
<ul style="list-style-type: none"> ○ 설치 예정인 사막형 스마트온실의 기본계획(온실구조 및 냉방시설, 주요설비 등) 설명 ○ 연구단지 내 기반시설(전기, 관개용수, 접근로) 확보로 온실 설치를 위한 기반여건 양호 ○ 재배작물은 오이로 결정하고, 품종은 4개 재배(한국 측 추천 2, UAE 추천 2) ○ 한국 재배전문가 UAE 현지 파견하고, 재배 전문가 보조인력은 UAE 협조 ○ 재배용수는 염분제거 처리된 정부 제공 상수도 공급 예정 ○ 현지 온실시공 관련 인·허가 및 각종 세금(관세, 부가세) 해당없음 ○ 통관을 위한 행정절차가 필요하므로 ADAFSA에 1개월 전 통관서류 제출 요망 	



ADAFSA 전체 수행과제 설명(이창욱)



Al Kuwaitate 연구센터 내 시험온실 설치 부지



세부 질의응답 진행(김경수)



Bani Yas 연구센터내 네덜란드 온실



과제관련자 전체사진(농진청 포함)



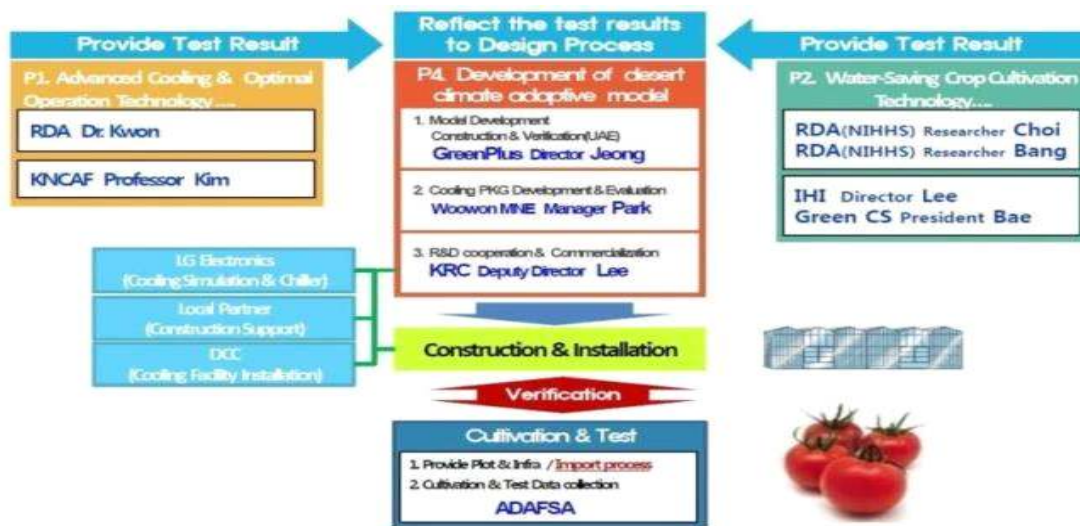
Alfafa 농장 방문

아) 현지 전체과제 발표: Development of desert climate adaptive model

The presentation consists of 14 slides:

- Slide 1:** 4 Development of desert climate adaptive smart greenhouse...
- Slide 2:** 1.1 Project Background(1) - CHALLENGES
- Slide 3:** 1.2 Project Background(2) - The Need for the R&D Project
- Slide 4:** 2.1 Project Description(1)- Process - Function Breakdown as R&D partner
- Slide 5:** 2.2 Project Description(2)- Each Project - Overview of the smart greenhouse
- Slide 6:** 3.1 Greenhouse Spec. for local adaptation - Development of smart greenhouses
- Slide 7:** 3.2 Cooling Simulation & System Selection - Cooling Load Capacity Calculation & System selection
- Slide 8:** 3.3. Cooling PKG- Passive/Active combinations concept - Smart Cooling PKG contribution Scheme
- Slide 9:** 3.4 Cooling PKG- Passive/Active combination effects - Cooling Performance example by each technology
- Slide 10:** 4.1 Drawing For DRAFT(1) - Plan view
- Slide 11:** 4.2 Drawing For DRAFT (2, a cross section) - Cross-section view
- Slide 12:** 5. The Project Strategy & Timeline - Project Strategy and Gantt chart
- Slide 13:** 6. Min. Requirements - Minimum user requirements
- Slide 14:** Q & A ? - Summary and contact information

(참고) ADAFSA(농수산안전청) 기술과제별 수행구조



농수산안전청 기술과제별 국내 수행기관 구조

자) 농식품안전청 과제관련 국내유관기관 현지 회의 주관

협의결과	농식품안전청(ADAFSA) 과제 국내수행기관 현지 협의
○ 일시/장소: '19.09.24. 13:00~ 16:00/ 한인 게스트하우스	
○ 현지 회의 목적: 농수산안전청(ADAFSA) 과제 수행방안 등 의견통합	
○ 참석자	
- 1번과제, 2번과제: 농진청 권진경 박사, 한국농수산대학 김동익 박사 등 11명	
- 4번과제: 그린플러스 정순태 이사, 우원엠앤이 황동곤 본부장, 공사 등 7명	
○ 주요 내용	
- 사업 대상온실 현장 확인 결과 공유	
- 수행기관 과제별 역할 및 상호 협력 방안 협의	
- 재배관련 협의(작물, 작기, 시험평가, 재배 등)	



대상 부지 확인(전체 과제 수행자)



전체과제 수행자 현지 회의

2-3. 연구개발의 수행 과정 및 수행 내용(2차년도: 그린플러스)

○ 연구개발 목표

- 주관연구기관(그린플러스)

2차년도 연구개발 목표		2차년도 개발 내용 및 범위
1	현지 온실 리모델링 시공	· 설계도서를 바탕으로 한 현지 리모델링 시공 · 리모델링 온실의 골조 시공 · 내부 설비(재배설비, 양액, 온도조절 등)설치
2	현지 온실 리모델링을 통한 설계도 및 시방서 등 설계도서 보완	· 현장 시공을 통한 설계도, 시방서 및 내역서의 보완 · 현장 여건을 고려한 사막형 온실 리모델링 모델의 개선
3	리모델링 온실의 작물 재배 데이터, 온습도 변화, 수확량 증대 조사	· 온실 내부 환경 측정 및 분석 · 재배실증 데이터 수집을 통한 작물 상태 및 수확량 분석
4	리모델링 온실의 성능 평가	· 현지 리모델링 시공성 평가 · 현지 관행 온실과의 내부 환경 유지능력 등 비교 분석
5	사막형 온실 리모델링 모델의 시공, 운영 매뉴얼 작성	· 현지 리모델링 온실의 시공매뉴얼 작성 · 현지 리모델링 온실의 운영 및 관리 매뉴얼 작성

(1) 현지 온실 리모델링 시공

(가) 설계도서를 바탕으로 한 현지 리모델링 시공

1) 설계도 바탕으로 UAE 현지 리모델링 온실 시공

적은 물 소비량, 생산비용 절감, 초기 투자비용 절감을 위한 UAE 현지 관행온실을 바탕으로 리모델링 온실을 시공하였다. 관행온실(네트 하우스)은 별도의 냉방 설비가 없어, 리모델링 온실을 시공할 때 온실 내부 온도를 절감시키기 위해 천창스크린, 팬코일 유닛을 설치하였으며, 온도와 습도 사용되는 부품, 조립재, 피복재 및 환기 시스템을 설치하고 설계자료를 바탕으로 하여 리모델링 온실을 시공하였다.

현지 리모델링온실은 외부피복 및 차광스크린 철거 - 내부시설 철거 - 철골 증축(기둥) - 피복공사 - 천창 및 수평장치 공사 - 온실제어(내외부 설비)공사 순으로 이루어졌으며, 다음과 같다



외부피복 및 차광스크린 철거



내부시설 철거



철골 증축 (기둥)



피복공사



천창개폐공사



수평커튼장치공사



포그시스템 공사



온실 제어공사

그림 48. UAE 리모델링온실 시공 공정

설계도를 바탕으로 한 현지 리모델링 온실에서 시행되는 공정을 요약하면 다음과 같다.

표 3. UAE 리모델링 온실 시행된 공정명과 공정개요

공정명	공정 개요
1. 외부피복 및 차광스크린 철거	온실의 관행온실의 외부 피복 철거 및 내부 방충망과 차광스크린 철거
2. 내부시설 철거	관행온실의 관수자재 철거 및 재배배드 및 배수 시설 일부 철거
3. 철골 증축 (기둥)	기존에 사용하던 기둥을 절단하여 추가된 기둥과 결합하기 전 목표 높이까지 높인 후 가설치 한 후 수평을 맞춰 기초 기둥에 설치
4. 피복공사	온실 측창에 해충 등 외부 유입 차단 방충망 및 온실지붕 알루미늄 차광스크린 설치
5. 천창개폐공사	지붕 용마루 중심 좌우로 창을 설치하여 모터로 자동, 수동 개폐함
6. 수평커튼장치공사	온실 외부, 온실 내부 천정의 상하 차광스크린 설치 모터로 작동, 수동 개폐함(시간에 따라 제어 가능)
7. 포그시스템 공사	포그시스템 : 건조한 공기에 가습, 내부 공기 냉각 기능
8. 온실 제어공사	복합환경 제어시스템, 양액 등 온실 내부환경을 조절할 수 있는 장치의 연계작동에 관한 공사
8-1. 양액공급장치	온실내부 식물에 영양액 공급 장치를 설치하여 식물에 영양분을 공급하는 장치
8-2. 복합환경 제어시스템	위의 각종장치(온실내부 장치, 양액공급장치 등)를 센서와 시간에 의해 감지하여 자동, 수동으로 제어하는 시스템(컴퓨터에 의한 제어)

가) 리모델링 온실 구성

현지 리모델링 온실의 기본 규격은 16 m(폭 16 m×2 지붕식), 높이 4.45 m의 양지붕형으로 리모델링하였으며, 피복재는 Pad 필름, Agron Cool 필름, PO 필름을

사용하였으며, 측면도와 평면도는 다음과 같다.

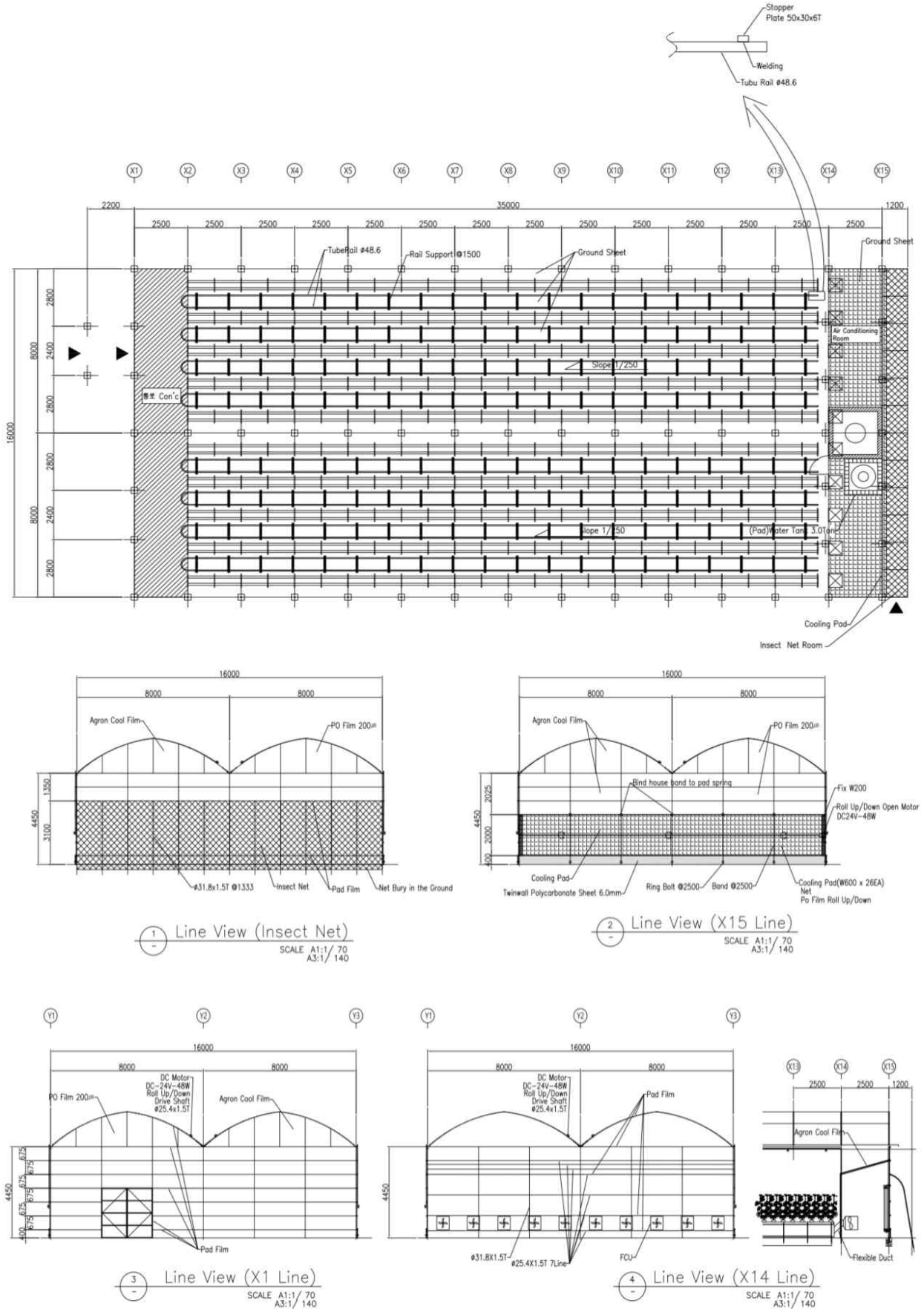


그림 49. UAE에서 리모델링 온실의 구성 평면도

UAE 현지 기온이 고온 건조한 기후이기 때문에 작물의 온도를 낮춰주기 위해 행잉거터를 적용하였으며, 뿌리의 온도를 낮춰주기 위해 거터 밑으로 팬코일유닛을

설치하였다.

- 리모델링 온실 측벽 구성

리모델링 온실의 측벽은 네트구조로 되어있는 Insect Net 와 주로 사용된 피복재는 Agron Cool 필름 (250 μm), PO 필름 (200 μm)으로 피복하여 공기의 흐름을 원활하게 흐르도록 구축하였다.

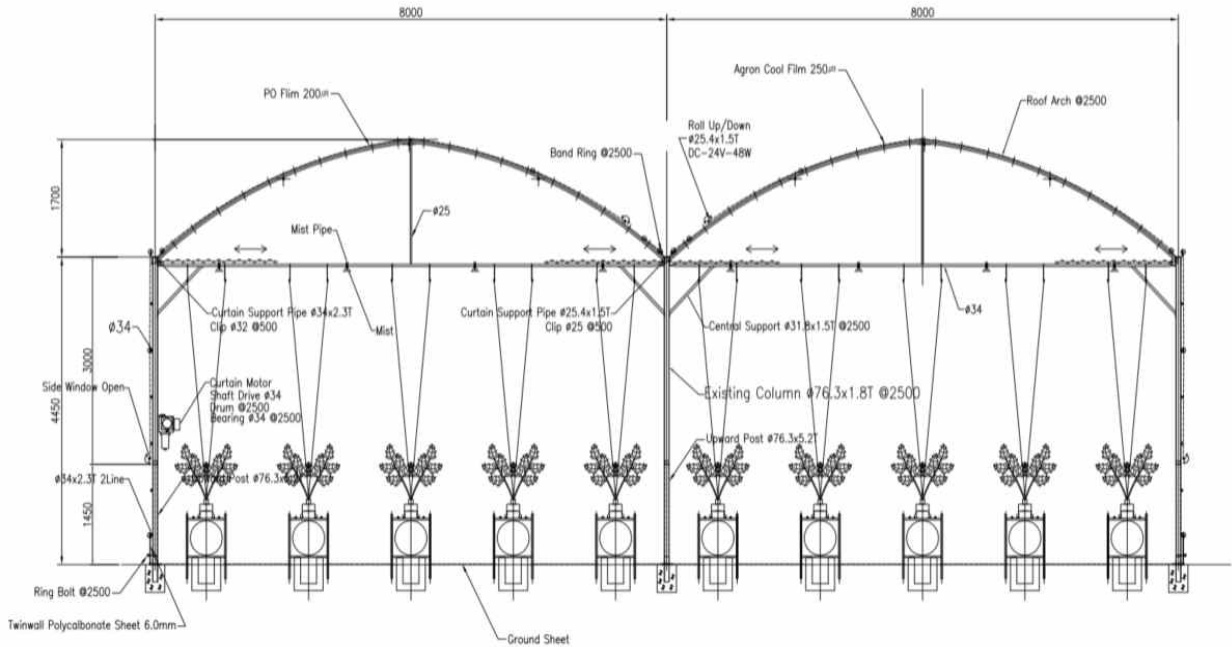


그림 50. UAE에서 리모델링 온실의 구성 측면도



그림 51. UAE 리모델링 온실의 구성

나) 리모델링 온실 환경관리를 위한 시스템 구성

UAE현지 리모델링 온실의 내부 온도를 낮춰주기 위한 피복재로 Agron Cool 필름을 이용하였으며, 천창의 환기를 위하여 DC 구동장치를 설치하였다. 리모델링 온실 내부에서 Mist를 사용하기 위해, Mist Pipe를 천창에 설치하였고, 측창에는 온실 내부의 순환을 유도시키기 위해 Curtain Motor를 설치하였다. 온실 내부 바닥에는 내부 환경을 청결하게 유지하기 위해 그라운드 시트를 설치하였으며, 설계도는 다음과 같다.

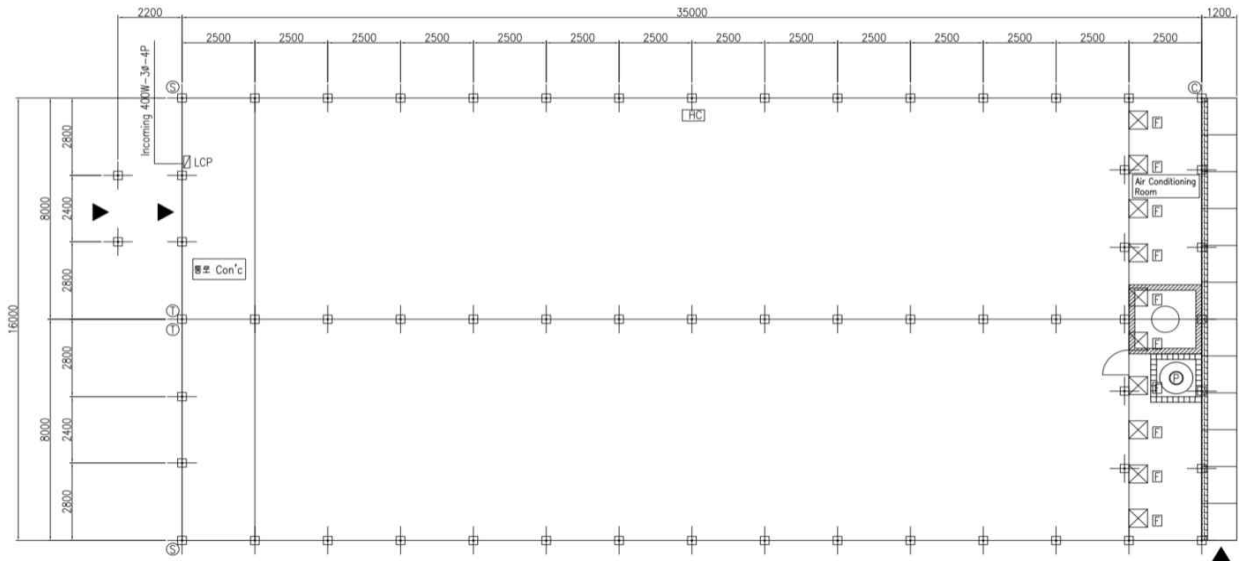


그림 52. UAE 리모델링 온실 내부 설계도



그림 53. UAE 리모델링 온실의 Mist 시스템 및 그라운드시트

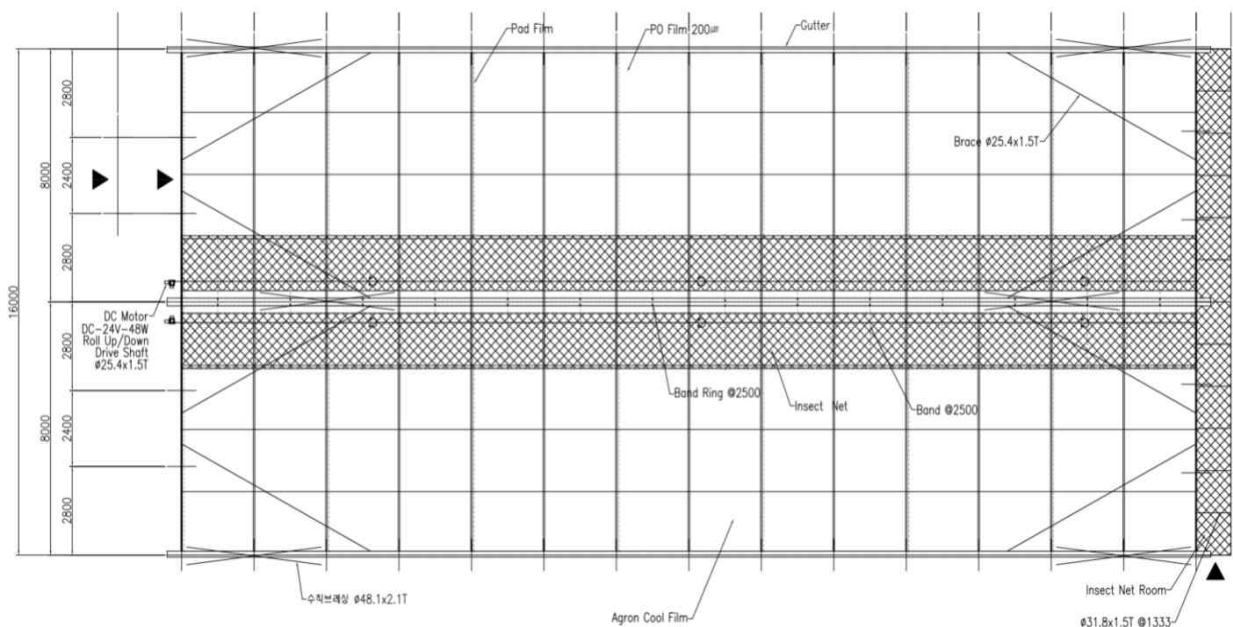
표 4. UAE 리모델링 온실 환경관리 내부 구성 요소

표식	구성	Standard	수량	전기 부하
HC	Screen Open Motor	380V-3Φ-400W	1	400
Ⓢ	Side Window Open Motor	DC24V-48W	2	96
Ⓣ	Top Vent Open Motor	DC24V-48W	2	96
Ⓒ	PAD Side Window Open Motor	DC24V-48W	1	48
F	Fan Coil Unit	400V-3Φ-750W	10	7,500
P	PAD Pump	400V-3Φ-950W	1	950
total				9,050+α

(나) 리모델링 온실의 골조 시공

1) UAE 리모델링 온실의 골조 시공

관행온실을 리모델링하기 때문에 수직브레싱(Φ48.1×2.1T)를 이용하여 온실의 기둥 프레임을 고정시켰으며, 브래스(Brace, Φ25.4×1.5T)를 이용하여 온실을 고정시켰으며, 다음 그림과 같다.



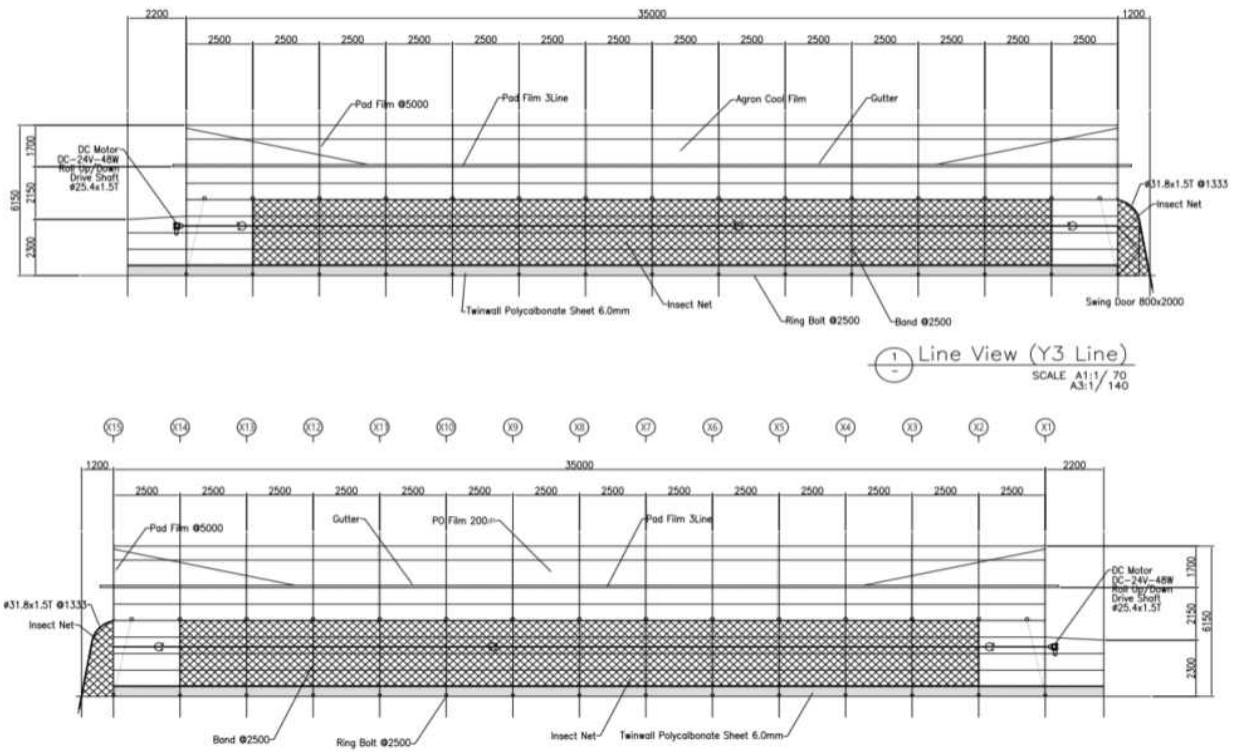


그림 54. UAE 리모델링 온실의 골조 시공

연동으로 되어 있는 리모델링 온실은 중앙 서포트 파이프($\phi 31.8 \times 1.5T @ 2500$)을 이용하여 중앙 기둥과 온실 지붕을 고정시켰다.



그림 55. UAE 리모델링 온실의 골조 시공

(다) 내부 설비(재배설비, 양액, 온도조절 등)설치

1) UAE 리모델링 온실의 내부 필요 설비 설치

UAE 리모델링 온실에서 작물을 재배하기 위해 내부 필요 설비(재배베드, 양액시스템, 온도조절장치)를 설치하였다.

- 행잉거터

행잉거터는 고정식으로 진행하였으며, 지면으로부터 약 00 cm 위로 배지를 올렸으며, 작물이 유인할 수 있는 유인줄을 설치하였으며, 다음 그림과 같다.

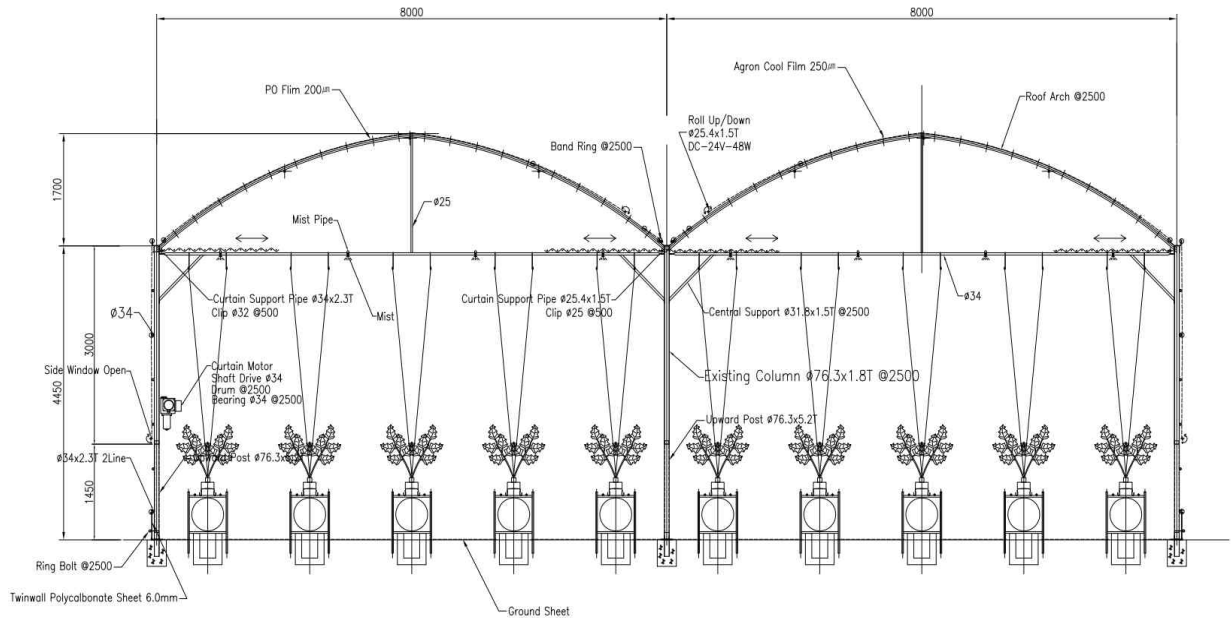


그림 56. UAE 리모델링 온실의 재배실 설계도 및 재배실

- FCU(Fan Coil Unit)

행잉거터 밑으로는 FCU와 덕트를 이용하여 공기의 흐름이 원활하게 이동할 수 있을 뿐만 아니라, 작물 주변의 온도도 낮춰주기 위해 설치하였으며 다음 그림과 같다.

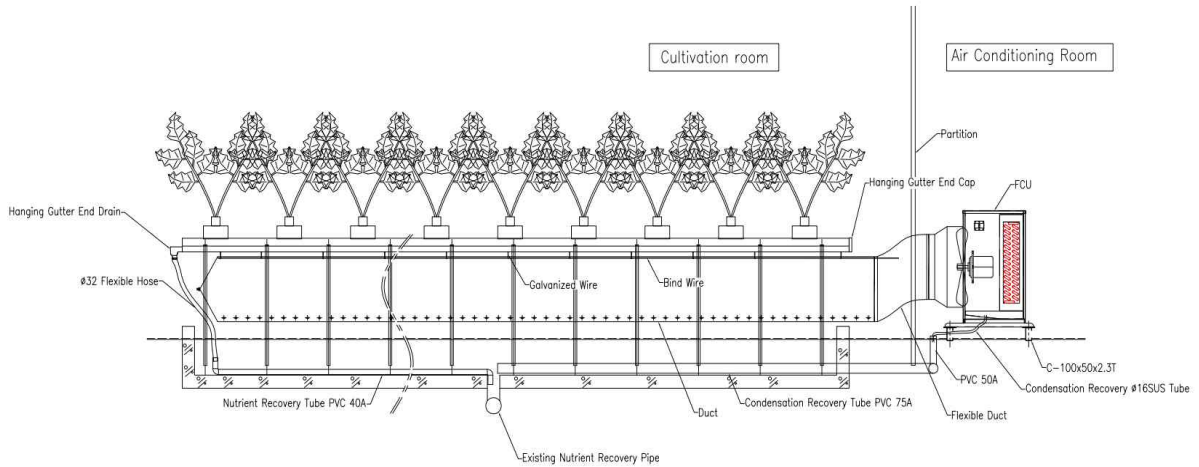


그림 57. UAE 리모델링 온실에서 사용된 FCU구조 및 상세 설계도면



그림 58. UAE 리모델링 온실에서 사용된 FCU 및 덕트

- 쿨링패드

리모델링 온실의 온도를 낮추기 위해 개선된 쿨링패드를 이용하여 온실 내부의 온도를 낮추고자 하였다. 쿨링패드는 물을 흐르도록 설비를 진행하였으며, 쿨링패드의 내부를 낮추는 방식은 물이 흐르는 쿨링패드로 외부의 공기가 유입이 되면, 외부에서 유입된 뜨거운 공기는 차갑게 온도가 내려가며, 냉각된 공기는 다시 FCU로 들어가 온실 내부 및 작물 뿌리 주변의 온도를 낮추는 역할을 한다. 쿨링패드에서 흐르는 물은 순환되어 물 절약이 될 뿐만 아니라 온실 내부의 온도를 낮춰주는 역할을 동시에 진행함으로써, UAE 현지에서 유용하게 사용될 것으로 사료되며, 다음과 같다.

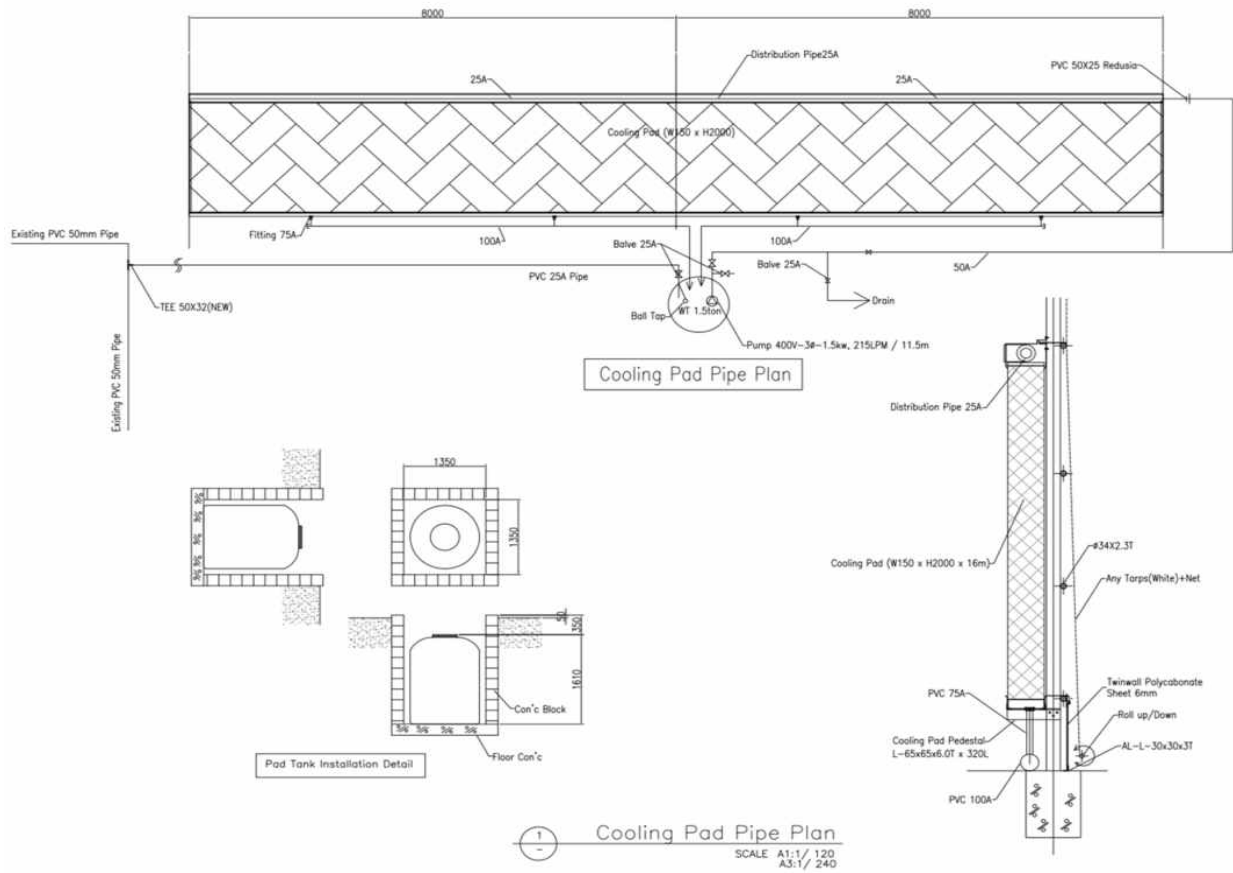


그림 59. UAE 리모델링 온실에서 사용된 FCU 및 덕트

- 튜브레일

튜브레일은 리모델링 온실 재배실의 작물 행잉거터 사이에 U자 모형으로 생긴

레일이며, 이는 작물의 재배 관리 및 작물 수확 시, 편리하게 이동할 수 있는 레일이다. 또한 튜브레일 안쪽에 물이 흐를 수 있게 만들어 레일 주변의 온도를 낮춰주는 역할로도 사용되며, 다음 그림과 같다.

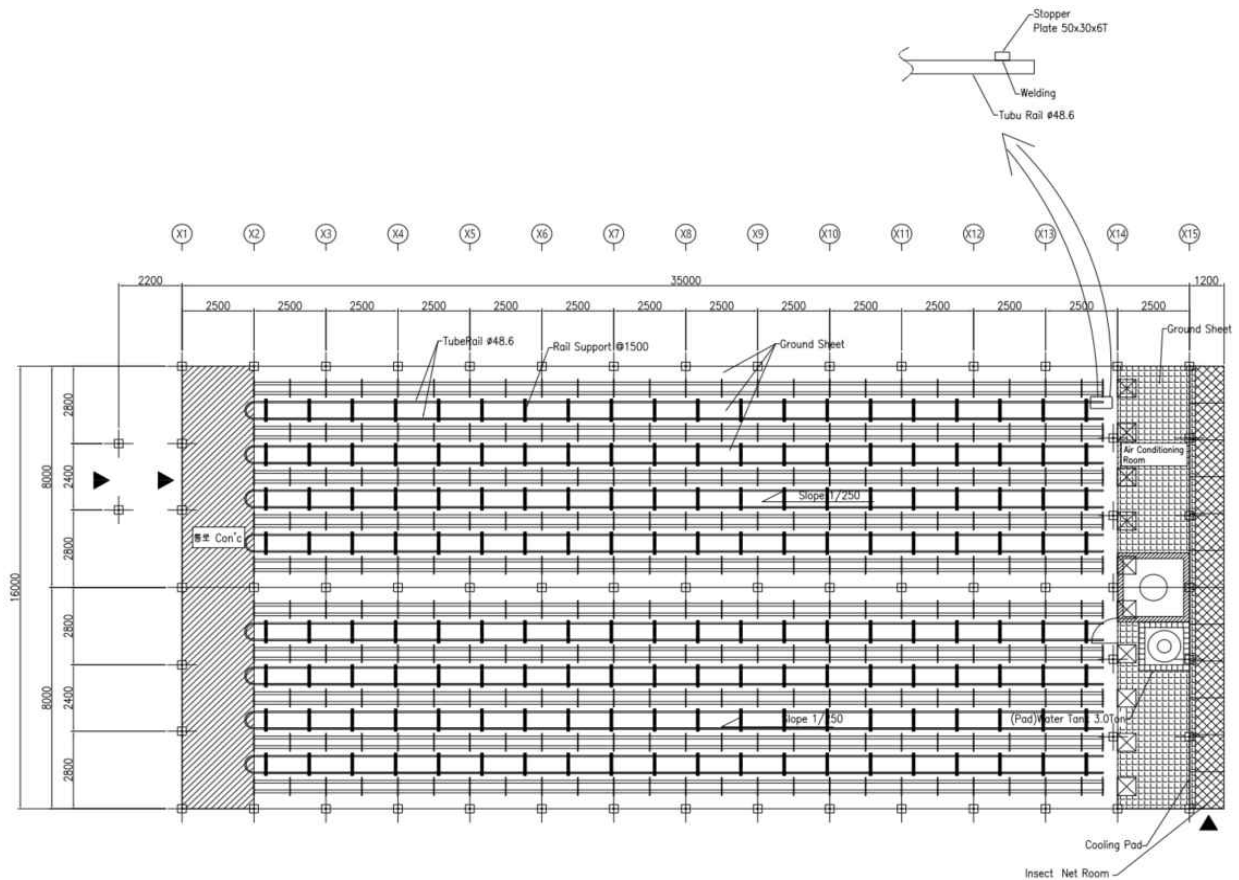


그림 60. UAE 리모델링 온실에서 사용된 튜브레일 구조 및 상세 설계도면



그림 61. UAE 온실에서 사용된 튜브레일 및 작업 상하차

- 양액시스템

양액시스템은 관수구역별 관수시간 및 관수 시간 조절을 해주는 시스템으로 자동 또는 수동, 압력계, EC센서, 수위조절 밸브, 에어 밸브 등 다양한 장치들로 구성되어 있으며, 리모델링 온실 내 설치된 양액시스템은 다음과 같다.



그림 62. UAE 리모델링 온실에서 설치된 양액시스템

- 수평스크린

아랍에미레이트(UAE)는 일사량이 높은 지역이기 때문에 작물의 재배가 원활하게 하기 위해서는 일사량 조절이 필요하다. 그렇기 때문에 수평스크린을 설치하여 리모델링 온실의 내부 온도를 낮추는 역할로 사용되며, DC모터를 이용하여 수평스크린의 개폐여부를 작동시킨다.

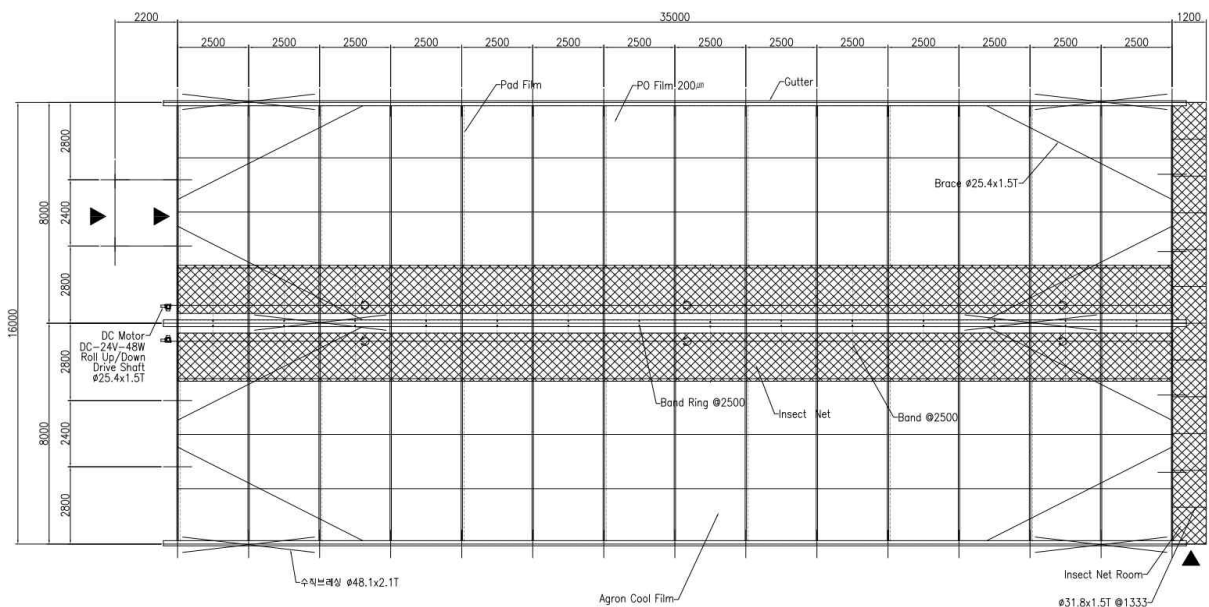
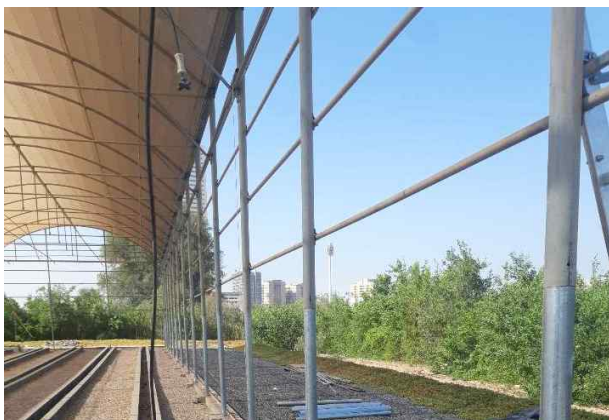




그림 63. UAE 리모델링 온실 수평스크린 설계도와 현지 온실 수평스크린 설치



관행 온실 부분 철거



측고인상 및 철골 공사



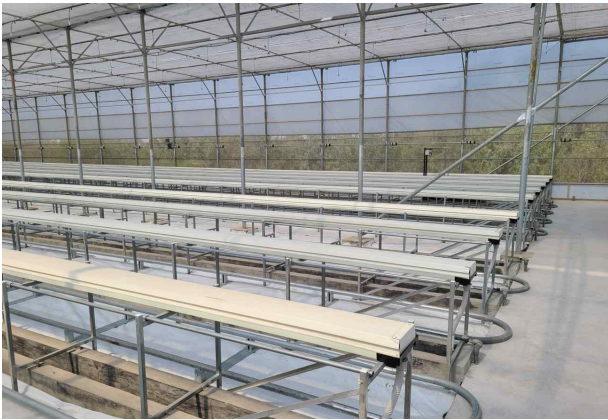
측고인상 및 철골 공사



스크린 공사



재배시스템 공사



재배시스템 공사



피복 공사



피복 공사



냉방설비 공사



전기공사





복합환경제어 시스템 설치 공사



재배테스트

그림 64.온실 리모델링 시공 전체 공정 사진


(2) 현지 온실 리모델링을 통한 설계도 및 시방서 등 설계도서 보완

(가) 현장 시공을 통한 설계도, 시방서 및 내역서의 보완

1) UAE 현지 시공을 통한 설계도, 시방서 및 내역서 보완

현지 리모델링 온실 시공을 통한 설계도는 다음과 같으며, 설계도를 바탕으로 UAE 현지 관행온실을 리모델링 온실로 시공하였다.

Remodeling Model of Desert Area Greenhouse



GREENPLUS CO.,LTD.
 TEL: 041)332-6421
 FAX: 041)332-6429
 www.greenplus.co.kr

List of Drawings

NO	Drawing no.	Drawing Title	Scale	Note
1	A-001	List of Drawing	N/C	
2	A-002	Remodeling Main Layout	1/100	
3	A-003	Roof Plan	1/100	
4	A-004	Elevation	1/100	
5	A-005	Section	1/100	
6	A-006	Main Section Detail	1/20	
7	A-007	Control Room Plan	1/20	
8	A-008	Harvest Solar Storage Plan	1/20	
9	A-009	Control Room Plan	1/20	
10	A-010	Storage And Conduction Detail	1/20	
11	A-011	Hot Air Ventilation Detail	1/20	
12	A-012	Plant Arrangement Plan	1/20	
13	A-013	Greenhouse Control Panel	N/C	
14	A-014	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
15	A-015	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
16	A-016	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
17	A-017	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
18	A-018	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
19	A-019	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
20	A-020	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
21	A-021	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
22	A-022	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
23	A-023	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
24	A-024	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
25	A-025	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
26	A-026	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
27	A-027	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
28	A-028	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
29	A-029	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	
30	A-030	Greenhouse Control Panel Connection Diagram	N/C	

Remodeling House

Design: 2017/06/01
 Date: 2017/06/01
 Scale: 1/100
 Sheet No. 1/1
 List of Drawing
 A-001

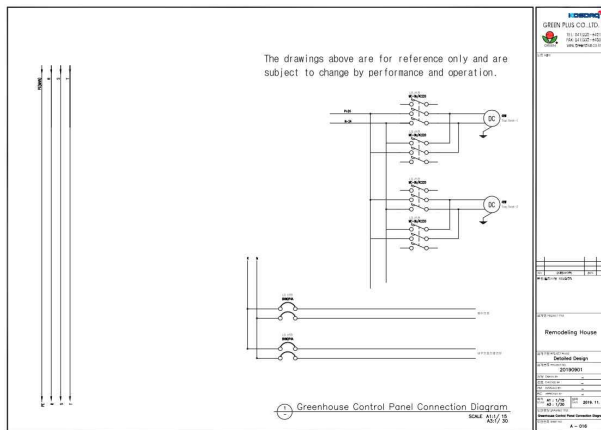
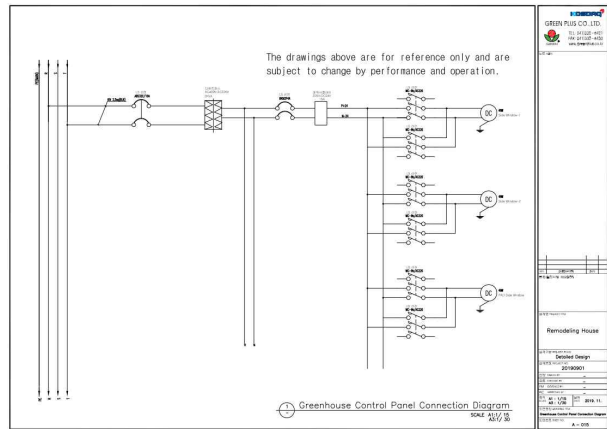
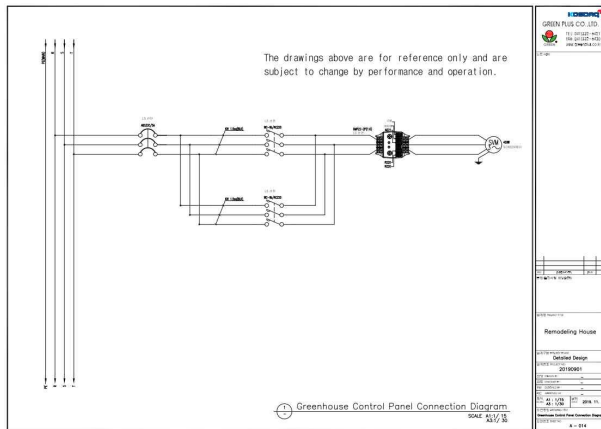
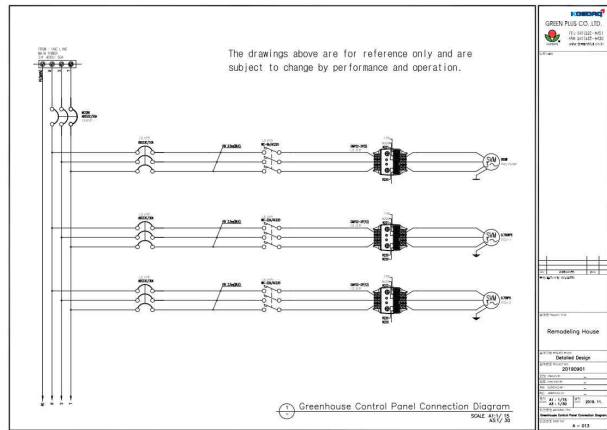
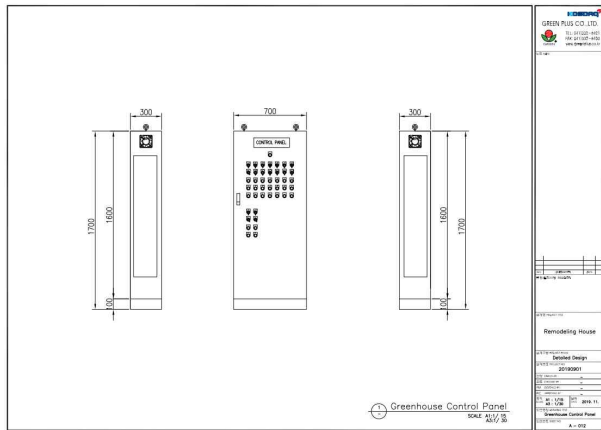
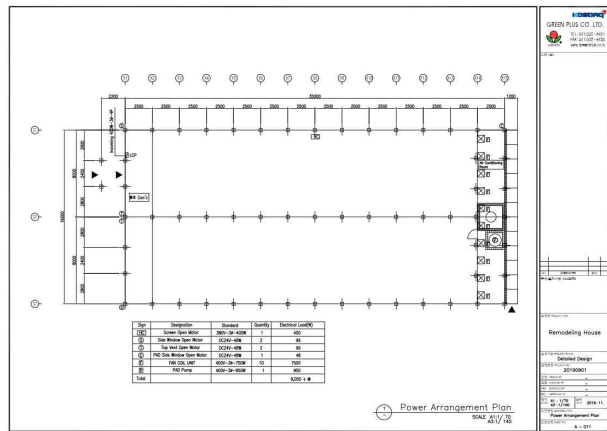
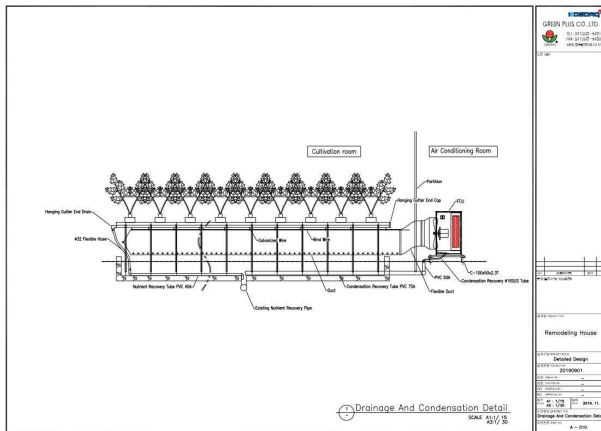


그림 65. UAE 리모델링 온실 설계도

(나) 현장 여건을 고려한 사막형 온실 리모델링 모델의 개선

1) UAE 현지 여건을 고려한 사막형 온실 리모델링 모델의 개선사항

UAE 현지 여건을 고려하여 관행형 온실을 사막형 리모델링 온실로 개선하기 위한 사항으로 현지 출장 후 관계자 및 현지 관련 담당자와 논의 후 개선사항을

확인하였으며, 다음과 같다.

표 5. UAE 리모델링 온실의 개선 필요사항 및 보완내용

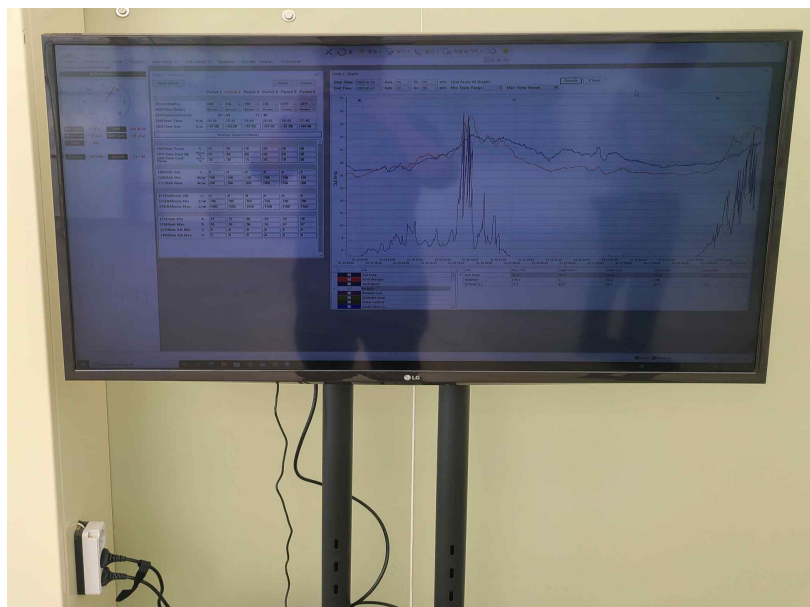
순번	개선 필요 내용	보완 내용
1	포그 설비 관련 일부 낙수현상 수정 요청	포그 설비 교체 재료 준비 및 보완 시공 예정(2022년 3월)
2	하절기 극고온 조건을 고려한 냉방설비 추가 필요	FCU 및 히트펌프 배관 연결을 통해 냉방 능력 강화
3	비닐덕트의 취출구의 방향 변경 필요	비닐덕트 취출구를 변경하여 설치 예정 (22년 2월)
4	온실 복합환경제어 추가 설치 필요	온실 복합환경제어 추가 설치 완료 (21년 11월)

(3) 리모델링 온실의 작물 재배 데이터, 온습도 변화, 수확량 증대 조사

(가) 온실 내부 환경 측정 및 분석

1) 리모델링 온실 내부 환경 데이터 측정 및 분석

팬앤패드 PC온실과 리모델링 온실의 내부 환경데이터를 측정하기 위해 지난 1월 5일부터 19일까지 UAE 알아인 지역에 구축된 테스트베드를 방문하여 환경 데이터를 측정 및 분석을 진행하였다. 1월부터 12월까지의 데이터를 확보하려 하였으나, 리모델링 온실의 준공 일정이 늦어져 11월부터~1월 10일까지의 데이터를 확보하였다. 데이터 측정 기기와 프로그램은 그린씨에스의 그린 컨트롤 시스템 마그마 프로그램을 이용 하였으며, 다음 그림과 같다.



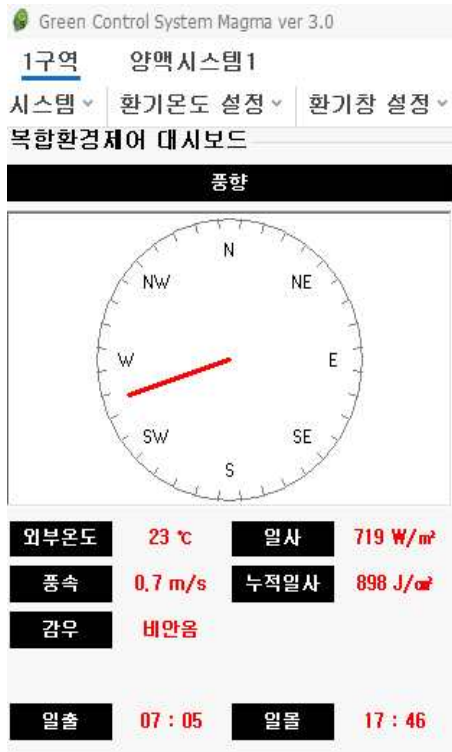


그림 66. UAE에서 사용되는 환경 분석프로그램(그린씨에스 제품의 그린컨트롤 시스템 마그마 프로그램)

그린컨트롤 시스템 마그마 프로그램에서는 11월부터 1월 10일까지의 데이터를 확인하였으며, 시간에 따른 월별 외부, 내부 온도와 날짜에 따른 외부, 내부 온도를 확인하였다. 시간에 따른 월별 외부, 외부 온도를 확인한 결과 11월, 12월, 1월의 가장 온도가 낮은 시간대는 오전 7시, 가장 높은 온도의 시간대는 오후 3시였으며, 11월 외부 최저온도는 20.1°C, 최고 31.4°C이다. 12월의 외부 최저온도는 16.5°C, 최고 26.5°C, 1월의 외부 최저온도는 14.2°C, 최고 22.1°C이다. 11월 내부 최저온도는 20.0°C, 최고 35.0°C이다. 12월의 내부 최저온도는 15.9°C, 최고 28.2°C, 1월의 내부 최저온도는 14.5°C, 최고 25.3°C이다.

표 6. UAE 리모델링 온실의 시간에 따른 월별 외부, 내부 온도

월	시간	외부온도	내부온도	월	시간	외부온도	내부온도	월	시간	외부온도	내부온도
11월	오전 12:00	22.72	22.32	12월	오전 12:00	18.99	17.93	1월 10일	오전 12:00	16.77	16.06
	오전 1:00	22.08	21.77		오전 1:00	18.31	17.57		오전 1:00	16.30	15.71
	오전 2:00	21.51	21.27		오전 2:00	17.63	17.06		오전 2:00	15.84	15.43
	오전 3:00	20.92	20.85		오전 3:00	17.01	16.63		오전 3:00	15.56	15.28
	오전 4:00	20.57	20.47		오전 4:00	16.83	16.29		오전 4:00	15.03	15.13
	오전 5:00	20.21	20.15		오전 5:00	16.54	16.02		오전 5:00	14.73	14.97
	오전 6:00	20.18	19.99		오전 6:00	16.65	15.95		오전 6:00	14.49	14.68
	오전 7:00	20.12	20.15		오전 7:00	16.49	15.93		오전 7:00	14.24	14.54
	오전 8:00	22.69	23.47		오전 8:00	18.00	18.12		오전 8:00	14.83	16.01
	오전 9:00	25.70	27.42		오전 9:00	21.06	22.68		오전 9:00	17.29	20.66
	오전 10:00	27.58	30.74		오전 10:00	22.70	24.87		오전 10:00	18.55	22.89
	오전 11:00	29.05	33.68		오전 11:00	24.01	26.67		오전 11:00	19.40	22.97
오후 12:00	30.17	34.57	오후 12:00	24.95	27.51	오후 12:00	19.93	23.32			

오후 1:00	30.92	35.04	오후 1:00	25.85	28.17	오후 1:00	20.93	25.26
오후 2:00	31.28	34.88	오후 2:00	26.24	27.87	오후 2:00	21.86	25.05
오후 3:00	31.43	33.61	오후 3:00	26.51	27.56	오후 3:00	22.10	24.68
오후 4:00	31.17	31.71	오후 4:00	26.36	26.09	오후 4:00	22.14	24.00
오후 5:00	30.08	29.21	오후 5:00	25.55	24.40	오후 5:00	21.59	22.16
오후 6:00	28.63	26.74	오후 6:00	23.94	21.98	오후 6:00	20.60	19.60
오후 7:00	27.40	25.70	오후 7:00	22.94	20.84	오후 7:00	19.86	18.40
오후 8:00	26.15	24.74	오후 8:00	22.09	20.08	오후 8:00	18.86	17.49
오후 9:00	25.16	24.03	오후 9:00	21.16	19.47	오후 9:00	18.08	17.00
오후 10:00	24.24	23.39	오후 10:00	20.37	18.98	오후 10:00	17.72	16.71
오후 11:00	23.45	22.93	오후 11:00	19.53	18.44	오후 11:00	17.20	16.34

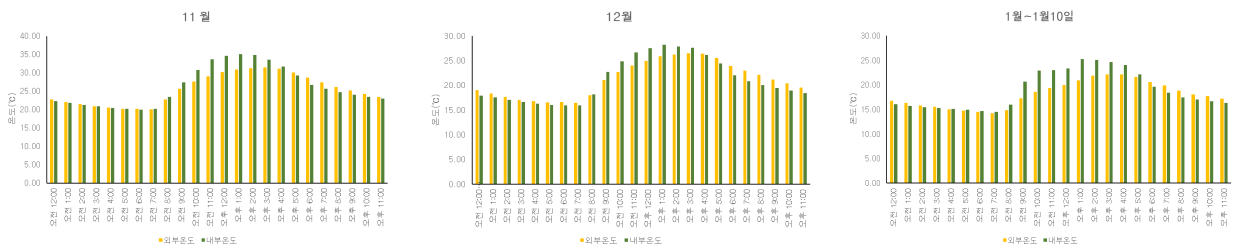


그림 67. UAE 리모델링 온실의 시간에 따른 월별 외부, 내부 온도

외부와 내부의 온도 차이는 큰 차이를 보이지 않았으며, 11월까지 2시경 최대 30°C 이상의 높은 온도로 상승한 후, 오전 7시경 최저 20°C로 하강하였다. 12월부터는 온도가 점차 낮아졌으며, 2시경 최대 27°C로 상승한 후, 오전 7시경 최대 16°C로 하강하였다.

11월 외부 온도는 최저 22.5°C, 최고 32.9°C이다. 12월 외부 온도는 최저 20.4°C, 최고 24.0°C이며, 1월 10일까지의 외부 온도는 최저 15.5°C, 최고 23.2°C이다. 11월 내부 온도는 최저 22.3°C, 최고 32.2°C이며, 12월 내부 온도는 최저 19.4°C, 최고 23.3°C이고, 1월 10일까지의 내부 온도는 최저 16.7°C, 최고 22.3°C이다.

표 7. UAE 리모델링 온실의 날짜별 외부, 내부 온도

날짜	외부온도	내부온도	날짜	외부온도	내부온도	날짜	외부온도	내부온도
11.01	32.93	32.28	12.01	24.04	23.32	01.01	20.67	20.89
11.02	28.87	28.02	12.02	23.42	22.40	01.02	22.00	21.07
11.03	28.64	28.58	12.03	22.73	21.86	01.03	23.24	22.35
11.04	28.90	28.04	12.04	21.04	21.13	01.04	17.85	19.30
11.05	27.40	27.94	12.05	20.44	20.78	01.05	15.52	16.73
11.06	26.58	27.35	12.06	20.92	21.67	01.06	15.38	18.34
11.07	26.32	28.50	12.07	20.65	21.48	01.07	16.83	17.40
11.08	25.77	27.75	12.08	22.31	19.70	01.08	16.49	17.83
11.09	25.73	28.18	12.09	21.93	20.76	01.09	16.62	17.75
11.10	24.89	27.35	12.10	20.77	20.80	01.10	15.46	17.06
11.11	24.89	27.35	12.11	20.11	19.97			
11.12	25.58	27.18	12.12	20.26	20.30			

11.13	25.85	27.70	12.13	21.02	21.56			
11.14	25.08	27.74	12.14	21.28	22.13			
11.15	25.43	27.50	12.15	21.09	21.64			
11.16	25.07	27.10	12.16	20.86	21.33			
11.17	25.17	26.32	12.17	20.91	21.39			
11.18	24.89	25.98	12.18	20.78	21.11			
11.19	23.88	24.72	12.19	21.05	21.16			
11.20	25.15	25.52	12.20	21.11	21.32			
11.21	27.31	24.80	12.21	20.83	20.61			
11.22	26.44	24.85	12.22	21.24	21.84			
11.23	27.20	24.69	12.23	20.78	21.88			
11.24	26.03	25.32	12.24	21.22	20.78			
11.25	23.70	24.09	12.25	21.06	21.03			
11.26	24.03	22.31	12.26	22.86	22.74			
11.27	24.16	23.43	12.27	20.95	20.90			
11.28	23.63	24.62	12.28	19.94	18.92			
11.29	22.58	24.14	12.29	20.41	19.79			
11.30	23.00	22.89	12.30	21.01	19.43			
		23.32	12.31	20.71	20.34			

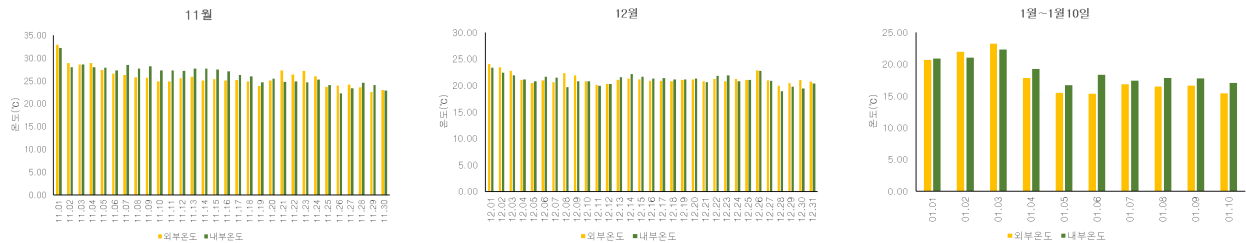


그림 68. UAE 리모델링 온실의 일별 외부, 내부 온도

리모델링 온실의 일별 외부, 내부 온도를 확인한 결과 11월까지 27~28°C의 평균 온도를 유지하였으며, 12월부터 점차 낮아지면서 21~22°C의 평균 온도를 유지하였다.

일사량에 따른 온도 변화를 확인한 결과 일사량에 따라 점차적으로 온도가 상승하는 것을 확인할 수 있으며, 11월의 최대 외부 일사량은 713, 12월은 625, 1월은 560으로 파악되었다.

표 8. UAE 리모델링 온실의 외부일사에 따른 외부, 내부 온도

월	시간	외부일사	외부온도	내부온도	월	외부일사	외부온도	내부온도	월	외부일사	외부온도	내부온도
11월	오전 12:00	0.00	22.72	22.32	12월	0.00	18.75	17.66	1월 ~ 10일	0.00	16.77	16.06
	오전 1:00	0.00	22.08	21.77		0.00	18.06	17.24		0.00	16.30	15.71
	오전 2:00	0.00	21.51	21.27		0.00	17.40	16.77		0.00	15.84	15.43
	오전 3:00	0.00	20.92	20.85		0.00	16.83	16.45		0.00	15.56	15.28
	오전 4:00	0.00	20.57	20.47		0.00	16.73	16.18		0.00	15.03	15.13
	오전 5:00	0.00	20.21	20.15		0.00	16.46	15.95		0.00	14.73	14.97
	오전 6:00	0.00	20.18	19.99		0.00	16.62	15.90		0.00	14.49	14.68
	오전 7:00	27.73	20.12	20.15		7.60	16.37	15.91		1.11	14.24	14.54

오전 8:00	190.77	22.69	23.47		120.77	17.90	18.10		90.11	14.83	16.01
오전 9:00	394.23	25.70	27.42		311.03	21.09	22.68		243.40	17.29	20.66
오전 10:00	561.77	27.58	30.74		456.63	22.72	24.91		372.90	18.55	22.89
오전 11:00	670.00	29.05	33.68		582.97	23.98	26.66		458.70	19.40	22.97
오후 12:00	713.37	30.17	34.57		615.57	24.95	27.57		397.70	19.93	23.32
오후 1:00	687.40	30.92	35.04		625.40	25.84	28.13		560.89	20.93	25.26
오후 2:00	592.17	31.28	34.88		514.83	26.22	27.89		453.89	21.86	25.05
오후 3:00	437.50	31.43	33.61		385.73	26.39	27.42		330.00	22.10	24.68
오후 4:00	243.27	31.17	31.71		222.53	26.05	25.89		228.33	22.14	24.00
오후 5:00	48.40	30.08	29.21		44.97	25.30	24.28		75.78	21.59	22.16
오후 6:00	0.00	28.63	26.74		0.00	24.01	22.02		0.00	20.60	19.60
오후 7:00	0.00	27.40	25.70		0.00	22.87	20.69		0.00	19.86	18.40
오후 8:00	0.00	26.15	24.74		0.00	21.98	19.89		0.00	18.86	17.49
오후 9:00	0.00	25.16	24.03		0.00	21.03	19.24		0.00	18.08	17.00
오후 10:00	0.00	24.24	23.39		0.00	20.21	18.73		0.00	17.72	16.71
오후 11:00	0.00	23.45	22.93		0.00	19.35	18.17		0.00	17.20	16.34

이처럼, 11월부터 외부 일사량이 점차적으로 낮아지는 것을 확인할 수 있었고, 이에 따른 외부 온도 및 내부 온도도 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

외부일사에 따른 외부온도 및 누적일사량을 확인한 결과 외부일사가 낮은 7시~8시경에는 외부온도와 누적일사량이 낮고, 오후 1시경 외부 일사량이 상승하면서 외부 온도도 상승하였고, 누적일사량은 오후 5시경까지 점차적으로 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

표 9. UAE 리모델링 온실의 외부일사에 따른 외부온도와 누적일사

월	시간	외부일사	외부온도	누적일사	월	외부일사	외부온도	누적일사	월	외부일사	외부온도	누적일사
11월	오전 12:00	0.00	22.72	1579.53	12월	0.00	18.75	1329.73	~ 1월 10일	0.00	16.77	1113.33
	오전 1:00	0.00	22.08	1579.53		0.00	18.06	1329.73		0.00	16.30	1113.33
	오전 2:00	0.00	21.51	1579.53		0.00	17.40	1329.73		0.00	15.84	1113.33
	오전 3:00	0.00	20.92	1579.53		0.00	16.83	1329.73		0.00	15.56	1113.33
	오전 4:00	0.00	20.57	1579.53		0.00	16.73	1329.73		0.00	15.03	1113.44
	오전 5:00	0.00	20.21	1579.53		0.00	16.46	1329.73		0.00	14.73	1113.44
	오전 6:00	0.00	20.18	1579.53		0.00	16.62	1329.73		0.00	14.49	1113.44
	오전 7:00	27.73	20.12	1.73		7.60	16.37	353.57		1.11	14.24	1113.56
	오전 8:00	193.52	22.67	37.59		120.77	17.90	17.50		90.11	14.83	10.89
	오전 9:00	394.23	25.70	142.93		311.03	21.09	95.80		243.40	17.29	63.00
	오전 10:00	561.77	27.58	315.67		456.63	22.72	236.07		372.90	18.55	170.90
	오전 11:00	670.00	29.05	537.67		582.97	23.98	423.97		458.70	19.40	314.50
	오후 12:00	713.37	30.17	788.97		615.57	24.95	621.70		397.70	19.93	456.20
	오후 1:00	687.40	30.92	1043.50		625.40	25.84	841.93		560.89	20.93	599.78
	오후 2:00	592.17	31.28	1274.50		514.83	26.22	1049.27		453.89	21.86	792.67
오후 3:00	437.50	31.43	1459.53	385.73	26.39	1177.13	330.00	22.10	938.78			

	오후 4:00	243.27	31.17	1525.57		222.53	26.05	1280.73		228.33	22.14	1052.89
	오후 5:00	48.40	30.08	1575.50		44.97	25.30	1327.70		75.78	21.59	1106.11
	오후 6:00	0.00	28.63	1579.50		0.00	24.01	1329.67		0.00	20.60	1113.33
	오후 7:00	0.00	27.40	1579.50		0.00	22.87	1329.70		0.00	19.86	1113.33
	오후 8:00	0.00	26.15	1579.50		0.00	21.98	1329.70		0.00	18.86	1113.33
	오후 9:00	0.00	25.16	1579.50		0.00	21.03	1329.73		0.00	18.08	1113.33
	오후 10:00	0.00	24.24	1579.50		0.00	20.21	1329.73		0.00	17.72	1113.33
	오후 11:00	0.00	23.45	1579.53		0.00	19.35	1329.73		0.00	17.20	1113.33

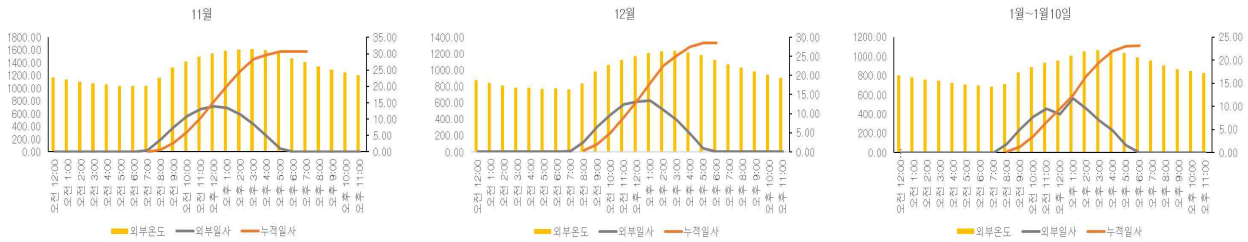


그림 69. UAE 리모델링 온실의 외부일사에 따른 외부온도와 누적일사 변화량

11월~1월까지의 데이터를 이용하여 온도 및 일사량을 확인한 결과 데이터를 확보한 11월 온도는 11월 초, 중순까지는 온도가 35℃ 이상으로 상승했고, 11월 중, 하순부터 35℃ 이하로 내려가는 것을 확인하였다. 시간대 별로 온도를 확인한 결과 가장 높은 시간대는 우리나라와 비슷한 2~3시경이 가장 고온으로 올라가는 것을 확인 할 수 있었고, 아침 시간대인 6~7시 경 온도가 가장 낮은 것을 확인할 수 있었다.

여름작기 데이터는 4~5월에 진행 될 것으로 생각되며, 여름작기 재배 데이터를 확보하면 후속과제에 작성할 예정이다. ICBA 측과 협의하여 리모델링 온실 재배데이터와 관행 온실의 수확 작물의 데이터를 확보할 수 있었으며, 다음과 같다.

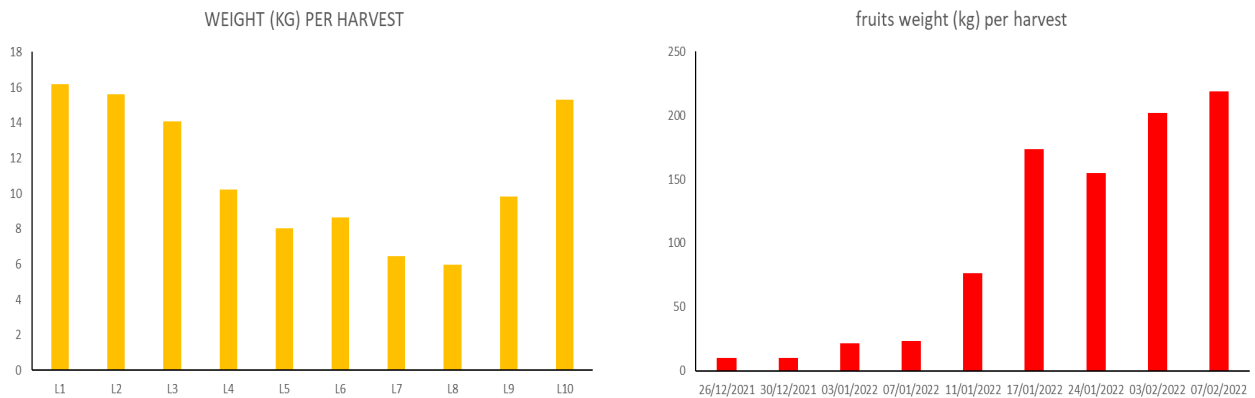


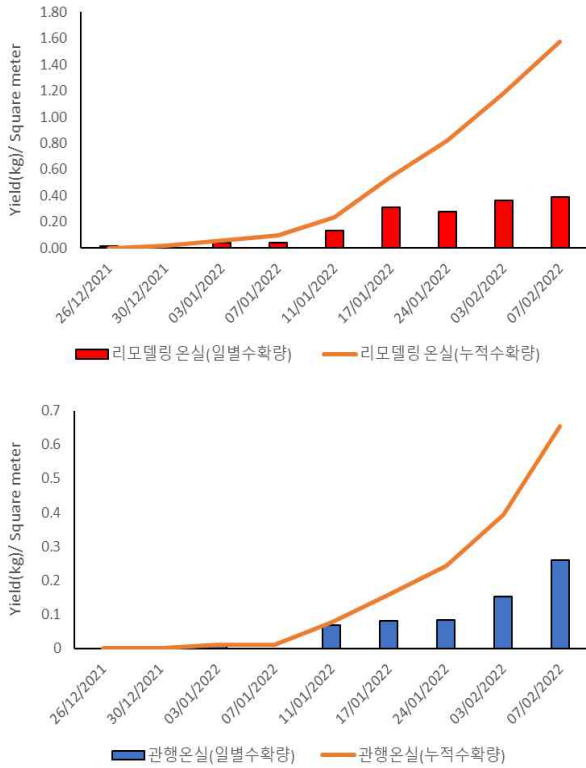
그림 70. UAE 리모델링 온실에서의 구획 별 총 토마토 무게(kg)와 시기 별 토마토 무게 (kg)

조사시기는 12월 26일부터 약 4일~7일 간격으로 수확을 진행하였으며, 시기가 경과함에 따라 작물의 총실도가 상승하여 수확량과 작물의 과체중이 점차적으로 증가되었다. 12월~1월초까지는 일부 구역에서만 수확되었으며, 2022년 1월 7일부터 이후 모든 구역에서 토마토를 수확할 수 있었다. 구역 별 수확된 전체 토마토 수확량은 약 14.1kg 으로 나타났다.

작물의 수확량은 배드의 안쪽으로 갈수록 수확량이 감소하였으며, 이는 바깥쪽 구역은 공기의 순환 및 습도 조건이 원활하게 이루어졌지만 안쪽 구역은 공기순환 및 습도 흐름이 원활하지 않아 환경적인 요인이 클 것으로 사료된다.

전체 시기 별 모든 구역에서의 총 토마토의 무게는 낮은 구역은 L8로 약 6 kg 정도의 수확량을 확보하였으며, 수확량이 높은 구역은 L1으로 약 16 kg의 생산량을 확보하였다.

리모델링 온실과 관행온실의 토마토 구역은 리모델링 온실 560 m², 관행 온실은 280 m²으로 작물을 재배하였다. 리모델링 온실과 관행온실 간의 수확량을 비교한 결과는 다음과 같다.



단위면적 당 수확량	리모델링온실 일별수확량 (kg)	리모델링온실 누적수확량 (kg)
26/12/2021	0.02	0.02
30/12/2021	0.02	0.04
03/01/2022	0.04	0.07
07/01/2022	0.04	0.12
11/01/2022	0.14	0.25
17/01/2022	0.31	0.56
24/01/2022	0.28	0.84
03/02/2022	0.36	1.20
07/02/2022	0.39	1.59

단위면적 당 수확량	관행온실 일별수확량 (kg)	관행온실 누적수확량 (kg)
26/12/2021	0	0
30/12/2021	0	0
03/01/2022	0.01	0.01
07/01/2022	0	0.01
11/01/2022	0.07	0.08
17/01/2022	0.08	0.16
24/01/2022	0.08	0.24
03/02/2022	0.15	0.39
07/02/2022	0.26	0.65

그림 71. 리모델링 온실과 관행온실의 시기 별 수확량.

기간 별 리모델링 온실과 관행온실의 일별수확량 및 누적 수확량을 확인한 결과 두 온실 모두 토마토 누적 수확량은 증가하는 추세이며, 리모델링 온실과 관행온실의 단위면적(1 yd² = 0.836127 m²)당 수확량을 확인한 결과 리모델링 온실은 1.59 kg, 관행온실은 0.65 kg의 단위면적 당 토마토를 수확하였고, 단위면적 당 누적 수확량을 비교한 결과 리모델링 온실에서 관행온실보다 243%의 높은 수확량을 확인할 수 있었다.

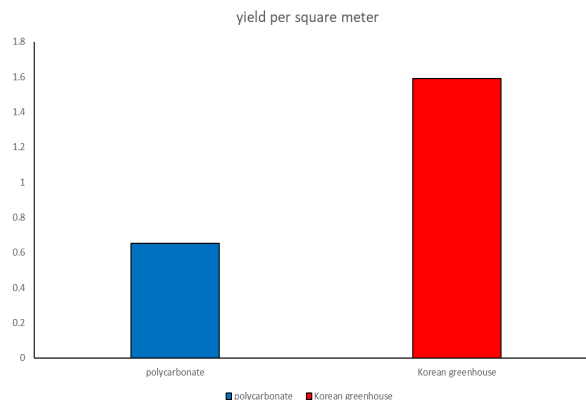


그림 72. 리모델링 온실과 관행온실의 단위 면적당 총 수확량.
(파랑: 관행온실, 빨강: 리모델링 온실)

위 그림(그림 72)을 바탕으로 단위면적 당 수확량을 확인한 결과 리모델링 온실은 약 1.6 kg, 관행온실은 약 0.7 kg의 토마토가 생산되었다. 이는 관행 온실보다 한국형 리모델링 온실에서의 수확량이 2배 증가하였으며, 한국형 리모델링 온실로 변경할 경우 기존 관행온실보다 수익성 증대를 가져올 수 있을 것으로 판단된다.

1월 이후의 리모델링, 현지 온실의 온, 습도 데이터, 및 작물 재배 데이터 등은 차 후 기관들과 협의하여 UAE 현지 온실을 방문할 때 데이터를 확보 할 예정이다.

COVID-19로 인해 재배시기가 늦어져 이번 작기가 3~4월에 종료되면 두 온실의 온실 성능을 비교하는 데이터를 확보할 예정이며, 후속과제에 계절 별 온습도 및 관련 데이터를 작성할 예정이다.

리모델링 온실에서 온실의 경제성 및 에너지 사용량 평가를 위하여 물 사용량 측정(히트펌프+ 축열조에서 온실 내부로 공급되는 물, 개선된 팬패드 시스템에서 순환되는 물, 양액시스템에서 재활용 되는 물, 포그 사용시 소비되는 물, 응축수로 회수되는 물, 오버플로우로 배출되는 물 등), 전기사용량, 온습도 사용량 등을 비교 분석 할 예정이다.

비교 분석할 장비는 초음파 유량계, 파워로거, 온습도 데이터 로거이며, 사양은 다음과 같다.

기기명: 초음파 유량계

제품 사진 및 스펙

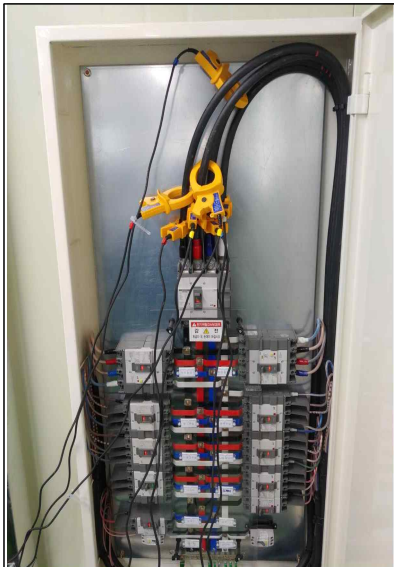
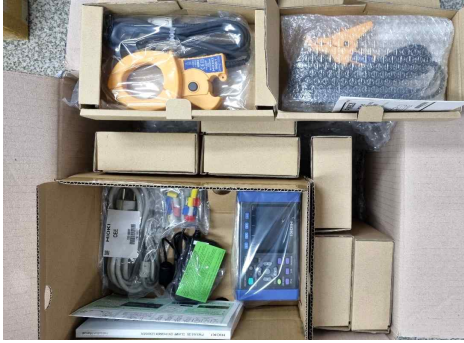




LINE	ITEM	DESCRIPTION	Quantity	Unit Price	Total
1	PT500	Ultrasonic Flowmeter Manufacturer: GE Sensing	1	set	₩1,000,000
		Transducer	1	ea	
		PT500 portable liquid ultrasonic flowmeter consisting of power source, mounting ring with respect transducer cable, user detector tape, SD card with PT500 application and manuals, RJ45 and RS485 ports, Ethernet connection kit. Dual channel PT500 transducer with internal rechargeable battery (2000mAh), 2x RS-485/RS-422 ports and earth power connection terminal. Dimensions: • Height: 30.5x14.6 • Size (H x W x D): 15.5x 15.5x 220 x 98 mm • Housing: 30.5mm (1.2 inch) pipe or optional clamp • Standard cable length: 1.5 m (5 ft) of RS-485/RS-422 co-axial cable	1	ea	
2	CARBIS	Transducer for general purpose	1	pair	Included No. 1 set
		Pair of medium pipe C-RR transducers (C-RR (1.5, 1.5) (1.5) (1.5) to 2000 psi) with 1000 applications. Shows approval for 1/2" to 1" pipe size			
3	CF-LP	Transducer for small to high temp pipe	1	set	Included No. 1 set
		Pair of small pipe CF-LP transducers for -40 to 275°C (-40 to 525°F) for liquid applications. 15 mm to 10 mm (0.75" to 0.75") pipe size CF-LP-200-40/275. Also includes CF-LP clamping fixture.			
4	PT500	Fixture for CRR Transducer	1	set	Included No. 1 set
		PT500 portable clamping fixture			
5	Analog I/O Cable	Analog input and output cable for use with the PT500 transducer	1	ea	Included No. 1 set
6	KOLAD Calibration	100000 200000 psi, a pair of C-RR Transducer small pipe, Serial CF-LP Transducer Certificate from KOLAD calibration equipment	1	ea	Included No. 1 set
7	Clampset	Clampset or Latch Clampset or Latch	1	set	Included No. 1 set
8	Documents	Manual, Test Report	1	set	Included No. 1 set
Sub Total					₩10,000,000
VAT					9%
Grand Total					₩11,700,000

기기명: (HIOKI) 클램프 온 파워로거 PW336

제품 사진 및 스펙

PW3360-20/-21 공통 사양		주요제 부분론 PW3360-21인 해당	
입력 사양	단상 2선, 단상 3선, 3상 3선, 3상 4선		
측정라인 수	50/ 60 Hz		
계량주	정밀도 3차 1% ~ 3% 정밀도 3차 1% ~ 1%		
전압 레인지	AC 600V 단일 레인지 표시 범위 3V ~ 1000V (5V 미만은 0V 표시) 선상 임피던스에 의한 측정, 코로나 반영은 하지 않으며 유료 측정 범위 : 90V ~ 780V, 미표 : ±1400V 오차 범위의 경우, (CV)에 따라 표기		
전류 레인지	비허용 클램프 9694 : 500 mA / 1 / 5 / 10 / 50 A 클램프 9695-02 : 500 mA / 1 / 5 / 10 / 50 A 클램프 9660 : 5 / 10 / 50 / 100 A 클램프 9695-03 : 5 / 10 / 50 / 100 A 클램프 9661 : 5 / 10 / 50 / 100 / 500 A 클램프 9669 : 100 / 200 / 1 k A 클램프 CT9667-01 : 50 / 100 / 500 / 1k / 5 k A 클램프 CT9667-02 : 50 / 100 / 500 / 1k / 5 k A 클램프 CT9667-03 : 50 / 100 / 500 / 1k / 5 k A 비허용 비크 클램프 9637-10 : 50 mA / 100 mA / 500 mA / 1 k A 비크 클램프 9675 : 50 mA / 100 mA / 500 mA / 1 k A 표기 범위 : 레인지의 4 배 ~ 1/3 배 (오차 범위에 0 A 표시) 선상 임피던스에 의한 측정, 코로나 반영은 하지 않으며 유료 측정 범위 : 레인지의 5 배 ~ 110 배 미표 : ±400 배 단, 최대 범위는 ±200 배 오차 범위의 경우, (CV)에 따라 표기		
전력 레인지	300.00 W ~ 9,200.00 VA 역상 정류 백업이 없는 측정라인의 조합에 따른 (측정 라인에 구성표 참조) 표시 범위 : 레인지의 4 배 ~ 1/3 배 (선상/정류의 임피던스에 의한 경우에는 0 W 표시) 선상 임피던스 : 선상 임피던스에 의한 측정, 코로나 반영은 코로나 및 정류에 따른 오차 가능		
VT 비율 설정	유료 측정 범위 : 레인지의 5 배 ~ 110 배 입력 (0.01 ~ 9999.99) 선상 (1 / 60 / 100 / 200 / 300 / 600 / 700 / 1000 / 2000 / 2500 / 5000)		
CT 비율 설정	입력 (1 / 40 / 60 / 80 / 120 / 160 / 200 / 240 / 300 / 400 / 600 / 800 / 1200)		
입력방식	선상 : 클램프 (1), (2), (3), 4 선 방식 선상 : 클램프, 정류에 의한 정밀도		
입력제한	선상 입력부 : 약 3 mA @ ±20% (50V, 60Hz)		
단기간 최대 출력 한	선상 입력부 : AC 1000 V, 1400 Vpeak 유료 입력부 : AC 7.5V, 20V, 50V, 100V		
내하전 최대 출력 한	선상 입력부 : 600 V 측정 카세트에 의 200 V 측정 카세트에 의		
전류 입력부	사용하는 클램프 번호에 따라 다름.		

기기명: (T&D) 무선 온습도 데이터로거, TR-72WF

제품 사진 및 스펙




TR-72wf/nw Series - Specifications				
	TR-71wf / 71nw	TR-72wf / 72nw	TR-72wf-S / 72nw-S	TR-73wf / 73nw
Measurement Channels	Temperature 2ch	Temperature (1), Humidity 1ch	Temperature (1), Humidity 1ch, RH Precision 1ch	Temperature 2ch
Sensor	Thermistor	Thermistor	Thermistor	Thermistor
Measurement Units	°C, °F	°C, °F	°C, °F	°C, °F
Internal Sensor	±0.5% (°C)	-	-	-
External Sensor	±0.1% (°C), ±0.2% (°F) ±0.1% (°C) (Optional Sensor)	±0.1% (°C)	±0.1% (°C)	±0.1% (°C)
Accuracy	Avg. ±0.2% @ 25 to 35°C Avg. ±0.1% @ 15 to 35°C ±0.1% (°C)	±0.2% ±0.1% at 25°C, 50%RH at 25°C, 90%RH	±0.2% ±0.1% at 25°C, 50%RH at 25°C, 90%RH	±0.2% (°C) ±0.1% (°C) ±0.1% (°C) ±0.1% (°C)
Measurement Range	0 to 50°C	0 to 50°C	0 to 50°C	0 to 50°C
Response Time	Thermistor Time Constant: Approx. 7 min. Response Time (90%): Approx. 10 min.	Response Time (90%): Approx. 7 min.	Response Time (90%): Approx. 7 min.	-

그림 73. 리모델링 온실에서 데이터 측정을 위해 사용될 장비

유량계, 파워로거, 온습도 데이터로거를 이용하여 온실에서 사용되는 자원 (수자원, 에너지자원) 사용량 등을 측정하여, 추가적인 데이터를 확보하여 후속 과제에 비교 분석 할 계획이다.

현재 리모델링 온실에 재배되고 있는 작물은 오이와 토마토이며, 다양한 작물에 대한 생육 데이터 확보를 위해 현지기관과 협의하여 진행 할 예정이다.

(4) 리모델링 온실의 성능 평가

(가) 현지 리모델링 시공성 평가

1) UAE 현지 리모델링 시공성 평가

시공성을 평가 해야하는 이유는 기존방식과 대비하여 신규로 개발된 리모델링 온실의 시공성 및 개선 정도를 평가하기 위함이다. 리모델링 신규방식에 대한 시공성 평가는 시공속도, 난이도, 타 공정과의 간섭 등 시공 작업의 문제점과 작업 용이성을 얼마나 개선 시켰는지에 대한 부분을 평가한다. 다만, UAE 현지 관행 온실의 리모델링 시공은 사례가 거의 없으며, 공개된 연구결과가 없으므로, 온실 리모델링을 진행 한 시공 슈퍼바이저와의 면담을 실시하였다.

2) 시공속도

현지 관행온실의 신규 구축에 비하여 온실 리모델링 시공은 기초공사가 필요하지 않고, 기초와 연결된 철골 부분을 활용 할 수 있으며, 최소한의 시공으로 기존 대비 고층고의 온실을 확보할 수 있다는 점에서 시공속도는 상당히 빠르다고 볼 수 있다.

다만, 본 연구에서 구축한 온실의 경우, 코로나19의 세계적인 유행으로 인하여, 자재 운송단계부터 크게 딜레이가 되었으며, 현지 코로나19 대응 규정에 따른

작업시간 제한으로 인하여 국내에서 시공할 경우에 비해서는 상당시간 딜레이가 되었다.

3) 투입인력

현지 관행온실의 신규 구축에 비하여 본 연구의 리모델링 시공에 있어서 총 투입인력은 훨씬 적다고 판단되었다. 이는 한국에서 파견한 시공 슈퍼바이저의 적극적인 증장비 활용 및 시공 노하우로 인하여 투입인력의 최소화 할 수 있었다. 현지 관행온실의 경우 기초시공부터 장비투입을 최소화하고 인력만으로 시공하는 온실이 대부분이며, 이에 따라 투입인력이 많아지고, 공기가 길어진다.

이는 UAE 현지 거주하는 외국인(인도, 파키스탄 등)의 인건비가 크게 낮아 생기는 현상으로 확인되었다.



그림 74. UAE 현지 관행온실의 시공 사진(현지업체 시공 사진)

4) 투입장비

현지 관행 온실의 경우 시공 시, 장비사용은 최소화 하는 것으로 확인된다, 최초 자재의 운송 후에는 대부분 작업 인부들이 직접 운반하며, 이로 인하여 현지 관행온실의 시공 시간이 매우 지연되는 것으로 확인된다.

이에 반해 리모델링 온실의 경우 고소작업차, 지게차, 크레인 등 증장비를 이용해 시공을 진행하며, 시공 기간을 현지 관행 온실에 비해 대폭 줄일 수 있었다.

5) 작물 생산량

ICBA 현지 관행온실의 경우에는 작물 재배 단위 면적 당 생산되는 토마토의 양은 0.65 kg 정도이지만, 리모델링 온실의 경우 토마토 재배생산량은 1.59 kg으로 관행온실에서 재배된 토마토의 수확량보다 2배 이상 증가하였다. 이를 통해 한국형리모델링 온실로 변경할 경우 기존 관행온실보다 수익성을 증대시킬 수 있을 것으로 판단된다.

현재 리모델링 온실 및 관행온실에서 재배하고 있는 작물의 작기가 마무리되지 않아 두 온실의 온실 성능을 비교할 수는 없지만 추 후 작기 종료 후 수확 결과 등 데이터를 활용하여 온실의 성능평가를 비교하려 한다.



리모델링 온실의 토마토 작물재배동



관행온실의 토마토 작물재배동

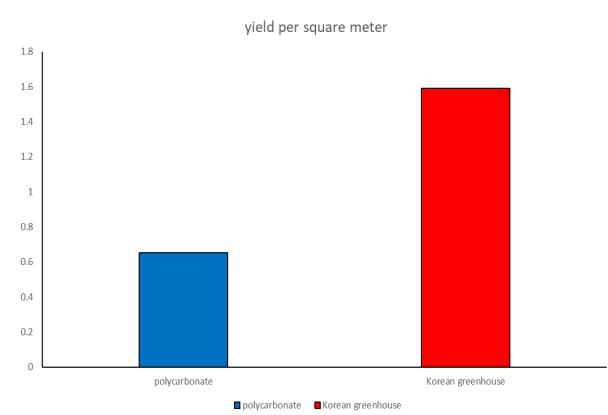
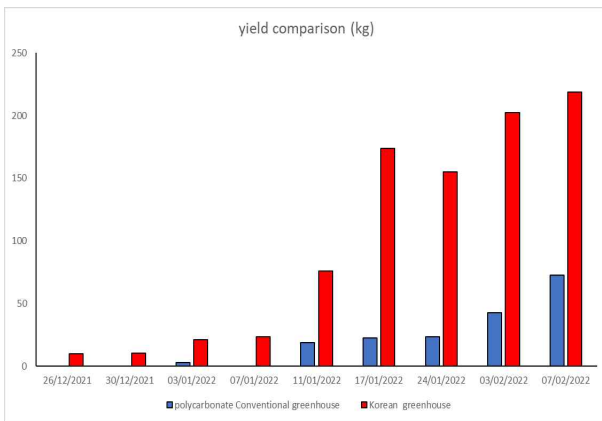


그림 75. 현지 관행온실과 리모델링 온실의 토마토 작물 재배동 및 작물 수확량

(5) 사막형 온실 리모델링 모델의 시공, 운영 매뉴얼 작성

(가) 현지 리모델링 온실의 시공 매뉴얼 작성

1) 현지 완공된 리모델링 온실의 시공 매뉴얼 작성

현지 리모델링 온실의 시공을 통해 관행온실의 부분 철거, 철골, 피복공사, 차광스크린, 기계설비, 공조설비, 재배시설, 전기제어 순으로 시공 사진 및 공정 설명이 포함된 시공, 운영 매뉴얼을 작성하였다



02 증축 및 철골

기둥

> 2-2 기존 사용 기둥 증축

- 기존에 사용하던 기둥을 기초부분에서 절단 하여 추가된 기둥과 결합하기 전, 목표높이까지 높인 후 가설치 한다.
- 수평을 맞춘 뒤 가공한 기둥을 기초기둥에 설치한다.



07 재배시설 설치.

재배시설 설치

> 7-2재배용 레일 설치

- 기존에 사용하던 재배베드 상부에 재배용 거터 설치한다.
- 재배용 거터 사이에 레일용 튜브를 설치한다.

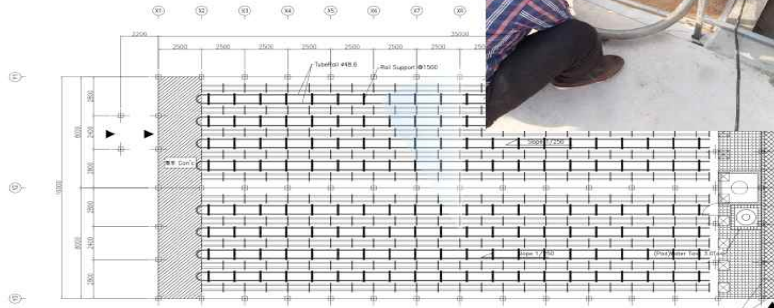


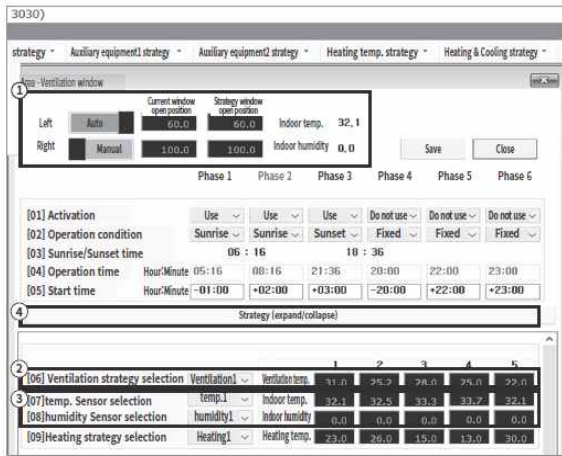
그림 76. UAE 현지 리모델링 온실의 시공 매뉴얼 작성

(나) 현지 리모델링 온실의 운영 및 관리 매뉴얼 작성

1) 완공된 현지 리모델링 온실의 운영사항 및 관리 매뉴얼 작성

완공된 현지 리모델링 온실 테스트베드의 원활한 운영 및 유지관리를 위한 매뉴얼을 제작하였으며, 다음과 같다.

3. Ventilation window



- ① Click "Auto" text to switch to "Manual".
 - In manual mode, click the number window of strategy position to set the value of open/close window position.
- ② [06] Ventilation strategy: Select the ventilation strategy program.
 - Open and close of the ventilation window are determined based on the temperature defined in the ventilation strategy.
- ③ [07][08] Temperature/Humidity sensor: The user can select one among greenhouse temperature/humidity sensor 1-5.
 - By default, 2 sensors are installed in each area.
 - **Temperature/Humidity1** : Controlled based on the value of Temperature/Humidity Sensor 1.
 - **Temperature/Humidity2** : Controlled based on the value of Temperature/Humidity Sensor 2.
 - **Temperature/Humidity1+2** : Controlled based on the average temperature/humidity.
 - When installing an additional sensor, the user can select up to **Temperature/Humidity5**.
- ④ Strategy (Expand/Collapse)
 - Click this area to display values of Nos. 22-32.

제1장 자동 제어장비 유지관리지침

1.1.1 복합환경제어 시스템 구성

1) 온실 복합환경제어 시스템 개요

본 시스템은 온실 내, 외부의 성장환경(일사, 감주, 외부온도, 풍향, 풍속, 실내온도, 실내습도, 실내CO2)을 모니터링 하여 복합환경 제어기에 미리 설정된 성장환경 프로그램에 따라 온실에 설치되어 있는 각종 시설물이 모터 및 밸브를 자동으로 제어하여 작물이 최적생육 환경을 조성하고 데이터를 저장하여 재배자가 원하는 온실환경을 제공하는 시스템이다.

2) 시스템 구성

가. 하드웨어 구성내용

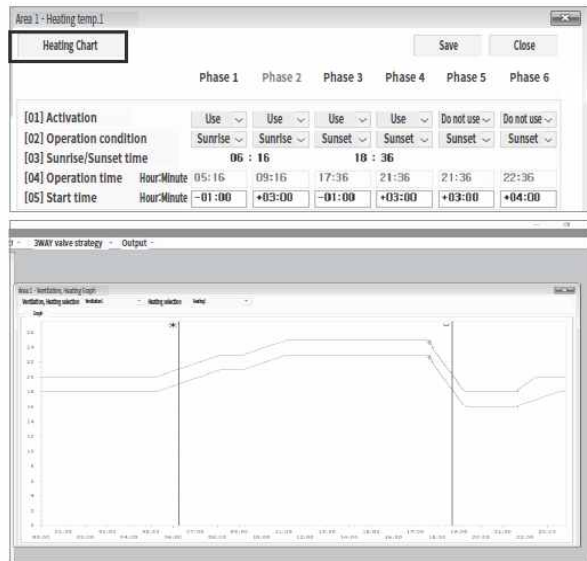
A. 운영 컴퓨터 : 사용자 프로그램 탑재, 로컬제어기에 접속하여 설정 값을 입력하고 현재 온실의 환경을 모니터링 할 수 있다.

B. 로컬제어기

- a. 임베디드 PC : 자동 로직 수행 및 데이터 저장
 - CPU : Intel Celeron Quad Core J2900 2GHz
 - Memory : Built in 2G DDR3L 1600MHz RAM
 - Graphic : Intel HD Graphic
 - Ethernet : Intel i210 GbE
 - Storage : 1 x half mSATA
 - Expansion : 2x Full-size mPCIe slot, mPCIe2.0
 - Display : 1 x HDMI, support 1920 x 1080
- b. PLC : 임베디드 PC와 통신하여 데이터를 교환하고 AD보드와 통신하여 센서 값을 수집하여 출력 신호를 전기 패널에 전달함.
 - 입 출력 포인트 : 입력 16점, 출력 16점
 - 통신 : RS232, RS485
 - 확장 : TCP 통신, RS485 통신, 출력 32점
- c. AD보드 : 내 외부센서의 값을 받아들이어 PLC에 전달한다.
 - AD입력 : 16점
 - 아날로그출력 : 16점
 - 확장출력 : 16점
 - 디지털입력 : 4 점
 - 통신포트 : 전원분리형 RS485 3채널, RS232 1채널, 디스위처로 변경 가능.
- d. 외부기상대 : 일사센서, 감주센서, 풍향풍속센서, 외부온도습도센서
- e. 내부센서 : 온습도센서, CO₂ 센서
- f. 모니터링센서 : 흡수율센서, EC센서, PH센서

그림 77. UAE 현지 리모델링 온실의 운영사항 및 관리 매뉴얼

운영 매뉴얼 및 운영 관련 데이터는 이번 작기가 종료되지 않아 경제성 분석을 수행하기 어려움이 있어, 작기 종료 후 현지 기관과 협의하여 운영 관련 및 환경 생육데이터 등 요청할 예정이며, 이를 분석하여 후속과제에 작성할 예정이다.



2. Heating chart

- Press the heating chart to display both ventilation and heating strategy values.
 - Upper (blue) graph: ventilation strategy value
 - Lower (red) graph: heating strategy value
 - Black vertical line: Indicating time of sunrise (left) / sunset (right)
 - The ventilation strategy graph displays only the default value of temperature; the adjustment value is not displayed.
 - To change the heating strategy graph, the user must enter it in the heating strategy menu.

Smart Greenhouse Environment Control System

MAGMA+ Greenhouse Hybrid Environment Control System Instruction Manual

MAGMA+ Instruction Manual



Green Control System Co., Ltd.

2-4. 연구개발의 수행 과정 및 수행 내용(2차년도: 한국농어촌공사)

(1) 사막지역 리모델링 온실의 경제성 평가 및 사업화 모델 정립

(가) UAE 시설원에 정부정책 및 시장현황

1) UAE 시설원에 관련 정책 현황

UAE의 국가 발전 전략 “The UAE vision 2021 and 2030”의 농업 정책 기초는 세계 식량 기구 (FAO)에서 제출한 조사 보고서에 기반을 두고 있으며 그 내용은 과거 농업 생산에만 편중되어 있던 생산 위주의 정책에서 친환경, 고수익, 유기농 농법으로의 전환을 예고하고 있다.

UAE의 농업 정책은 향후 ICT 인프라 활용이 요구되는 첨단농업 발전을 위한 정부의 보조금 지원이 확충 될 것이다. UAE는 필요한 식량의 90%를 수입에 의존하고 있어 비교적 작물 생산에 적합한 겨울 시즌에 온실에서 농업 생산에 전념하여 왔으나, 농업용수의 부족으로 한계를 보이고 있던 실정이다.

UAE는 과거 생산 위주의 농업 정책에서 지속 가능한 농업 생산 및 농업용수의 활용을 위한 과제를 해결해야 한다. 지난 2018년 UAE 정부는 국가식량안보전략 (National Food Security Strategy)을 수립하여 2021년 내 식량안보지수 상위 10개국에 진입하고 이후 2051년까지 동 지수 1위 달성을 목표로 설정한 바 있다.

이에 따라 UAE 정부는 농업 발전을 위해 과학적, 기술적 프로젝트에 투자하는 등 다양한 방식으로 기후적 한계를 극복할 방안 마련에도 힘쓰고 있고 아부다비최고집행위원회 (Abu Dhabi Executive Council)는 농업 활성화를 위해 농업시설 건설에 전문화된 센터를 개설해 더 실용적이고 효과적인 농산물 생산을 위한 농업시설을 소개할 계획을 발표하였다.

표 10. UAE 농업지원정책

정책명	지원 기관	내용
지라이(Ziraai) 농업 발전 지원 프로그램	칼리파 펀드(Khalifa Fund) 및 아부다비 농업 서비스센터(Abu Dhabi Farmers' Services Center)	100만 디르함 (약 27만 달러) 한도 내에서 무이자 대출
투자펀드 (Mohammed bin Rashid Innovation Fund, MBRIF)	UAE 재무부	혁신적인 기술을 개발하는 개인이나 회사에 투자
두바이투자공사 (Investment Corporation of Dubai, ICD)	두바이 정부	두바이정부의 투자포트폴리오 통합관리 및 투자를 목적으로 설립, 한국수출입은행과 공동투자 MOU 체결
Agri-Tech 발전 지원 기금	아부다비 투자진흥청(Abu Dhabi Investment Office, ADIO)	급여, 장비 비용 등을 포함한 총 R&D 금액의 75%까지 환급

UAE 국민의 비즈니스 활동을 지원하는 투자기관 칼리파펀드 (Khalifa Fund)는 아부다비농업 서비스센터 (Abu Dhabi Farmers' Services Centre)와 협력해 지라이 (Ziraai) 농업 발전 지원 프로그램을 운영하고 있다. 이 프로그램은 수자원 사용량을 80%까지 절약할 수 있는 새로운 수중재배 시스템을 도입하도록 지원금 혜택을

제공하는 지원 정책으로 농업종사자들에게 100만 디람 (약 27만 달러) 한도 내에서 무이자 대출 혜택을 통한 금전적으로 지원하고 마케팅 기관을 이용해 농부들이 합리적인 가격으로 UAE 농산물 시장에 진출할 수 있도록 지원하고 있다.

UAE의 농업 발전 지원 정책의 핵심은 새로운 신기술의 도입을 목적으로 한다. 예를 들어 Algae-based biofuels (해조류 기반 바이오 연료), Indoor farming Technology (실내 농업 기술), Precision agriculture and ag-robotics (정밀 농업 및 농업로봇기술) 등이며 특히 스마트팜과 같이 ICT 기술과 접목하여 생산성을 높이면서 수자원을 절약하고 친환경적인 신기술이라면 정부의 지원 프로그램뿐만 아니라 다양한 투자 펀드의 혜택을 기대할 수 있다.

UAE의 국부펀드 내용을 정리하면 아래 표와 같음. UAE 정부는 산업 다각화 및 신기술 도입을 정책 목표로 세우고 있어 한국의 스마트팜의 기술을 개발하여 UAE의 국부펀드를 활용해야 한다.

표 11. UAE 국부펀드 현황

국부펀드	세계 순위	자산규모 (U\$ 10억)	주요내용
ADIA (Abu Dhabi Investment Authority)	3	683	<ul style="list-style-type: none"> - 북미, 유럽, 신흥국 등 전 세계에 투자 - 장기적인 관점에서 금융수익을 확보하고자 하며 경영 참여를 하지 않음 - 주식, 채권을 중심으로 투자하며 외부 펀드에 자금을 위탁하여 운용
Mubadala Development Company	14	226	<ul style="list-style-type: none"> - 항공, 에너지, 의료, 부동산, 알루미늄, 금융 등 여러 분야에 자회사 보유 - 아부다비 경제개발 다변화를 위해 2002년에 설립 - 주요 기업: Strata(항공), Cleveland Clinic, 아부다비 우리들 병원, Abu Dhabi shipbuilding, Emirates Aluminum 등 - Masdar사의 100% 지분 보유, Masdar City 개발 중
ICD (Investment Corporation of Dubai)	13	229.8	<ul style="list-style-type: none"> - 2006년에 설립 - Emirates 항공, UAE 최대은행 Emirates NBD, Dubai World Trade Center, Dubai Aluminum 등 두바이의 우량 기업 소유 - 2015년 한국 쌍용 건설 인수
EIA (Emirates Investment Authority)	27	34	<ul style="list-style-type: none"> - 아랍에미리트 연방 소유의 국부 펀드 - 주로 국가 내 인프라 프로젝트에 투자

스마트팜과 함께 수직농장은 이미 상용화가 이루어져 세계적인 규모의 투자가 이루어지고 있다. 한국의 경우 규모는 적으나 최첨단 ICT 기술이 적용된 스마트팜이 이미 현지에 운영되고 있고 컨테이너 식물공장이 한국의 기술 제공과 현지의 투자로 사업 계획이 추진 중에 있다.

UAE의 농업 정책은 크게 신기술 (ICT 기술 등), 친환경, 에너지 절감, 절수형 기술이 포함된 스마트팜의 개발 모델이 개발되어야 한다. 이미 UAE에서 운영되고 있는 유리온실 보다 경제적인 플라스틱 온실은 가격 경쟁력에서 장점을 보이고 있다.

2) 수출시장 조사 분석

UAE 수출시장은 중동과 북아프리카 지역 시장 (Middle East & North Africa, MENA) 진입의 중요한 관문으로 평가되고 있으며, UAE는 이 지역의 교통과 무역의 허브 역할을 하기 위하여 수출 및 수입에 대한 관세 및 규제를 완화하는 정책을 유지하고 있다. MENA 지역은 비슷한 생활양식을 공유하는 하나의 이슬람 문화권으로 UAE로의 진출을 통해 MENA 시장으로 시장을 확대 할 수 있는 장점이 있다.

UAE는 GCC 지역에서 가장 우수한 친기업 환경을 제공하는 국가로 투자 기업에 대해 법인세를 부과하지 않거나 다양한 규제 완화 조치를 시행하고 해외 우수 인력 및 자본 유치를 위해 대외 개방적인 정책을 펼치고 있다. 또한 100% 외국인 지분 소유 및 자유로운 본국 송금이 허용되는 45개의 자유구역 (Free Zone)을 UAE 내에 설치하였다.

UAE는 친 기업 환경 제공과 더불어 풍부한 오일머니를 이용하여 대기업의 협력 투자 및 정부 펀드를 비롯한 다양한 원천을 통해 원활히 자금을 조달할 수 있는 환경이다. 특히 중동의 다른 나라에 비교하여 통신(5G), 교통 인프라 등에서 앞서 있고 정부가 지원하는 다양한 펀드의 활용 가능성은 수출 기업에게 매력적인 시장이다.

하지만 이미 기술 선진국들이 첨단 기술을 앞세워 시장에 진입한 상황이기 때문에 시장 진입을 위해서는 차별화된 기술 개발이 필요한 시장이기도 하다. UAE 정부는 첨단농업 기술의 현지화를 바라고 있기 때문에 기술 개발에 있어 현지화 노력이 포함되어야 한다.

UAE 정부의 미래 전략에는 농업 생산성 향상뿐만 아니라 국가의 식량 안보를 넘어 향후 세계 시장으로 수출을 염두에 두고 있기 때문에 스마트팜 진출에 있어서도 수출 시장을 겨냥한 작물의 선정, 수출 품질에 맞출 수 있는 첨단 온실의 개발, 수출을 기반으로 하는 유통 및 물류 단계까지 포함된 사업 개발 계획이 포함되어야 한다. UAE 자유구역 내 기업 혜택은 다음과 같음

- * 100% 외국인 지분 소유
- * 100% 자본금 및 이익금 외국으로 송금 자유
- * 외환규제로부터의 자유
- * 법인 및 개인소득세 면세
- * 수출입 관세의 면세
- * 자국민 고용의무 면제, 외국인 노동자 고용 무제한
- * 로컬 스폰서 지정 면제
- * 주요 물류기지(항만, 도로, 공항 등)로의 접근성
- * 사무실 등 인프라 제공
- * 24시간 행정편의(법인등록, 수출입 절차 등) 제공

향후 UAE는 안정적 유가 수준 유지로 지속적으로 정부 예산을 지출 할 것으로 예측되고 있으며, Post-Oil 시대를 대비하여 다양한 분야에서 산업 구조조정 지속 추진할 것으로 보인다.

산업 다각화와 관련하여 민간에서의 관련 분야 육성을 위해 모하메드 빈 라시드 혁신 펀드 (Mohammed Bin Rashid Innovation Fund) 설립, 금융 및 컨설팅 지원 정책을 추진 중에 있다. 특히 UAE 정부가 적극적인 육성을 꾀하는 재생에너지와 항공 우주, 농업, 제조업 등에 대해 외국인 투자지분 제한 완화 후 FDI 규모가 15% 증가할 것으로 기대되고 있다.

농업 분야에 있어서 UAE 정부의 기본 정책은 식량 안보, 수자원 보호, 신기술 도입, 새로운 일자리 창출을 바탕으로 2019년 아부다비 투자청 (ADIO)은 약 3천억원 (€ 2억 5천만 유로)의 예산을 투입하여 아부다비에 4개 온실 프로젝트를 추진하였다.

Aero Farms는 아부다비에 시공된 세계 최대 규모의 수직공장으로 아부다비 투자청에서 약 1,200억원 가량의 펀드를 조성한 프로젝트이고 Mardar Farms는 토마토 재배 시 LED 재배조명만을 사용하는 첨단 실내 온실 프로젝트로 아부다비에 위치해있다.

RNZ 인터내셔널은 농업용 비료 및 수경재배 기자재를 개발하는 업체로 4개 온실 프로젝트에 참여하면서 신기술을 연구에 투입되었다.

Responsive Drip Irrigation 업체는 스마트 관수 시스템 개발 업체로서 작물의 뿌리에서 나오는 화학적 신호를 센서로 검사하여 작물의 상태에 따라 관수 시스템이 운영되는 신기술을 개발하였다.

UAE 수출시장의 특징은 풍족한 오일머니를 바탕으로 높은 소득 수준을 보이고 있으나 농업 분야에서는 발달이 미약하다. 따라서 정부에서는 농업 분야 신기술에 대한 다양한 지원을 추진 중에 있다.

두바이의 주산업인 도소매 분야는 실질 GDP의 26.6%의 비중을 차지하며 도소매업은 UAE가 중동과 북아프리카 지역의 교통과 무역의 허브로 성장하기 위해 정책적으로 지원하는 산업이다. 그러나 안정적인 식량 생산을 통해 국민 식량 안보를 우선시하는 미래 전략으로 미래 먹거리를 위해 공격적으로 투자 중에 있으며, 식량 안보 차원을 지나 수익성 제고를 위한 농업의 6차 산업화를 계획하고 있다.

특히 스마트팜, 수직농장, 스마트 시티 등 첨단 기술이 필요한 농업 기술에 대한 정부의 지원은 다양하게 확대되고 있다. 최근 두바이 경제개발국은 향후 두바이에 큰 영향을 끼칠 26개 주요 기술을 선정했는데, 이 중에서도 블록체인 및 인공지능을 중점적으로 연구 중이다.

블록체인 기술은 향후 3년간 UAE 정부 행정 절차의 절반 넘게 적용돼 약 110억디르함 (약 30억 달러)의 비용을 절감할 것으로 전망하고 있다.

UAE의 경제 발전 전략의 특징은 더 이상 고유가에 기초한 석유 부문의 성장에만 의존한 것이 아니라 제조업, 건설업, 관광업 등 非석유 부문의 호조를 보이고 있고, 非석유 부문이 UAE 경제에서 차지하는 비중이 점증하고 있다는 것을 보여주고 있다.

UAE는 석유에 의존하는 경제 구조를 벗어나 산업의 다각화를 계획하는 정책을 기조로 중동 지역에서 신기술을 바탕으로 하는 스타트업 기업들의 허브로 떠오르고 있다.

스마트팜의 기술은 벤처 캐피탈 (Venture Capital)의 투자를 받아들여 첨단 기술을 보유한 신생 기업들에게 글로벌 기업으로 성장할 수 있는 특징이 있다

UAE는 포브스가 발표한 중동의 유망 100대 스타트업 중에서 59개가 UAE에 기반을 두고 있고, 중동 국가의 테크놀로지 스타트업 매출 60% 이상이 UAE에서 발생하고 있는 것에서도 UAE의 스타트업 열풍을 확인할 수 있다. 그러나 농업 분야에 있어 한국은 농업 선진국에 비해 인지도가 낮지만 최근 UAE의 한류 열풍의 영향으로 한국 농업 기술에 대한 관심이 커지고 있다. 정부, 기업, 연구 단체들과의 협업을 통한 컨소시엄 구성을 통해서 한국의 첨단 농업 기술을 도입하는 게 유리할 것이다. 이러한 경우 설치, 유지보수, 운영 교육까지 포함된 턴키 프로젝트 형태가 바람직 할 것이다.

정책적인 지원으로는 아부다비 투자 진흥청 (ADIO), 칼리파 기업 발전 펀드 (Khalifa Fund for Enterprise Development) 등을 이용할 수 있으며 우리나라 컨테이너 수직농장을 운영하는 기업의 경우 현지 파트너사와 조인트 벤처를

형성하여 중동 시장 진출을 하고 있다.

표12. UAE 수출시장 SWOT 분석

강점 (Strength)	약점 (Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> · 통신(5G), 물류, 교통 등 중동 내 앞선 인프라 · 국부펀드의 높은 투자 여력 · 열정적인 신기술 수용 및 비즈니스 친화적 환경 · MENA 지역 금융, 비즈니스 및 교역의 허브 · 외국인 지분을 제한 완화 등 투자환경 개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 여전히 국제 유가 변동성에 취약한 국가 재정 · 인구 1천만의 작은 내수시장 · 극단으로 양분화된 소비자 계층 구조 · 종교·문화적 영향이 소비 시장 지배
기회 (Opportunity)	위협 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> · 유가 안정으로 프로젝트 지출 여력 확대 · 엑스포 개최로 인한 소비·서비스 시장 활성화 · 산업 다각화 관련 협력 기회 및 분야 확장 · 5G 상용화에 따른 신 비즈니스 수요 창출 · 주목받는 한류, 온라인 유통 시장 급성장 	<ul style="list-style-type: none"> · 이란·카타르와의 단절 지속으로 (재)수출 감소 · 예멘 반군·이란과의 군사적 긴장감 극대화 · 로컬 콘텐츠(자국 제품·서비스 활용) 확대 움직임 · 비관세장벽 수입규제 강화 · 중국의 공격적인 시장 진입 및 저가공세

(나) 사막형 리모델링 온실 사업화 모델

1) UAE 구형 온실 리모델링 사업

중동 지역의 네트 하우스 설치는 개략 2008~2009년 사이에 착수되었으며 이 사업의 주관기관은 아라비안 반도 농업연구시스템 (Arabian Peninsula National Agricultural Research Systems, NARS) 및 사막지역 국제 농업연구센터 (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA)이다.

별도의 냉방 설비 없이 수경재배 및 방충망으로 기존 노지 재배 보다 농약 사용 및 생육 용수를 절약하는 경제적인 온실 구조임. 별도의 냉방 설비가 없기 때문에 사막 기후에서는 8~9개월간 작물 재배가 가능하다.

패드 앤 팬 냉방 설비를 갖춘 온실은 연중 생산이 가능하지만, 냉방에 에너지 비용이 투입되어 연간 수익 구조는 네트 하우스와 별로 차이가 없는 것으로 조사되었다. 그러나 대부분의 네트 하우스가 10년~20년 이상 리모델링 공사 없이 사용되고 있어 온실 운영의 효율성이 떨어지고 생산량 및 품질이 떨어지면서 수익성도 나빠지고 있는 실정이다.

네트 하우스의 수익 작물로는 오이, 토마토, 파프리카, 가지 등을 들 수 있으며 초기 투자비를 크게 들이지 않으면서 생산성 및 품질에서 경쟁력을 가지고 있지만 작기가 제한적이기 때문에 내수 시장에서의 수익성이 일시간 나빠질 수 있다.

이러한 단점을 극복하기 위해서 수출시장에 진출 할 수 있는 기반이 마련된다면 잉여 공급량을 수출시장에 내보내어 수익성을 보장할 수 있다. 다만 수출시장의 농산물의 품질 규격 및 식품 안전 시험을 통과하기 위해서는 구형 온실의 재배 방식 및 환경제어 시스템에 대한 리모델링 작업이 선행되어야 한다.



그림 74. 구형 온실 리모델링 사업제안

기존 구형 온실의 대부분은 복합환경제어 시스템의 원격제어가 이루어지지 않았다. 또한 수출시장을 위한 생산단지의 경우 최소 4 ha 이상의 온실 면적이 필요하기 때문에 인력으로 관리하기 어려우므로 한국형 스마트팜 1세대 모델 기술을 적용하여 하우스의 센서 및 설비를 원격으로 제어 할 수 있도록 개선해야 한다.

UAE 구형 온실은 재배환경관리 설비의 노후화와 새로운 농업 기술의 부족으로 수익성 악화로 인해 운영에 어려움이 있다. 최근 UAE 정부에서는 구형 온실 80 개소의 재정비 공사에 약 650억원 정도의 예산을 투입하여 각 농가 당 1 ha 규모의 신설온실 또는 네트 하우스를 제공하기로 하였다. 현지 구형 온실을 소유한 농가는 양액기 교체 공사 및 수평 커튼 구동 모터 노후화로 온실 운영에 애로를 호소하고 있다.

중동 지역의 자외선에 노출된 피복재로 주로 사용되는 PE 필름 및 PC 시트와 비교하여 한국의 PO 필름의 적용성에 대한 검증이 필요하지만, 구형 온실의 피복재 교체 공사, 차광 및 보온 커튼 시스템 교체, 양액기 교체, 수경 재배 시스템 변경, 팬 앤 패드 냉방 시스템 교체, 각 종 센서 및 자동화 설비의 교체, 복합환경제어기 설치, 원격제어 시스템 구축 등을 통해 기존 구형 온실의 생산성 및 품질이 향상되어 수익성 개선에 도움이 될 수 있다.

가) UAE 한국형 네트 하우스

별도의 냉방 설비가 없는 네트 하우스의 온도와 습도 조절은 포그 시스템, 차광 및 보온 스크린 및 근권 냉방 장치로 이루어지며 중동 지역 냉방 온실의 90%를 차지하는 팬 앤 패드 냉방 시스템에 비해 물 소비량과 에너지 소비량을 크게 줄일 수 있어 화석 연료의 사용을 줄여야 하는 현실에서 새로운 농업 생산 기술로 주목 받고 있다.

온도가 섭씨 50℃ 까지 올라가는 5월~9월까지의 작물 생산이 되지 않지만, 나머지 8~9개월간 충분한 일사량 및 온도 조건으로 작물 생산량 및 품질에서는 냉방 온실과 크게 차이 나지 않았다.

국제 염수 농업 센터 (International Center for Biosaline Agriculture, ICBA)의 연구에 의하면 팬 앤 패드 냉방 시스템 운용 시 오이 관수량의 1.6배의 농업 용수가

소모되며 네트 하우스의 포그장치 운용 시 오이 관수량의 20%만 소비 되는 것으로 밝혀졌다. 에너지 소비량에서 팬 앤 패드 냉방 온실의 에너지 소비량은 네트 하우스의 62배가 넘는 것으로 조사 되었다.

전통적인 물부족 국가인 UAE에서 네트 하우스가 다시 관심을 받는 이유는 적은 물 소비량, 생산비용의 절감, 저렴한 초기 투자비 등의 장점 때문이다. 사막형 리모델링 온실 사업화 모델로 한국형 네트 하우스를 제안한다.

- * 절수기능을 더욱 강화하여 순환형 관수 시스템 및 양액 재이용 설비를 적용하고 수경 재배 시스템을 적용
- * 광조건 및 온도를 제어하기 위해 2중 스크린을 설치하고 습도의 균형적인 배분을 위해 내부 순환팬이 설치
- * 온실 내 재배 환경 관리는 복합 환경제어기를 통해 이루어 지며 농가의 스마트 폰으로 연동하여 원격 제어가 가능한 1세대 스마트 팜 기술을 적용
- * UAE 네트 하우스가 절수 기능 및 에너지 절감에 연구를 집중하였다면 한국형 네트 하우스는 수경재배기술, 복합환경제어기 적용, 원격제어 기술 등을 적용하여 생산량 및 품질을 증대

UAE 수출형 네트하우스 적용 기술



그림 75. UAE 수출형 네트하우스 적용 기술

나) UAE 연동 복합형 온실

네트 하우스의 농업용수 절감, 에너지 비용 감축, 낮은 초기 투자비의 장점에도 불구하고 연중 생산이 불가능하고 피복이 네트이므로 정밀한 재배환경 관리에 어려움이 있다. 수출형 작물 재배가 가능하기 위해서는 연중 생산이 필수이며 정밀한 재배환경 관리를 통해 안정적이고 높은 생산성이 실증되어야 하며 높고 균일한 품질이 유지되어야 한다.

연동 플라스틱 온실로 구축되는 생산단지는 수출형 작물 생산 단지의 중심이 되고 네트 하우스는 보조적인 생산단지 역할을 할 수 있다. 사막형 리모델링 온실 사업화 모델로 연동 복합형 온실을 제안한다.

- * 사막형 플라스틱 온실의 피복제는 자외선 및 모래바람에 대한 내구성, 산광 기능이 있어 하절기 일소 현상이 없어야 하며 온도 저감 효과가 있는 PO필름으로 적용
- * 에너지와 농업용수의 소비가 많은 웬 앤 패드 냉방 시스템의 단점을 보완하기 위해 하이브리드 냉방 시스템을 적용하여 필요 시 포그 시스템이나 칠러를 선택하여 가동함으로써 효율성을 높게 함
- * 절수형 설비인 순환형 관수설비, 양액재이용설비, 차광 및 단열 스크린 적용 등이 적용되어 복합환경제어 시스템을 이용한 원격제어 기술 적용
- * 가격 경쟁력 확보를 위해 관수설비 및 팬앤패드 냉방 장치 등은 현지 조달 가능성을 점검하여 실시 설계에 반영

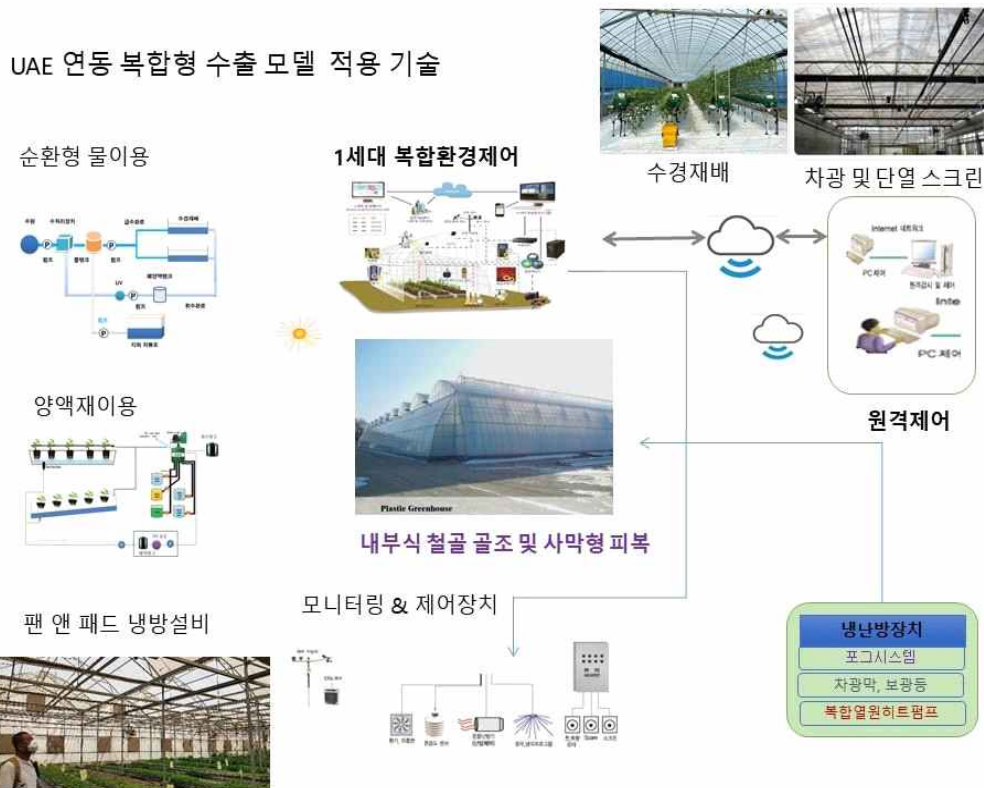


그림 76. UAE 스마트팜 수출 연동 복합형 적용 기술

(다) 사업화 모델의 경제성 및 사업성 분석

1) 초기 투자금액 예측

UAE 시설 농업 수출시장의 특수성은 충분한 시설 기반 조성 자금이 있고 수익성이 실증된다면 UAE 정부의 식량 안보 차원과는 별도로 수많은 농업 기업들의 투자가 이루어 질 수 있다.

외형적으로 네덜란드의 첨단 온실 단지가 규모가 있어 보이지만 UAE 시설 농가 모두가 네덜란드 기술의 온실에 투자하는 것은 아니기 때문에, 생산비가 가장 적게 들고 초기 투자비가 적은 곳에 투자한다. 네트 온실의 재배 기간이 연중 8~9개월에 그치지만 연간 수익성은 에너지 비용이 많이 드는 냉방 설비를 갖춘 일반 온실보다 앞서고 있다.

UAE 스마트팜 수출 모델은 가장 경제적인 네트 온실 4 ha, 연중 생산이 가능한 냉방 온실 4 ha, 인공지능 및 클라우드 서비스가 가능한 첨단 수출형 온실 1 ha로 구성하였고, 각 모델 별로 나온 생산 데이터를 축적하여 시설 온실의 초기 투자금

규모에 맞는 고객의 요구 조건에 따라 온실 단지 구축을 계획하였다.

UAE 현지 시설 농가의 한국형 시설 온실의 운영과 재배 교육을 위해 상설 교육 센터를 운영하며 R&D센터는 기존 구축되어 있는 시설을 이용하도록 한다.

현지 A/S 수요를 만족하기 위해 상주 A/S 기술자를 사업에 포함하여 시설 농가의 애로 사항을 해결할 수 있도록 한다. 상주 재배 기술자 2인은 현장에서 수시로 발생하는 시설 농가와와의 컨설팅 업무를 동시에 수행하며 온실 기술자 2인은 시설 온실 시공 및 A/S 업무를 동시에 수행하도록 구상한다.

가격 경쟁력을 제고하기 위해 현지 조인트 벤처 협력 업체와의 공동 설계 작업을 통해 현지 공급 자재를 활용함으로써, 가격 경쟁력을 높일 수 있도록 한다. 한국 스마트팜의 강점인 ICT 융합 기술 확보를 위해 ICT 기업과 협력은 사업비에 추가하지 않는다. 산지유통시설(APC)은 향후 수출지원이 가능한 형태로 업그레이드가 필요할 수 있다.

UAE는 전통적인 무슬림 국가로 현장에서의 협력, 상주 AS 팀의 운영, 지역 사회의 공헌 등을 중시하는 경향이 있다. 상기 열거한 스마트팜 수출모델의 초기 투자비는 ha당 8,570,000 달러/년으로 예측된다.

표 13. UAE 스마트팜 수출모델 사업비 예측

UAE 스마트팜 수출 모델 사업비 예측					US \$/년	
구분	항목	수량	단위	단가	금액	비고
1	네트하우스 (Net house)	4	ha	700,000	2,800,000	1세대
2	연동 시설하우스	4	ha	800,000	3,200,000	1세대
3	첨단 수출형 시설하우스	1	ha	1,000,000	1,000,000	2세대
4	APC 센터 (9 M × 40 M)	1	unit	30,000	30,000	
5	교육장, 식당, 사무실 (1,000m ²)	1	unit	1,000,000	1,000,000	
6	재배기술자 (특급)	2	인	90,000	180,000	9개월
7	재배기술자 (중급)	2	인	50,000	100,000	9개월
8	온실 및 A/S 기술자 (특급)	1	인	80,000	80,000	8개월
9	온실 및 A/S 기술자 (중급)	1	인	50,000	50,000	8개월
10	관리자 (책임)	1	인	80,000	80,000	9개월
11	관리자 (보조)	1	인	50,000	50,000	9개월
12	소계				8,570,000	

2) UAE 스마트팜 비즈니스 모델의 사업성 분석

UAE 스마트팜 생산단지는 총 9 ha 이며, 경제성이 뛰어난 네트 하우스는 오이 재배에 유리하여 4 ha 오이 재배를 계획하였고, 연중 생산이 가능한 연동 시설 하우스 4 ha에는 토마토 재배를 통해 안정적인 재배환경제어를 통해 고급 토마토 생산 및 브랜드 전략을 추진할 계획이다.

첨단수출 온실 1 ha 는 2세대 기술을 바탕으로 인공지능 의사결정 및 클라우드 재배 의사 결정이 가능하므로 파프리카 재배로 고급 품질 작물 생산으로 수익성을 높일 계획이다.

네트 하우스 오이 재배 생산량은 한국 생산량을 기준으로 적용하였고, 생산비는 현지 자료를 적용하였다. 네트 하우스 오이 재배 수익성은 한국과 비교하여 4배 이상의 고수익이 예측되는데 이는 난방 및 냉방이 필요 없고 낮은 인건비 등으로 인한 생산비가 낮기 때문이다.

오이의 경우 낮은 생산비가 장점이므로 재배 품종을 달리하여 수출 시장에서 활로를 찾으면 더욱 수익성을 높일 수 있을 것이며, 현지에서는 고가의 오이 품종 재배에 대한 연구가 진행되고 있다.

연동 플라스틱 온실 4 ha는 네트 하우스보다 안정적인 환경 관리와 연중 생산이 가능하므로 적기 조절을 통해 유통 가격의 안정화를 기대 할 수 있을 것으로 사료된다.

한국과 비교하여 생산비는 절반 수준이나 수입농산물 과잉으로 토마토의 가격이 매우 낮게 거래되어 수익성은 한국과 비교하여 절반 이하로 저조할 것으로 예측된다. 일본의 경우 고품질 토마토를 생산하여 1 kg 당 US \$ 3~5에 거래하여 수익성을 확보한 사례가 있으므로 토마토 재배 품종에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

첨단 수출형 파프리카 온실 1 ha 는 한국과 비슷한 수준의 수익성을 보이며, 파프리카의 유통 단가는 한국보다 매우 낮게 거래되고 생산비는 한국의 1/10 수준이므로 파프리카 유통 단가를 높일 수 있도록 품질 개선, 품종 변경, 수출 시장 확보 등을 통해 고수익 작물로 재배 할 수 있을 것으로 예측된다.

네트 하우스 4ha 오이 재배 수익성 예측

구분	단위	금액(US\$)	내용	비고
생산량	Kg	692,000	173,000Kg/ha	한국기준
단가	US\$	0.57		
매출	US\$	394,440		
생산비	US\$	120,000	30,000US\$/ha	현지 기준
수입	US\$	274,440	68,610US\$/ha	

연동 시설하우스 4ha 토마토 재배 수익성 예측

구분	단위	금액(US\$)	내용	비고
생산량	Kg	1,200,000	300,000Kg/ha	한국기준
단가	US\$	1.00		
매출	US\$	1,200,000		
생산비	US\$	400,000	100,000US\$/ha	현지 기준
수입	US\$	800,000	200,000US\$/ha	

첨단 수출형 시설하우스 1ha 파프리카 수익성 예측

구분	단위	금액(US\$)	내용	비고
생산량	Kg	800,000	200,000Kg/ha	한국기준
단가	US\$	0.87		
매출	US\$	696,000		
생산비	US\$	92,000	23,000US\$/ha	현지 기준
수입	US\$	604,000	151,000US\$/ha	

그림 77. UAE 스마트 팜 수출 모델 9 ha 작물별 수익성 예측

US\$/년

구분	순매출	총운영경비	수익	수익율
금액	US\$2,290,440	US\$612,000	US\$1,678,440	59%

US\$/년

구분	순매출(US\$)	총운영경비(US\$)	수익(US\$)	비고
오이(4ha)	394,440	120,000	274,440	
토마토(4ha)	1,200,000	400,000	800,000	
파프리카(1ha)	696,000	92,000	604,000	
소계	2,290,440	612,000	1,678,440	

그림 78. UAE 스마트팜 비즈니스 모델 수익률 예측(9 ha)

UAE 스마트 팜 생산단지 9 ha의 초기 투자비는 약 US \$ 8,570,000으로 예측되며, 9 ha 총 매출 규모는 약 US \$2,290,440으로 예상된다. 총 생산비는 약 US \$612,000으로 연간 수익은 US \$1,678,440으로 예측되며, 투자금 회수 기간은 약 5년으로 6년 차부터는 흑자로 전환될 것으로 예측된다.

US\$

구분	수입	총투자액		총투자금합계	손익
		시설설치금	운영경비		
1년	1,678,440	8,570,000	-	8,570,000	- 6,891,560
2년	1,678,440		-		- 5,213,120
3년	1,678,440		-		- 3,534,680
4년	1,678,440		-		- 1,856,240
5년	1,678,440		-		- 177,800
6년	1,678,440		-		1,500,640

그림 79. 투자비용 회수 기간

UAE 시설 농업 생산비는 한국과 비교하여 매우 낮은 장점을 가지고 있다. 한국의 경우 시설 작물의 생산비 항목 중 난방비가 60% 이상을 차지하고 높은 인건비는 시설 농업 경쟁력을 위협하고 있다.

UAE 경우 네트 하우스의 경우 별도의 난방비나 냉방비용이 들지 않고 재배 기간 중 광 조건이 좋고 온도 및 습도 조절만 잘 되면 냉난방 온실보다 생산량이나 품질에서 우수성이 실증되었다. 특히, 풍부한 외국 노동력을 바탕으로 둔 낮은 인건비는 UAE 비즈니스모델의 수익 확보에 커다란 장점을 가진다.

(라) 사업 추진방향 및 전략

1) 현지화 전략

UAE 스마트팜 수출 진출은 양국 모두에게 정부 차원에서도 중요한 이슈이다.

UAE는 수입 농산물이 80~90% 차지하여 식량 안보 확보라는 국가적인 정책과 관련되어 있으며 우리나라는 농촌 사회의 고령화 문제를 해결하고 수출을 통한 외화 획득을 위한 농업의 새로운 패러다임이다.

농업 선진국인 네덜란드도 UAE 진출 시 현지 기업과의 협력을 통해 아부다비 투자청으로부터 투자를 받아 온실 사업을 추진하고 있으나 한국의 스마트팜 진출 업체에 협력을 바라는 현지 업체는 아직 보이지 않고 있다. 알아인에 추진 중인 한국형 스마트팜 테스트 베드는 아직 생산 데이터가 나오지 않은 상태이고, 첨단 수출형 온실 구조로 가격 경쟁력 확보에는 어려움이 예상된다.

UAE 스마트팜 비즈니스 모델에서 구상한 네트 하우스, 교육 프로그램, AS 팀 등은 한국과 UAE 시설 농업인에게 투자를 이끌어 낼 수 있는 장점이 될 수 있을 것으로 사료된다.

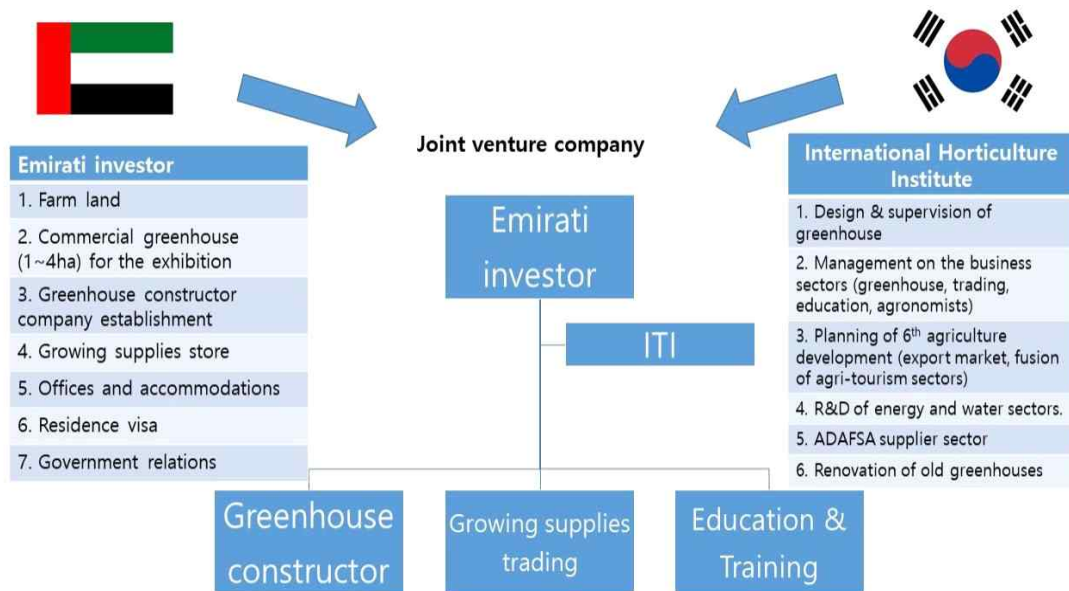


그림 80. UAE 스마트팜 수출 사업 현지화 전략

2) ICT융합 스마트팜 추진방향

한국형 자동화 온실 수출 경쟁력 확보를 위한 정부의 방침은 한국형 스마트팜 모델 개발, 빅 데이터 기반 최적 생육 관리 시스템의 개발, 스마트팜 전문가 양성 등으로 이루어지고 있다.

중양아시아 자동화 온실 시장 진출은 사실 민간 주도로 수출이 이루어져 왔기 때문에 한국형 표준 모델의 기준이 제시되지 않아 현지 시장 상황에 따라 온실의 설계가 이루어지거나 가격 경쟁 위주로 수출이 이루어지다 보니 한국형 자동화 온실의 수출 경쟁력이 왜곡되는 현상이 발생하기도 하였다. 따라서 정부가 추진하는 한국형 수출 모델의 개발은 향후 온실 수출시장의 확대에 기여할 것으로 예측된다.

현재 한국형 온실 설계, 시공, 사후 관리의 어려움으로 각종 시설 및 기기의 표준화 부족으로 효율적인 운영이 어렵다는 것도 개선할 부분이다. 사실 첨단 유리 온실과 높은 생산성을 검증한 네덜란드의 온실 수출시장에서 한국의 장점을 살리기 위해서는 플라스틱 온실 기반, 중저가 가격 정책, ICT 기술과의 융합이 효과적일 것으로 판단된다.

스마트팜 설계, 시공, 운영과 함께 작물 재배 교육 시스템의 개발이 필요하다. 자동화 온실 수출 시장 중 상당 부분은 재배 기술이 부족한 지역이 많았다. 자동화 온실을 시공하고도 재배 및 운영 미숙으로 소기의 생산량 및 품질을 유지하지 못하는

사례가 많았다. 한국형 스마트팜 생산단지가 운영과 함께 농업 생산의 부가가치를 높이는 방안으로 유통, 물류, 수출 지원 등의 지원 업무가 수반 되어야한다.

가) 스마트팜 플랜트 산업 육성

농업 분야 수출과 관련해서는 한국농수산물유통공사 (aT)와 NH무역 등에서 주로 신선 농식품 중심의 수출을 지원하는 정책이 주를 이루고 있었으나, 스마트팜 플랜트산업의 세계적인 시장 규모는 2018년도 75.3억불에서 2020년 125억불로 연평균 12.4%로 급격하게 성장하는 시장이며 스마트팜 플랜트 수출 시장의 확대를 통해 연관 기자재 생산 업체들의 동반 성장과 고급 인력의 새로운 일자리를 제공하는 효과를 보여주고 있다.

온실 설비·기자재 (복합환경제어기·양액기·센서 등)·데이터·인력 등이 포함된 플랜트형 특징을 가지고 있어 수출 시 높은 부가가치 달성이 가능하고, 기자재의 공급 및 설비의 유지·보수를 통해 지속적으로 수입을 발생시킬 수 있을 것으로 기대된다.

이에 따라 정부에서는 수출시장의 확대를 위하여 수출업체·협회, 유관기관 (실용화재단, 코트라, 농정원, 수출입은행) 등이 참여하는 수출지원 프로그램을 추진하고 있다.

우리나라 스마트팜 플랜트 수출 국가들로는 우즈베키스탄, 카자흐스탄, 베트남 등이 있으며 신규 진출 국가로는 러시아, 미얀마, 태국, 인도네시아, 말레이시아 등이 새로운 시장으로 주목받고 있다. 아프리카 지역에서는 화훼를 중심으로 한국의 스마트 팜에 대한 관심이 높다. 그러나 스마트팜 플랜트 수출을 위해서는 아직도 개선해야 할 문제점들이 많이 있다.

표 13. 스마트팜 플랜트 수출 사업화의 문제점

문제점	개선 방안
한국형 스마트 팜 모델 기준	현지 밀착형 표준 모델 제시
온실 설비 기자재 표준화 미흡	설비 및 기자재 사양서 제시
수출 시장 가격 경쟁력 확보	표준화를 통한 대량 생산으로 가격 경쟁력 확보
재배 교육 프로그램 미흡	스마트팜 플랜트 수출과 연계하는 재배 교육 프로그램 개발
유통, 물류, 수출 지원 프로그램 미흡	온실 운영 이후 부가가치를 높일 수 있는 지원 프로그램 개발

나)스마트팜 플랜트 수출을 위한 자원 확보

우리나라 정부의 스마트팜 플랜트 수출 사업의 재정적인 지원 사업으로는 대표적으로 ODA 사업 및 수출입 은행의 전대 금융 제도가 있으나 스마트팜 플랜트의 수출 경쟁력이 충분하다면 수출시장의 소비자들로부터 정부의 금융 지원을 받지 않고도 수출이 확대 될 수 있으므로 정부의 금융 지원보다는 수출 경쟁력 확보를 위한 노력이 선행되어야 한다. 네덜란드의 경우 유리온실의 시장 경쟁력이 높기 때문에 별도의 지원 정책 없이도 수출시장에서 시장 점유율이 높을 수 있다.

우리나라 ODA 사업의 경우 저가 입찰 방식이기 때문에 스마트팜 온실의 표준 기준이 마련되지 않은 현실에서는 온실의 기술적인 경쟁력이 떨어질 수 밖에 없다. 수출입 은행의 전대 금융도 일부 국가에 국한되어 있기 때문에 수출시장 확대를 위한 방편이 될 수 없는 한계가 있다.

따라서 스마트팜 플랜트 수출 기업은 우선 수출 시장에서 선호될 수 있는 가격, 기술, 운영, 재배 등의 경쟁력을 키워야 함. 시설원에 농업에 대한 국가별 지원 정책은 다양하게 있기 때문에 진출하기 위한 수출 국가의 정부 지원 제도에 대한 사전 연구가 필요한 시점이다.

표 14. 수출 금융제도

구분	수출금액 확보 방안
1	수입국의 정부 지원 금융 활용
2	수입국 은행 용자
3	수입국 수출국 상호 투자 (예; 우즈베키스탄 80: 한국 20)
4	한국 수출입 은행의 차관 제도
5	IBRD 등 국제기구 지원
6	한국 ODA 사업
7	한국 투자 후 생산물 판매 대금 회수 (* 계약 시 명확한 계약서 작성; LOI, MOU, 계약)

스마트팜 플랜트 수출을 확대하기 위한 초석은 수출 기업의 가격경쟁력, 기술경쟁력, 재배교육 프로그램, 유통, 물류, 수출 지원 등의 경쟁력 확보가 우선 되어야 한다. 이를 위해서는 온실 수출 업체들과 정부, 재배 교육 연구 기관, 자원 및 마케팅 능력을 갖춘 업체들 간의 제휴가 필요한 시점이다.

우리나라 온실 수출 업체들의 영세성을 감안할 때 수출 지역에 맞는 수출기업 컨소시엄의 구성이 필요할 것으로 사료된다. 대부분의 온실 수입 국가에서는 현지 기업과 한국 기업과의 컨소시엄을 강제하는 경우도 있으므로 스마트팜 플랜트 수출 사업의 확대 방안에서 국내 컨소시엄 구성은 상호 단점을 보완 할 수 있는 방안이 될 것이다.

우리나라 정부에서 추진하는 수출 확대 지원 정책도 수출 기업에 큰 도움이 될 것이며, 정부에서 지원하는 홍보 자료 제작 지원 및 온라인 상담회를 이용할 수 있고 코트라 해외 무역관 및 공관에 수출 기업의 홍보물을 배포해 주는 지원 사업을 활용할 수 있다. 스마트팜 수출 기업의 수출 확대 방안을 정리하면 다음과 같다.

표 15. 스마트 팜 수출 기업의 수출 확대 방안

구분	확대 방안
1	수출 시장에 맞는 가격, 품질, 기술, 재배교육, 마케팅 지원 경쟁력 확보
2	스마트 팜 브랜드 관리(회사 신뢰도 향상)
3	현지 농민 교육 및 전문가 양성 프로그램 개발
4	KOTRA, 농진청, 농어촌공사, 기업체, 정책부서 간 네트워크 형성
5	현지 정부, 기업, 농민 단체 등이 참여하는 컨소시엄 구성

네덜란드의 유리온실 기반의 스마트팜 생산단지의 장점은 높은 생산성과

품질이지만 단점으로는 높은 초기 투자비임. 한국의 플라스틱 온실 기반의 생산단지는 네덜란드 유리온실 보다 초기 투자비가 적게 드는 장점이 있다.

다만 중국, 터키, 이란 등 국가들이 낮은 가격으로 한국 플라스틱 온실 시장에서 경쟁해야 하지만 한국의 강점이 IT 기술을 스마트팜 온실 기술에 융합시킴으로써, 기술적인 경쟁력을 차별화 한다면 초기 투자비가 많이 드는 네덜란드 유리온실 시장과 차별화하여 수출시장을 확대 할 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 정부 차원에서는 표준화된 한국 스마트팜 온실 기준을 수립하여야 하고 각 수출 기업은 이를 바탕으로 수출시장 지역에 맞는 차별화된 수출 기업만의 온실을 설계하여야 할 것으로 사료된다.



그림 81. 스마트팜 플랜트 수출 시장 (출처: 국제원에연구원)

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

1. 사막형 온실 리모델링 최종 설계 - 온실 설계도면, 시방서, 등 설계도서 제작 완료
2. 풍하중에 대한 구조안전성 확보 - 공인 구조안전진단 전문기관의 구조계산서 발급 완료
3. 사막형 온실 리모델링 현지 시공 - 2021년 12월 UAE 현지 온실 리모델링 시공 완료(해외공동연구기관 확인)
4. 리모델링 온실의 운영·관리법 정립 - 온실 시공메뉴얼, 운영메뉴얼 작성 완료

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계	2단계	계	가중치 (%)
			(2019~2020)	(2020~2021)		
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허출원	목표(단계별)	1	1	2	15
		실적(누적)	1		1	7.5
	특허등록	목표(단계별)	종료 1차년도(1)	종료 2차년도(1)	2	0
		실적(누적)				
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	제품화	목표(단계별)	0	1	1	40
		실적(누적)	0	1	1	40
	고용창출	목표(단계별)	1	0	1	25
		실적(누적)	1	0	1	25
	교육지도	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	1	2	3	10
	정책활용 홍보 전시	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	0	2	2	10
계					100	
					85	

* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신제품 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다
(연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표(예시) >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)	
1								
2								

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
	국외				
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	
		생산인력	

비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황														
			학위별				성별		지역별								
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타				

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
사막형 온실 리모델링 최종 설계	온실설계 및 설계도서 제출	100
풍하중에 대한 구조안전성 확보	공간기관의 구조확인서 제출	100
사막형 온실 리모델링 현지 시공	현지 시공 완료 및 해외공동연구기관 확인	100
리모델링 온실의 운영·관리법 정립	운영 및 관리 매뉴얼 작성 완료	100
온실 실내온도 조건	UAE 현지 온실 리모델링의 시공이 지연됨에 따라 2022년 현재 현지공동기관과 온실 내부 환경조건 비교 연구 수행 중입니다 연구결과가 나오는 대로 실측보고서를 제출 하겠습니다	50
물 사용량 감소(양액 리사이클링)	UAE 현지 온실 리모델링의 시공이 지연됨에 따라 2022년 현재 현지공동기관과 온실 물 사용량 비교 연구 수행 중 입니다 연구결과가 나오는 대로 실측보고서를 제출 하겠습니다	50

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

본 연구팀이 제시한 목표 중 특허출원 목표 총 2건 중 1건이 과제종료 시점 기준 달성을 미달 하였습니다, 당초 계획은 UAE 현지온실 리모델링 시공 완공 및 각종 실험 진행과 평가를 통하여 테스트베드에 설치 된 시스템에 대하여 특허를 출원 할 예정 이었으나, 전 세계적인 코로나19 대유행으로 인하여 UAE 온실 해외 시공이 매우 늦어졌습니다 정성적 목표로는 당초 온실 시공 후 하절기 온실 실내온도 조건 및 물사용량 감소에 대한 데이터를 제시하기로 하였으나, 온실 리모델링 시공이 2021년 말에 완료되어 연구를 수행할 수가 없었습니다

2022년 하절기 UAE 현지 실증 테스트를 수행하여 결과를 추가 보고서로 전문기관에 제출 하겠습니다

정량적 목표로 2022년 2월 현재 특허 출원 신청 중이며 출원 신청이 되면 관리기관에 추가 실적 제출을 하여

목표로 했던 성과를 100% 달성 하겠습니다

2) 자체 보완활동

2022년 2월 현재 UAE 현지 테스트베드 시공을 완료한 상태이며, 현지 공동연구기관인 ICBA와 온실 내부 환경평가 및 작물 재배 테스트를 진행 중입니다
2022년 하절기 온실 실증 테스트를 수행하여, 온실 실내온도 및 물사용량 감소 실측보고서를 제출 하였습니다
또한, 미달한 특허 1건을 출원 중이며, 출원 후 성과를 등록 하였습니다
현재 주관기관은 본 과제의 후속과제인 “2021년 농식품 수출비즈니스 전략모델 구축사업”인 “한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발” 연구과제에 선정되어, 전세계적인 코로나19 유행으로 인하여 본 과제에서 미비했던 부분들을 2022년 말 까지 추가 연구로 진행 하고 있습니다.
후속연구를 성실히 수행하여 본 과제에서 목표로 했던 내용들 이상의 성과를 낼 수 있도록 최선을 다하여 연구 수행 하겠습니다

3) 연구개발 과정의 성실성

본 과제 시작일 이후 UAE 현지출장을 통하여 현지 정보를 수집 후 온실 설계를 진행 하였습니 다, 온실 설계 후 빠른 시공을 위하여 시공 자재들을 준비하여 컨테이너선을 통한 해외 운송을 시작 하였습니다.
이후 현지 온실 시공을 위하여 기초시공 슈퍼바이저 및 온실 시공 슈퍼바이저, 공정별 시공팀 5개 팀을 UAE 현지로 파견하여, 시공을 진행 하였습니다.
또한 현지 기초시공을 위하여 현지 협력업체를 발굴, 자재 현지 수급을 하기 위해 수차례 해외 출장을 통해 현지 업체들과 미팅 및 협의를 하여 업체를 선정완료 후 시공을 진행 하였습니다. 한국의 온실기술 및 자재의 현지시장 진출을 위하여, 국내 온실 설비 및 자재 업체들과 만나 사막기후에 적합한 자재들을 개발요청 및 구매하여 거의 대부분의 현지 테스트베드 구축 재료 및 설비는 대한민국의 업체 제품을 사용 하였습니다.
상기 내용 외에도 한국의 스마트팜을 UAE 현지에 시공 및 시장발굴을 위하여, 대한민국 온실 업체를 대표한다는 마음으로 수많은 노력을 하였습니다
그럼에도 불구하고 코로나19의 전세계적인 유행으로 인하여, 해외운송의 차질, UAE 현지 공항(아부다비, 두바이)의 폐쇄로인한 현지 입국불가 등 외부적인 요인으로 인해 연구 진행이 매우 딜레이가 되었습니다
이에 본 연구 주관기관은 연구내용의 성실달성을 위해 본 연구의 후속과제에 신청 및 선정되어 2022년 말까지 추가적인 연구를 UAE 현지에서 수행하고 있습니다.

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

현재 UAE 현지에서 관행온실의 리모델링사례는 극히 드물며, 관련 자료나 연구사례가 전무한 상태입니다
현지 농가에서 부분적으로 온실을 보완, 수정하는 정도이며, 현지 진출한 온실업체도 관행온실 의 리모델링 시공은 하지 않는 것으로 파악되었습니다
UAE 현지에서 가장 많은 유형의 온실은 측고 2~3미터의 온실이며, 본 연구를 통하여 온실 리모델링의 결과가 성공적으로 도출된다면 UAE를 비롯 한 중동지역 GCC 6개국에 한국의 온실 자재 및 설비를 수출 할 발판이 되며, 국내 온실분야에 새로운 해외시장을 발굴할 수 있다고 판단되며, 관련 분야에 대한 기여는 매우 높다고 판단됩니다.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

본연구의 성과물인 설계도서, 특허 등의 자료들은 대·중소기업 농어업협력재단에 “기술자료 임치”를 신청할 예정이며, 이를 통하여 개발기업의 기술을 보호하고 사용기업의 기술자료의 안정적 사용을 도모할 예정입니다

또한 UAE 현지에 구축 한 테스트베드는 현지 공동연구기관인 ICBA와 지속적으로 연구를 진행할 수 있도록 2021년에 추가적인 MOU를 체결 완료 하였습니다.

추가적으로 UAE 현지 온실과 테스트베드의 비교를 통하여 한국 온실 기술 및 자재의 우수성을 알리며, 한국 온실기업의 중동 진출에 기여 하겠습니다

실제로 UAE에 구축 한 연구온실에 대하여 많은 문의가 왔으며, 22년 2월 쿠웨이트 기업과 협업하여 현지 진출을 준비 하고 있습니다.

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내 매년 목표치	
국외논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내	1	
	국외		
	계	1	
특허등록	국내	1	
	국외		
	계	1	
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
	계		
사업화	상품출시		
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			2
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서
2.	1) 2)

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

본문 작성 요령(작성 요령은 제출하지 않습니다)

1. 연구개발과제의 개요: 연구개발의 목적, 필요성 및 범위 등을 기술하며, 선정 당시 「연구개발계획서」와 최근에 제출한 「연차보고서」 또는 「단계보고서」의 내용과 동일하게 작성합니다.
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용: 이론적·실험적 접근 방법, 연구 과정 및 내용 등을 기재합니다.
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
 - 1) 연구수행 결과: 연구개발과제 수행에 따라 발생한 정성적 연구개발성과와 해당 시 정량적 연구개발성과, 세부 정량적 연구개발성과, 계획하지 않은 성과 및 관련분야 기여사항을 기재합니다.
 - (1) 정성적 연구개발성과: 연구개발과제 수행에 따라 발생한 최종 정성적인 성과 기재합니다.
 - (2) 정량적 연구개발성과: 연구개발계획서 상의 연구개발성과표에서 목표대비 최종 발생한 실적을 기재합니다(해당 시 작성, 연구개발과제의 특성에 따라 수정 가능).
 - (3) 세부 정량적 연구개발성과: 과학적성과, 기술적성과, 표준화, 경제적성과, 사회적성과, 인프라성과, 그 밖의 성과 중 최종 발생한 성과항목이 있을 경우 선택적으로 작성하고 증빙자료 첨부, 등록·기탁 대상 연구개발성과에 대해서는 자세한 내용과 등록·기탁 번호를 기재합니다.
 - (4) 계획하지 않은 성과 및 관련분야 기여사항: 연구개발과제 수행에 따라 계획하지 않은 최종 성과가 발생한 경우 해당 성과와 관련분야 기여사항을 기재합니다.
 - 2) 목표 달성 수준: 단계별 연구목표 및 평가 착안점에 입각한 최종 연구개발 목표 대비 달성내용과 달성도(%)를 기재합니다.
4. 목표 미달 시 원인분석: 해당 시 수행기관이 자체 분석한 목표 미달 원인(사유)과 자체 보완활동의 내용 및 과제수행 과정의 성실성 등에 관하여 기재합니다.
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여: 관련 분야에 대한 기술 개발 현황과 비교하여 달성된 연구성과가 국내외 기술 개발 현황에서 차지하는 위치, 우월성, 기여한 점 등을 구체적인 근거를 제시하여 기재합니다.
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획: 성과 관리 추진체계와 예상되는 연구개발성과의 활용분야, 활용방안, 추가연구의 필요성, 타 연구에의 응용, 기업화 추진방안, 기술 이전 등을 기재합니다.

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 연구개발사업 첨단생산기술개발 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원 전문기관)에서 시행한 첨단생산기술개발 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.

자체평가의견서

1. 과제 현황

		과제번호		319086-02	
사업구분	첨단생산기술개발 사업				
연구분야			과제구분	단위	
사업명	첨단생산기술개발 사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	사막지역 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구개발기관			연구책임자		
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2019-2020	500,000	167,000	667,000
	2차년도	2020-2021	500,000	167,000	667,000
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
계					
참여기업	한국농어촌공사				
상대국	아랍에미리트(UAE)	상대국연구개발기관	International Center for Biosaline Agriculture(ICBA)		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

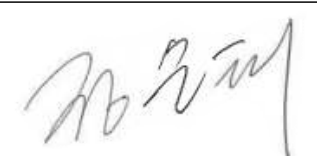
2. 평가일 : 2022년 2월 3일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)그린플러스	상무	정순태

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약	
-----	---

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

대한민국의 온실 기술 및 자재들을 사용하여 사막지역인 UAE의 관행 온실 리모델링시공을 진행
 현지에서 주로 쓰이는 팬-패드 방식의 일부를 대한민국의 온실 기술과 결합 하여 UAE 현지에 최적화된
 온실 리모델링 시공방법 정립
 현지에서 주로 쓰이는 패드와 한국 온실에서 사용하는 FCU를 시스템상으로 연동하여, 하절기 온실 내부
 온도를 재배에 적합하게 유지 하도록 설계
 높이 2~3미터인 현지 관행온실의 기둥을 연장하여 고부가가치 작물(파프리카, 토마토 등)을 재배 가능하
 도록 리모델링 하였으며, 재배설비를 개선하여 온실 내 작업자의 효율적인 작업을 도모하도록 개발
 한국 기업이 생산한 열차단 필름 및 직조필름으로 온실 피복을 하고 차광스크린 적용으로 내부 유입
 열의 최소화

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

국내 시설원에 관련 기업의 중동지역 온실 시장에 진출
 중동지역은 식량 안보 차원에서 시설원예의 필요성과 수요가 점점 확장되고 있는 시장이며, 본 과제를 통
 하여, 중동지역이 공통적으로 가지고 있는 아래 농업환경의 어려움의 대안은 시설농업 고도화가 유일한
 해결책으로 결론이 나있는 상태임
 본 과제의 현지 온실 리모델링 모델 정립과 더불어 재배기술 전수와 함께 현지 맞춤형의 패키지 진출로
 사업화를 추진한다면, 본 과제 수행의 큰 의의가 있으며, 유관사업의 동반진출로 수출 견인화가 가능함.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

현지온실의 리모델링 연구 결과를 바탕으로, UAE 지역 뿐만아니라 GCC 6개국으로 사업 추진이 가능.
 특히, UAE 시장의 특성은 대외 의존도가 높은 전형적인 소비시장으로 중계 무역의 기지 역할을 수행(지정
 학적으로 걸프 만에 위치. 이란, 이라크, 사우디아라비아 등 인근국가와 국경을 접하여 중계지 역할 수행)
 두바이 ICBA내 부지에 시공한 리모델링온실을 대외적으로 홍보하여 한국 온실기술의 현지 진출의 교두보
 로 활용 하다고 판단됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

본 과제 시작일 이후 UAE 현지출장을 통하여 현지 정보를 수집 후 온실 설계를 진행 하였습니다, 온실 설계 후 빠른 시공을 위하여 시공 자재들을 준비하여 컨테이너선을 통한 해외 운송을 통해 현지로 자재 운송
 이후 현지 온실 시공을 위하여 기초시공 슈퍼바이저 및 온실 시공 슈퍼바이저, 공정별 시공팀 5개 팀을 UAE 현지로 파견하여, 시공을 진행
 또한 현지 기초시공을 위하여 현지 협력업체를 발굴, 자재 현지 수급을 하기 위해 수차례 해외 출장을 통해 현지 업체들과 미팅 및 협의를 하여 업체를 선정완료 후 시공을 진행 하였습니다. 한국의 온실기술 및 자재의 현지시장 진출을 위하여, 국내 온실 설비 및 자재 업체들과 만나 사막기후에 적합한 자재들을 개발요청 및 구매하여 거의 대부분의 현지 테스트베드 구축 재료 및 설비는 대한민국의 업체 제품을 사용
 상기 내용 외에도 한국의 스마트팜을 UAE 현지에 시공 및 시장발굴을 위하여, 대한민국 온실 업체를 대표한다는 마음으로 연구 수행을 진행
 이에 본 연구 주관기관은 연구내용의 성실달성을 위해 본 연구의 후속과제에 신청 및 선정되어 2022년 말까지 추가적인 연구를 UAE 현지에서 수행하고 있습니다

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, **미흡**, 극히불량)

본 연구 수행결과로 “사막지역용 식물재배 시스템” 특허를 출원 완료
 출원내용 : 열악한 기후 환경을 가지고 있는 고온 건조한 사막에서도 작물을 재배가 가능하며, 기존의 재배설비를 활용하고, 작업 환경을 개선하는 내용입니다
 2022년 2월 현재 두 번째 특허 출원을 진행 중입니다

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
현지 사전조사 및 리모델링 범위 설정	5	100	· 리모델링 대상 온실의 구조 및 설비 파악 · 현지조사 및 리모델링 범위 선정
구조 안전성 분석 및 구조물 리모델링 설계	5	100	· 목표 풍하중을 만족하는 구조계산서 발급 완료 · 리모델링 온실의 설계도서 제작 완료
사막 기후에 적합한 피복자재 및 차광스크린 선정	5	100	· 현지 기후에 적합한 피복자재 선정 · 현지 광 환경에 적합한 차광스크린 선정
현지 수자원을 고려한 최적 양액 재활용 시스템 설계 및 적용	5	100	· 현지 수자원 인프라를 고려한 양액 재활용 시스템 · 최소한의 물 소비로 양액재배가 가능한 설비 시공
현지 온실 리모델링을 위한 자재 및 설비 제작	5	100	· 완료된 설계 도서를 바탕으로 한 자재 및 부품 제작 · 현지 환경조건을 고려한 골조 후처리 공정
현지 온실 리모델링 시공	20	100	· 시공 메뉴얼을 바탕으로 한 현지 리모델링 시공 · 리모델링 온실의 골조(철골, 알루미늄)시공 · 내부 설비설치
사막형 온실 현지조사	5	100	· 사막지역 온실 리모델링을 위한 자료 수집 · 사막지역 작물재배 환경을 고려한 기초자료 수집 · 사막지역 온실 리모델링에 적합한 설계 기준 도출
기존 온실(ICBA시험 온실) 사용 시스템개선안 도출	5	100	· 현지 환경 제어 시스템 및 자재 관련 기술자료 수집 및 개선안 적용검토 · 개선안 국산화 적용 검토
국내외 유관기관(농진청, ICBA 등) 기술협력	5	100	· 현지 환경에 적합한 기술자료 수집 및 적용검토 · 유사과제 수행기관 개발 기술 적용 협의
현지 리모델링 실증온실 시공지원	5	100	· 시공 매뉴얼 검토 및 수정 · 현지 실증온실의 골조(철골, 알루미늄)시공 현장지원 · 내부 설비(재배설비 등) 설치 지원
현지 온실 리모델링을 통한 설계도 및 시방서 등 설계도서 보완	5	100	· 현장 시공을 통한 설계도, 시방서 및 내역서의 보완 · 현장 여건을 고려한 사막형 온실 리모델링 모델의 개선
리모델링 온실의 작물 재배 데이터, 온습도 변화, 수확량 증대 조사	5	50	· 2021년말 리모델링 준공으로 인하여 지연됨 · 2022년 2월 현재 UAE 현지 공동연구기관과 재배데이터, 온습도변화, 수확량 조사 중
리모델링 온실의 성능 평가	5	50	· 2021년말 리모델링 준공으로 인하여 지연됨 · 현지 리모델링 시공성 평가 · 2022년 2월 현재 UAE 현지 공동연구기관과 내부 환경 유지능력 등 비교 분석연구 중
사막형 온실 리모델링 모델의 시공, 운영 매뉴얼 작성	5	100	· 현지 리모델링 온실의 시공매뉴얼 작성 · 현지 리모델링 온실의 운영 및 관리 매뉴얼 작성
리모델링 설계도서 검토 및 보완	5	100	· 현장 시공지원을 통한 설계도, 시방서 및 내역서의 검토 · 현장 여건을 고려한 리모델링 온실의 개선 검토
리모델링 온실의 경제성 평가 및 현지 협력연구기관 연구협의	5	50	· 현지 관행 온실과의 경제성 비교 분석 · 현지 연구기관 공동연구 추진(ICBA) - 2021년 추가 공동연구를 위한 MOU 체결 완료
실증 리모델링 온실의 성과 검증 및 BM(Business Model) 개발	5	80	· 중동 인근 국가에 적용 가능한 추가 특화사업 모색 · 사막형 리모델링 온실의 확산 사업화 추진 · 2022년 2월 현재 쿠웨이트 현지기업과 협업 추진
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제	<input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	
연구과제명				
주관연구개발기관			주관연구책임자	
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
연구개발기간				
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:	<input type="checkbox"/> 교육 및 지도	<input type="checkbox"/> 정책자료	<input type="checkbox"/> 기타() ()

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①	
②	
③	

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출		투자 유치	논문 SCI	비 SCI			논문 평 관 I F	학술 발표		정 책 활 용
단위	건	건	건	평 년 건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	15						40			25					10			10		
최종 목표	2	2					1			1					2			2		
당해 년도	목표																			
	실적																			
달성률 (%)																				

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	
②	
③	

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장으로 해결	정책 자료	기타
①의 기술										
②의 기술										
③의 기술										
·										
·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	
②의 기술	
③의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T 평 가 제 도	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용	
											SCI		비 SCI	논 문 평 가 I F					
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건		
가중치																			
최종목표																			
연구기간내 달성실적																			
연구종료후 성과창출 계획																			

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 종질지(80g/m²)]

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
 통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.