

321072  
-02

한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발

2023

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
농식품수출비즈니스전략모델구축 사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004448-01

# 한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발

2023. 11. 09.

주관연구기관 / (주)그린플러스

농림축산식품부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발”(개발기간 : 2021. 04. 01. ~ 2023. 06. 30.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023. 11. 09.

주관연구기관명 : ㈜그린플러스 박 영 환



주관연구책임자 : 김 영 준

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

# 최종보고서

보안등급

일반[  ], 보안[  ]

중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업범	농식품 수출비즈니스 전략모델 구축사업				
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)	신시장개척지원모델					
공고번호	제 농축2021-28호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
				연구개발과제번호		321072-02				
기술분류	국가과학기술 표준분류	EI0406	50%	LB0203	25%	LB0805	25%			
	농림식품과학기술분류	RC0102	75%	AA0204	25%	-	%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문									
	영문									
연구개발과제명	국문	한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발								
	영문	Development of Planting Proof and Export Model for Korean-style Remodeling Greenhouse								
주관연구개발기관	기관명	㈜그린플러스			사업자등록번호	124-81-52399				
	주소	(우)32448 충남 예산군 웅봉면 웅봉로 50-42			법인등록번호	13811-0033605				
연구책임자	성명	김영준			직위	책임연구원				
	연락처	직장전화				휴대전화				
		전자우편				국가연구자번호				
연구개발기간	전체	2021. 04. 01 - 2023. 06. 30( 2년 3개월)								
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2021. 04. 01 - 2023. 06. 30( 2년 3개월)							
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금	
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금		현물
총계	747,000	171,750					747,000	171,750	918,750	
1단계	1년차	320,000	90,000					320,000	90,000	410,000
	2년차	427,000	81,750					427,000	81,750	508,750
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고				
위탁연구개발기관	(재)한국간 설생활환경 시험연구원	박두용	선임 연구원			위탁	기관유형			
연구개발담당자 실무담당자	성명	정순목			직위	책임연구원				
	연락처	직장전화				휴대전화				
		전자우편				국가연구자번호				

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

2023 년 09 월 26 일

연구책임자: 김 영 준

주관연구개발기관의 장: 박 영 환



**농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장** 귀하

## < 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		농식품 수출비즈니스 전략모델 구축사업		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)		신시장개척지원모델사업		연구개발과제번호		321072-02	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	EI0406	50%	LB0203	25%	LB0805	25%
	농림식품 과학기술분류	RC0102	75%	AA0204	25%	-	%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발					
전체 연구개발기간		2021. 04. 01 - 2023. 06. 30(2년 3개월)					
총 연구개발비		총 918,750 천원 (정부지원연구개발비: 747,000 천원, 기관부담연구개발비 : 171,750 천원)					
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[ <input checked="" type="checkbox"/> ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(8단계) 종료시점 목표(9단계)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		○ UAE 온실(높이가 낮은 아치형 경질판 PC 온실) 리모델링 자체 수출을 위해 현지 시설 현황 및 재배현황을 분석하고 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석을 통해 기술적 근거 확보 하여 한국형 리모델링 온실의 수출 전략 제시				
	전체 내용		○ UAE 현지 시설 현황·작물 재배 현황 및 시장 분석 ○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석 ○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 자료를 이용한 경제성 분석 및 수출전략 도출				
	1차년도 (해당 시 작성)	목표	○ UAE 현지 시설 현황·작물 재배 현황 및 시장 분석 ○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석				
		내용	- UAE 현지 시설 현황 (시설유형별 면적[네트 온실, PC온실], 난방 유무 등) 분석 - UAE 온실의 연간 시설환경 및 재배관리 현황 조사·분석 - 시설 작물 재배 현황(재배 및 수확시기, 품종, 생산량, 단수, 온실 특성 등) 분석				
	2차년도 (해당 시 작성)	목표	○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 자료를 이용한 경제성 분석 및 수출전략 도출 ○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석				
		내용	- 온실 환경 (온도, 습도, 광량 등)과 작물 미세 환경(엽온, 지온, 배지 수분 등) 분석 - 작물 재배 중 자원(물, 에너지) 사용량 분석 - 비교 온실(팬애파드 PC온실)과 리모델링 온실 작물의 생육 및 수확량 분석 측정				

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작물 시장 가격 및 실증 자료를 이용한 경제성 분석</li> <li>- 한국형 온실 및 리모델링 온실 자재 수출을 위한 전략 제시</li> </ul>
--	--	--	--

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국형 온실 및 리모델링 온실의 구조, 핵심 자재 규격 및 품질 기준을 통해 스마트팜 분야의 스마트기술(IT, ICT, IoT등)과 연계하여 UAE 맞춤형 온실 플랜트 모델 제시</li> <li>- 기술적 성과 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 스마트팜 구조 및 핵심 자재 제조기술 표준화 및 세계 기술격차 축소</li> <li>• 토지와 기후 등 환경의 제약을 받는 기존의 온실 구조 골격재 등의 한계를 극복하여, 현지 상황에 맞춰 품질 기준을 규격화</li> </ul> </li> <li>- 경제적 성과 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영비 절감 침 소득 증대를 실행하기 위한 노동력 절감과 품질향상 기술개발 확대의 제도적 기반 마련</li> <li>• 온실 구조 및 기자재 등 관련 중소기업체들의 기술력 제고 및 적용분야(시장) 확대 등 기회 제공</li> </ul> </li> <li>- 사회적 성과 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트팜 기자재간 원활한 호환을 통해 지역 맞춤형 농업기술 개발을 통한 사업화 추진</li> </ul> </li> <li>- 연구개발성과의 수요처 : 국내외 온실 구조, 자재, ICT, 설비, 설계 및 시공업체 및 관련분야 연구기관 및 농업인</li> </ul>
--------	---

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용내용 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 개발된 한국형 리모델링 온실의 수출 모델을 스마트 기술(IT, ICT, IoT등)과 함께 연계하여 UAE 및 중동권역 수출 모델로 제시할 수 있음</li> <li>• 향후 중동지역 인근국가로의 사업 확대이 가능함. 중동지역 규격 기준인 GS0 또한 만족할 수 있도록 반영한다면 한국형 리모델링 온실의 수출 확대를 통한 원활한 수익성을 기대할 수 있음</li> <li>• 정립된 한국형 수출모델을 바탕으로 해당 지역별 최적화된 리모델링 기술을 개발하여 지속적 교류를 통한 고정 거래층 확보 가능</li> </ul> </li> <li>- 경제적 파급효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영비 절감 및 소득 증대를 실행하기 위한 ‘노동력 절감과 품질향상 기술개발 확대’ 의 제도적 기반 마련</li> <li>• 온실 구조 및 기자재 등 관련 중소기업체들의 기술력 제고 및 적용분야(시장) 확대 등 기회를 제공</li> <li>• 스마트팜 시설 및 기자재의 표준화를 통해 능가 자체적으로 사후관리 할 수 있는 인프라 조성</li> <li>• 스마트팜 설계기준을 통한 호환성 높은 산업화 기반을 조성하고, 각각 지역별 기술 현지화 가능</li> </ul> </li> </ul>
---------------------	--

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
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)	사막		온실		리모델링		재배		수출			
영문핵심어 (5개 이내)	Desert		Greenhouse		Remodeling		Cultivation		Export			

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	7
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 .....	26
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 .....	142
4. 목표 미달 시 원인분석 .....	145
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도 .....	146
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	146

# 1. 연구개발과제의 개요

## 1). 연구개발의 개요

### ○ 연구개발 목표

- UAE 온실(높이가 낮은 아치형 경질판 PC 온실) 리모델링 자재 수출을 위해 기술적 근거 확보 등 한국형 리모델링 온실의 성과 분석을 통한 수출 전략 제시



<연구개발 목표>

## 2). 연구개발 배경

- 코로나 19 이후 식량 수급 불안 우려와 함께 식량안보에 대한 중요성이 부각
  - 물/식량 안보의 중요성이 높아지면서 UAE의 기존 하우스를 활용한 첨단 농업을 통한 농산물 생산 필요성 대두
- 농업 분야 육성에 대한 UAE 정부의 강한 의지로 지원정책 강화

### 3). 현지 농업현황

#### 가) UAE 지역 기후데이터 현황

##### ○ UAE 현지 조사결과

##### - 후보지역 기후조건 기초자료 수집

- 태양 연중 입사각 및 기상 데이터는 온실의 설계 및 방향설정의 기준이 되는 후보 지역의 태양 입사각 변화를 나타낸 것. 열채류 등 지피식물의 경우 측면과 온실 지붕의 곡선 및 각도를 설계 반영



- 아부다비에서 연중 무더운 날씨는 5월 중순경에 시작하며, 5개월 간 지속되며, 10월 하순경에 종료
- 월별 일출 일몰 그래프는 일 누적 광량과 일장 변화에 따라 작물 생육이 변하는 작물의 작기 계획 수립에 필요함. 특히, UAE의 겨울 재배를 위하여, 일출 일몰 시간의 고려가 중요함
- 후보지역 온습도 및 풍속 데이터 입수(ADAFSA, 2019년 9/23)

\* 온습도 풍속 등 의견 : 온실 설계를 위한 온습도 및 풍속은 7월 기준으로 Mean Max 데이터를 사용하여 적용 결정(온도 : 44.7°C, 습도 : 58%, 풍속 : 23.5 m/s)

Month	Temperature					Humidity			Rainfall	Wind			Solar Radiation
	Max	Mean Max	Mean	Mean Min	Min	Mean Max	Mean	Mean Min		Mean	Max	Mean Max	
January	31.4	24.2	18.5	12.4	4	83	56	31	9.2	9.3	49	20.4	4380
February	35.5	27.2	21	14.5	4.8	76	47	23	6.4	10.2	56.5	22	5184.7
March	41.5	31.7	25	17.6	9.5	70	38	16	23.8	10.6	86.8	23.7	6069.3
April	42.7	36.6	29.9	22.1	14	59	29	12	14.8	11.2	62.3	25.2	6665.9
May	48.2	41.6	34.5	26	18.2	55	24	9	0.6	11.6	54	25.3	7318.6
June	49	44.1	36.7	28.5	21.4	58	26	9	1.1	11.5	63	24.3	7324
<b>July</b>	<b>48.7</b>	<b>44.7</b>	<b>37.9</b>	<b>30.8</b>	<b>23.7</b>	<b>58</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>2.1</b>	<b>11.3</b>	<b>54.7</b>	<b>23.5</b>	<b>6768.8</b>
August	48	44.2	37.4	30.6	25.6	57	30	14	8.1	11.1	73.4	23.8	6711
September	46.1	41.5	34.8	27.8	20.9	64	31	12	1.8	10.1	48.2	22.7	6429.4
October	43.4	37.1	30.7	23.5	17.8	67	36	14	6.8	9	60.8	21.7	5637.2
November	36.6	30.8	25	18.7	11.5	75	48	25	1.8	8.7	50.8	20.1	4671
December	34.5	26.1	20.4	14.4	4.6	83	56	31	9.5	8.8	38.9	19.1	4188.2

ADAFSA 온습도 및 풍속 데이터 입수



- 작물 재배용 공급 물 분석 데이터 입수(ADAFSA, 9/29)

Sr.	Sample	pH	EC dS/m	TDS ppm	SAR	Cations ppm				Anions ppm				Trace and Heavy Metals ppm															
						Ca	Mg	Na	K	Cl	CO3	HCO3	SO4	Al	Aa	B	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Sr	Zn
1	Water Sample 1	8.15	0.66	422	2.16	28.1	23.8	64.7	2.9	124.3	0	73.2	70.8	0.006	0.1	0.08	0.011	0	0.002	0.005	0.002	0.025	0	0	0	0	0.1	3.96	0
2	Water Sample 2	8.2	0.7	445	2.18	28.4	24.8	66.2	2.6	124.3	0	73.2	73.2	0.022	0.1	0	0.012	0	0.002	0.004	0.003	0.026	0	0	0	0	0.2	4.15	0
3	Water Sample 3	8.2	0.69	440	2.17	28.3	24.6	65.7	2.5	124.3	0	73.2	72	0.002	0.1	0	0.011	0	0.002	0.003	0.003	0.031	0	0	0	0.1	4.1	0	

작물 재배용 물 분석자료

\* 물 분석 데이터 의견 : 순환식 수경재배용으로는 PH, NaCl, SO4 가 약간 높은 상태이며, 실제 사용 시 재배팀의 고려가 필요. 석회 (황산칼슘), 칼슘과 황산이 결합된 성분은 침전시켜서 사용

- 토양 분석 데이터 입수(ADAFSA, 9/29)

Sample	Depth cm	pH	EC dS/m	SAR	Cations mg/L				Anions mg/L				Total N (ppm)	Av. P (ppm)	Ex. K (ppm)	Trace Elements ppm					
					Ca	Mg	Na	K	Cl	CO3	HCO3	SO4				Fe	Cu	Mn	Zn	B	
Soil Sample 1	0-30	25.87	7.95	1.53	2.18	4.52	3.14	4.12	0.80	3.89	0.0	3.89	3.88	329	28.3	30.3	4.45	1.38	2.07	1.86	0.0
Soil Sample 2	0-30	25.48	8.10	2.92	7.87	4.28	3.54	15.78	0.29	9.58	0.0	3.89	6.72	332	18.3	29.3	4.92	1.58	1.68	1.88	0.0
Soil Sample 3	0-30	24.88	8.80	3.73	6.87	5.89	4.89	11.38	0.53	7.98	0.0	3.89	6.79	319	22.8	48.8	5.22	1.43	2.03	2.11	0.0
Soil Sample 4	0-30	25.48	8.80	3.74	6.88	5.58	7.28	13.84	0.89	14.88	0.0	3.89	8.28	285	15.8	37.5	6.88	1.72	1.87	1.93	0.0
Soil Sample 5	0-30	25.87	8.10	1.94	2.28	4.28	3.84	4.80	0.14	4.28	0.0	3.89	6.17	283	27.3	29.2	6.94	1.58	1.94	2.11	0.0

Soil Texture			
Sample	Sand %	Silt %	Clay %
Soil Sample 1	99.86	0.11	0.03
Soil Sample 2	99.84	0.16	0.00
Soil Sample 3	99.94	0.06	0.00
Soil Sample 4	99.26	0.72	0.02

<토양 및 토성 분석 데이터>

\* 토양 분석자료 의견 : PH가 높은 상태이며, 작물재배는 배지사용으로 무관

- 토성(Soil Texture) 분석 데이터(ADAFSA 입수, 9/23)

\* 토성 분석 데이터 의견 : 사질토로 보수성이 낮은 특징으로 예상되며, 오거 또는 돌리 (Doly) 기초로 기초공사 진행 결정

○ 농진청 토양조사 결과 입수('19.10.16)

- 조사지역은 Sharjah 지역으로 “고온극복 온실”부지로 참고로 활용 가능

- 위치 : Al Dhaid 지구 Agricultural Innovation Center내 부지(25° 16' 11.2" N, 55° 55' 52.4"E)



농진청 토양조사 위치 1



농진청 토양조사 위치 2

○ 측정 및 분석 데이터

- 지하수위 : - 240 m 이하(국내 2~3 m)
- 지하수 포함 염분(EC) : 2 ds/cm, 3,000~3,500 ppm(농도 개념)
- 토양 가비중(다짐정도) : 1.53 g/ cm<sup>3</sup> (20 cm), 표토부분은 국내와 비슷.
- 토양경도

깊이	0cm(지표면)	20 cm	40 cm
경도(kPa)	4,078(특히 높음, 경작했던 포장)	437	651

- 간이체 분석 : 4번체(4.76 mm) 50%이상 통과, 200번체(0.075 mm) 50% 이상 남음
- 세립분을 함유한 모래(SM : 실트질의 모래, 모래, 점토의 혼합토)
- 토양 컬러(Soil Color) : 10YR 7/2(20 cm), 10YR 8/2(40 cm)



나) 농협현황 및 정책조사

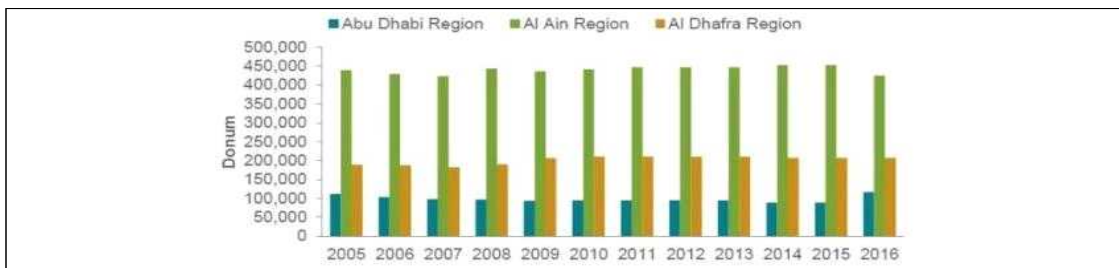
○ UAE 주요 농작물 재배 면적

- 과수, 주요 작물 및 채소류의 농가수 및 주요 재배지역은 아부다비(Abu Dhabi), 알아인(AI Ain) 및 알 다프라(AI Dhafra) 지역으로 구분되며, 연도별 농가수 및 재배면적은 아래 표와 같다(출처: 아부다비 식품관리청)

Year	Total		Abu Dhabi Region		AI Ain Region		AI Dhafra Region	
	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area
2005	23,704	739,686	4,793	111,452	11,529	438,820	7,382	189,414
2006	23,648	720,651	4,556	103,815	11,572	429,463	7,520	187,373
2007	23,198	703,748	4,072	98,314	11,701	423,083	7,425	182,351
2008	24,015	731,512	3,854	97,045	11,751	443,988	8,410	190,479
2009	24,097	737,957	3,814	94,380	11,782	436,656	8,501	206,921
2010	24,290	747,679	3,837	95,483	11,894	441,637	8,559	210,559
2011	24,394	752,839	3,837	95,483	11,985	446,898	8,572	210,458
2012	24,394	752,839	3,837	95,483	11,985	446,898	8,572	210,458
2013	24,394	752,839	3,837	95,483	11,985	446,898	8,572	210,458
2014	24,018	749,868	3,605	89,679	11,921	452,503	8,492	207,686
2015	24,018	749,868	3,605	89,679	11,921	452,503	8,492	207,686
2016	24,018	749,868	4,480	116,786	11,046	425,396	8,492	207,686

Source: Abu Dhabi Food Control Authority

<연도별 농가 수 및 재배면적 통계>



<연도별 지역별 재배면적 통계>

- 재배면적은 전통적인 오아시스 지역인 알아인 지역이 약 42,000 ha 이상으로 제일 넓으며, 알 다프라 20,000 ha 이상이며 아부다비 순서임

(Area in Donums)				
Item	Abu Dhabi Region	Al Ain Region	Al Dhafra Region	Total
<b>Total</b>	<b>116,786</b>	<b>425,397</b>	<b>207,686</b>	<b>749,869</b>
Fruit Trees	28,952	140,003	103,368	272,323
Field Crops	6,328	43,479	10,401	60,208
Vegetables Crops (opened field)	3,584	6,585	3,885	14,054
Vegetables Crops( under protective cover)	693	3,421	1,390	5,504
Current Fallow	30,894	173,013	65,478	269,385
Windbreaks	5,588	3,839	7,275	16,702
Building	1,953	7,207	3,565	12,725
Potentially Productive Area	38,794	47,850	12,324	98,968

Source: Abu Dhabi Food Control Authority

<2016년 작물별 토지 면적>

- 작물별 토지 면적은 2016년도 역시 알 아인 지역이 약 42,539hafh 제일 넓은 재배면적이며 전체 채소류 노지재배 약 1,405ha와 채소류 온실(Protective Cover)재배면적이 약 550ha로 구분되며, 온실 재배면적은 노지 재배의 1/3 이하의 면적
- '16년 온실 재배 작물 및 생산량 통계
- 채소류 면적에서 2016년도 온실재배 작목별 통계는 아래와 같음

Type of crop	Area (Donum)	Quantity (Ton)	Value (1000 AED)
<b>Total</b>	<b>5,504.0</b>	<b>29,313.9</b>	<b>73,164.7</b>
Potato	0.0	0.0	0.0
Cabbage	120.0	492.0	574.4
Hot Pepper	42.0	155.4	461.0
Sweet Pepper	374.6	1,415.1	7,452.9
Marrow	35.1	100.3	273.3
Egg Plant	20.4	79.6	134.4
Cucumber	3,945.1	23,308.6	54,266.6
Tomato	690.4	3,457.6	8,401.1
Water Melon	0.0	0.0	0.0
Sweet Melon	0.0	0.0	0.0
Lettuce	31.5	25.2	93.1
Onion	0.0	0.0	0.0
Parsley	0.0	0.0	0.0
Beans	70.9	78.0	303.3
Beets	0.0	0.0	0.0
Carrot	0.0	0.0	0.0
Cauliflower	0.0	0.0	0.0
Pumpkin	0.0	0.0	0.0
Coriander	62.4	118.5	830.6
Mallow	24.0	24.0	164.1
Okra	0.0	0.0	0.0
Radish	0.0	0.0	0.0
Sweet Corn	0.0	0.0	0.0
Garden Rocket	64.0	38.4	209.9
Turnip	0.0	0.0	0.0
Broccoli	23.6	21.2	40.0

Source: Abu Dhabi Food Control Authority

<2016년 온실 작물 재배통계>

- 작물은 오이, 토마토, 파프리카, 배추의 순이며 오이 생산량이 제일 많은 이유는 팬-패드 방식의 온실로 30도 이상의 기온에도 재배 용이한 점이라고 판단됨
- 2016년 온실 농가수 및 면적
- 온실 농가수와 면적은 아래표와 같으며, 대규모 상업농가(엘리트 팜, 아그리팜등)는 소수이며, 대부분 0.5ha 미만인 소규모 농가로 16,000 농가로 구성됨
- 주요 지역은 알아인 약 9,800 농가로, 알 다프라 지역과 아부다비 순서임

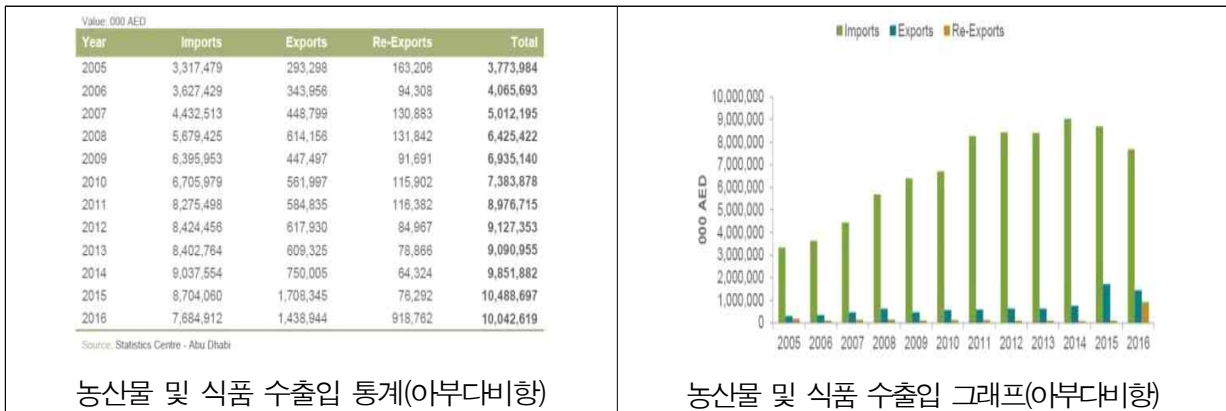
(Area in Donums)		
Region	Item	2016
Total	Number	16,037
	Area	5,504
Abu Dhabi Region	Number	2,227
	Area	693
Al Ain Region	Number	9,821
	Area	3,421
Al Dhafra Region	Number	3,989
	Area	1,390

Source: Abu Dhabi Food Control Authority

<2016년도 온실 농가 수 및 재배면적>

- 농산물 수출입 통계 (아부다비 항 기준)

- 아래 표는 2005년부터 2016년도 농산물 수출입 통계표임



농산물 및 식품 수출입 통계(아부다비항)

농산물 및 식품 수출입 그래프(아부다비항)

- 평균 농산물 수입은 80% 수준이며, 금액 통계로는 수입액이 수출액보다 약 6~12배 이상 높은 금액으로 농산물 수입은 유제품, 채소류 및 식료품(식품, 음료, 담배 등 기호식품), 비료 등이 포함되어 있음

- 농산물 및 식품 수입액

- 2016년도 기준으로 농산물과 식품 수입액은 아래 표와 같으며, 순수 농산물 수입액은 전체 수입 금액의 약 30~36%를 차지함 (두바이 평균 33.4%)

(Value: 000 AED)				
Description	2013	2014	2015	2016
Total	8,402,764	9,037,554	8,704,060	7,684,912
Live animals and their products	2,412,125	2,658,466	2,840,842	2,901,996
Vegetable products	3,415,979	3,245,970	2,907,704	2,121,835
Animals or vegetable fats, oils and waxes	367,677	394,317	396,908	445,529
Foodstuffs, beverages, spirits and tobacco	2,080,925	2,590,281	2,433,772	2,142,742
Fertilizers	104,524	122,323	99,634	57,085
Pesticides and rodents, fungi, weeds	21,540	26,196	25,201	15,726

Source: Statistics Centre - Abu Dhabi

<농산물 및 식품 수입액(2016 통계)>

다) 농업 문제 및 농업 투자 정책

- UAE의 농업분야는 국가 물의 60%이상을 사용하고 있지만, 경제 기여도는 전체 1% 미만 이하이며, 개인당 사용 가능한 물은 지속적으로 감소되고 있으며, 물부족은 농업 생산에 주요 장애요인으로 작용함
- UAE는 “재처리수” 및 “소금화 물”과 대안을 이용하여 수자원 사용의 극대화에 주안점을 두고 있으며, 농가에 효율적인 물 사용을 위한 “스마트 파밍(Smart Farming)”기술 등을 장려하고 있다. 지속가능한 농업을 위한 “물절감 및 효율적 작물선택”이 수행되어 수경재배, Drip Irrigation 등의 기술로 발전되고 있음
- 에너지 등 생산 비용관련 조사
  - 전기요금 정책 및 단가(출처 : 2018 UAE 개황, 외교부)
  - UAE 전력 산업은 경제활동과 마찬가지로 각 지역별로 구분 운영되며, 4개 북부 지역의 경우 경제규모가 낮고 낙후되어 있기 때문에 아부다비의 재정을 통해 통합된 형태로 운영
- 전력수요 전망
  - UAE 전체 최대 전력 수요는 아부다비와 두바이의 부동산 개발 및 산업육성으로 연간 9% 증가하여 2020년에는 총 45,000MW에 도달할 것으로 예상
  - 아부다비의 최대 전력수요는 최근 수년간 연평균 10%의 가파른 상승세를 이어가고 있으며, 2030년까지 꾸준히 증가할 것으로 예측 (2016년 말 UAE의 총 발전설비 용량은 28,630MW이며, 매년 수요 대비 설비 증가 중인 상태임)
- 아부다비 전기 요금 체계
  - 전기 요금은 정부 보조로 원가보다 낮은 가격에 공급하며, 공급 대상에 따라 차등화된 요금 체계를 적용함

(100 fils = 1 Dirham (약 200원))

구분	국적	주거 형태	전력 사용량	전력 요금
주거용	UAE 국민	주택	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
	거주 외국인	주택	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
정부 고객		79 kWh 이하	0 fils/kWh	
		79 kWh 이상	26.8 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

UAE 고객별 전기 요금

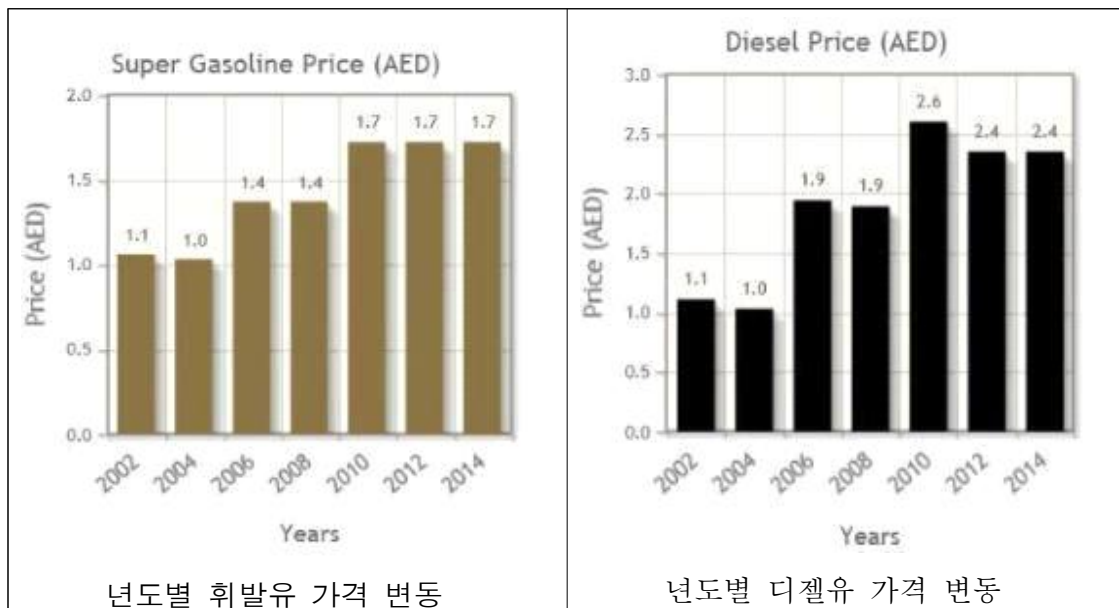
- 농업고객 요금 기준은 4.5 fils/kwh이며, 원화 기준 14.4원/kwh으로 국내 기준의 농업용 요금(39.9~41.9원/Kwh, 한전)의 1/3 가격임

- 유류 단가 등 가격 조사

- 아래 표는 옥탄가 95의 휘발유와 일반 디젤 기준의 소매 단가이며 세금 포함 가격임('20.2월 기준, 출처: www.thefuelprice.com)

소매가	단위	AED	원화	보조금80% 적용		비고
				AED	원화	
휘발유(옥탄 98)	리터	2.24	742.64	0.448	148.53	세금포함
휘발유(옥탄 95)		2.12	701.22	0.424	140.57	
휘발유(옥탄 91)		2.05	679.65	0.41	135.93	
디젤		2.4	793.83	0.48	159.14	
LPG (25kg)	실린더	60	19,892	12	3978.45	

- 휘발유 및 디젤의 가격변동 추이는 아래 그래프와 같다(2002~2014년 간)  
(출처: GIZ International Fuel Prices Database)



- 운영비 측면의 국내 농가와외의 간단 비교

- 온실 운영비에서 유류비용과 전기료 비용을 국내 첨단온실의 토마토 운영비와 단순비교하면 유류비는 국내의 약 13.8% 수준이며, 전기료는 34.4%의 수준으로 산유국으로서 농가 보조금등으로 운영비 측면에서 유리함

구분	항목	국내 단가	UAE 단가	비고
운영비	냉난방비			
	유류사용량	14L/m <sup>2</sup>	동일 적용	국내 평균
	유류 가격	1,019원/L (면세유)	140.57원/L (옥탄가 95-보조금)	약 13.8%수준
	전기료	41.9원/kwh	14.4원/kwh	약 34.4%수준

- 전기 부하 일람 및 수전량 산출

- UAE ADAFSA(농식품안전청) 제출 본 ('19.11.25)  
: Total 480kw/h 요청

Div	Load Source	Capacity(W)	Unit(VA)	#pcs	Capacity(KVA)	Remark
Always Running	Air Dehumidification Fan	380V-3Ø-590	590	18	10.6	
	Fancoil Unit	380V-3Ø-375	750	33	24.8	
	Cooling Storage Pump	380V-3Ø-11000	11,000	1	11.0	
	Circulation Pump(Greenhouse Cooling)	220V-1Ø-5500	5,500	2	11.0	
	Circulation Pump(Water Cooling)	220V-1Ø-750	750	1	0.8	
	Pump for Fan&Pad	220V-1Ø-375	375	8	3.0	
	Pump for Nutrient Disinfection	220V-1Ø-375	375	8	3.0	
	Fresch Water Pump	220V-1Ø-750	750	1	0.8	
	Return Water Pump	220V-1Ø-750	750	2	1.5	
	Nutrient System	380V-3Ø-3500	3,500	1	3.5	
	Fog Unit	380V-3Ø-7500	7,500	1	7.5	
	Filling Pump	220V-1Ø-750	750	1	0.8	
Heating Pump 80RT	380V-3Ø-134470	134,700	2	269.4	MAX Value	
<b>Sub total (1)</b>					<b>347.5</b>	
Occasional Running	Motor for Rooftop window open/closed	380V-3Ø-400	400	2	0.8	
	Motor for shade screen open/closed	380V-3Ø-400	400	1	0.4	
	Motor for side window open/closed	220V-1Ø-120	120	4	0.5	
	Electric Bulb	220V-1Ø-32	32	25	0.8	
	Electric Outlet	220V-1Ø-250	250	20	5.0	
	Service Room				20.0	
<b>Sub total (2)</b>					<b>27.5</b>	
<b>Total : (1)+(2)</b>					<b>375.0</b>	
Spare Capacity	25% of Always Running				86.9	
	-50% of OccasionalRunning				-13.7	
	Additional Capacity for the future				30.0	
<b>Sub total (3)</b>					<b>103.1</b>	
<b>Total Capacity : (1)+(2)+(3)</b>					<b>478.1</b>	
<b>Total Capacity requested</b>					<b>480.0</b>	

UAE 온실 전기부하 산출표  
UAE 온실 전기부하 산출표

- 일일 용수량 산출

- UAE ADAFSA(농식품안전청) 제출 본 ('19.11.25)  
: Total 15.46 ton/day 요청

구분	부하명	산출	물소요량
사용량	관수량산정	10ℓ/m <sup>2</sup> /day x 1,584m <sup>2</sup> = 15,840ℓ/day	15.84
	팬&패드	18.34ℓ/m <sup>2</sup> /day x 1,584m <sup>2</sup> x 10%	2.91
	FOG시스템	4.5ℓ x 2ea/set x 17ea/line x 6line x 2h	1.84
	<b>소 계</b>		<b>20.58</b>
회수량	양액리사이클	관수량의 30%	-4.75
	팬코일	0.85ℓ x 8h x 30대	-0.15
	제습유동탱	2ℓ x 6h x 18대	-0.22
	<b>소 계</b>		<b>-5.12</b>
<b>합 계 용 량</b>			<b>15.46</b>

필요 용수량 산출표

라) 중동 지역 온실 현황

(1) 중동지역 현지 조사결과

- ※ 사막지역 온실 1차 조사 결과(출처: 한국농어촌공사 '18.11월~12월 3개국 조사 결과 종합)
- ※ 본 주관기관인 그린플러스 참여 현지 방문
- 스페인 알메리아 온실 및 Tecnova농업연구소 방문(사막지역 벤치마킹 목적)
  - ◎ 알메리아 지역 연강우 200mm 이하, 최고기온 45℃이상 건조지역
  - ◎ '80년대 이후 알메리아 온실재배로 과채류를 유럽 전역에 공급
  - ◎ 온실시설 : 비닐온실, 토경재배, 양액공급, 점적관개, 냉각시설 등
  - ◎ 수자원 : 해수담수화, 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 14ha, 포그앤팬(fog&fan) 냉각방식)

<Tecnova 본사 및 실험실>



<Tecnova 온실 내부>



<까사마흐(cajamar) 축소 모형>



<포그앤팬 쿨링 시스템>





- 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(물부족국가의 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 설라이틴 농산업단지(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

- 쿠웨이트 온실

- ◎ 기후변화에 따른 기상이변으로 50~60년 빈도 강우 발생(70mm/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>



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

◎ 목적: 적외선 반사로 온실의 냉방 효율 개선



- 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 280m<sup>2</sup> X 4동(팬-패드 2동 및 네트 2동)이 있음

\* 특기 사항 : 기존 냉난방을 위한 팬패드의 문제점(오염, 위생, 관리, 파손 등)을 개선하기 위하여, 패드에 Pozzolane wall(화산재)을 도포하는 새로운 패드방식을 언급





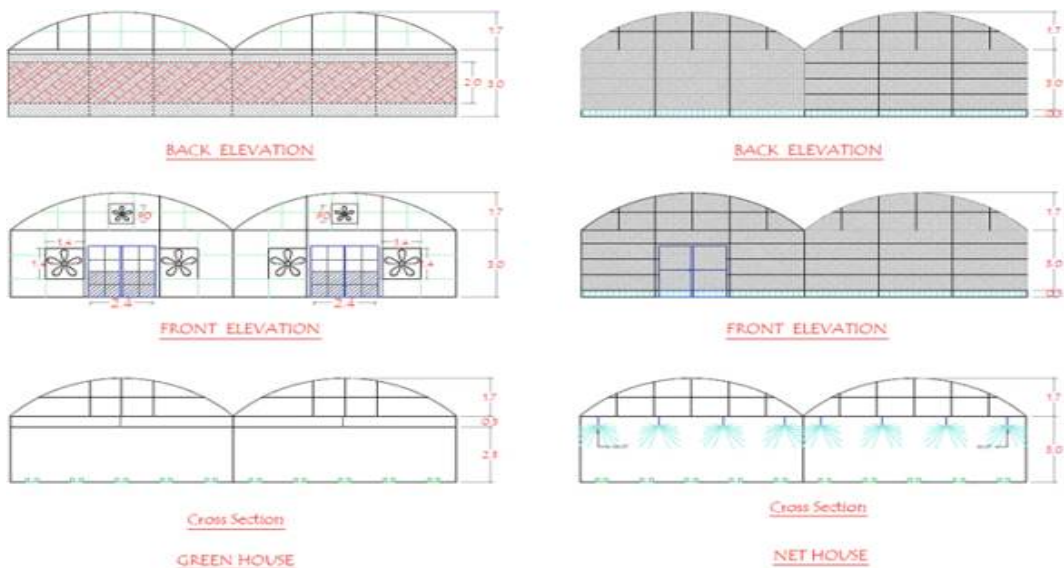
ICBA 본부동 전경



ICBA 연구원 협의

○ ICBA 시험온실 논문자료 분석

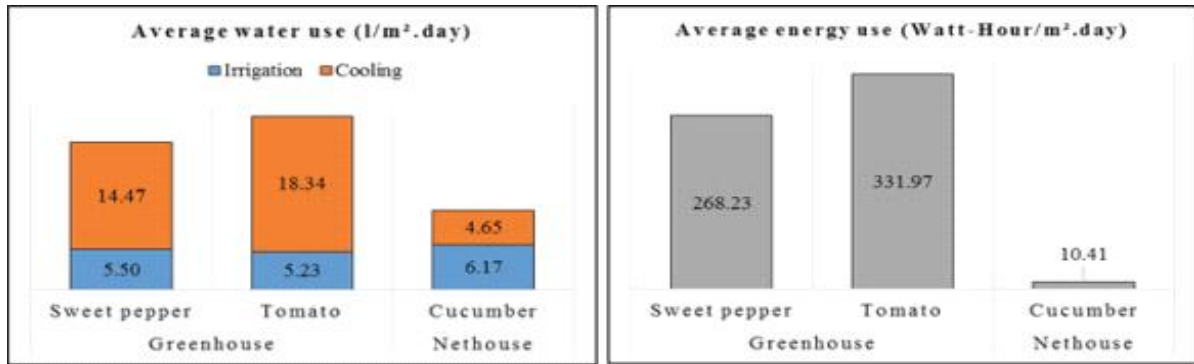
- 저자 : Adellaziz Hirch, Redouane Choukr-Allah
- 제목: “Water and Energy Use Efficiency of Greenhouse and Net house Under Desert Conditions of UAE: Agronomic and Economic Analysis
- 1m<sup>3</sup> 담수화 에너지 : 2.6Kwh 소요, 즉 2.6x0.25=0.65AED (197.5원)
- \* Kwh당 정부 기준 금액 0.25AED/Kwh (75.98원)
- 농가 에너지 비용(Farmer Energy Cost) : 0.03AED/Kwh (9.12원, 88%할인)
- 실험 결과
- 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 m<sup>2</sup> 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)

- m²당 총 사용량 : 4,401.6 Liter (18.34 l/m², 일 X 8개월 X 30일)

· 전체면적(280m²) 당 하루 총 사용량 : 18.34 l/m² X 280m² = 5,135.2 Litre (약 5.13 ton)

· 전체면적(280m²) 당 8개월 사용량 : 18.34 l/m² X 280m² X 240일 = 1232.4 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 = 96.1AED, 약, 29,215원 지불)

- 작물별 총 에너지 비용 예(오이, 방울토마토, 파프리카 비교)

\*CP= 재배기간, 오이 4개월, 파프리카 5개월, 방울토마토 8개월

<작물별 총 에너지 사용>

구분	오이 (그물온실+미스트)	방울토마토 (비닐온실+팬-패드)	파프리카 (비닐온실+팬-패드)
온실 규모	280m2 2개동 (8m X 35m X 1동 계산)	280m2 1개동 (8m X 35m X 1동)	280m2 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/m2 CP*	432.2 (하루 3.6 Litter/m2) (하루전체: 1008 L)	627.4 (하루 2.6 Litter/m2) (하루전체: 728 L)	659.5 (하루 4.39 Litter/m2) (하루전체: 1231 L)
냉방 l/m2, 일	4.7	18.3	14.5
하루 전체 물사용량 (관개수+냉방, 280m2)	1,572 L	5,852 L	3,406 L
냉방에너지 Wh/m2 일	10.4	332.0	268.2
담수 생산에너지 Wh/m2 CP	1,124	1,631	1,715
관개수 에너지 Wh/m2 day	12.5	12.0	12.1
실 담수 사용량 l/m2	1.124	1.632	1.716
총 에너지 농가 비용 AED/m2 CP*(정부보조)	0.096 (2.9.23원)	1.597 (486.24원)	1.313 (399.77원)
총 에너지 순수비용 AED/m2 CP*(보조제외)	0.796 (242.36원)	13,306 (4051.28원)	10,940 (3330.91원)

마) 각국별 온실공정별 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(m2)	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	지붕알미늄시스템	용마루, 천창외	X	X
11	측벽알미늄시스템	측벽 서까래외	X	X
12	지붕서까래	알미늄	원파이프	격자와이어
13	지붕피복재	유리, 경질필름	비닐	비닐
14	측벽피복재	유리, 경질필름	PC골판	비닐+방충망
15	피복재교체 주기	영구적(20년이상)	3년	3년
16	천창개폐	랙&피니언방식	X	고정식 방충망
17	측창개폐	대규모(무),소형(유)	X	방충망+비닐
18	천창방충망	선별적사용	X	고정식방충망
19	측벽방충망	선별적사용	X	X
20	수평스크린	2중스크린	X	X
21	외부차광막	X	지붕면에 설치	지붕면에 설치
22	온실통로	콘크리트	콘크리트	흙
23	온실바닥재	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(측벽반방)	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

#### 4) 현지 지원현황

##### ○ 한국형 스마트팜 진출 맞춤형 지원

- 스마트팜 도입, 기존 온실 고도화(리모델링) 등 첨단 농업 기술 도입을 통해 식량안보를 강화하려는 UAE 정부의 강한 의지를 한국의 농업기술 및 관련 기업 현지 진출 수요를 활용한 실질적 지원

##### ○ 협력모델 구축 지원

- 첨단 농업 분야에서는 아부다비 투자진흥, 무함마드 빈 라시드 혁신 펀드 등 해외 기업도 수혜할 수 있는 지원정책의 확대로 현지 진출의 교두보 마련 가능

##### ○ 국내 농업 기술 공유를 통한 한국산 농기계/자재의 진출 기반마련

- 고온, 담수부족 등의 문제점을 가진 현지농업 특성상 용수저장 및 냉방기술 및 제품 수요가 지속적으로 발생할 것으로 예상됨

#### 5) 현지 시장현황

##### 가) 중동국가 시장현황

##### ○ 사막기후 중동지역 관행온실 및 개선

- 신기술 적용 : 신 피복재 적용, 가성비 위주의 최신 공조시스템, 축고 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 가능함.
- 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	

\*1m<sup>2</sup> 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 향상이

① 관행 온실 대비 리모델링 모델의 물절약, 고품질, 생산량 증대 목표 및 경제성 극대화(기성비 측면)

② 기존 온실의 판매 목적과 달리 재배기술의 패키지화 판매에 주력

○ 아랍에미리트 내 농장을 두고 있는 스마트팜 기업 6개사는 정부의 지원을 바탕으로 수경재배, 반밀폐형 온실, 수직농장 건설 등의 프로젝트를 진행하고 있음

주요 기업	주요 현황
에어로팜	· 2020년,아부다비투자진흥청(ADIO) 투자 · 실내 수직농장 건설
마다르팜	2020년 아부다비 투자진흥청(ADIO) 투자 · 칼리파 산업단지에 토마토 농장을 건설 계획
퓨어 하비스트	· 와프라 인터내셔널 인베스트먼트 컴퍼니 투자
에미레이트 하이드로포닉스 팜	· 2020년 에미레이트 항공사 지원 · 두바이에 수직, 수경재배 농장 건설 예정
유엔에스팜	· 2018년, 천만 달러(약 123억 원)를 투자 · 2,780평방미터 규모의 수직농장을 조성
바디아팜	· 2020년 최고 규모의 수직농장 건설 예정



## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### 1) 연구개발과제의 최종 목표

UAE 온실 리모델링 자재 수출을 위한 기술적 근거 확보  
한국형 리모델링 온실의 성과 분석을 통한 수출 전략 제시

#### ○ UAE 현지 시설 현황·작물 재배 현황 및 시장 분석

- UAE 현지 시설 현황 (시설유형별 면적[네트 온실, PC온실], 난방 유무 등) 분석
- UAE 온실의 연간 시설환경 및 재배관리 현황 조사·분석
- 시설 작물 재배 현황(재배 및 수확시기, 품종, 생산량, 단수, 온실 특성 등) 분석

#### ○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석

- 온실 환경 (온도, 습도, 광량 등)과 작물 미세 환경(엽온, 지온, 배지 수분 등) 분석
- 작물 재배 중 자원(물, 에너지) 사용량 분석
- 비교 온실(팬앤패드 PC온실)과 리모델링 온실 작물의 생육 및 수확량 분석 측정

#### ○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 자료를 이용한 경제성 분석 및 수출전략 도출

- 작물 시장 가격 및 실증 자료를 이용한 경제성 분석
- 한국형 온실 및 리모델링 온실 자재 수출을 위한 전략 제시

## 2) 연구개발과제의 내용

### ○ UAE 현지 시설 현황·작물 재배 현황 및 시장 분석

#### 가) UAE 온실의 연간 시설환경 및 재배관리 현황 조사·분석

- UAE는 온실 외부 기온이 40℃ 이상으로 올라가는 고온 건조한 사막형 기후로서 관행농업으로 작물을 재배하기 위해 노력하고 있음. 관행농업으로 UAE에서는 오이, 토마토, 고추, 딸기, 가지, 콜리플라워 등 재배하고 있으나 소비에 비해 물량이 부족한 실정임.
- 작물재배의 대부분은 Abu Dhabi Emirate에서 이루어지며, UAE 통계청에 따르면 국가에서 재배되는 농지면적은 약 3,941 ha 임 (Eihab Fathelrahman et al., 2017).
- Abu Dhabi에는 2016년 기준 약 7,600개의 하우스가 존재한다. 2018-2019년도 아부다비 에메리트에 지역 별 농지의 전체 분포를 확인한 결과 (ADAFSA., Statistical Book., 2019) 다음 표와 같이 조사됨.
- Abu Dhabi의 농가 면적은 전체농가 면적에서 약 12%를 차지하고 있으며, Al Dhafra 지역의 농가 면적은 전체 농가 면적에서 약 28%를 차지하며, Al Ain은 전체농가 면적에서 약 60%를 차지하고 있다. 이렇듯 Abu Dhabi Emirate에서 가장 많은 농장 면적을 가지고 있는 지역은 Al Ain (452,503 Donum)이며, 넓은 면적만큼 많은 농장수(11,921)를 지니고 있음.

표 1. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 지역별 농업 센터 별 농장 분포

지역	Area of Farms	No of Farms	% of Area	% of Farms
Abu Dhabi	89,679	3,605	12%	15%
Al Dhafra Region	207,686	8,492	28%	35%
Al Ain	452,503	11,921	60%	50%
total	749,868	24,018	100%	100%

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 2는 Abu Dhabi 지역의 농장수 및 면적을 파악하였으며, Al Khatim은 Abu Dhabi 면적 중 약 41%를 차지하고 있으며, Alrahba는 Abu Dhabi 면적 중 약 41%를 차지하고 있음.

표 2. Abu Dhabi 지역 농업 센터별 농장 수 및 면적

지역	Area of Farms	No of Farms	% of Area	% of Farms
Al Khatim	36,846	1,640	41%	45%
Alrahba	52,832	1,965	59%	55%
Total	89,679	3,605	100%	100%

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 3은 Al Dhafra 지역 농업 센터별 농장 수 및 면적을 조사하였으며, 지역 내 12개의 지역 농장의 전체 재배면적은 207,686 Donum이며, Al Dhafra 지역 내 농장의 수는 8,492 Donum으로 조사됨.
- Al Dhafra 지역 내 도시에서 농장지역을 전체면적으로 나누어 퍼센트로 확인한 결과 Al Tharwaniya와 Muzairaa에서 많은 농장면적과 농장수를 가지고 있으며, Seih Al Khair도 넓은 면적을 가지고 있지만, 농장의 개수는 559 이었음. 가장 적은 면적을 가진 지역은 Al Mirfaa와 Delma로 각 각 980 Donum과 1,013 Donum 면적으로 확인됨.

표 3. Al Dhafra 지역 농업 센터별 농장 수 및 면적

Center	Area of Farms	No of Farms	% of Area	% of Farms
Al Tharwaniya	41,619	1,746	20%	21%
Al Silaa	1,656	108	1%	1%
Al Fathiya	2,278	128	1%	2%
Al Mirfa	980	98	0%	1%
Um Al Hesn	19,157	795	9%	9%
Hassan	28,223	1,371	14%	16%
Hamim	20,155	883	10%	10%
Delma	1,013	102	0%	1%
Seih Al Khair	23,264	559	11%	7%
Ghayathi	18,410	478	9%	6%
Madinat Zayed	12,802	541	6%	6%
Muzairaa	38,170	1,683	18%	20%
Total	207,686	8,492	100%	100%

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 4은 Alain 지역 농업 센터별 농장 수 및 면적을 조사하였으며, 25개의 지역 농장의 전체 재배면적은 452,503 Donum이며, Alain 지역 내 농장의 수는 11,921개로 조사됨. 지역 센터 별 농장의 면적은 10% 내외였으며, 농장의 면적이 가장 큰 지역은 .Al Arrad이며, 37,093 Donum이고, 가장 적은 면적을 가진 지역은 Al Fuqa, Al Yahar, Um-Ghafa로 확인되고 각 도시 별 농지면적은 6,307 Donum, 2,868 Donum, 5,502 Donum 농가수는 213, 73, 93개의 농가로 확인됨.

표 4. Alain 지역 농업 센터별 농장 수 및 면적

Center	Area of Farms	No of Farms	% of Area	% of Farms
Abu-Kariah	29,341	883	6%	7%
Al Khazn	27,108	875	6%	7%
Al Damtha	13,254	228	3%	2%
Al Sadd	6,307	213	1%	2%
Al Shuwaib	8,701	60	2%	1%
Al Dhahera	25,411	762	6%	6%
Al Arrad	37,093	1,111	8%	9%
Al Oya	21,866	629	5%	5%
Seih Bin Ammar/Al Ain	22,924	260	5%	2%
Al Fuqa	6,017	93	1%	1%
Al Qattara	9,902	225	2%	2%
Wahat Al Sahra/Al Quoa'	12,036	372	3%	3%
Al Heer	16,194	402	4%	3%
Al Wagan	19,190	550	4%	5%
Al Yahar	2,868	73	1%	1%
Um-Ghafa	5,502	93	1%	1%
Beda' Fares	28,776	865	6%	7%
Remah & Abu Samraa	20,495	553	5%	5%
Al-Salamat	19,035	571	4%	5%
Suwaihan	11,279	274	2%	2%
Seih Herez & Al Ajban	33,675	1,012	7%	8%
Sera'	19,669	584	4%	5%
Ghummudh	24,632	691	5%	6%
Masaken	16,929	124	4%	1%
Nahel	14,303	418	3%	4%
Toal	452,503	11,921	100%	100%

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 5는 Abu Dhabi Emirate 지역 별 총 농장수와 총 면적을 확인한 표로, 최소 5 Donum에서 65 Donum 이상으로 비교하였으며, 이중 가장 많은 면적을 가지고 있는 면적은 25-34 Donum으로 확인되고, 지역별로 확인한 결과 Abu Dhabi 지역은 47,786 Donum, Al Dhafra 지역은 16,623 Donum, Al Ain 지역은 318,997 Donum로 확인되고, Al Ain 지역이 가장 많은 농지면적을 차지하고 있었음.

표 5. Abu Dhabi Emirate 지역별 공간 카테고리별 총 농장 수 및 면적

Region	Less Than 5 Donum		5-14 Donum		15-24 Donum		25-34 Donum		35-44 Donum		45-54 Donum		55-64 Donum		more than 65 Donum	
	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number	Area	Number
Abu Dhabi	70	30	1,344	125	35,507	1,646	47,786	1,709	2,089	54	822	17	417	7	1,644	17
Al Dhafra Region	1,858	729	15,085	1,678	60,051	2,859	16,623	576	99,763	2,502	2,611	54	1,682	29	10,013	65
Alain	112	43	2,525	233	18,973	921	318,997	9,668	16,225	422	8,507	176	6,327	107	80,838	351
Total	2040	802	18,954	2,036	114,531	5,426	383,406	11,953	118,077	2,978	11,940	247	8,426	143	92496	433

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(Donum: 토지단위)

- 표 6는 Abu Dhabi Emirate 지역별 운영 농장의 총 수 및 면적을 확인한 표로, Abu Dhabi의 운영농가 면적은 76,636 Donum, Al Dhafra 지역의 운영농가 면적은 193,503 Donum, Al Ain은 430,800 Donum이며, 농가 수는 Abu Dhabi 3,017, Al Dhafra 7,686, Al Ain 11,273으로 확인됨.

표 6. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 지역별 운영 농장의 총 수 및 면적

지역	Working	
	면적	수
Abu Dhabi	76,636	3,017
Al Dhafra Region	193,503	7,686
Al Ain	430,800	11,273
total	700,939	21,976

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 7은 표 6번 지역을 세분화하여 Abu Dhabi 지역내 운영농장의 총 수 및 면적이며, 총 면적과 농장 수는 다음 표와 같으며, Al Khatim의 면적은 27,262 Donum, Alrahba의 면적은 49,374 Donum로 확인되며, 농가 수는 1,183, 1,834로 확인됨.

표 7. 2018-2019 Abu Dhabi 지역별 운영 농장의 총 수 및 면적

지역	Working	
	면적	수
Al Khatim	27,262	1,183
Alrahba	49,374	1,834
Total	76,636	3,017

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 8은 표 6번 지역을 세분화하여, Al Dhafra 지역의 지역별 운영 농장 수와 총 면적을 조사한 표이며, 운영되는 농장의 면적 중 넓은 지역은 Al Tharwaniya와 Muzairaa이며, 농가수는 Al Tharwaniya 1,516와 Muzairaa 1,457로 확인됨.

표 8. 2018-2019 Al Dhafra 지역별 운영 농장의 총 수 및 면적

지역	Working	
	면적	수
Al Tharwaniya	38,443	1,516
Al Silaa	1,656	108
Al Fathiya	2,198	124
Al Mirfa	930	93
Um Al Hesn	17,996	738
Hassan	27,361	1,309
Hamim	18,111	780
Delma	1,009	101
Seih Al Khair	21,803	523
Ghayathi	17,378	441
Madinat Zayed	11,974	496
Muzairaa	34,644	1,457
Total	193,503	7,686

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 9은 표 6번 지역을 세분화하여, Alain 지역의 지역별 운영 농장 수와 총 면적을 조사한 표이며, 운영되는 농장의 면적 중 넓은 지역은 Al Arrad과 Seih Herez & Al Ajban지역으로 확인되며, 각각의 면적은 36,210 Donum, 31,783 Donum이며, 농가수는 1,075, 954로 확인됨.

표 9. 2018-2019 Alain 지역별 운영 농장의 총 수 및 면적

지역	Working	
	면적	수
Abu-Kariah	28,939	871
Al Khazn	21,252	678
Al Damtha	13,054	221
Al Sadd	5,812	197
Al Shuwaib	8,667	59
Al Dhahera	25,176	755
Al Arrad	36,210	1,075
Al Oya	21,481	617
Seih Bin Ammar/Al Ain	22,861	254
Al Fuqa	5,515	83
Al Qattara	9,259	210
Wahat Al Sahra/Al Quoa'	12,025	371
Al Heer	15,612	392
Al Wagan	18,613	529
Al Yahar	2,824	68
Um-Ghafa	5,502	93
Beda' Fares	28,376	853
Remah & Abu Samraa	19,586	524
Al-Salamat	17,111	508
Suwaihan	11,186	271
Seih Herez & Al Ajban	31,783	954
Sera'	19,200	570
Ghummudh	21,573	604
Masaken	15,114	105
Nahel	14,069	411
Toal	430,800	11,273

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 10는 Abu Dhabi Emirate 지역별 온실의 총 수 및 면적을 확인한 표로, Abu Dhabi의 온실 면적은 700 Donum, Al Dhafra 온실 면적은 1,183 Donum, Al Ain은 4,008 Donum이며, 농가 수는 Abu Dhabi 2,118, Al Dhafra 3,603, Al Ain 12,145으로 확인되었음.

표 10. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 지역별 온실의 총 수 및 면적

지역	전체 온실	
	면적	수
Abu Dhabi	700	2,118
Al Dhafra	1,183	3,603
Al Ain	4,008	12,145
total	5,891	17,866

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 11는 표 10 지역을 세분화하여 Abu Dhabi 지역별 온실의 총 수 및 면적이며, 온실의 총 면적과 농장 수는 다음 표와 같으며, Al Khatim의 면적은 232 Donum, Alrahba의 면적은 468 Donum로 확인되며, 농가 수는 Al Khatim 707, Alrahba 1,141로 확인되었음.

표 11. 2018-2019 Abu Dhabi 지역별 온실의 총 수 및 면적

지역	전체 온실	
	면적	수
Al Khatim	232	707
Alrahba	468	1,141
Total	700	2,118

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 12은 표 10번 지역을 세분화하여, Al Dhafra 지역의 지역별 온실의 총 수 및 면적을 조사한 표이며, Al Dhafra 지역의 전체 온실의 면적은 1,183 Donum이며, 온실 수는 3,603이다. Al Dhafra 지역 중 가장 넓은 면적을 가지고 있는 지역은 Madinat Zayed 573 Donum, Al Mirfaa 207 Donum, Ghayathi 200 Donum으로 확인되며, 농가 수는 Madinat Zayed 1,734, Al Mirfaa 606, Ghayathi 628로 확인되었음.



표 12. 2018-2019 Al Dhafra 지역별 온실의 총 수 및 면적

지역	전체 온실	
	면적	수
Al Tharwaniya	46	159
Al Silaa	17	52
Al Fathiya	75	227
Al Mirfa	207	628
Um Al Hesn	29	87
Hassan	3	8
Hamim	-	-
Delma	3	10
Seih Al Khair	30	92
Ghayathi	200	606
Madinat Zayed	573	1,734
Muzairaa	-	-
Total	1,183	3,603

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 표 13은 표 10번 지역을 세분화하여, Alain 지역의 지역별 온실의 총 수 및 면적을 조사한 표이며, Alain 지역의 전체 온실의 면적은 4,008 Donum이며, 온실 수는 12,145 이다. Alain 지역 중 가장 넓은 면적을 가지고 있는 지역은 Al Heer 621 Donum, Al Damtha 482 Donum, Seih Herez & Al jban 368 Donum로 확인되며, 농가 수는 Al Heer 1,881, Al Damtha 1,461, Seih Herez & Al jban 1,116 임.

표 13. 2018-2019 Alain 지역별 운영 농장의 총 수 및 면적

지역	전체 온실	
	면적	수
Al-Salamat	129	391
Al Sadd	35	107
Al Damtha	482	1,461
Beda' Fares	135	408
Suwaihan	91	275
Seih Herez & Al jban	368	1,116
AlKhazna	75	227
Remah & Abu Samraa	242	732
Al Heer	621	1,881
Masaken	13	40
Al Qattara	94	286
Seih Bin Ammar/Al Ain	245	741
Um-Ghafa	11	34
Al Suwaib	100	303
Nahel	127	386
Ghummudh	174	526
Al Fuqa	135	410
Abu-Kariah	340	1,029
Al Arrad	256	777
Wahat Al Sahra/Al Quoa', Al Oya and Al Wagan	8	25
	327	990
Total	4,008	12,145

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

나) 시설 작물 재배 현황(재배 및 수확시기, 품종, 생산량, 단수 온실 특성 등) 분석

- UAE는 고온의 기후(최고 기온 약 48℃)와 적은 강수량(연평균 강수량 약 42 mm)으로 노지재배 가능한 작물의 종류가 제한적이며, 국토의 대부분이 사막지대이기에 농업 용수로 활용 가능한 담수원이 부족하여 해수를 필터링하여 사용하고 있는 실정임.
- 그만큼 노지재배 할 수 있는 환경과 농업용수로 활용 가능한 담수가 부족하여 농산물의 수급을 충족시키지 못해 연간 소비되는 작물의 약 80% 이상을 수입에 의존 중 임.
- 주요 농작물로는 대추야자, 토마토, 오이류, 양파류, 당근, 가지 등으로 UAE정부 및 UN식량농업기구 측 2017년 기준 UAE 주요 농작물 생산량을 다음 표 14과 같이 나타남.

표 14. 주요 농작물 연도별 판매 현황 및 전망

순위	작물	생산량	순위	작물	생산량
1	대추야자	475,286	11	감자	4,921
2	토마토	41,752	12	레몬/라임	4,863
3	오이류	33,644	13	고추류	4,537
4	양파류	26,536	14	브로콜리	4,355
5	당근	26,234	15	멜론	3,658
6	가지	13,162	16	시금치	3,241
7	호박류	12,523	17	시트러스류	3,177
8	망고/망고스틴/구아바	10,588	18	수박	2,887
9	양배추	10,043	19	콩	1,606
10	옥수수	6,432	20	수수	1,543

(출처: UAE 정부 및 UN식량농업기구 통계)  
(단위: 톤)

- 다음 표 15은 Abu Dhabi Emirate 각 지역별 관개방법에 따른 전체지역의 채소와 농작물 이며, 지역의 관개방법을 Dipping, Surface, Bubblers, Sprinkling으로 분류하였고, Abu Dhabi Emirate 관개방법 중 Dipping의 총 면적은 316,984 Donum, Surface의 총면적은 19,778 Donum, Bubblers의 총 면적은 7,242 Donum, Sprinkling의 총 면적은 116 Donum로 확인되었음.
- Abu Dhabi의 Total 관개방법은 36,007 Donum, Al Dhafra의 Total 관개방법은 120,084 Donum, Al Ain의 Total 관개방법은 188,029 Donum이다.

표 15. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 각 지역별 사용되는 관개방법에 따른 총면적과 농작물

지역	Dipping	Surface	Bubblers	Sprinkling	Total
Abu Dhabi	34,790	1,217	-	-	36,007
Al Dhafra	118,721	1,209	135	19	120,084
Al Ain	163,473	17,352	7,108	97	188,029
Total	316,984	19,778	7,242	116	344,120

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 다음 표 16는 표 15의 도시를 세분화한 표이며, Abu Dhabi 지역의 농업센터와 사용되는 관개방법에 따른 관개지역을 표로 정리하였으며, Abu Dhabi 지역은 Dipping, Surface를 주로 관개농업으로 사용하고 있으며, Dipping의 관개농업의 면적은 총 33,145 Donum, Surface 관개농업의 면적은 총 1,340 Donum을 관개농업으로 작물을 재배하고 있음.

표 16. 2018-2019 Abu Dhabi 지역의 농업센터와 사용되는 관개방법에 따른 관개지역

지역	Dipping	Surface	Bubblers	Sprinkling	Total
Al Khatim	11,205	1,296	-	-	12,501
Alrahba	21,940	44	-	-	21,984
Total	33,145	1,340	-	-	34,485

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 다음 표 17은 표 15의 도시를 세분화한 표이며, Al Dhafra 지역의 농업센터와 사용되는 관개방법에 따른 관개지역을 표로 정리하였으며, Al Dhafra 지역은 Dipping, Surface를 대부분 관개농업으로 사용하고 있으며, Al Tharwaniya는 Dipping, Surface, Bubblers, Sprinkling을 모두를 이용하여 관개농업을 이용하고 있으며, Seih Al Khair는 Dipping, Surface, Sprinkling을 이용하여 관개농업으로 이용하고 있다. Al Dhafra 지역의 Dipping 관개농업의 면적은 총 118,245 Donum, Surface 관개농업의 면적은 총 1,208 Donum, Bubblers 관개농업의 면적은 총 135 Donum, Sprinkling 관개농업의 면적은 총 19 Donum을 관개농업으로 작물을 재배하고 있는 중임.

표 17. 2018-2019 Al Dhafra 지역의 농업센터와 사용되는 관개방법에 따른 관개지역

지역	Dipping	Surface	Bubblers	Sprinkling	Total
Al Tharwaniya	21,873	22	54	18	21,967
Al Silaa	937	-	-	-	937
Al Fathiya	748	-	-	-	748
Al Mirfa	543	-	-	-	543
Um Al Hesn	10,401	28	-	-	10,429
Hassan	19,432	314	-	-	19,745
Hamim	9,562	42	-	-	9,604
Delma	733	29	-	-	761
Seih Al Khair	16,690			1	16,691
Ghayathi	9,133	22	-	-	9,155
Madinat Zayed	5,583	595	-	-	6,177
Muzairaa	22,612	157	-	-	22,850
Total	118,245	1,208	80	-	119,606

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 다음 표 18은 표 15의 도시를 세분화한 표이며, AlAin 지역의 농업센터와 사용되는 관개방법에 따른 관개지역을 표로 정리하였으며, AlAin 지역은 Dipping, Surface를 대부분 관개농업으로 사용하고 있으며, Al Sadd, Seih Bin Ammar/Al Ain, Al Heer, Remah & Abu Samraa는 Dipping, Surface, Bubblers, Sprinkling을 모두를 이용하여 관개농업을 이용하고 있으며, Al Khazna, Al Arrad, Al Yahar, Um-Ghafa, Beda' Fares, Suwaihan, Seih Herez & Al Ajban는 Dipping, Surface, Sprinkling을 이용하여 관개농업으로 이용하고 있는 중임.
- AlAin 지역의 Dipping 관개농업의 면적은 총 161,993 Donum, Surface 관개농업의 면적은 총 17,285 Donum, Bubblers 관개농업의 면적은 총 7,059 Donum, Sprinkling 관개농업의 면적은 총 96 Donum을 관개농업으로 작물을 재배하고 있음.

표 18. 2018-2019 AIain 지역의 농업센터와 사용되는 관개방법에 따른 관개지역

지역	Dipping	Surface	Bubblers	Sprinkling	Total
Abu-Kariah	10,615	26	-	-	10,641
Al Khazn	7,254	178	113	-	7,545
Al Damtha	4,859	1,125	-	-	5,984
Al Sadd	1,800	431	130	15	2,376
Al Shuwaib	2,347	738	-	-	3,085
Al Dhahera	9,672	49	-	14	9,735
Al Arrad	15,567	520	14	-	16,101
Al Oya	8,465	1,531	-	-	9,996
Seih Bin Ammar/Al Ain	8,837	6,198	439	52	15,526
Al Fuqa	2,686	17	-	-	2,703
Al Qattara	3,871	1,818	-	-	5,689
Wahat Al Sahra/ Al Quoa'	3,285	601	-	-	3,886
Al Heer	6,232	256	711	2	7,201
Al Wagan	5,699	1,427	-	2	7,128
Al Yahar	706	290	21	-	1,017
Um-Ghafa	684	2	1,129	-	1,815
Beda' Fares	13,155	45	525	-	13,725
Remah & Abu Samraa	6,548	573	3,725	11	10,857
Al-Salamat	8,286	79	-	-	8,365
Suwaihan	5,736	773	217	-	6,726
Seih Herez & Al Ajban	11,714	86	32	-	11,832
Sera'	7,535	39	-	-	7,574
Ghummudh	7,356	69	-	-	7,425
Masaken	3,180	306	-	-	3,486
Nahel	5,906	108	-	-	6,014
Toal	161,993	17,285	7,059	96	186,433

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 다음 표 19는 Abu Dhabi Emirate 각 지역별 노지 및 온실의 총 면적 및 농업 생산량이며, 노지채소, 온실채소, 노지 작물로 분류하였으며, Abu Dhabi에서 생산되는 노지채소 생산량은 10,081 ton, Al Dhafra 노지채소 생산량은 14,051 ton, Al Ain 노지채소 생산량은 19,992 ton이다. Abu Dhabi에서 생산되는 온실채소 생산량은 11,015 ton, Al Dhafra 온실채소 생산량은 12,517 ton, Al Ain 온실채소 생산량은 54,893 ton으로 조사 됨.

표 19. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 지역별 노지 및 온실의 총 면적 및 농업 생산량

지역	노지채소		온실채소		총 채소 수확	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
Abu Dhabi	10,081	3,566	11,015	666	21,096	4,231
Al Dhafra	14,051	3,272	12,517	927	26,569	4,199
Al Ain	19,992	6,898	54,893	3,383	74,885	10,281
Total	44,125	13,735	78,425	4,976	122,550	18,711

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

- 다음 표 20은 Abu Dhabi Emirate 각 지역별 온실의 생산량과 면적이며, Abu Dhabi에서 생산되는 온실채소 생산량은 11,015 ton, Al Dhafra 온실채소 생산량은 12,517 ton, Al Ain 온실채소 생산량은 54,893 ton이다. 온실의 면적은 666 Donum, Al Dhafra 온실채소 생산량은 927 Donum, Al Ain 온실채소 생산량은 3,383 Donum 으로 조사됨.

표 20. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 지역별 온실의 총 면적 및 농업 생산량

지역	생산량	면적
Abu Dhabi	11,015	666
Al Dhafra	12,517	927
Al Ain	54,893	3,383
Total	78,425	4,976

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

- 다음 표 21은 Abu Dhabi 지역 온실의 생산량과 면적이며, Abu Dhabi에서 생산되는 온실채소는 토마토, 오이, 양배추, 가지 (서양)호박, 파, 허브, 상추, 고추, 파프리카, 완두콩, 순무, 펌프킨, White Radish, Red Radish, 아루굴라(루꼴라)를 온실에서 재배하고 있다. Abu Dhabi에서 가장 많이 생산되는 작물은 토마토와 오이이며, 토마토는 1,952 ton, 오이는 8,982 ton을 작물을 생산하는 것으로 조사됨.

표 21. 2018-2019 Abu Dhabi 지역의 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량

Type	Al Rahba		Al Khatim		Total	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	597	61	1,356	138	1,952	199
오이	7,068	341	1,914	92	8,982	434
양배추	-	-	-	-	-	-
가지	-	-	-	-	-	-
(서양)호박	-	-	-	-	-	-
파	-	-	-	-	-	-
(잎)허브	4	2	-	-	4	2
상추	6	6	-	-	6	6
고추	13	5	-	-	13	5
파프리카	58	19	-	-	58	19
완두콩	-	-	-	-	-	-
순무	-	-	-	-	-	-
펌프킨	-	-	-	-	-	-
White Radish	-	-	-	-	-	-
Red Radish	-	-	-	-	-	-
아루굴라(루꼴라)	-	-	-	-	-	-
Total	7,745	435	3,270	231	11,015	666

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

- 다음 표 22와 표 23은 Al Dhafra 지역 온실에서 재배되는 작물의 생산량과 면적이며, Al Dhafra 지역 온실에서 재배되고 있는 작물은 표와 같다. Al Dhafra에서 가장 많이 생산되는 작물은 토마토와 오이이며, 토마토는 2,370 ton, 오이는 9,375 ton을 작물을 생산하는 것으로 조사됨..



표 22. 2018-2019 Al Dhafra 지역 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량 (1)

Type	Al Tharwaniya		Al Silaa		Al Mirfa		Um Al Hesn		Hassan		Hamim	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	490	50	20	2	0	0	0	0	206	21	184	19
오이	2,773	134	31	2	0	0	323	16	621	30	344	17
양배추	5	12	0	0	0	0	0	0	0	0		
가지	103	3	0	0	0	0	0	0	34	4		
(서양) 호박	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
파	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
(잎) 허브	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
상추	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
고추	20	8			0	0	0	0	0	0	5	2
파프리카	24	8	2	1	0	0	0	0	58	19	7	2
완두콩	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9		
순무	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
펌프킨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
White Radish	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Red Radish	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
루꼴라	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Total	3,433	221	52	4	0	0	323	16	926	83	539	40

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

표 23. 2018-2019 Al Dhafra 지역 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량 (2)

Type	Delma		Al Khair Seih		Ghayathi		Madinat Zayed		Muzairaa		Total	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	4	0	651	66	123	13	133	14	561	57	2,370	242
오이	29	1	4012	194	219	11	116	6	907	44	9,375	453
양배추	0		3	2					7	5	15	10
가지	0		73	9					13	2	222	26
(서양) 호박	0		1	0					11	2	26	6
파	1	1	6	2					0	0	7	2
(잎) 허브	1	1	38	21					0	0	39	22
상추			2	0					0	0	0	0
고추			9	4					7	3	41	16
파프 리카			222	74	7	2			83	28	402	134
완두콩			0	0					2	3	10	11
순무			0	0					0	0	0	0
펌프킨			0	0					2	1	2	1
White Radish			0	0					0	0	0	0
R e d Radish			0	0					3	2	3	2
루꼴라			0	0					0	0	5	3
Total	35	3	5,015	372	350	26	249	19	1,596	145	12,517	927

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

- 다음 표 24-표 27은 Al Ain 지역 온실에서 재배되는 작물의 생산량과 면적이며, Al Ain 지역 온실에서 재배되고 있는 작물은 표와 같다. Al Ain 에서 가장 많이 생산되는 작물은 토마토와 오이이며, 토마토는 792 ton, 오이는 2,226 ton을 작물을 생산하는 것으로 조사됨.

표 24. 2018-2019 Al Ain 지역 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량 (1)

Type	Abu-Kariah		Al Khazna		Al Damtha		Remah		Al Sadd		Al-Salamat	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	670	68	193	20	1,143	117	427	44	58	6	451	46
오이	3147	152	808	39	4,164	201	2,862	138	389	19	963	47
양배추	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
가지	9	1	-	-	31	4	9	1	-	-	-	-
(서양) 호박	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1
파	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
(잎) 허브	-	-	1	0	4	2	-	-	-	-	3	2
상추	1	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-
고추	115	38	45	18	-	-	8	3	8	3	2	1
파프 리카	-	-	9	3	36	12	47	16	-	-	12	4
완두콩	-	-	1	1	-	-	-	-	4	5	-	-
순무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
펌프킨	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
White Radish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Red Radish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
루꼴라	-	-	-	-	5	2	-	-	-	-	-	-
Total	3953	263	1,058	82	5,381	338	3,352	202	460	33	1,437	100

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

표 25. 2018-2019 Al Ain 지역 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량 (2)

Type	Al Shuwaib		Seih Bin Ammar		Al Fuqa		Al Qattara		Wahat Al Sahra/Al / Quoa',Al Oya and Al Wagan		Al Heer	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	162	17	542	55	530	54	58	6	-	-	970	99
오이	649	31	3,545	171	710	34	1086	52	102	5	8,332	403
양배추	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
가지	6	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
(서양) 호박	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
파	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(잎) 허브	17	9	2	1	5	3	-	-	-	-	26	14
상추	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
고추	3	1	9	4	43	17	7	3	-	-	3	1
파프리카	48	16	48	16	17	6	31	10	-	-	86	29
완두콩	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
순무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
펌프킨	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-
White Radish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Red Radish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
루꼴라	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	893	79	4,160	253	1,307	115	1,182	72	102	5	9,419	547

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

표 26. 2018-2019 Al Ain 지역 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량 (3)

Type	Um-Ghafa		Beda' Fares		Suwaihan		Seih Haraz		درهاظلا		Ghummudh	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	29	3	336	34	90	9	970	99	401	41	44	5
오이	27	1	1,687	82	1,745	84	4,489	217	4,361	211	2,160	104
양배추	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
가지	8	1	-	-	4	1	14	2	3	0	1	-
(서양) 호박	-	-	-	-	9	2	9	2	9	2	1	-
파	-	-	-	-	5	2	-	-	12	3	-	-
(잎) 허브	-	-	-	-	2	1	-	-	2	1	4	2
상추	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-
고추	-	-	-	-	1	1	3	1	-	-	-	-
파프 리카	-	-	20	7	2	1	56	19	38	13	18	6
완두콩	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
순무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
펌프킨	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
White Radish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Red Radish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
루꼴라	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Total	65	5	2,043	112	1,858	100	5,546	343	4,827	272	2,228	117

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

표 27. 2018-2019 Al Ain 지역 온실 유형 및 농업 중심지별 총 면적 및 농업 생산량 (4)

Type	Masaken		Al'Arad		Nahel		Total	
	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적
토마토	-	-	521	53	116	17	7,761	792
오이	269	13	3,018	146	1,557	75	46,071	2,226
양배추	-	-	-	-	-	-	-	-
가지	-	-	-	-	-	-	89	10
(서양) 호박	-	-	9	2	-	-	59	13
파	-	-	10	3	7	4	34	10
(잎) 허브	-	-	1	1	-	-	73	41
상추	-	-	2	2	-	-	9	9
고추	8	3	-	-	35	12	142	57
파프 리카	-	-	13	4	-	-	630	210
완두콩	-	-	-	-	-	-	7	8
순무	-	-	-	-	-	-	2	1
펌프킨	-	-	4	1	-	-	10	4
White Radish	-	-	-	-	-	-	-	-
Red Radish	-	-	-	-	-	-	-	-
루꼴라	-	-	-	-	-	-	6	3
Total	277	16	3,578	212	1,765	108	54,893	

(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

(면적: Donum / 생산량: Ton)

## ○ UAE 리모델링 온실과 관행 온실의 재배 환경 비교 분석

가) 현지 시설 현황 (시설유형별 면적[네트 온실, PC온실], 난방 유무 등) 분석

- 현지 네트온실 및 PC온실의 재배면적 및 냉난방 유무 및 시스템 종류 분석하였다. 최근 UAE 등 일반 시설원예에서 작물재배가 어려운 국가에서 컨테이너팜을 비롯한 수직농장에 관심이 많이 증가하고 있으며, 이러한 국가들을 대상으로 수출사업확대 가능할 전망으로 사료된다.

(1) 아부다비 마다르팜 스마트팜

- 수경재배와 수직농장 방식을 결합해 새싹채소 작물을 재배하고 있으며 이 외에도 나투피아(Natufia) 기술, 컨테이너팜(Container Farm)등 다양한 재배 방식을 이용하여 농지 사용량과 물 사용량을 각각 98%와 95% 이상 절약하고 있다. 마다르팜은 과거 호텔, 레스토랑 등 기업 대상으로 새싹채소 작물을 판매했으나, 2020년부터는 바라카(Barakat), 프레시온테이블(FreshOnTable), 나린포트 (Narinport) 등 온라인 플랫폼을 통해 B2C 사업을 진행하고 있다.



<마다르팜(Madar Farms) 스마트팜>

(2) 아부다비 퓨어 하비스트 스마트팜

- 네덜란드 회사인 서톤(Certhon)과 협업해 2018년부터 아부다비에 1헥타르 규모의 스마트팜을 운영하고 있다. 체리 토마토, 캔디 토마토 등 다양한 종류의 토마토를 전문으로 생산하고 있으며, 향후 후지마루 토마토(Fujimaru tomato)를 생산할 예정이다. 퓨어 하비스트의 스마트팜 기술은 기존 재배 방식과 비교했을 때, 면적당 17-23배 더 많은 양의 토마토 수확이 가능하다. 퓨어 하비스트에서는 매일 2 ton 가량의 토마토를 생산하여 가격이 수입제품보다 20-40% 저렴하기 때문에 아랍에미리트의 토마토 수입 의존도를 줄이는 등 긍정적인 효과를 창출할 수 있다.



<퓨어 하비스트(Pure Harvest) 스마트팜>

- 수직농장 부문의 주요 비즈니스 모델은 다음 표와 같다.

<수직농장 부문의 주요 비즈니스 기업과 주요 내용>

기업명	주요 내용
Emirates Airline	<ul style="list-style-type: none"> <li>자회사인 Emirates Flight Catering을 통해 캘리포니아 소재 농업기업인 Crop-One과 공동 출자해 USD 4천만 규모의 대규모 수직농장을 알-막툼 공항 인근에 조성하고 있음</li> </ul>
UNS Farm	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018년 9월 두바이 알-코즈 지역에서 설립된 UNS Farm은 1천만 달러가량을 투자해 총 8층으로 이루어진 2,780㎡ 규모 수직농장을 조성·운영하고 있으며 매일 1,000~1,500Kg의 작물을 생산하고 있음</li> <li>주요 재배작물은 시금치와 케일, 바질, 양상추, 샐러드 채소이며 향후에는 딸기와 버섯, 꽃까지도 생산 가능 작물의 종류를 늘려나갈 예정</li> <li>현재는 호텔과 레스토랑을 위주로 작물을 공급하고 있으나 조만간 슈퍼마켓과 일반 소비자들을 대상으로 제품을 공급할 계획</li> </ul>
Plenty	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plenty는 2013년 미국 샌프란시스코에서 설립된 농업분야 스타트업으로 최근 일본 최대 IT기업이자 투자사인 소프트뱅크의 비전펀드로부터 2억 달러 규모의 투자를 받아 아부다비에 18,500㎡ 규모의 스마트팜을 조성하기 시작했으며 이르면 올해부터 인근지역에 생산된 작물을 공급할 예정</li> <li>미국 스타트업이 일본기업의 자금을 받아 UAE에 수직농장 프로젝트를 진행하고 있으며 UAE 내 시험운영을 통해 향후 여타 GCC 및 중동 전역으로 사업영역을 확대할 것으로 예상되며 UAE 외 타 중동국 국부펀드로부터 투자를 받고 있는 것으로 전해짐</li> </ul>



- 컨테이너 재배 부문의 주요 비즈니스 모델은 다음 표와 같다.

**<수직농장 부문의 주요 비즈니스 기업과 주요 내용>**

기업명	주요 내용
Agricool	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 프랑스 스타트업인 Agricool은 2018년 7월 두바이에 테스트 컨테이너 농장을 설치해 현재 딸기를 생산하고 있으며 프리미엄 생수 예비양으로 널리 알려진 프랑스 식품 대기업 Danone과 투자은행 BPI로부터 2,800만 달러의 투자를 받아 2021년까지 파리와 두바이에 작물 생산을 위한 컨테이너 100박스를 증설할 계획임</li> <li>- Cooltainer라 불리는 Agricool의 작물 재배용 컨테이너는 야외 주차장 두 칸 크기인 30㎡ 정도의 공간만 있으면 설치가 가능하며 내부 벽면에 4,000그루의 딸기를 재배할 수 있음. 배양액과 조명, 관개 등 대부분이 원격 제어 방식으로 이루어지며 같은 재배 면적의 재래농법 대비 120배의 딸기를 생산할 수 있음</li> </ul>

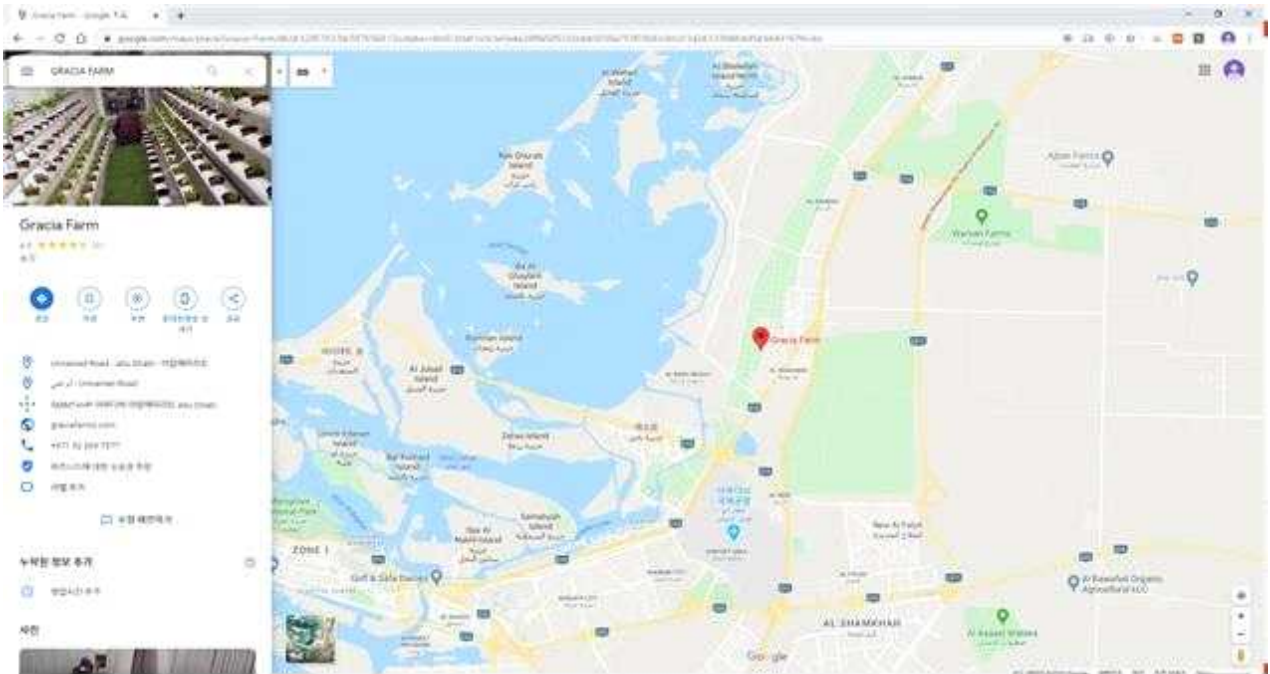
(3) KT 스마트 온실

- 장애인 근무에 최적화된 시설로써 첨단 ICT 기술들이 적용된 KT 스마트팜에는 에너지 소비가 적고 온도를 효과적으로 낮추는 쿨링패드와 쿨링팬 기술이 적용해 실내 온도를 27~28℃로 유지하며 물 순환 시스템을 통해 사용하는 농업용수의 70%가량을 재활용할 수 있다. 아울러, 증강현실(AR) 글라스를 통해 원거리의 관리자가 현장의 작업자에게 실시간 교육과 솔루션을 제공할 수 있다. KT는 S자 물결무늬로 구부러진 두꺼운 종이 벽면을 가득 채워 스마트팜 실내 온도가 35도를 넘어갈 경우 자동적으로 물이 흘러 종이벽을 적시고, 동시에 반대쪽에서는 내부 공기를 밖으로 빼내는 대형 선풍기가 작동하기 시작하며 새로 들어오는 공기가 ‘젖은 벽’을 통과하며 차가워지는 ‘스마트팜용 쿨링 시스템’ 적용한다. 에어컨 등 냉매를 이용한 시스템은 환경·비용적인 문제가 크기 때문에 이 같은 시스템을 도입하였으며 물을 이용해 건물의 실내 온도를 낮추는 이 같은 방식은 ICT 데이터센터에서 주로 사용하는 방식이다.

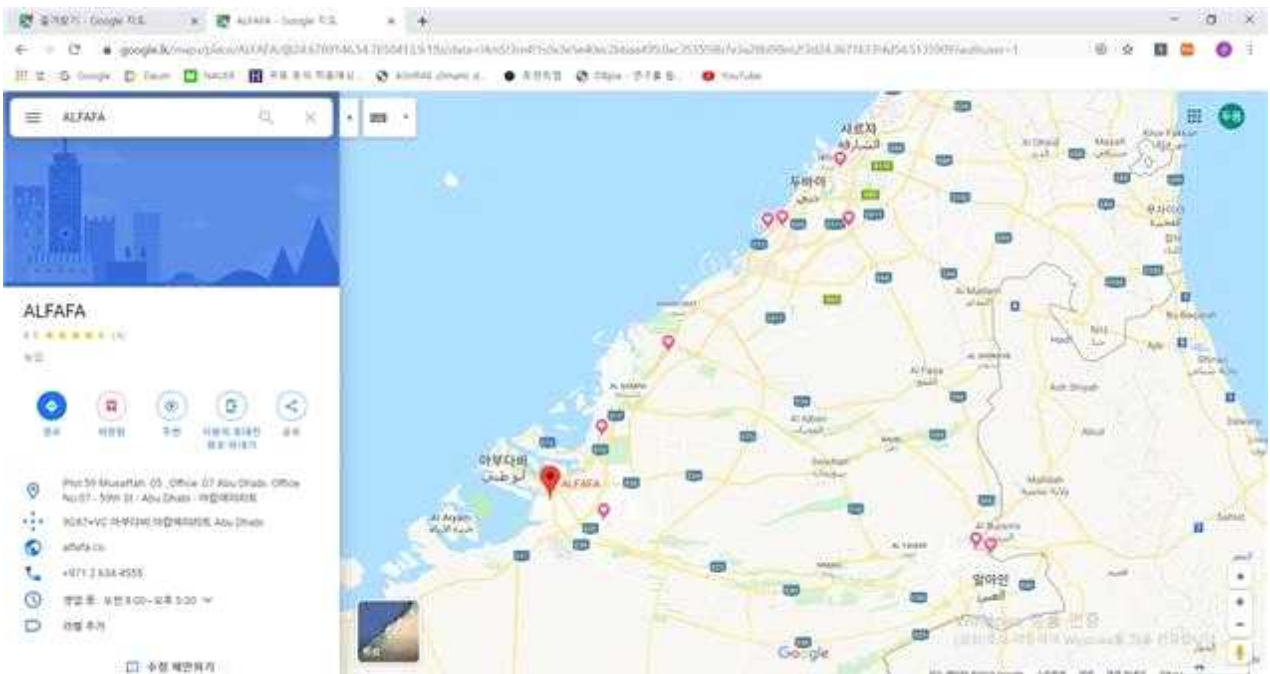
(4) Gracia Farm 및 Alfafa Farm

- UAE에서 인공지능 설비로 장치를 갖춘 최초의 농장으로 총 120개 농장을 보유하고 있으며, 수경, 유기농으로 재배한다. 온실을 한 동으로 계획하여 두 개 작물을 재배할 경우 환경제어가 어렵기 때문에 현장에서는 한 작물(상추)를 재배하는 실정이다. 건축현황으로는 FRP지붕, 내부 차광커튼, 측벽은 그물망과 커튼으로 구성되어 있다. 설비현황으로는 양액 냉각용 공냉스크류 냉동기(약 47 USRt)와 온실 공조용 스크류 냉동기(약 78 USRt)가 있으며, 공조에 의한 냉방효과는 전무(25~30℃로 설계되었으나 35℃이상으로 실내온도가 상승)하다. 육묘 전용 벤치 제작과 행잉거터 재배 혼용 방안을 고려할 필요가 있다 (ADAFSA에 육묘 공간여부 확인 필요).

※ ADAFSA : Abu Dhabi Agriculture And Food Safety Authority, 두바이 농업 식량 안전국  
 적정 품목 및 품종 등 현지(ADAFSA) 확인이 필요하며, 해당 농장 월 전기비용 약 4,800  
 디르함(원화 약 156만원)이 소요된다.



(a) Gracia Farm



(b) Alfafa Farm

<Gracia Farm 및 Alfafa Farm 위치>

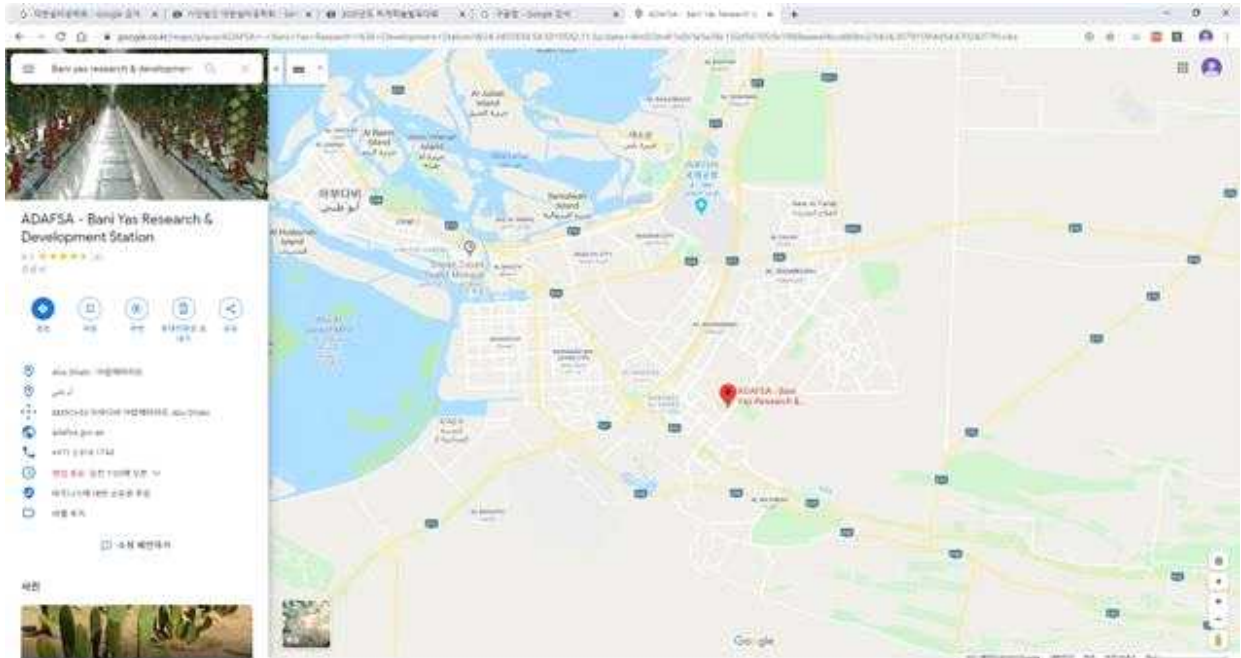


<Gracia Farm 현장조사 사진>



<Alfafa Farm 현장조사 사진>

- Bani yas research & development station(ADAFSA) 현장조사  
 Low Tech, Mid Tech, Hi Tech 온실 3가지 타입 보유하고 있어 경제성 비교 대상이다.  
 네덜란드에서 설계, 시공한 것으로 가동 준비 중이며, 관련 설계자료 요청할 예정이다.



<Bani yas research & development station 위치>



<Bani yas research & development station 현장조사 사진 (1)>



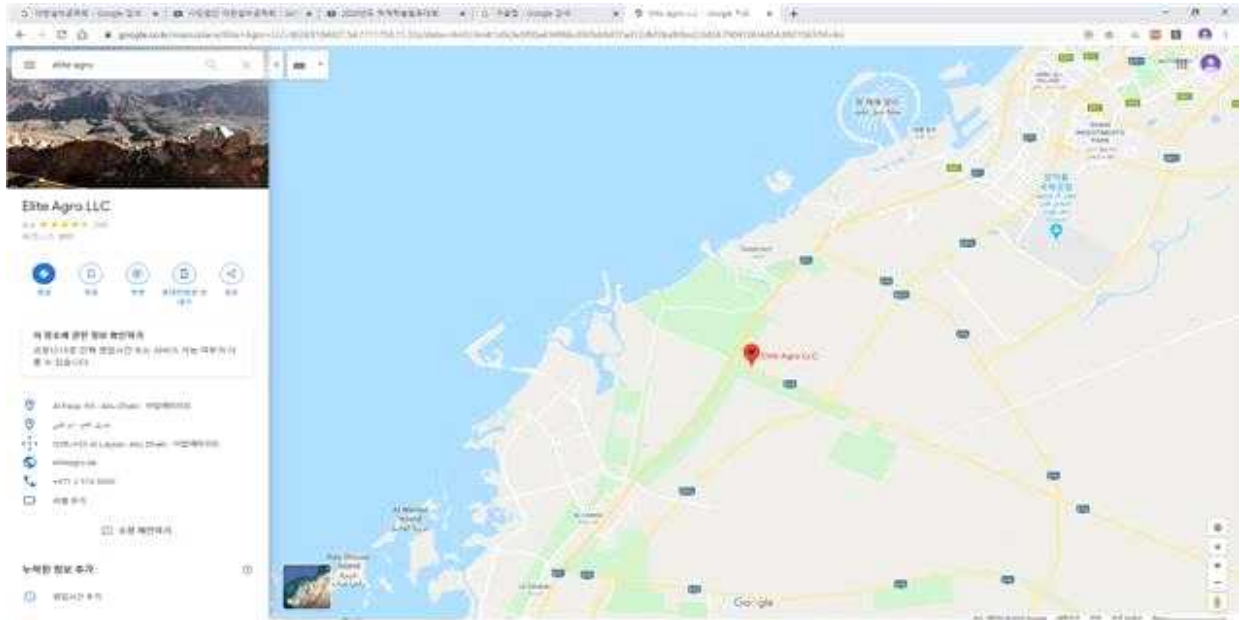
<Bani yas research & development station 현장조사 사진 (2)>



<Bani yas research & development station 현장조사 사진 (3)>

- Elite agro 현장조사

- 2016년 준공한 대규모 온실단지 (50ha)로 오이, 파프리카, 가지 등을 육종해서 재배하며, 차광막(50%)+Fan&Pad+Fog System (스페인 온실기술 적용)으로 실내 환경 제어되는 온실이다(Fan 주기적으로 작동(6가지 모드)). 천적 곤충 등을 이용해서 병충해 방제하고 최소한의 농약을 사용하는 곳으로, 온실 외피의 경우 레바논 제품(MASTERPAK)을 사용한다.



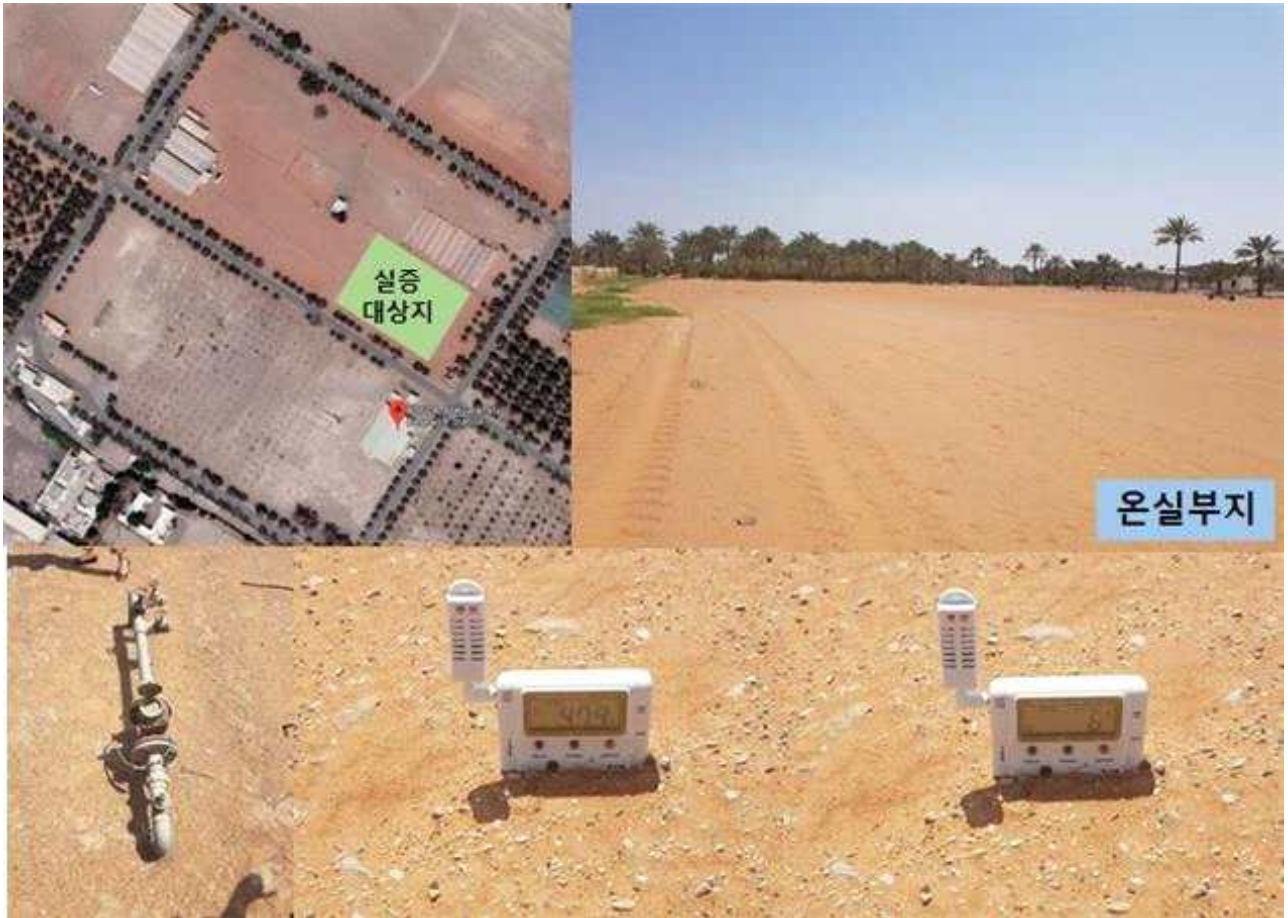
<Elite agro 위치>

- Kuwaitat research station 협의사항

- Kuwaitat research station과 협의를 진행하였으며, 지속적인 질문과 답변을 통해 문제를 해결할 예정이다.

<Kuwaitat research station 질의 응답>

질의	답변(Station)
재배작물	냉방 효율성이 좋은 오이로 결정
현지 설계 온·습도 조건(design criteria) 요청	자료 받음
모래 돌풍 풍속 조건	측정한 경우 없음
농수의 종류(지하수 or 상수도) 및 수질과 요금체계 → 지하수일 경우 염도	정부 제공 상수도 사용 가능
인프라 지원정도 (도로, 전기(수배전반), 수도)	공사중 임시전기 지원 가능 전기요금체계(0.58DHS(200원)/kW) 확인
CO2 공급가능성 확인	CO2 공급가능, 가격은 추후 송부 요청
공사진행 인허가 필요여부 or 자격여부	ADAFSA 처리
자재 통관 대행과 필요서류 및 양식, 내륙운송/하차	통관서류 양식 송부 내륙운송 및 하차의 경우 필요시 논의 필요
각종 세금(관세/부가세 등) 관계 확인	ADAFSA 처리
필요장비 및 작업자 지원여부	로컬업체 수배 후 안되면 현지인력 동원
온실부하계산 사례(바니야스 하이테크온실)	계산과정은 없으며, 결과 데이터 제공 가능



<실증부지 위치>

- LG전자 두바이지사 냉동기 관련 협의사항

- 공랭식 냉동기 구매를 위한 Spec. 확인 및 통관·시공 관련으로 협의를 진행하였으며, 냉동기 Spec. 체크리스트 세부 내용을 확인하였다(전압, 피뢰, 내식성 자재 적용, 기초공사, 제어, 보호 판넬, 플랜지 타입, 사용압력 등 옵션 확인). 필요 옵션 정리 및 송부 후 LG전자에서 각 옵션 별 금액 견적 진행하였으며, 통관, 내륙운송, 상&하차 등은 ADAFSA 확인이 필요하다. 배관공사(냉동기-축열조-공조기 배관)를 현지업체(DCC)에 가능여부 확인 -> 답변) 도면만 제공하면 가능하며, 배관 관경 등 상세 도면 필요하다. 2대 이상 제어는 냉동기 자체로는 별도 제어공사가 필요하며, Modbus, BACnet은 선택 사항이다. 현지 부하계산 설계기준(온습도 조건) 자료 공유를 요청할 예정이며, 배관 도면에 길이, 관경 등 초안송부 후 부족한 부분은 피드백 할 예정이다. 열교환기 세정을 위한 배관 구조문제는 그린플러스 추후 확인이 필요하다. 상세한 공정내용을 작성해주지 않으면 공정 중 누락되는 부분이 발생할 가능성이 있기 때문에 상세 공사내용을 요청사항에 기입한다 (중동에 500 여대 판매 실적 있음)



CHECK LIST		A/C SCREW CHILLER		Doc. No.	Date 2019 09 18
PJT Name	Charmelisa Comps in UAE	Country / Agent	UAE	Manufacturer	ABB
Model Ref	Air cooled screw chiller AB 100	W/O Terms	Ex-works	ICB	DDP
Construction Type	<input checked="" type="checkbox"/> New <input type="checkbox"/> Retrofit	Process	<input type="checkbox"/> Nuclear Plant <input checked="" type="checkbox"/> Agriculture/Industrial	Contract amount	US
Application Type	<input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Industrial	Machines room	<input type="checkbox"/> Baseline		
Insulation place	<input type="checkbox"/> Rooftop <input type="checkbox"/> Floor	2nd air seasons	<input checked="" type="checkbox"/> 24h	Seasons	September - May
Use Division	<input type="checkbox"/> Summer only <input type="checkbox"/> In all seasons	Operating Outside Temp. summer	44.3(3)		
Service condition	Chilled water(12 C)	Chilled water(7 C)			
Compressor	<input checked="" type="checkbox"/> Power Factor(PF) <input type="checkbox"/> 220V <input type="checkbox"/> 230V <input type="checkbox"/> 400V <input type="checkbox"/> 415V <input type="checkbox"/> 440V <input type="checkbox"/> 480V <input type="checkbox"/> 490V				550V or 400V 확인필수
Capacity Control type	<input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> 60Hz <input type="checkbox"/> 50Hz <input type="checkbox"/> On-Off <input type="checkbox"/> On-Off				
Control Panel	<input type="checkbox"/> Direct Start <input type="checkbox"/> Star-Delta <input type="checkbox"/> Soft Starter <input type="checkbox"/> Inverter <input type="checkbox"/> Direct				상대 4점제 계약
Starter Panel	<input checked="" type="checkbox"/> Thermal Protection <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes				가용가능한 확인필수
EVAP.	<input checked="" type="checkbox"/> Water Pressure <input type="checkbox"/> 300x300mm(21) <input type="checkbox"/> 400				확인필수
COND.	<input checked="" type="checkbox"/> Fan control of all motors <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes				ABB or K3-구독 연결 필요(ABB는 K3) / Range or Voltage 확인 필요
Special Request	1. Items in red should be selected. 2. Items in blue are highly related with chiller price and it can be left as blank. Then, chiller price will be calculated based on LO standard items in blue and underlined are showing LO standard condition. 3. 현지 법적 조건 및 특수 수출 대상 국가의 여부				공급 가능한 국가에 맞음
Revision	Rev.	Date	Change	Meter	

<냉동기 Spec. 체크리스트>

나) 현장조사내용 분석 및 요약

- 온실현황

- 플라스틱 외피+차광커튼+Fan&PAD+Fog시스템이 일반적이며 어느 정도 냉각효과가 있다 (스페인온실 기술). 냉동기를 사용하는 네덜란드의 첨단 스마트팜 기술은 아직 보급이 미진하며 Bani Yas 연구소에서 테스트 준비 중에 있으며, 과제제안 기술로 실현 가능성이 있을 것으로 사료된다.

- 국제협력

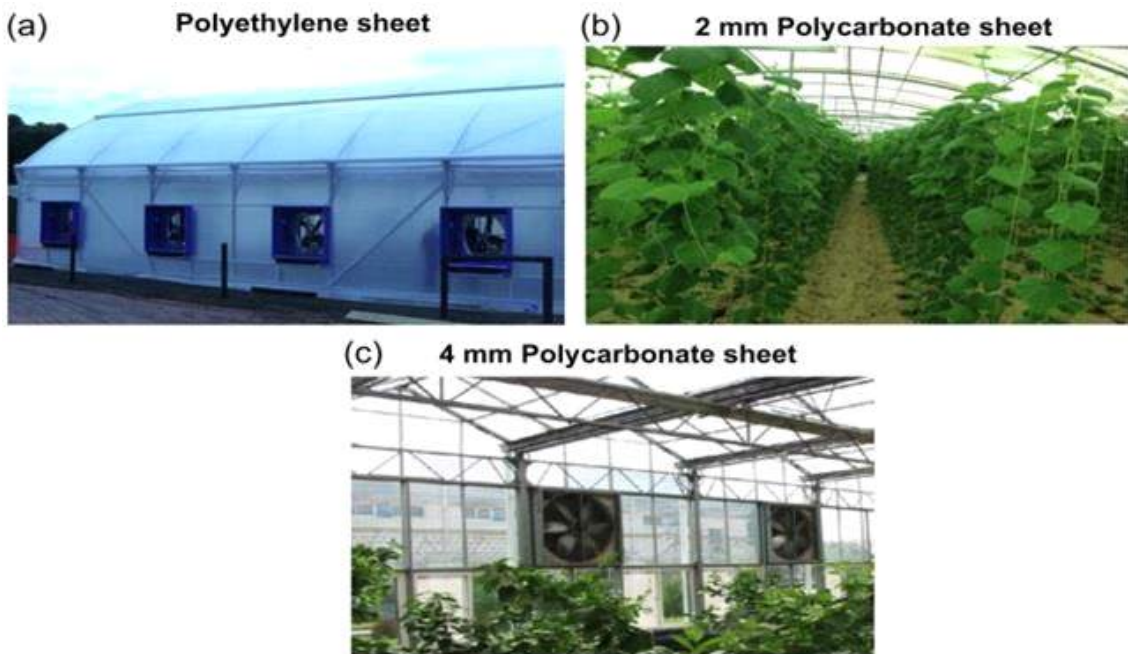
- ADAFSA, ICBA 등 UAE 관련기관들은 모두 적극적이고 협조적이며, 경제적인 온실 구현이 가능할지에 관심을 보이고 있다.

다) 방문단 의견

- 온실 구축만으로는 성공적인 온실 운영 및 작물 재배가 어려우므로 운영 기술과 재배기술의 전수가 필수적인 것으로 판단되어 재배기술자 파견을 고려해야 할 것으로 사료되며, 경제성 있는 온실 시공과 냉각 기술 구현이 보급 확산의 중요 포인트로 판단된다. UAE 현지 시설 및 중동기후의 온실과 관련된 연구분석이 필요한 실정이다.
- 다음 논문 (Verification of the greenhouse roof-covering-material selection using the finite element method, Materials Today: Proceedings, 2020, Vol 21, pp

357-366)을 참고하였으며, 내용은 다음과 같다.

- 아랍에미레이트(UAE) 두바이 동쪽 32 km 떨어진 알 카와니즈 지구에 위치한 오이 재배를 위한 상업용 온실을 대상으로 폴리에틸렌이 사용된 온실과 폴리카보네이트가 사용된 온실의 생육, 온도, 습도, 등을 비교하였다. (a)(폴리에틸렌), (b)(폴리카보네이트 2 mm두께), (c)(폴리카보네이트 4 mm두께) 총 3 개의 온실을 비교분석하였다.
- 2019년 1월 17일 ~ 2019년 2월 4일까지 실증을 통해 각 온실 온도와 습도, 생육을 기록하였으며, 폴리카보네이트를 사용한 온실의 내부 온도와 습도가 폴리에틸렌의 온실보다 식물생육에 최적이라는 결과를 확인하였다. 보다 자세한 분석을 위하여 유한요소해석(FEM)진행하였다.
- 유한요소해석 분석 결과, 폴리카보네이트의 온도 및 상대 습도 측면에서 식물 성장에 최적의 결과를 얻을 수 있다는 결론을 도출하였으며, 분광분석과 FEM 시뮬레이션 결과, 폴리에틸렌보다 폴리카보네이트가 유리하다는 결론을 확인하였다. 최종적으로 폴리에틸렌과 비교하여 식물생육성장 증진, 운영비용 감소(최대 30%)등의 장점이 있는 폴리카보네이트가 적용된 온실이 아랍에미레이트(UAE)에서도 유리하다는 연구 결과를 확인하였다.

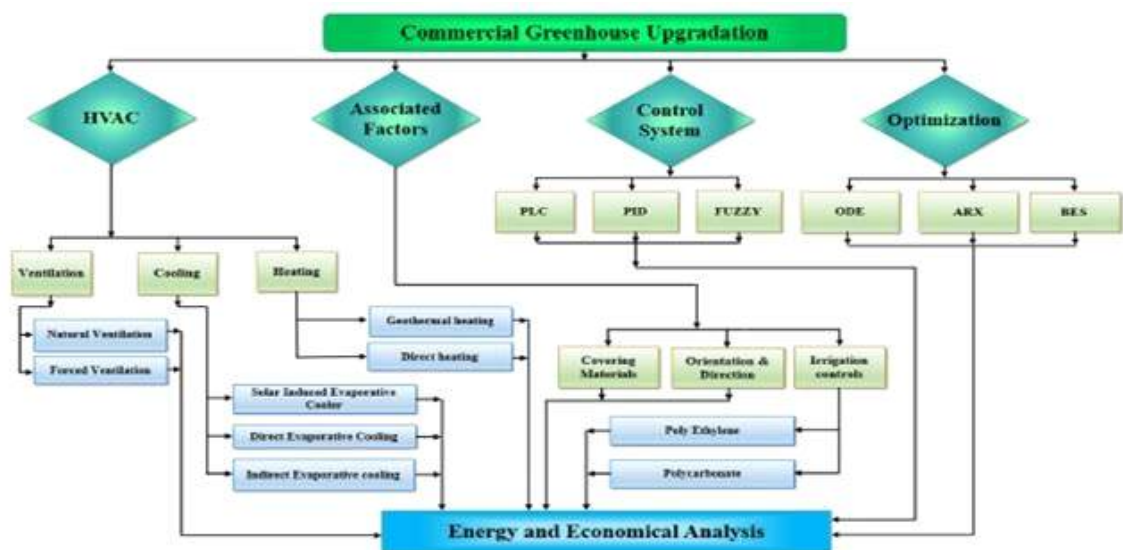


<폴리에틸렌 및 폴리카보네이트 실증에 사용된 온실>

- 다음논문 (Mattara Chalill Subin, Snehaunshu Chowdhury and Ramanujam Karthikeyan, A review of upgradation of energy-efficient sustainable commercial greenhouses in Middle East climatic conditions, Open Agriculture, May 4, 2021, Volume 6, Issue 1)을 참고하였으며, 내용은 다음과 같다.
- 중동의 기후 조건은 높은 온도로 인하여 최적화된 온실이 아닐 경우 재배에 어려움을 겪고 있다. 따라서, 지속 가능성이 있는 온실을 구축하기 위해선 하절기 실내온도를

24~26°C로 유지하고 동절기에는 실내온도를 18°C 유지하며, 상대습도 55~75%, 풍속 0~1.3 m/s을 유지해야한다. 본 연구에서는 중동 기후에서 기존 온실의 최적화를 통해 지속가능한 온실을 구현하기 위한 실질적인 대안들을 소개하였다.

- 중동의 기존 온실 시스템은 온실 내부의 열을 낮추기 위해 큰 에너지 손실을 야기하며, 조사결과, 대부분의 온실 환기 시스템에서 지붕 환기 없이 축류 팬과 냉각 패드를 사용하여 온실의 성능을 개선하고자 하지만, 지붕 환기를 통한 온실 내의 자연스러운 공기 순환이 에너지 절약과 식물의 수확량을 향상시킬수 있다는 연구결과를 도출하였다.
- 중동의 기후를 고려하였을 때, 증발냉각은 냉방뿐만 아니라 실내 공기의 온도, 습도를 조절할 수 있기에, 증발냉각을 활용한 냉방 방식이 적합하다는 결과를 확인하였다.. 증발냉각을 사용한 최적의 HVAC 시스템은 작물 수확량을 최대 30% 증가시키며, 운영비용도 절감할 수 있다는 연구결과를 도출하였다.
- 온실에 사용되는 피복재를 2~4 mm 두께의 폴리카보네이트로 사용할 경우, 기존의 폴리 에틸렌과 비교하여 최대 20%의 수확량을 향상시킬 수 있다는 연구결과를 도출하였다.



<기존 온실의 최적화를 위한 연구흐름도>

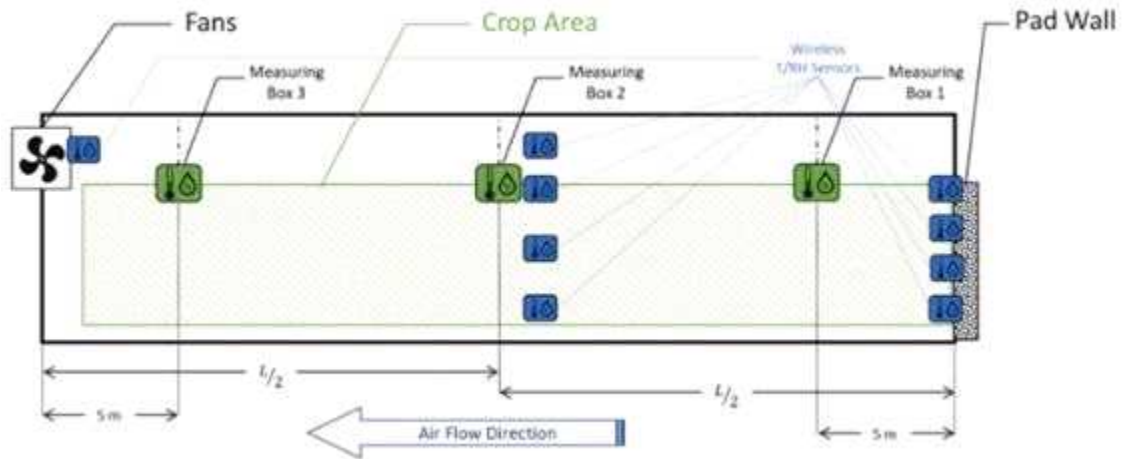
- 다음논문 (Tsafaras, I., Campen, J.B., Stanghellini, C., de Zwart, H.F., Voogt, W., Scheffers, K., Harbi, A.A., Assaf, K.A., Intelligent greenhouse design decreases water use for evaporative cooling in arid regions. Agricultural Water Management, May 2021, Volume 250, 106807)을 참고하였으며, 내용은 다음과 같다.
- UAE, 사우디아라비아와 같은 건조한 기후의 지역에서는 증발냉각을 통한 온실의 온도와 습도 조절이 이상적이지만, 많은 물을 사용하게 된다. 이에 따라, 온실과 증발냉각 설계에 대해 실증 및 시뮬레이션을 활용한 조사 및 분석을 통해 물질약이 가능한 증발냉각 설계를 진행하였다.
- 실험은 리야드(24.7°N, 46.7°E)의 Estidamah 연구 센터에 있는 두 개의 서로 다른 팬앤패드 시스템이 탑재된 온실에서 수행. 작물, 비료, 온실의 낮과 밤 실내온도 및

습도 등 다른 조건들은 동일하게 적용하여 두달간 데이터를 수집하였으며, 데이터를 활용해 온실에 맞는 최적의 증발냉각 냉방시스템 설계를 통한 생산성 향상 및 물 절약을 위한 시뮬레이션을 진행하였다.

- 시뮬레이션 결과, 기존 온실설계와 비교하여 변경된 온실설계는 약 14%의 수확량을 향상시켰으며, 40% 이상의 물 절약이 가능한 증발냉각 시스템의 도입이 가능하다는 연구결과를 도출하였다.
- 증발냉각의 물 절약에 따른 수확물의 생산성 향상에 영향을 주는 변수로는 실내 온도, 패드의 냉각 효율, 온실의 면적에 따른 냉동기의 용량 등이 크게 작용한다는 연구결과를 도출하였다.



<A: 실험을 진행한 온실 외부 모습, B: 실험을 진행한 온실 내부 모습>



<시뮬레이션을 위한 온실 개략도>

라) UAE 현지 시설 현황 파악

- UAE 현지에 스마트팜 시설의 현황을 파악하였으며, 그 중 에어로팜, 에미레이트 하이드로포닉스 팜, 유엔에스팜, 바디아팜의 시설현황을 파악하였다.

① 에어로팜

- 2020년, 아부다비 투자진흥청(ADIO)로부터 투자받아 아부다비에 세계 최대 규모인 9,000 평방피트의 실내 수직농장이 건설되었다. 아부다비에 농장을 두고있으며, 베이비 케일, 베이비 루꼴라, 새싹채소등 6개의 작물을 재배하고 있다. 뿌리에 물을 분사하는 수경재배(Aeroponics) 기술 방식을 활용하며, 작물의 크기, 모양, 식감, 색감, 맛, 영양소 조절이 가능한 주광등(LED Lights) 기술 사용. 또한, 종자 발아, 재배, 수확 과정에서 물병을 재활용해 만든 배지 활용하고 있다.

② 에미레이트 하이드로포닉스 팜

- 아부다비에 유럽종자와 유럽 기술을 활용하여, 상추, 허브, 토마토, 고추 재배하고 있으며, 2만 평방미터 규모의 물 절약 효과가 우수한 수경재배 기술을 활용하고 있다. 수경재배 기술을 활용해 상추, 토마토, 딸기에 필요한 물의 양을 kg당 각각 310 갤런, 348 갤런, 316 갤런 절약하고 있다.

③ 유엔에스팜

- 두바이에서 베이비 케일, 루꼴라, 상추, 겨자 등 샐러드 채소를 주요 재배하고 있으며, 향후 딸기, 버섯, 꽃을 생산할 예정이다. 2018년 천만 달러를 투자하여 매일 1,000~1,500 kg의 작물을 생산하고 있으며, 수경재배 방식을 사용하여 뿌리 주변에 수분을 유지해 영양소 밸런스를 맞추고 있다. 주광등 기술을 사용하여 에너지를 절약하고 있으며, 일반 재배 방식 대비 물의 양과 대지를 각각 10%와 25%만을 사용하고 있다.

④ 바디아팜

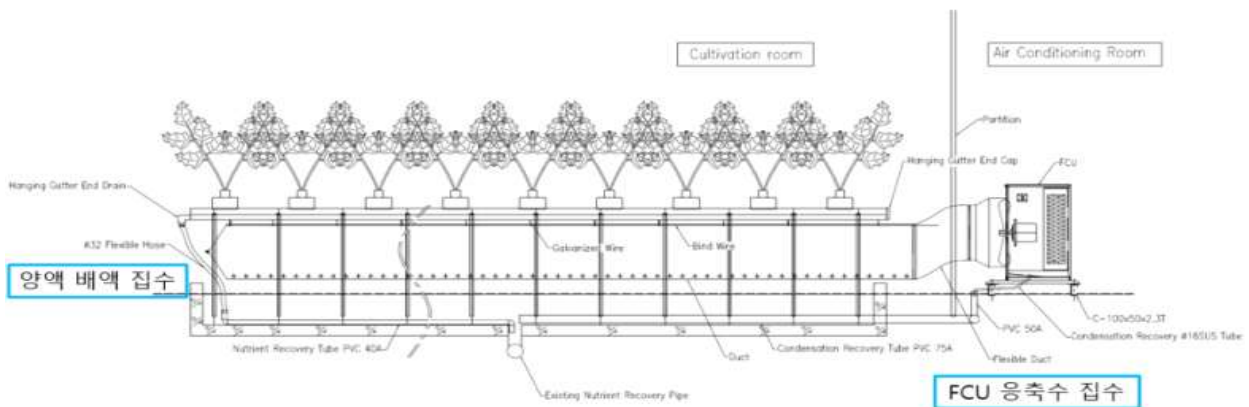
- 아랍에미레이트에서 최초로 실내 수직농장을 운영한 기업이며, 매년 3,500 kg의 작물을 생산가능한 스마트팜 시설이다. 두바이에서 케일, 루꼴라, 바질, 상추, 겨자 등 16개 작물을 재배하고 있으며, 화학물질을 전혀 사용하지 않는 수경재배방식을 활용하며, 일반 재배 방식 대비 물의 양을 80%로 절약 가능하다.

마) 리모델링 온실의 기존 UAE 온실과 차별성

- 리모델링 온실은 아치형 연동 비닐하우스로 현지 관행온실 대비 높은 측고를 나타내는 것이 특징임. 또한 신축 자재가 아닌 기존 온실 자재를 활용하여 시공된 리모델링 온실임. 온실에 사용된 피복재는 한국형 열차폐 PO 필름과 직조 필름으로 시설내 내부 온도 상승을 억제하여 작물 생산에 유용한 가시광선을 최대한 투과하는 특징을 나타냄

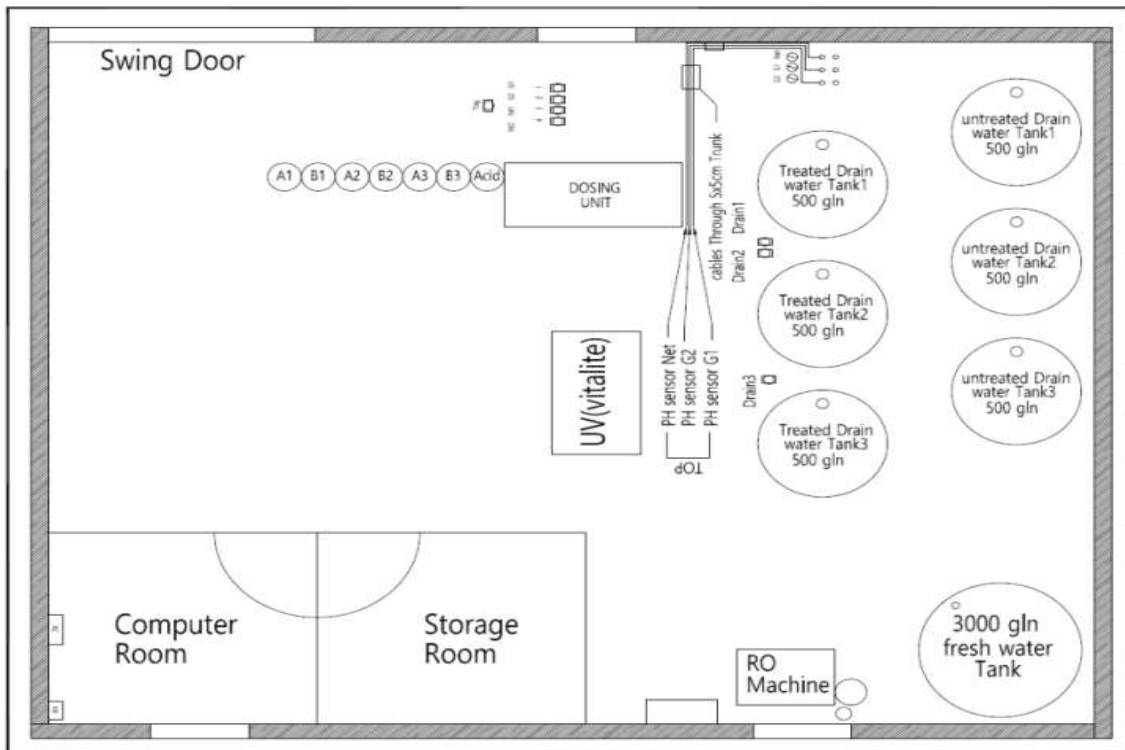
항목	내용
온실 형태	아치형 연동 비닐하우스
규모	560 m <sup>2</sup>
측고	4.45 m(현지 관행온실 대비 높은 측고)
피복재	열차폐 산광 필름, 직조필름(국내업체 생산제품)
차광스크린	내부 차광 스크린(에인식)
재배 베드	관행온실 설치된 시스템 활용하여 개선된 재배시스템 구축
냉방 설비	개선된 FAN-PAD, 에어덕트, 측창개폐시스템, Fog시스템, 팬코일유닛

- 현지 시공 리모델링 온실은 국내업체가 생산한 차광스크린을 적용하였음. 해당 제품은 주간에는 태양 복사열을 반사하여 온실 내부온도를 낮추며, 야간에는 복사열 손실을 줄여 작물의 냉해를 방지하는 기능을 함. 모노필라멘트 원사로 편직 된 압출 폴리머 스트립으로 제작되어, 악천후에도 긴 수명을 보장함. 열 수축률은 2시간 동안 70℃에서 2.0% 미만이며, 고정스크린 및 롤링 스크린이 가능하여 다양한 용도로 사용이 가능함.
- 리모델링 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 물질약이 가능함. 작물 재배 후 배출되는 배액을 회수하여, UV살균을 거치고, EC와 pH를 조절하여 재사용 가능하도록 설비를 구성하였음. 또한, 팬-패드 시스템의 구성 및 패드 재질을 개선하여, 낭비되는 물을 최소화하며, 유지관리가 용이하고 회수량을 극대화하는 시스템이 적용된 온실 임.



<팬코일유닛 응축수 및 양액 배액 집수 후 재활용 설계>

- 리모델링 온실에 국내 업체의 팬코일 유닛을 적용하여 냉방성능 극대화, 응축수를 집수하여 재활용한다. 팬코일 유닛의 온도차에 의해 생성된 응축수는 연결된 파이프로 집수되어 집수탱크로 모여 재활용이 가능함.
- 냉방패키지 중 하나의 냉방모듈기술인 팬-패드를 본 연구에 맞게 개량한 시스템을 적용하여, 냉방성능을 강화하고 수자원 재활용이 가능함. 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 적용됨.
- 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 임. 모니터링 센서를 이용하여 설정값을 초과하는 배액은 방류하며 원수와 함께 배출하여 배출양액 농도 조절이 가능하다. 재활용되는 배액은 원수와 희석되어 관수되어짐.



<리모델링 온실 양액 공급 시설>

○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석

가) UAE 온실 환경 (온도, 습도, 광량 등)과 작물 미세 환경(엽온, 지온, 배지 수분 등) 분석

(1) 온실 내부환경 분석

○ UAE 현지 시설 현황 파악 선행 연구를 통한 UAE 온실 내부 환경 조사

- 문헌 조사를 통한 UAE 온실 내부 환경 조사 (2022년 3월 ~ 6월)

- 정영애 등 (2022)는 지하수를 활용한 수경재배 방식에서 오이 품종에 따른 생육 및 수량을 비교하기 위하여 UAE에 위치한 반밀폐형 온실에서 3월부터 6월까지 내부 환경을 측정함.
- 해당 온실은 알아인의 ADFSA에 위치하고 있으며 반밀폐형 한국 스마트 온실로 면적은 2,070m<sup>2</sup>, 규격은 폭 60m, 길이 34.5m, 높이 5.7m임. 피복은 PO 필름을 사용함.
- 해당 기간 동안 온실 환경 요인을 측정한 결과는 다음 표와 같음.

<UAE 현지 온실 환경 요인 측정 결과 (2022년 3월 ~ 2022년 6월)>

	항목	값	단위	비고
온실 외부	최고 온도	48.0	℃	6월 18일 오후 2시
	최저 온도	15.0	℃	3월 20일 오전 6시
	평균 온도	31.9	℃	-
	주간 평균 외부 일사량	588	W m <sup>-2</sup>	-
온실 내부	최고 온도	35.7	℃	5월 6일 오후 1시
	최저 온도	14.0	℃	4월 21일 오전 5시
	평균 온도	24.6	℃	-
	평균 상대 습도	76	%	-
	평균 누적 일사량	1,759	J cm <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup>	-

- 2022년 3월부터 6월 기간 중 온실 내부 최고 온도는 5월 6일 오후 1시에 35.7℃를 기록하였으며 최저 온도는 4월 21일 오전 5시에 14.0℃로 기록됨. 해당 기간 동안 온실 내부 평균 온도는 24.6℃로 나타남.
- 같은 기간동안 온실 외부의 경우 최고 온도가 6월 18일 오후 2시에 48.0℃, 최저 온도가 3월 20일 오전 6시 15.0℃이며, 평균 온도는 31.9℃임.
- 외부 일사량은 6월 22일 오후 12시에 가장 높았으며 1,116W m<sup>-2</sup>로 측정되었으며, 주간 평균 외부 일사량은 588W m<sup>-2</sup>로 기록됨. 외부 누적 일사량은 5월 22일 최고 2,878J cm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>, 평균 1,759J cm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>로 기록됨.
- 온실 내부의 최저 상대습도는 5월 31일 오후 6시대에 26.1%를 기록하였으며, 평균 상대습도는 76%로 조사됨.



- 문헌 조사를 통한 UAE 온실 내부 환경 조사 (2021년 11월 ~ 2022년 1월)
  - 최은영 등 (2022)는 정영애 등 (2022)와 동일한 온실에서 동절기를 대상으로 오이 품종에 따른 생육 및 수량을 비교하기 위하여 2021년 11월부터 2022년 1월까지 내부 환경을 측정함.
  - 해당 기간 동안 온실 환경 요인을 측정한 결과는 다음 표와 같음.

<UAE 현지 온실 환경 요인 측정 결과 (2021년 11월 ~ 2022년 1월)>

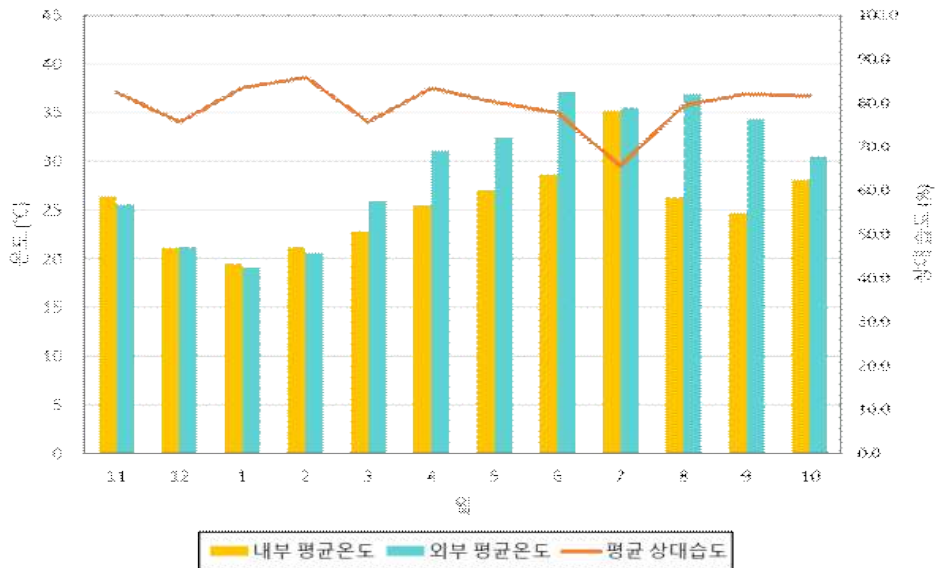
항목		값	단위	비고
온실 외부	최고 온도	35.0	℃	11월 18일
	최저 온도	11.0	℃	1월 8일
	평균 온도	20.8	℃	-
	주간 평균 외부 일사량	163	W m <sup>-2</sup>	-
온실 내부	최고 온도	35.6	℃	11월 23일
	최저 온도	11.0	℃	1월 7일, 25일
	평균 온도	21.0	℃	-
	평균 상대 습도	77-81	%	-
	평균 누적 일사량	1,051	J cm <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup>	-

- 2021년 11월부터 2022년 1월 기간 중 온실 내부 최고 온도는 11월 23일에 35.6℃를 기록하였으며 최저 온도는 1월 7일과 25일에 11.0℃로 기록됨. 해당 기간 동안 온실 내부 평균 온도는 21.0℃로 나타남.
- 같은 기간동안 온실 외부의 경우 최고 온도가 11월 18일에 35.0℃, 최저 온도가 1월 8일에 11.0℃이며, 평균 온도는 20.8℃임.
- 외부 일사량의 최댓값은 868W m<sup>-2</sup>로 측정되었으며, 평균값은 163W m<sup>-2</sup>로 기록됨. 하절기에 비해 최댓값과 평균값 모두 낮게 측정됨.
- 외부 누적 일사량은 최댓값이 1,744J cm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>, 평균값이 1,051J cm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>로 기록됨.
- 실증을 통한 UAE 온실 내부 환경 조사 (2021년 11월 ~ 2022년 10월)
  - UAE에 위치한 온실에서 21년 11월부터 22년 10월까지 1시간 단위로 내부 환경 요인을 측정한 데이터를 이용하여 월별 환경 요인을 분석함. 해당 데이터는 (주)그린플러스에서 공개한 데이터를 활용함.
  - 측정 환경 요인은 온실 내부 온도, 상대습도, CO<sub>2</sub> 농도, 외부 일사량, 누적 일사량, 외부 온도 등을 포함한 14개 인자임.
  - 월별로 데이터를 정리하면 아래 표와 같음. 연중 평균적으로 온실 내부는 25.6℃를 유지하여 작물 생육에 적절한 수준을 유지하고 있으며, 상대습도는 79.4%를 유지하고 있음.

**<UAE 온실 내부 환경 월별 데이터 정리>**

월	온실 내부 평균 온도 (℃)	온실 내부 평균 습도 (%)	CO2 농도 (ppm)	평균 외부 일사량 (W m <sup>-2</sup> )	평균 누적 일사량 (J cm <sup>-2</sup> )	온실 외부 평균 온도 (℃)
21 ' 11	26.4	82.5	323.8	192.5	1219.4	25.6
12	21.2	75.7	333.3	165.5	1028.0	21.2
22 ' 1	19.6	83.5	354.0	158.8	1082.4	19.1
2	21.3	85.9	364.0	213.2	1440.1	20.6
3	22.8	75.7	362.1	246.8	1573.3	25.9
4	25.5	83.4	376.4	279.4	1771.3	31.1
5	27.1	80.2	366.9	311.6	1907.7	32.5
6	28.7	77.8	376.9	300.3	1825.1	37.2
7	35.2	65.7	344.2	242.3	1493.2	35.6
8	26.3	79.5	347.2	276.1	1797.1	36.9
9	24.8	82.1	390.5	264.7	1685.1	34.3
10	28.1	81.6	399.5	234.5	1533.8	30.5

- 월별 온실 내부의 온도와 상대습도, 온실 외부의 온도를 그래프로 나타내면 아래 그림과 같음.
- 온실 내부 온도는 하절기인 7월에 가장 높았으며, 동절기 1월에 가장 낮게 나타남. 대부분의 월에는 20~25℃ 사이를 유지하고 있음.
- 온실 내부 상대습도는 가장 온도가 높았던 7월을 제외하고 모두 80% 선을 유지하는 것으로 나타남.
- 온실 내부 온도는 온실의 외부온도와 유사한 월별 경향을 나타내고 있음.



**<UAE 현지 온실 환경 요인 실측 결과 정리>**

(2) 작물 미세환경 분석

○ 주요 작물의 파종 시기 분석

- UAE에서 재배되는 주요 작물들의 파종 시기는 UAE 기후환경부에서 발표한 다음 표와 같음. 주로 작물의 파종시기는 더운 여름을 피해 가을과 겨울에 이루어지고 있음.
- 대부분의 작물은 시설과 노지 모두에서 재배 가능하나 재배 시기는 환경의 영향으로 조금씩 차이가 있는 것으로 나타남.
- 누에콩, 감자, 고구마, 당근, 시금치, 리크, 마늘 작물은 현재 노지에서 따로 재배하지 않고 온실을 통해서만 재배가 이루어지는 것으로 나타남.
- 루꼴라, 옥수수, 샐러리, 고수, 파슬리 작물은 이와 달리 온실에서 재배하지 않고 노지에서만 재배가 이루어지고 있음.

<UAE 주요 재배 작물의 파종 시기>

도시	시설 파종 시기	노지 파종 시기	수확시기
루꼴라	-	2-3월 / 9-12월	45일 후
무	10-11월	11-12월	40-50일 후
순무	10-11월	11-12월	45-50일 후
컬리플라워	9-12월	10-12월	70-90일 후
양배추	9-12월	10-12월	70-80일 후
완두콩	10-11월	9-11월	80일 후
동부콩	8-10월	10-11월	50-60일 후
강낭콩	10-12월	10-11월	60-70일 후 / 30-40일 후
누에콩	9-10월	-	80-90일 후
호박	2-3월 / 9-10월	3-4월 / 9-11월	180일 후
주키니	2-3월 / 8-10월	3-4월 / 9-11월	35일 후
오이	2-3월 / 8-9월	3-4월 / 9-10월	40일 후
머스크멜론	2-3월	3-4월	75-80일 후
수박	2-3월	3-4월	80-90일 후
감자	10-12월	-	100-120일 후
고추	8-10월	9-11월	60-70일 후
가지	8-10월	9-11월	70-80일 후
토마토	8-10월	9-11월	85-90일 후
상추	8-10월	10-12월	50-60일 후
모로헤이아	9-11월	2-3월	50-60일 후
오크라	2-3월	3-4월	50-60일 후
고구마	2-3월 / 12월	-	90-120일 후
딸기	9-11월	10-12월	120-180일 후
옥수수	-	2-3월 / 10-11월	70-190일 후 / 120-130일 후
샐러리	-	11월	90-190일 후
고수	-	10-11월	50-60일 후
파슬리	-	10-11월	60일 후
당근	10-11월	-	100-120일 후
시금치	10-12월	-	50-60일 후
리크	9-10월	-	45-60일 후
마늘	11월	-	180일 후
양파	9-11월	10-12월	150일 후 / 60일 후

○ 오이의 작물 재배 환경

- UAE 온실에서 가장 많이 생산되고 있는 작물인 오이의 적정 생육 환경 조건은 다음 표와 같음(M.C. Subin et al., 2020).
- 오이는 생육단계별로 발아, 완숙을 거친 이후에는 동일한 적정 환경을 필요로 하고 있음. 온도는 19-24℃, 상대습도는 50-70%, 일 적산광량은 15-17mol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>, 이산화탄소 농도는 1,500ppm을 요구하고 있음.

<UAE 온실에서의 오이 적정 생육 환경>

작물 성장 시기	소요 기간	작물 나이 (DAS)	환경 요구 조건			
			온도 (℃)	상대습도 (%)	일 적산광량 (mol m <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> 농도 (ppm)
발아 단계	-	-	-	-	-	-
완숙 단계	11	11	25	50-70	22	1,200
정식 단계	12	12	19-24	50-70	15-17	1,500
생육 단계	14	14	19-24	50-70	15-17	1,500
잎 발달 단계	15-35	35	19-24	50-70	15-17	1,500

○ 토마토의 작물 재배 환경

- 온실 재배 토마토에 대해 적정 온도는 생육 단계별로 다음 표와 같이 정의할 수 있음.
- 습도의 경우 65-80%가 적정 생육 조건이며, 60% 미만일 경우에는 수분 부족 현상이 발생할 수 있음.
- 온실에서 토마토를 재배하기 위한 적정한 일 적산광량은 14mol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> 임. 이는 오이와 비슷한 수준으로 나타남.
- 생육 촉진을 위한 온실의 적정 이산화탄소 농도는 1,000ppm 정도가 권장되고 있음.
- 토마토 성장을 위한 적정 증산량은 연간 743mm를 요구함 (Christou et al., 2017).

<토마토의 적정 생육 조건 (Haifa group 자료)>

작물 성장 시기	온도 (℃)		
	최소	최대	적정
발아 단계	11	34	16-29
성장 단계	18	32	21-24
착과 단계 (밤/낮)	10 / 18	20 / 30	13-18 / 19-24
리코펜 형성기	10	30	21-24
카로틴 형성기	10	40	21-32

○ 가지의 작물 재배 환경

- 가지의 경우 생육 적정 온도는 22-30℃, (주간 25-28℃, 야간 18-20℃)이며, 상대습도는 65-85%를 유지하는 것이 중요함. 40℃, 이상의 고온 조건에서는 생산성이 급격히 저하되므로 온도 관리가 요구됨 (Yoon et al., 2023).

○ 기타 작물 재배 환경

- 오이, 토마토, 가지 등을 제외한 기타 작물들의 적정 생육 조건을 선행연구 결과를 통해 정리하면 다음 표와 같음.
- 해당 논문은 UAE와 동일한 열대 건조 기후 지역인 인도의 마하라슈트라 지역 작물 재배와 관련된 연구 결과임.

<기타 작물들의 재배 환경 정리 (Kalbande et al., 2013)>

작물	계절 조건	온도 조건 (℃)	상대습도 (%)	비고
감자	발아 및 초기 성장 단계	20-24	-	30℃ 이상일 경우 구근 생장 불가
	성장 및 구근 형성 단계	18-20	-	
양파	구근 형성 단계	20-22	-	-
당근	뿌리 발달 단계	15-21	-	-
	발색 단계	15-22	-	-
컬리플라워	꽃송이 형성 단계	17	-	-
망고	-	24-27	> 80	-
감귤류	-	17	-	-

나) UAE 리모델링 온실과 관행 실증 온실의 재배 환경 비교 분석

(1) 온실 환경 조절 시스템 비교

- 팬애포드 PC온실과 리모델링 온실 작물의 생육 및 수확량을 분석하기 위해 필요한 장비는 제품 별 조사를 통해 협의하여 선정하였음.
- 21년 10월 13일, 리모델링 온실 현황 및 작물 재배 현황을 파악하기 위해 UAE를 방문하여 리모델링 온실 외부와 내부 및 작물 재배 현황을 조사함. 이후 12월에 UAE를 다시 재방문하려하였으나, COVID-19 번이의 확산 등 입출국 악화로 인한 일정이 지연되어 2021년 12월~2022년 1월 중 UAE 현지 방문을 진행함.
- 작물 실증 재배 중 일사량, 제품 설치 및 시스템 운용 분석, 작물의 생육 및 수확량 분석을 진행할 예정이며, 작물 재배 중 물 사용량 분석을 진행하였고, 내부환경 조건 측정, 냉방패키지 현지 적용에 의한 추가적인 문제점 조사 등을 진행하였음.
- 현지에서 수집된 실증 데이터는 향후 테스트베드 온실의 경제성 평가 기반 자료로도 활용할 수 있으며, 한국 온실 기술을 바탕으로 한 한국형 모델 온실을 중동지역 시장 진출에 활용할 수 있을 것으로 기대됨.

- 리모델링 온실은 천창 스크린, 팬코일유닛, 쿨링패드, 측창개폐 시스템이 설치되어있고, 굴뚝 효과를 위해 기존 관행온실 측고 2~3m보다 높은 온실보다 측고를 높인 4.45m로 적용되어 있음.



- 온실에 따른 수확량을 비교·분석하기 위해 리모델링온실과 관행온실 2개소 (PC, Net 온실)의 수확량과 비교분석을 실시하였다. 리모델링 온실은 PO 피복재와 함께 천창스크린, 팬코일유닛, 쿨링패드, 측창개폐 시스템을 적용한 온실이며, PC 온실은 폴리카보네이트(Polycarbonate)로 구성된 외부 자재와 온실입구 쪽 팬 및 안쪽에는 패드가 설치되어있고, Net 온실은 통기성이 있는 매쉬형태의 자재로 시공된 온실임.
- 리모델링 온실은 외부 환경에 따라 조절이 가능한 온실로서 강한 일사의 온실 유입을 방지하기 위한 차광스크린이 설치되어 있어 일사량이 강한 시간인 10시부터 15시 사이 차광스크린을 이용해 차광을 수행하였다. 또한 온실 습도 조절을 위해 측면 개폐가 가능하고 공조시스템에 설치된 쿨링패드와 팬코일유닛, 덕트를 통해 온실의 공기유동과 더불어 시원한 공기 공급이 가능함.

## 리모델링 온실 전경



## 리모델링 온실 내부 시스템



공조시스템(쿨링패드, 팬코일 유닛)



측창 개폐 시스템 및 덕트



차광 스크린



포그 시스템

- 관행온실인 PC 온실의 경우 한쪽벽에 설치된 패드에서 입구쪽 설치된 팬을 이용해 온실내 온도 조절과 증발효과를 나타낸 온실로서 차가운 공기를 온실 내 공급이 가능하나 밀폐되어 있어 원활한 습도 조절이 불가능하고 차광자재가 설치되어 있지 않아 일사량 조절이 어려운 단점이 존재함.
- PC 온실에 적용된 팬-패드 시스템은 기화열을 이용한 증발냉각 시스템의 일종으로 패드로부터 멀어질수록 냉방효과가 감소하게 되어 온실내 온도차이가 발생하여 온실 설계 시 폭이 제한적이며, 냉각된 공기가 팬을 통해 외부로 빠져나가게 되므로 에너지 손실이 상대적으로 증가하고 물 사용량이 과도하게 증가하는 단점이 존재함.

관행온실(PC) 온실 전경



관행온실(PC) 온실 시스템



패드



팬

- 또 다른 관행온실인 Net 온실은 UAE에서 쉽게 설치가 가능한 이점이 있으나 외부 환경에 그대로 노출되고 온실 내 온도조절이 가능한 시스템이 설치되지 않은 온실이다. 또한 외부 강한 일사에 작물이 노출되고 온실 내 온도 조절이 불가능하여 고온해 등 피해가 발생함.



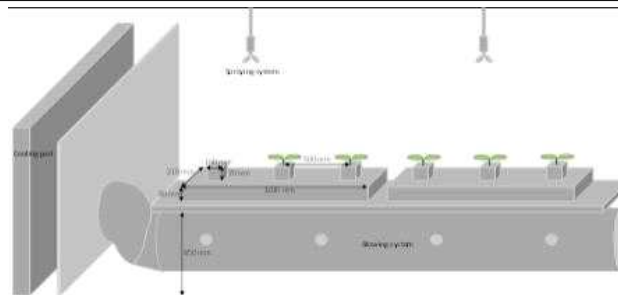
## 관행온실(Net) 온실 전경



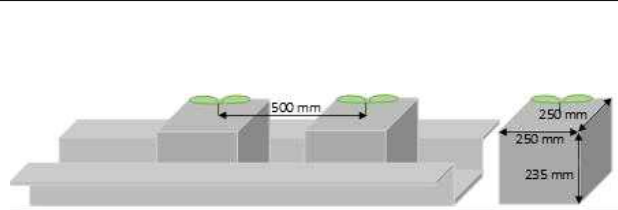
- 시설 내 작물 재배 시설은 리모델링 온실은 고설배드와 하부 덕트가 설치되어 있으며 드리퍼를 통해 관수가 이루어 지며, 관행온실은 재배틀 사이 화분이 설치되고 점적 형식의 관수 방식으로 이루어 지고 있음.

## 작물 재배 방식

### 리모델링 온실

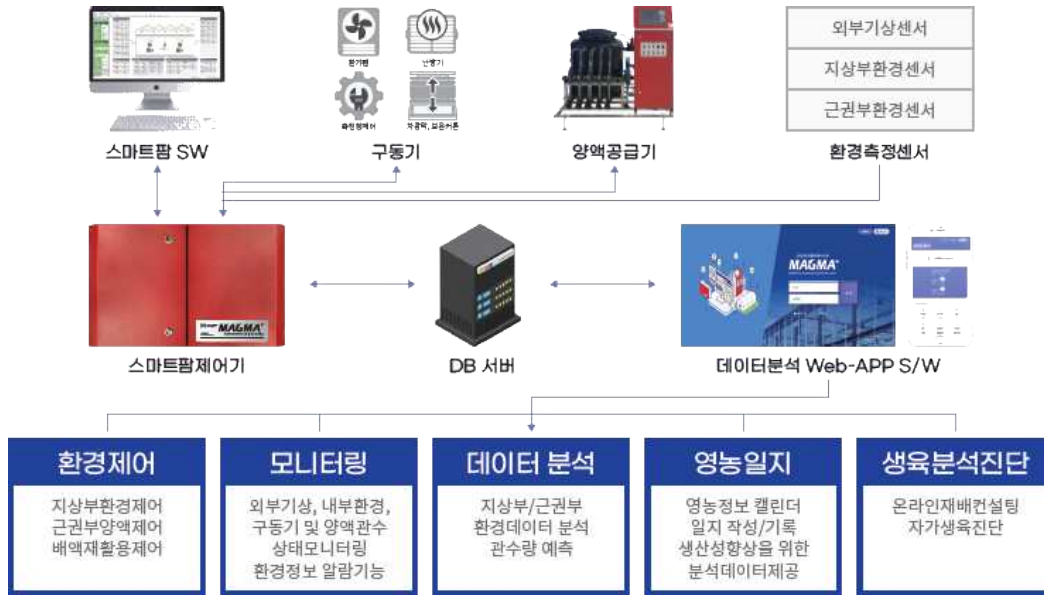


### 관행 (PC, Net) 온실



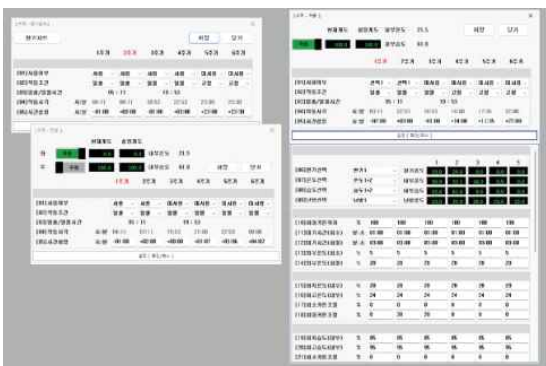
(2) 온실 재배 환경 데이터 수집

- UAE 온실에 설치된 마그마플러스는 시설 온실 내, 외부의 환경을 센서모니터링하여 복합환경 제어기에 설정된 프로그램에 따라 온실에 설치된 창, 스크린, 냉난방기, 양액기 등 환경관리 구동기를 자동으로 제어하여 최적생육 환경을 조성하고 데이터 수집을 통해 온실 재배자가 원하는 온실 환경을 제공하는 최신 IoT 기술이 접목된 복합환경제어시스템임.



<온실 운영 데이터기반 온실복합환경제어 시스템 구성>

- 온실 운영을 통해 누적된 데이터는 분석 Website와 App으로 확인이 가능하며 농작물 생육상태 정보를 입력 시 온라인 원격 생육재배관리 컨설팅이 가능함. 특히 원격제어를 통해 원하는 작물에 따라 환경제어가 가능한 만큼 작물에 맞추어 다양한 설정이 가능함. 또한 수집된 데이터는 DB화 하여 차후 유사 기후를 나타내는 온실 수출과 기후 변화 대응을 위한 기초 데이터로 활용이 가능할 것으로 사료됨.

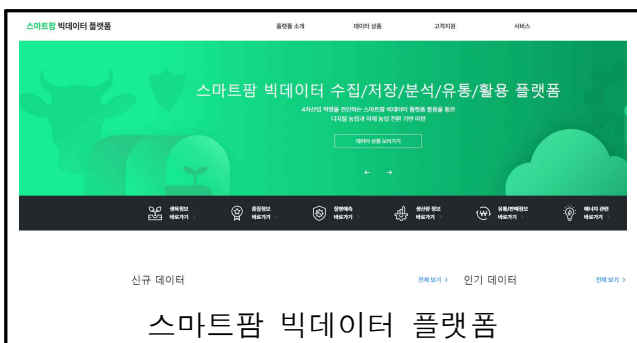


<온실 환경제어 설정 화면>

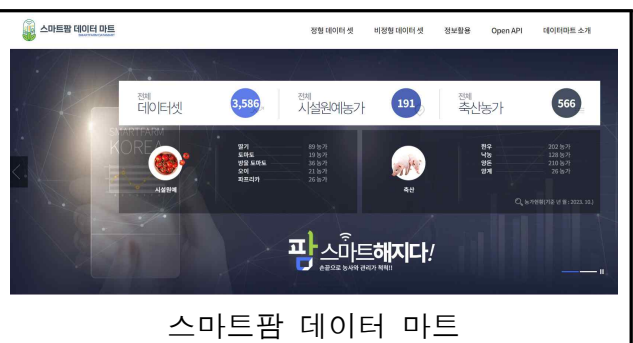


<원격제어 Website>

- 그린플러스는 한국 리모딩일 온실 냉방시스템 적용에 따른 환경데이터와 물 사용량, 전력량 데이터를 확보하였고, (주)그린플러스 홈페이지(<https://www.greenplus.co.kr/>)에 선제적으로 업로드하였으며, 차후 지속적으로 확보된 데이터는 중동지역 온실 진출 시 활용할 수 있도록 자료를 공개할 예정임. 또한 현재 ICBA, ADAFSA와 연계하여 온실 유지보수 및 데이터 활용에 대해 논의 중이며 스마트팜 빅데이터 플랫폼(<https://www.n-farm.kr/>) 및 스마트팜 데이터 마트(<https://data.smartfarmkorea.net/>)과 연계방안을 논의 중임. 데이터는 사막 기후 극복과 고부가가치 농산물 수출에 대한 기반 자료와 차후 한국 기업의 중동지역을 포함한 극한 기후를 나타내는 지역의 온실 진출을 위한 기초 자료 및 기후 변화 대응 자료로서 활용되어 하여 우리나라 스마트 농업 발전에 이바지 할 것으로 사료됨.



스마트팜 빅데이터 플랫폼



스마트팜 데이터 마트

- 아랍에미리트(UAE) ADAFSA 현지 온실 환경데이터
- 측정 기간 / 주기 : 2022년 09월 5일 ~ 2022년 11월 16일 / 1시간
- 조사 항목 : 유량 (배역량, RO공급량, 용출수 회수량 등 16개 항목) 전력량 (온실유효전력, 온실 일 전력량 등 9개 항목)

UAE ADAFSA 현지 온실 유량, 전력량 데이터 구축 현황

구분	구분명	유량	전력량	구분명	유량	전력량	
배역량	배역량	1000000	1000000	RO공급량	RO공급량	1000000	
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	배역량	1000000	1000000		RO공급량	1000000	1000000
	용출수 회수량	용출수 회수량	1000000		1000000	온실 유효전력	온실 유효전력
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000
용출수 회수량		1000000	1000000	온실 유효전력	1000000		1000000

2. U.A.E ADAFSA 현지 온실 DB 사용법 및 활용 방안

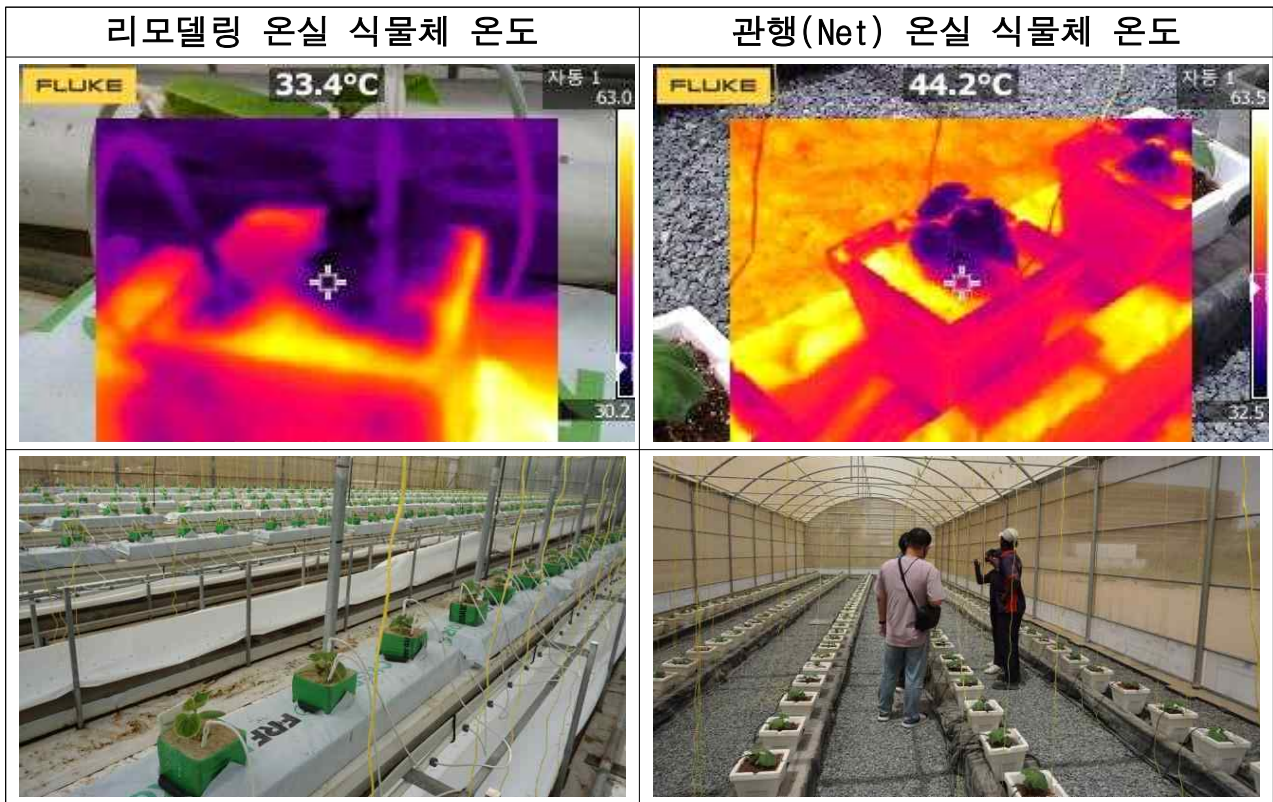
- U.A.E ADAFSA 온실 데이터 DB 접근 방법
- 1. 포털사이트를 통하여 (주)그린플러스 홈페이지 (<https://www.greenplus.co.kr/>) 에 접속

2. U.A.E ADAFSA 현지 온실 DB 사용법 및 활용 방안

- U.A.E ADAFSA 온실 데이터 DB 활용
- ▶ 통계프로그램을 이용한 환경 데이터 및 전열량 데이터의 분석
- ▶ 사막 지역 온실 구축을 위한 데이터 활용

<UAE 온실 DB 구축 및 활용 방안>

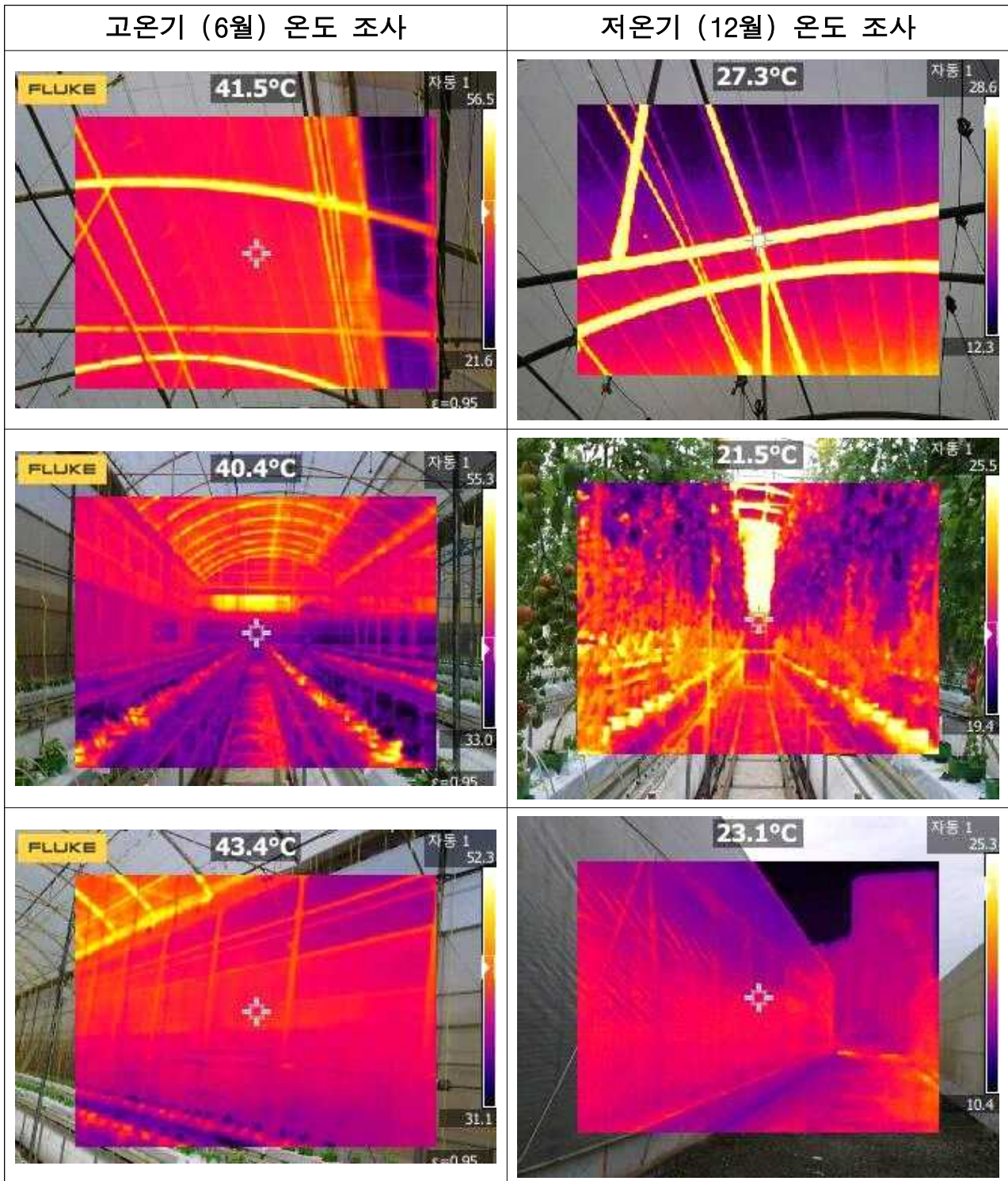
(3) 온실 재배 환경 비교 분석



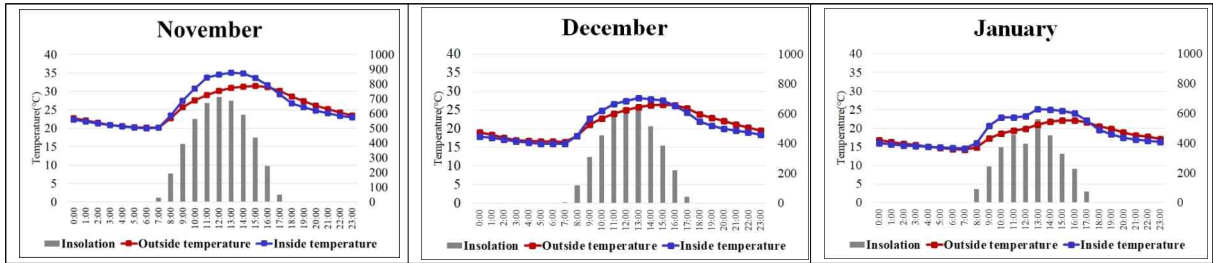
- 냉방 덕트의 온도 조사 결과 고온기 덕트의 외부 온도는 여름철 (6월) 32~36℃, 겨울철 (12월) 에는 20~21℃로 조사됨.
- 여름철에는 온실내 유입되는 햇빛과 고온, 및 철골 자재로 인해 물리적 마찰이 발생하여 파손이 발생하는 경우가 존재하였고, 이에 따라 예비 덕트 자재를 준비하여 교체가 가능하도록 조치하였음.

	덕트 말단	중간	토출구
여름철 (6월) 온도 조사			
겨울철 (12월) 온도 조사			

<온실 온도 조사>



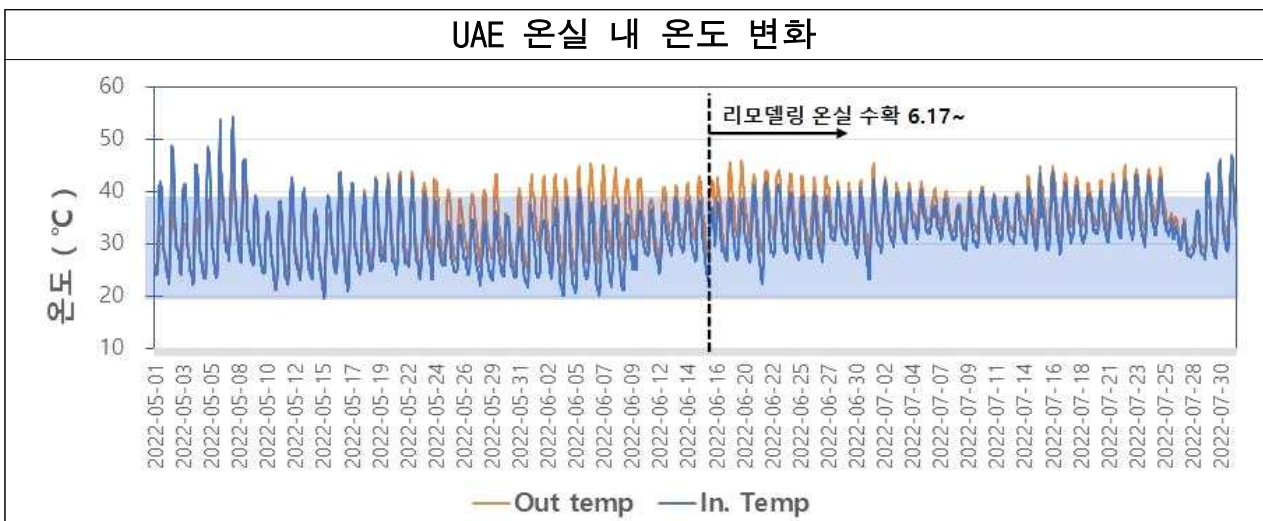
- 겨울 작기 재배기간 중 시간에 따른 온실내부와 외부 온도를 확인한 결과 야간 온도는 큰 차이가 없었으나 오후 1시경 내외부의 온도차를 확인한 결과 기온이 가장 높았던 시간대는 2.32~4.33℃로 유의미한 차이가 확인됨. 1월의 최대 외부 일사량은 713W·m<sup>2</sup>, 12월은 625W·m<sup>2</sup>, 1월은 560W·m<sup>2</sup>로 조사되었음.



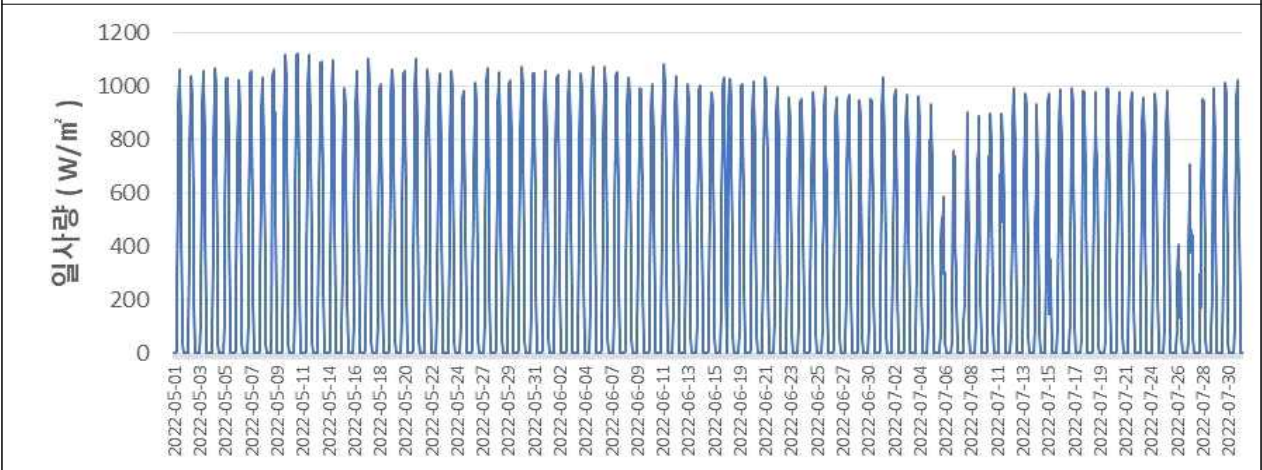
- 재배 기간 동안 온도는 아래 표와 같게 조사되었다. 리모델링 온실의 온도는 평균 25.2℃ (19.3~30.2), PC온실은 평균 28.9℃ (19.7~44.0) 및 실외 온도는 32.1℃ (20.2~43.6)이었다. 일사량은 평균 498.7W/m<sup>2</sup>으로 조사됨.

구분	리모델링 온실	관행 온실 (PC)	실외
온도(℃)	25.2 (19.3 ~ 30.2)	28.9 (19.7 ~ 44.0)	32.1 (20.2~43.6)
습도(%)	81.8 (52.0 ~ 94.3)	80.7 (22.1 ~ 98.4)	43.9 (9.4~90.6)

- 리모델링 온실의 온실 내·외부 조사한 결과는 다음과 같이 조사되었으며 외부 온도에 비해 내부온도는 5~10℃ 낮은 것으로 조사되었음. 특히 UAE는 강한 일사량으로 오후에는 1,000 W/m<sup>2</sup> 이상 나타나는 것으로 조사되어 차광이 필수적이며 리모델링 온실은 이에 대비하여 차광스크린이 설치되어있음..

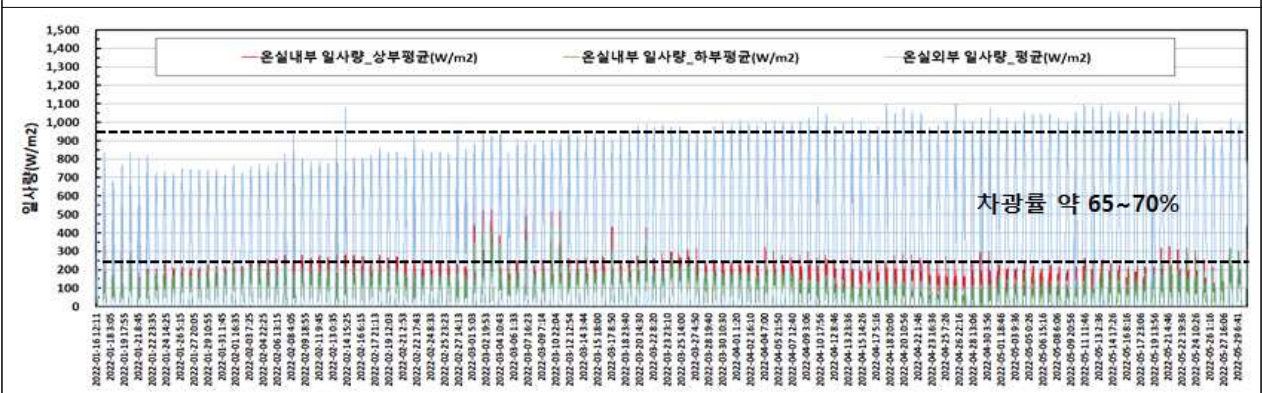


### UAE 재배 기간 중 외부 일사량



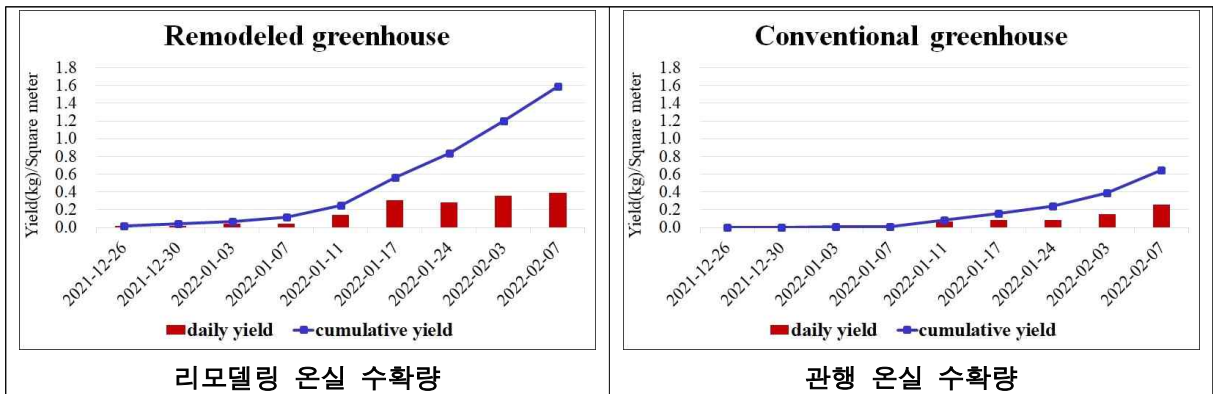
- 온실 차광스크린은 외부의 강한 일사량으로부터 온실 내 온도 증가를 방지할 뿐만 아니라 작물을 보호하는 역할을 하는 것으로서 차광자재에 따라 차광률이 달라짐. UAE의 경우 주간 최대 일사량이 1,000 W/m<sup>2</sup> 으로 조사되며 국내 일사량보다 매우 높게 나타남.
- 이에 차광막을 적용할 경우 최대 65~70% 차광 효과를 기대할 수 있음. 그러나 사막 지역은 비가 적게 오고 모래폭풍의 영향으로 온실 외부 피복재나 차광스크린에 모래, 먼지 등 다양한 입자가 부착되기 때문에 설계 단계의 차광률보다 달라질 우려가 있음. 따라서 사막기후에서 차광스크린을 설치할 경우 모래 목풍 등 먼지 발생 여부를 검토할 필요가 있음.
- 특히, 온실 내부 온도 상승의 주 원인은 태양광 중 적외선으로서 리모델링 온실은 차광 스크린을 이용해 온실로 유입되는 일사량을 감소시키는 기술을 적용하였음. 그러나 스마트팜에서 차광스크린은 작물에 필요한 자외선과 가시광선 영역도 차단시키기 때문에 차후 가시광선은 투과시키고 적외선만을 선택적으로 차단 또는 반사시키는 기술의 개발이 필요할 것으로 판단되어짐.

### 차광스크린 설치에 따른 온실 내외부 일사량 변화

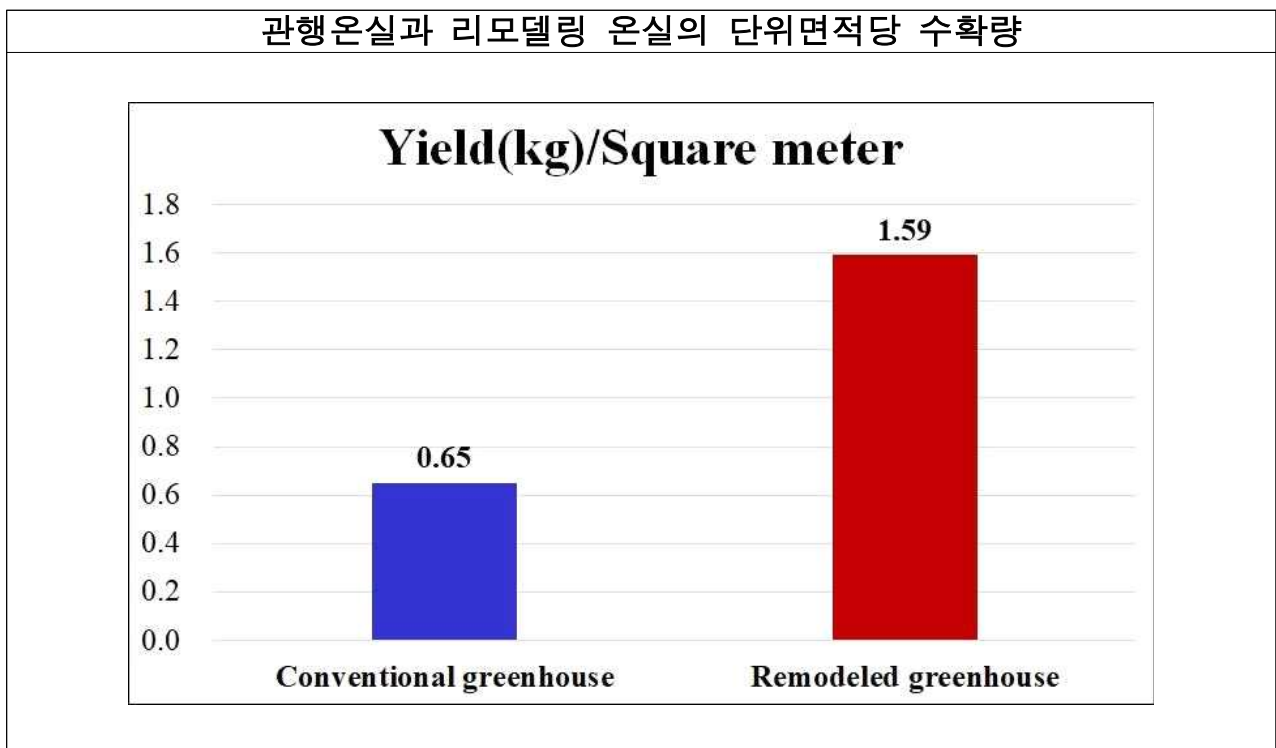


다) UAE 리모델링 온실과 관행 온실의 재배 환경 비교 분석

- 겨울 작기 중 리모델링된 온실과 재래식 온실의 일별 수확량과 재배되는 토마토의 누적 수확량을 확인한 결과, 수확 초기에는 큰 차이가 없었지만, 1월 중순부터는 일일 수확량에서 유의미한 차이가 있었음. 따라서 수확 후기에는 리모델링 온실과 관행 온실의 누적 수확량이 매우 큰 폭으로 차이가 나타남.



- 단위면적당 생산량은 리모델링된 온실에서 1.59kg, 재래식 온실에서 0.65kg으로, 리모델링된 온실에서 재래식 온실에 비해 단위면적당 누적 생산량이 243% 증가한 것을 확인하였다. 따라서 한국형 리모델링 온실로 변경 시 기존 온실에 비해 수익성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.



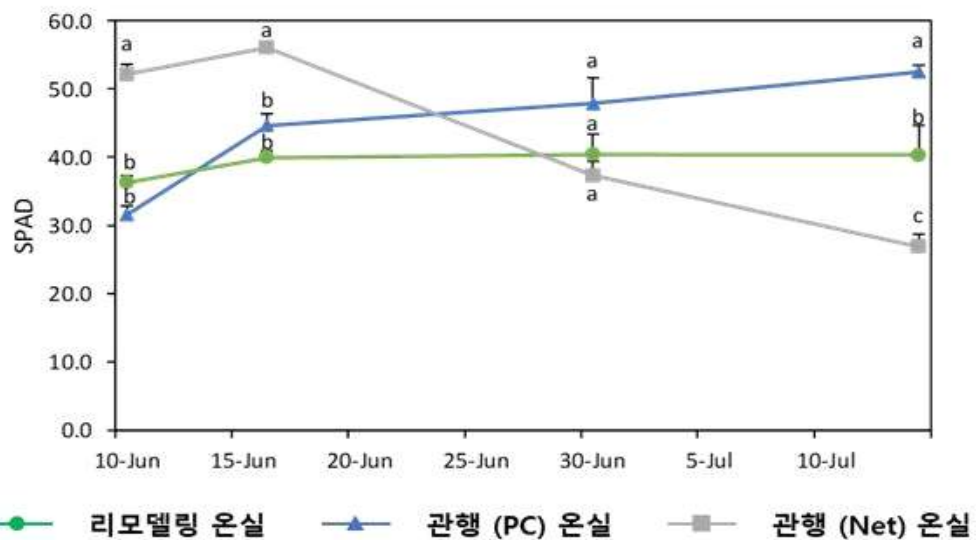
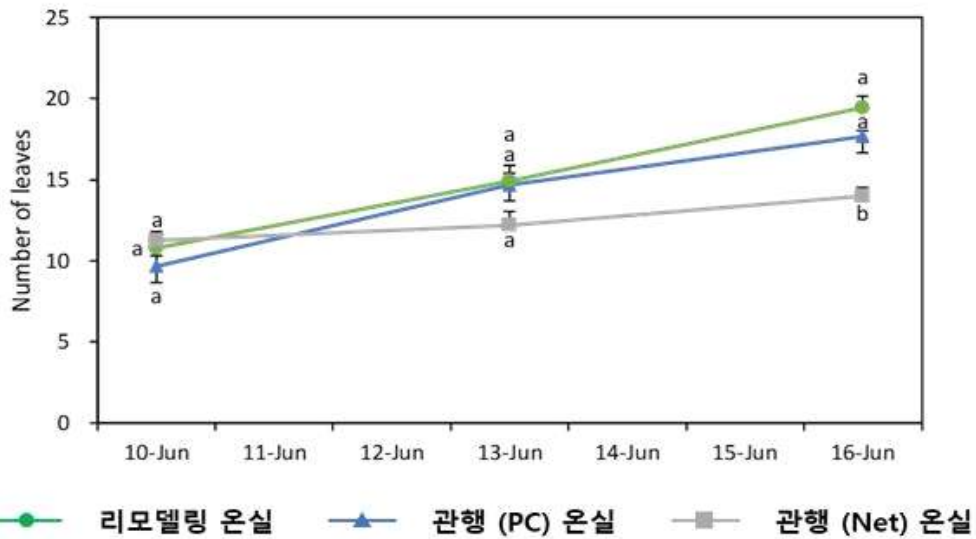
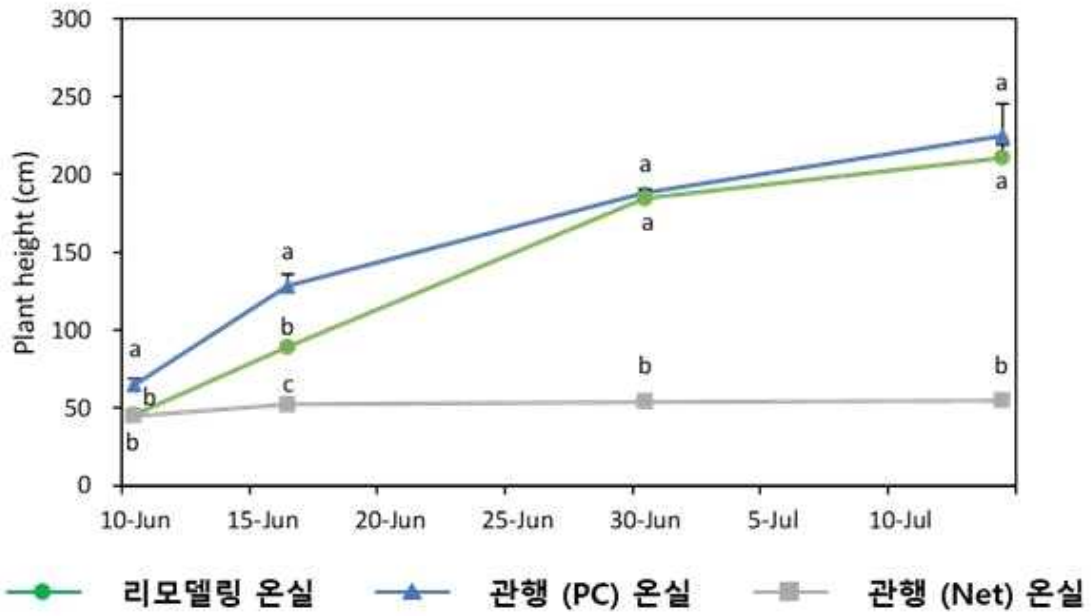


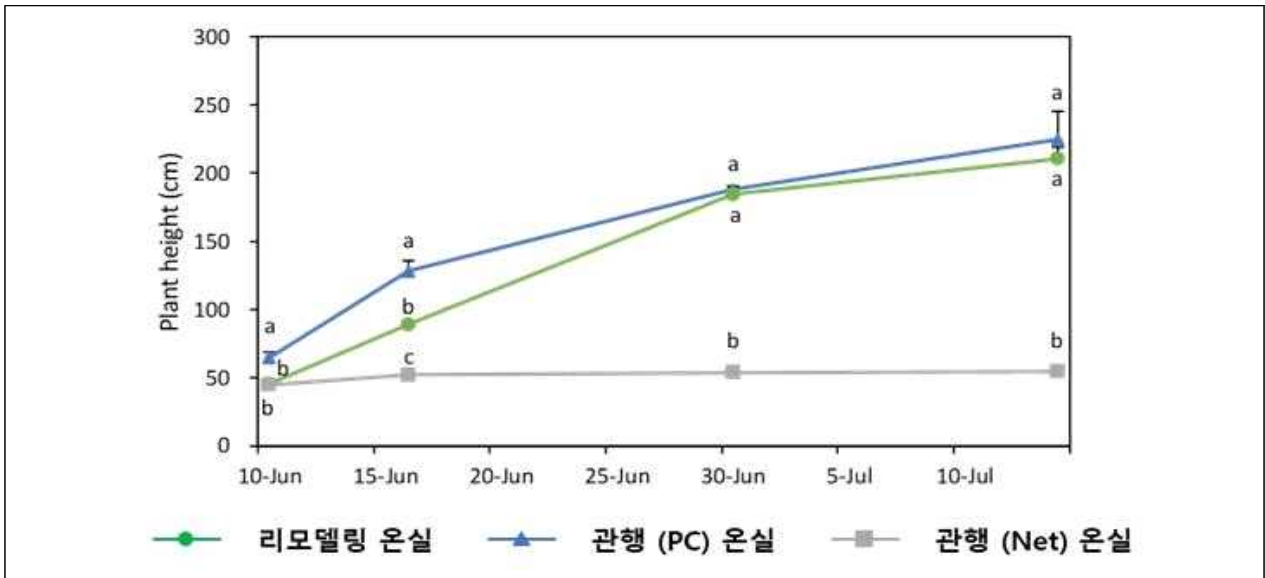
- 재배 시험 작물은 오이(*Cucumis sativus* L.) 중 “Riversum RZ” 품종으로서 16일 동안 육묘한 것을 이용하였으며, 재배 양액은 15.00 N-NO<sub>3</sub>, 1.00 N-NH<sub>4</sub>, 1.20 P, 7.56 K, 4.00 Ca, 1.50 Mg, 1.69 Na, 1.45 S-SO<sub>4</sub>, 2.03 Cl, 15.00 Fe, 30.00 B, 1.00 Cu, 5.00 Zn, 10.00 Mn, 1.00 Mo mM을 희석하여 1일 4회 드리퍼(dripper)를 이용해 관계하였음.
- 온실 형태별 작물 생육 비교를 위해 초장과 엽수, 개화수, 수확량 등을 비교하였음. 작물의 성장 정도를 측정하기 위해 엽록소 측정기인 SPAD와 작물에서 반사되는 빛의 양을 측정하여 작물 생육 상태를 진단할 수 있는 Green seeker를 이용하여 분석에 활용하였음.
- 오이의 수확은 정식 후 24일 이후부터 수행하였고 PC온실은 26일, Net 온실에서는 28일 이후 수확을 시작하였음. 재배 중 온실 내 병충해가 발생하였으며, 관행온실인 PC 및 Net 온실에서 발병된 것을 확인하였으나 리모델링 온실에서는 발생하지 않음.
- 발병된 거미진드기는 응애과 병충해로서 식물 잎에 거미줄 형태의 병징을 나타내고 식물 세포에 구멍을 내어 작물 생육 장애를 발생시키는 해충으로 덥고 건조한 조건에서는 거미진드기를 발생시키는 환경 요인이 됨

### 거미진드기 피해 증상

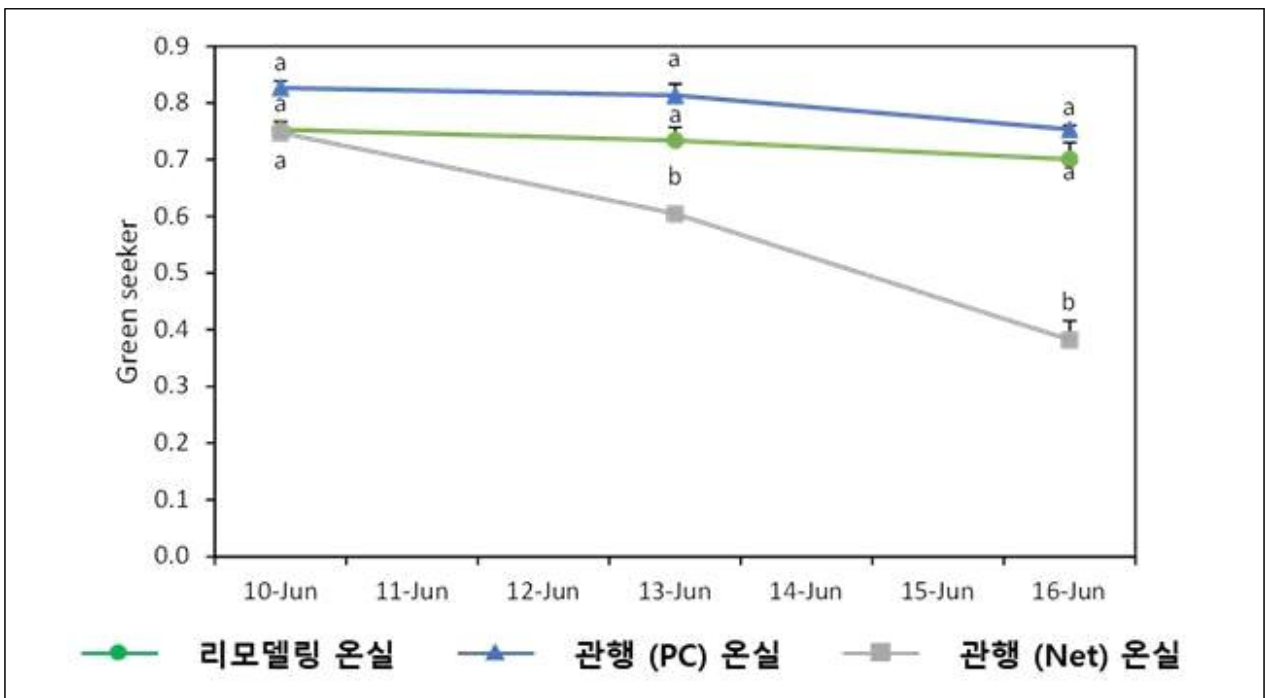


- 작물의 생육 조사는 정식 후 17일 이후 수행하였으며 24일 이후 green seeker를 이용해 조사하였음. 재배 초기 관행온실인 PC 온실에서 초장이 가장 높은 것으로 조사되었으나, 정식후 37일이 지난 6월 30일 경에는 리모델링 온실과 PC온실에서 큰 차이가 없는 것으로 조사되었음. 반면 Net 온실에서는 초기 44.6cm에서 마지막 측정일인 54.5cm로 성장이 이루어지지 않음.
- 초기 재배시에는 리모델링 온실과 PC온실 모두 높은 성장률을 나타내어 초장이 크게 증가하였고, 수확시기에는 성장률이 감소하였음. 엽수는 조사기기에 따라 점진적으로 증가한 것을 확인하였으나 Net 온실에서는 다른 온실에 비교하였을 때, 상대적으로 크게 증가하지는 않은 것을 확인 할 수 있었음.

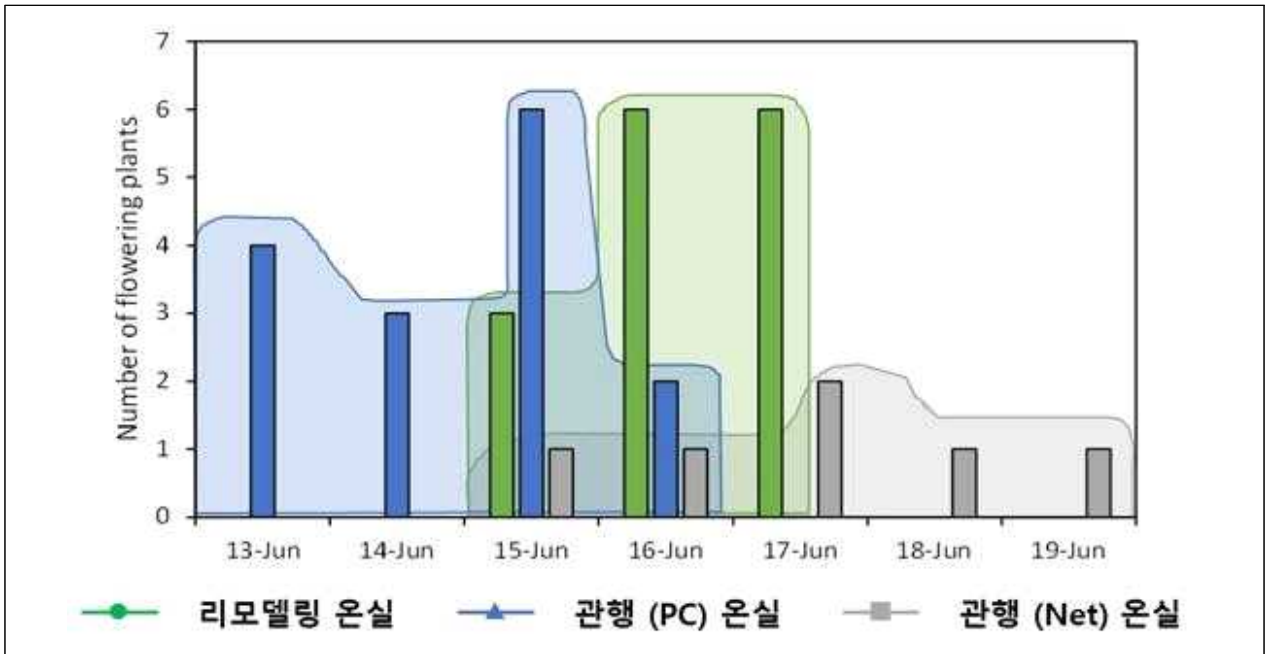




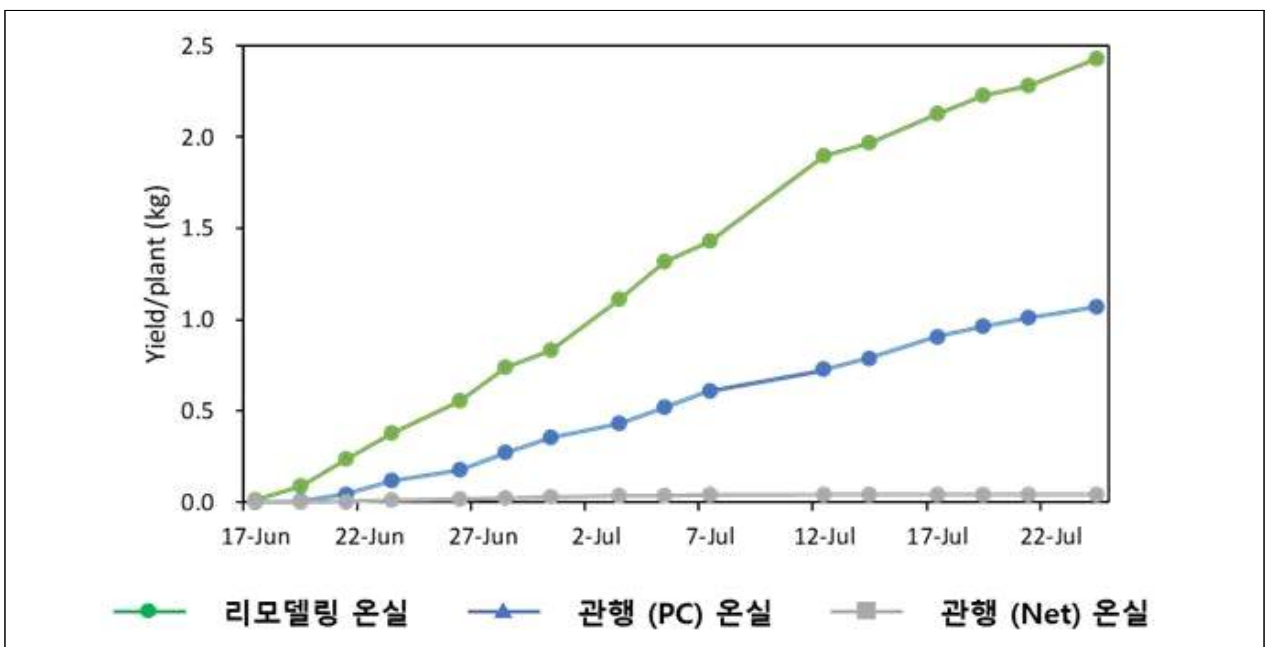
- SPAD는 처음 측정할 때보다 두 번째 측정시 크게 증가하였고, 리모델링 온실은 그 값이 유지되는 반면 PC온실과 Net 온실은 크게 변한 것을 확인할 수 있었음.
- 작물의 생육 상태를 진단할 수 있는 Green seeker를 이용한 조사 결과, 모든 온실에서는 높게 조사되었으나 Net 온실은 급격하게 감소된 것을 확인할 수 있었음. 이러한 결과는 환경제어 수단이 없는 Net 온실에서 작물 생육이 감소한 것으로 판단됨.



- 작물 수확시기는 온실에 따라 개화 시기가 달라 수확 시기도 달라졌음.



- 온실에 따른 생산량은 리모델링 온실에서 2.426kg/plant, PC 온실에서 1.072kg/plant, Net 온실은 0.042kg/plant 생산되는 것으로 조사되어 기존 Net 온실 대비 리모델링 온실은 57.4배 이상 수확되고 PC온실보다 2배이상 수확하는 것으로 조사되었음.



- 관행 온실인 Net 온실의 수확량이 가장 낮은 것은 차광 자재들이 설치되지 않고 고온에 그대로 노출되어 엽록소 함량이 감소되어 생육이 좋지 않은 것으로서, 거미진드기도 엽록소 함량에 영향을 주는 것으로 알려져 있음.

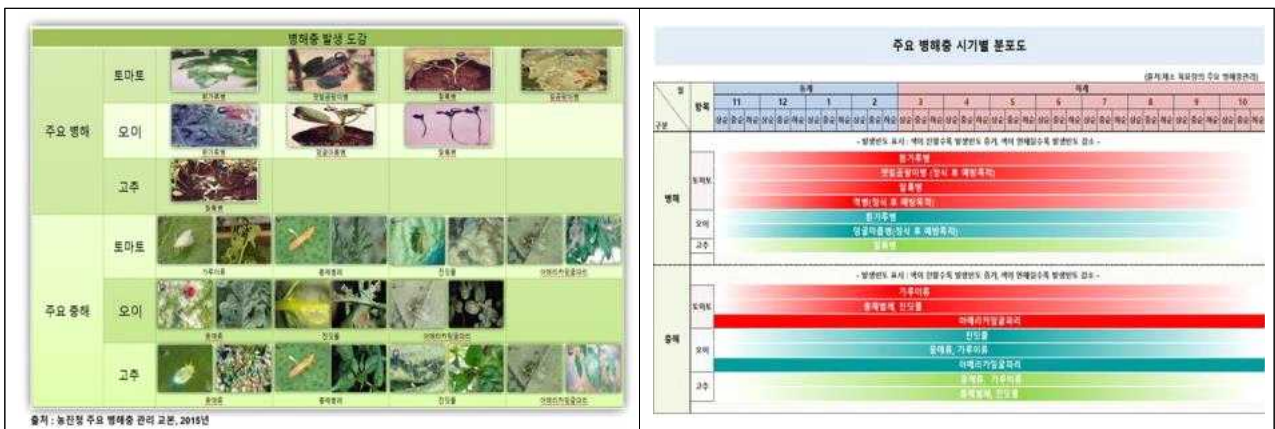
- 고온과 높은 일사량은 작물 대사 감소, 시들음, 작물 고사 등을 유발하는 요인으로 오이의 수확량과 품질에 큰 영향을 나타내어 이를 제어하기 위한 기술 적용이 필요한 것을 시사함.
- 오이의 최적 생육 적온은 15~32℃로 리모델링 온실은 이를 만족하는 유일한 온실로 조사 및 분석되었음.

라) UAE 수경재배 중 온실관리 및 작물 재배 교육 지원



- 작물 육묘 상태 진단은 온실에서 재배되는 토마토는 육묘 단계부터 작물의 절간장의 사이가 길어 도장한 것이 확인되었음. 전반적으로 작물의 줄기가 얇고 하배축과 절간장이 길어 식물체 색이 아닌 연한 녹색을 나타내며, 이러한 작물의 뿌리는 발달이 저해되어 생육이 저해됨.
- 예상 작물 피해는 뿌리로 흡수한 수분을 줄기와 잎에 저장하고 사용하여야 하는데 도장되어 가늘고 길게 재배된 모종에는 식물체 면적대비 저수용량이 작아 건조피해에 매우 취약함. 또한 모종이 도장할 경우 뿌리, 줄기, 및의 발달이 부진하고 양분 흡수력도 떨어짐. 식물체 내 이온 농도 또한 낮아 비료가 석인 양액을 공급하게 되면 흡수가 저해되고, 뿌리에 비료 스트레스로 인해 작물 생육이 멈추는 현상이 발생하게 된다. 이를 보완하기 위해 저농도의 양액으로 재배할 경우 성장 속도가 저해됨.
- 작물이 도장할 때 식물의 세포벽은 얇아져 병충해뿐만 아니라 환경 스트레스에도 매우 취약해짐. 대표적으로 일소피해가 있는데 토마토는 원산지가 중남미 부근으로 강한 일사 환경에서는 위의 사진과 같이 전반적으로 약하게 재배되고 중동의 강한 햇빛에 노출된다면 잎이 타서 마르는 듯한 일소피해를 받을 수 있음.
- 물은 자체적으로 병해와 충해에 대한 방어 기작을 보유하고 있음. 그러나 위의 사진과 같이 육묘 단계부터 도장할 경우 세포벽이 얇아지고 모종의 밀도 또한 낮아져 진균의 균사 침입이 세포에 침투하기 쉽다. 충해의 경우 밀도가 낮아진 모종의 사이에 흡즙, 식해하여 피해가 발생하기 쉽고 진딧물류의 배설물에 의해 그을음병이나 곰팡이 같은 2차 피해도 발생할 수 있음.

- 불량 육묘의 원인에서 상기 사진은 토마토 육묘를 한 것으로 암면배지에 종자를 직파하여 육묘한 것인지 발아 후 이식하여 육묘한 것인지는 파악이 되지 않으나 여러 가지 문제가 발견됨. 암면배지의 경우 보수력이 떨어지기 때문에 항상 물이 공급되어 있어야 하는 배지이다. 토마토를 포함한 대부분의 채소 육묘는 지하부 수분 함량이 높을 경우 도장하는 특징을 갖고 있어 육묘에 부적합 함. 또한 배지 아래 보이는 트레이에 항상 물을 담아 육묘한 것으로 추정됨.
- 암면배지에서 육묘 후 정식 과정에서 암면배지를 1개씩 손으로 분리하여 이식하는 모습이 보임. 암면배지 부분을 손으로 잡는 과정 중 뿌리 부분을 건들게 되어 정식 후 몸살이 오는 것과 한 개의 암면배지를 분리할 때 뿌리가 뜯기게 되어 정식 후 활착 중 생리장애나 다양한 피해를 입게 됨.
- 해결방안으로 암면배지는 보수력이 매우 낮아 재배 트레이 안에 물이 충분하여야 하고 이점이 도장하게 만드는 가장 큰 원인이 된다. 따라서 피트모스 함량이 높은 코코피트 배지 또는 한국에서 육묘 시 사용하는 것이 바람직함. 또한 암면배지는 정식 시 지하부에 스트레스를 받게 되므로 1개체당 지하부의 독립된 공간이 있는 한국에서 사용하는 육묘용 트레이를 사용하여 육묘하는 것이 바람직함.
- 채소의 육묘는 항상 초밀식의 환경이므로 통풍이 불량하고 습도가 높아 도장하기 쉬움. 그래서 국내 육묘장에서는 억제재배를 기본적으로 실행하고 있으며, 억제재배 시 뿌리발달과 줄기발달이 건전하게 재배되어 정식 후 활착이 빠르고 생산 균일도와 생산일도 앞당겨서 선호하는 육묘 방법임. 도장을 막고 억제재배하는 방법은 몇 가지가 있다. 억제재배를 하는 방법은 다음과 같이 질소질이 없고 인산(P)과 가리(K)성분만 있는 비료를 약 1000배정도 희석하여 주 1회정도 시비하여 생장을 늦추는 방법과 재배하는 배지를 오후에 건조하게 관리하고 식물체 활력이 떨어질 경우 잎에만 관수하여, 건조피해를 방지하여 억제하는 방법이 있음. 국내 육묘장의 경우 주기적으로 억제제를 사용하여 억제재배를 실시하고 있음. 종류에 따라 희석농도와 처리주기는 다르지만 영양생장을 억제하고 동화산물이 성장점이 아닌 뿌리, 줄기, 잎으로 집중 이동하여 뿌리와 줄기 잎이 두꺼워져 재배에 적합한 육묘 상태가 됨.
- UAE에서 재배하는 주요 작물에 대한 병해충 도감을 작성하여 설명하고 주요 발병 시기를 도식화하고 약제사용 요령 및 농약 사용 시 유의 사항에 대한 매뉴얼을 작성하여 현장에서 정보교환을 수행함.



세부 관리 Point		
구분	세부 관리 내용	
처리 기간	예상 발생시기 1개월 전부터 → 출하 직전	
처리 구분	발생빈도 1: 살충, 살균 단일 사용	
처리 횟수	동계: 3일간격 살포 (살균) → 살충 순 교호 처리, 병해 중점관리 하계: 2일간격 살포 (살충) → 살균 순 교호 처리, 중해 중점관리	
희석배수	200배~300배	
방제체계 모식도		
작물	병/충해	약제
토마토	병해	역병, 미리카트(수확제), 크린업(유)
	충해	흰가루병/꽃말굽곰팡이병, 보스피린(수)→보스(유수)→광파제(엽상수)→당한(액상), 가루이류, 모스피린(수)→보스(유수)→광파제(엽상수)→당한(액상), 아메리카 달걀파리, 프로클리어(유제)→당한(수)
	충해	진딧물/총채벌레, 키프루어(액상)→신엑스(액상)→모스피린(수), 응애, 카네마이트(액상)→스타빅스(수)→돌중마크(액상)
	병해	영양아름병, 벨리스토(액상)→아칸포(액상)→루프린(유)
	충해	흰가루병, 크린업(유)→액마탄(액상), 역병, 미리카트(수확제), 균핵병, 크린업(유)
오이	병해	진딧물, 총채벌레, 달걀, 광파제(액상)→모스피린(수)
	충해	질척이응애, 카네마이트(액상)
	충해	가루이류, 프로클리어(유제)→안장일치(수확제)→울스타(유제), 갈색날개, 미리카트(액상)
고추	병해	갈색날개, 미리카트(액상)
	충해	진딧물, 모스피린(유제)→당한(액상)→광파제(액상)
	충해	총채벌레, 신엑스(액상)→안장일치(수확제)→키프루어(액상)
	충해	응애류, 카네마이트(액상)→스타빅스(수)→돌중마크(액상), 가루이류, 보스피린(수)

※기준: 특효원칙, 자체시험

1. 약제 보관: 사용 전 후, 캐비닛 시건장치 및 사용일지 작성
2. 처리 시간: 동계시기 - 16:00시 이후, 하계시기 - 18:00시 이후 처리
3. 처리 농도
  - 1) 예방목적 (각 약제별 권장기준 보다 20% 증량 희석)
  - 2) 방제목적 (각 약제별 권장기준 준수)
4. 처리 전 혼용가부표 확인을 통한 혼용가능 여부 확인
5. 약제 살포 전 잔류약제 제거(고압호스 잔존 하고 있는 약제)
6. 신규 약제 실험은 재고 묘종을 활용하여 적용가능 약제 구분(약제/농도)
7. 약제 살포시 잎 뒷면에 약액이 충분히 적셔지도록 살포
8. 약제 처리 전 송풍팬 및 차광커튼 닫음 유지
9. 약제 살포 시 주요 생산시설(발아실, 접목실, 접목활착실), 이동대차 살균소독 실시

- 온실로 유입되는 방충망에 먼지가 쌓일 경우, 통풍이 불량해지고 온실 내부 온도가 높아져 작물 표면 온도가 상승하게 된다. 이때 작물 주변 온도를 유지하기 위해 쿨링포그와 작물 관수를 실시하게 되어 물 사용량이 증가하여 물 절약과 작물 재배에 불리하게 됨. 이에 현장 온실 담당자와 작업자에게 주기적인 방충망 청소와 관리 방법을 설명하였음. 양액기의 경우 EC, pH센서의 세척방법과 주기적인 보정방법을 교육하고, 원수의 여과기와 양액 탱크의 여과기 청소의 중요성을 설명함. 또한 포그시스템을 작동하여 증발 냉각 효과와 온실 내 온도를 낮춤으로써 작물의 엽온을 낮춰 작물 생육에 필요한 광합성 작용을 효과적으로 가능함을 설명하고 더불어 작업자의 건강도 같이 지키는 것을 설명함.



마) 리모델링 온실 운영상황 조사 및 개선사항 도출, 보완 시공

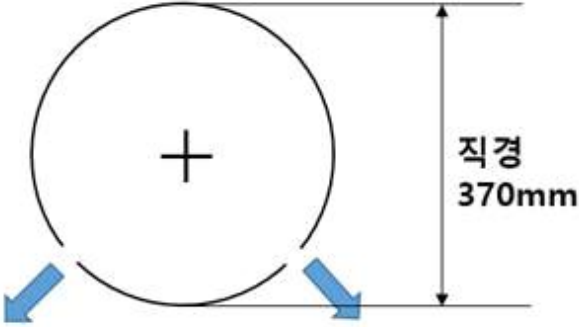
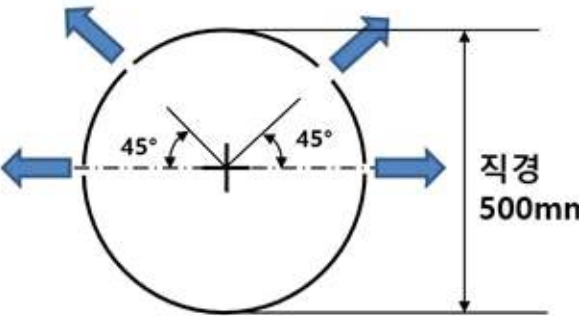




○ 코로나 이후 UAE 입국이 가능해 가능해짐에 따라 온실 운영 현황과 개선 사항 의견을 수렴을 위해 현지 온실을 방문하였다. 온실은 리모델링 온실과 더불어 관행온실에 대해 조사를 실시하였고, 조사된 결과는 차후 온실 리모델링 개선 방안을 도출 및 반영하여 온실 해외 진출 시 반영할 예정임.

- 사막형 온실 테스트 베드 설비 개선 사항\_FCU (Fan Coil Unit) 및 공조실 유지 보수
- 온실 공조실에 설치된 FCU의 냉방 능력 18,600 W x 32대, 송풍량 9,180m<sup>3</sup>/h x 10대
- 비닐덕트 풍량 9,180m<sup>3</sup>/h, D=500mm, 덕트 내 풍속=11m/s, 취출구 풍속=0.2~0.5 m/s, 취출구 크기 7.62mm, 1m간격으로 총 10개가 설치하였음.

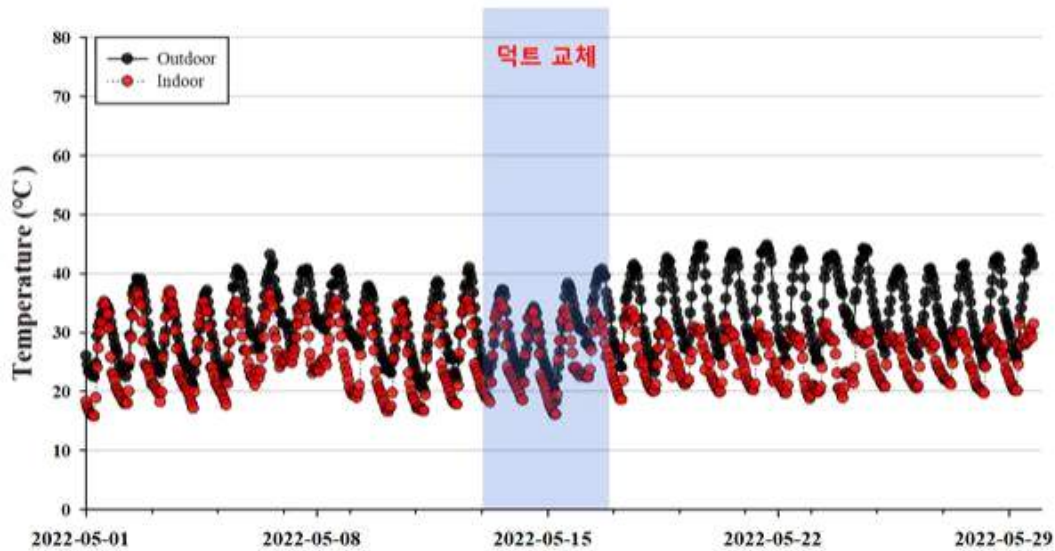
구분	품명	규격
1	RADIATOR	15.88Ø*4R*16S*640L (2.5mm)
2	IN/OUT	32A 신주육각소켓
3	MOTOR	0.75KW6P3Ø380/220V 50/60Hz
4	AL FAN	550Ø*6B
5	AIR VOLUM	153 CMM
6	DRAIN	15A 소켓
7	SIZE	805L * 894H * 880D
8	DUCT	Ø785*0.1T
<b>CAPACITY</b>		
10	냉방능력	16000 kcal/h
11	전원	380V / 50HZ
12	유량	50~60L/MIN



- 덕트는 초기 반투명 재질의 비닐덕트를 설치하여 이용하였으나, FCU에서 배출되는 공기의 유동이 적어 직경과 천공의 개수와 위치가 변경된 덕트로 교체함.
- FCU에서 공급되는 차가운 바람 공급의 효율을 극대화시키기 위해 덕트의 크기를 기존에 설치된 지름 370mm에서 증가된  $\text{Ø}785 \times 0.1\text{T}$ (단면 지름 50cm) 덕트로 교체하였고, 천공의 크기는 2cm\*2홀에서 2.2cm\*4홀, 간격은 25cm에서 12cm로 감소시켜 냉방의 효과를 극대화하고자 하였음.

덕트 교체 전	덕트 교체 후
 <p>직경 370mm</p>	 <p>직경 500mm</p>
	
	

- 변경된 덕트는 아래 그림처럼 외부와 내부의 온도차이를 크게 할 수 있으며, 외부에서 유입되는 뜨거운 공기의 유입을 최소화할 경우 약 10℃ 정도의 온도 저감 효과를 나타내어 온실 냉방의 효과를 극대화할 수 있었음.



- ICBA 온실의 경우 온실 천창이 없는 구조로서 온실내 습도조절과 공기 유동을 위해 측창을 낮에는 측창을 개방하여 운영하고 있어 온도가 상대적으로 높게 조사되었으나, 관행온실인 Net 온실과 비교하였을 때 식물체 주변 온도가 10℃이상 차이가 있는 것을 확인하여 냉방효과가 우수한 것으로 판단됨.
- 팬코일유닛을 통해 온실 재배동을 냉방하는 것은 온실에서 국내외 온실에서 많이 사용되는 방법이나 고온 건조한 사막 기후 특성을 나타내는 지역의 경우 혹서기 온실 내 온도유지를 위해 가동이 되고 있음. 이럴 경우 팬코일유닛은 부하가 발생할 뿐만 아니라 외부에서 유입되는 미세먼지가 모터에 누적되어 고장의 원인이 되기도 하므로 대책이 필요하며 차후 한국 온실의 해외 진출 시 반영이 필요한 부분임.
- 사막기후 특성상 외부에서 모래 폭풍이 발생할 경우 1차적으로 공조실 외부에 설치된 메쉬 망을 통하여 큰 입자는 걸러지게 되며 2차적으로 쿨링패드에서 달라붙게 되어 냉방 효과가 감소될 뿐만 아니라 녹조 등이 발생하여 쿨링패드에서 흐르는 물의 재활용이 어렵게 되는 단점이 있음. 이러한 부분은 차후 사막지역 온실 시공시 반영해야할 방안이며 쿨링패드 외부에 추가로 먼지를 걸러주는 필터 등 설치가 필요할 것으로 판단됨.
- 관리적인 측면에서는 주기적으로 온실 메쉬망과 쿨링패드, 팬코일유닛에서 공기를 흡입하는 부분은 주기적인 청소가 필요하며, 이에 따른 주기적인 청소, 관리 등을 현지 관리자에게 전달하였음.

## 공조실 내 · 외부

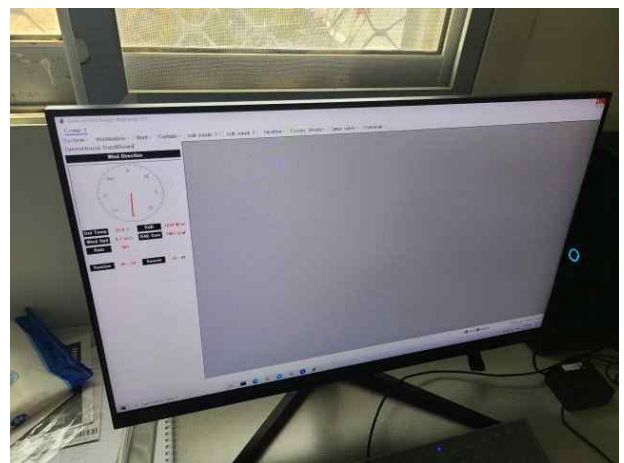
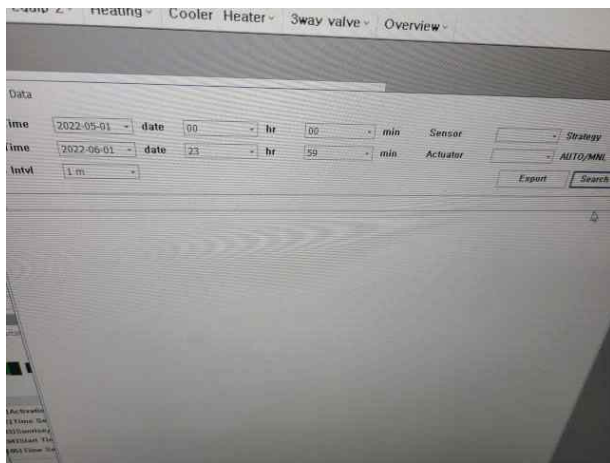
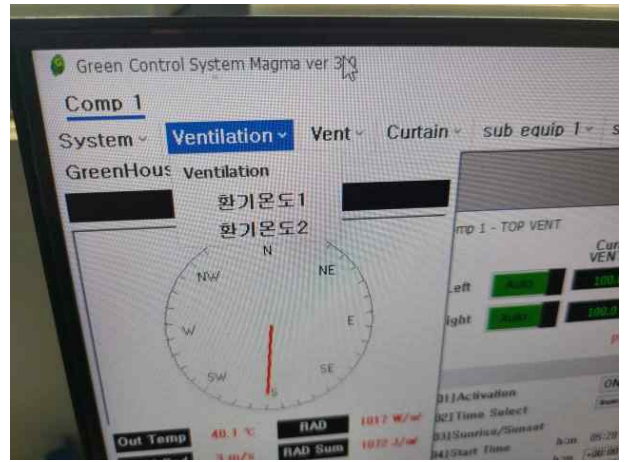
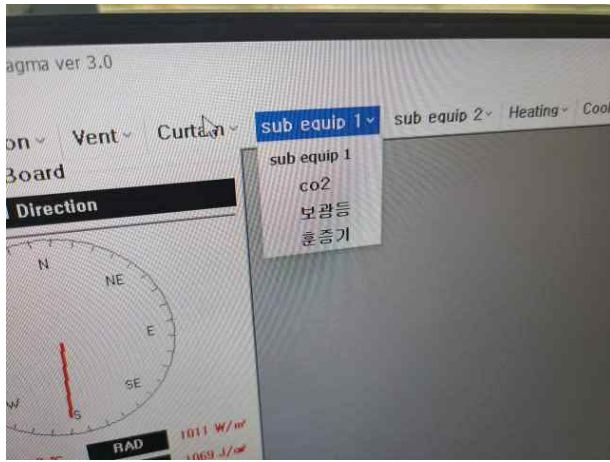


## 팬코일유닛 점검 및 수리



- 리모델링 온실의 환경데이터를 측정하고 냉방 시스템의 제어가 가능한 복합환경제어시스템 magma+의 영문화가 이루어지지 않아 현지 온실 관리 관계자가 사용하는데 어려움이 있었으며, 영문화를 실시하여 관리자가 데이터 사용 및 제어를 수행할 수 있도록 영문화 업데이트를 수행하였음.

## 복합환경제어 시스템 영문 업데이트 수행



- 리모델링 온실을 포함한 최신 온실에는 작물이 생육함에 따라 높은 위치에서 작업을 하는 경우가 발생하여 온실 내 천창, 골조 등 점검을 위해 고소작업 차량이 활용되며, 고소작업차량은 온실 내 재배 거터 사이에 설치된 튜브레일(Tube rail)을 통해 이동되어 온실 작업자의 작업 효율을 향상시켜 주는 역할을 함.
- 고소작업차는 전기 배터리를 이용하여 작동되며 배터리 충전 연한이 다 됨에 따라 배터리 교체 및 여유분을 확보할 수 있도록 조치하였음.

### 고소작업차량 이용 온실 작업 및 배터리 교체



- 온실의 증발냉각효과를 극대화하고 온실 내 습도조절을 위해 리모델링 온실은 스프링클러를 이용한 포그 분사 시스템이 설치되어있으며 제어프로그램을 통해 제어되고 있으나, 스프링클러 형식의 포그 시스템은 물방울 입자가 커서 증발되는데 시간이 소요되고 작물에 물방울이 맺힐 경우 작물 주변 습도가 높아지게 되어 고온과 함께 작물 병충해 피해를 증가시키는 원인이 됨.

### 기존 스프링 클러 형식 포그 시스템



- 일반적으로 작물 재배 환경 중 공기 유동, 습도, 고온은 병충해 발생을 증가시키는 주 원인이 되며, 작물 수확량, 농작업 어려움 증가, 재배 비용 증가 등의 원인이 됨.
- 리모델링 온실에 비해 UAE 관행 온실인 PC 온실은 온실내 공기 유동 방식이 팬 방식으로만 이루어져 고르게 공기 순환이 되지 않아 작물 근처 습도가 높아 지는 경우가 발생하며, Net 온실의 경우 Net 사이로 공기순환은 되나 외부로부터 유입되는 고온의 햇빛을 막아주는 차광시스템이 존재하지 않아 작물의 고온해를 입히게 됨.




### 포그 물방울 발생으로 인한 온실 내 작물 및 자재 피해 증상



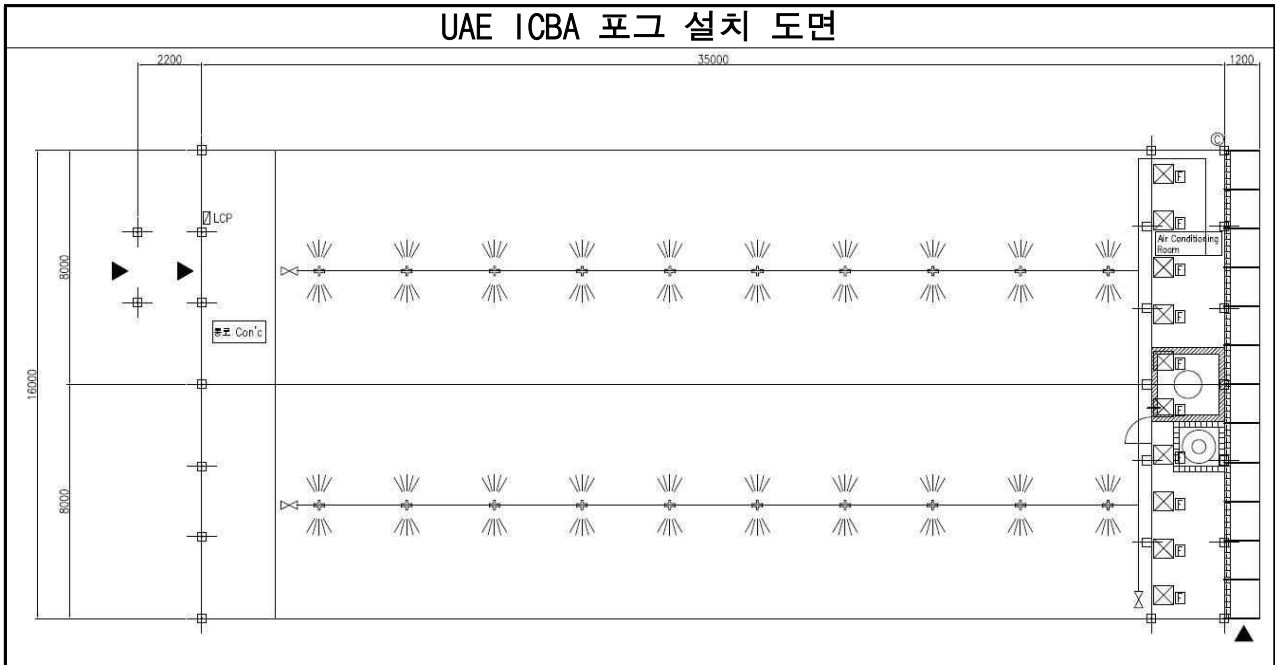
## 온실 내 고온 및 높은 습도로 인한 작물 피해 증상



- 리모델링 온실은 여름철 고온기에는 축창 개폐와 팬코일유닛에서 공급되는 차가운 공기로 온실 내 공기 순환이 적절하게 이루어지고, 스프링클러를 이용한 포그 시스템은 복합환경제어 시스템과 연동되어 분사 시간 조절로 온실의 습도가 적절하게 유지되고 있었음. 그러나 겨울철에는 스프링클러에서 분사된 물 입자가 증발되는 시간이 증가 되어 피해가 발생할 우려가 존재하였음.
- 이에 ㈜그린플러스는 증발냉각 효과의 증가와 분사되는 포그 입자의 감소를 통해 온실 내 습도의 효율적 관리와 피해를 물로 인한 감소시키기 위해 신규 포그 시스템을 설치하였고, 환경제어 시스템으로 연동되어 작동되도록 조치를 취하였음.
- 신규 포그 노즐은 이류체 노즐 형식이 아닌 고압 노즐 구축되었고, 포그와 사용될 펌프의 제원은 다음과 같음.

노즐	회사명 (원산지)	FU FONG FOGGING CO (TW)	 
	모델명	VD02 VITON ANTI-DRIP BALL VALVE BRASS NICKEL PLATED BODY	
	규격	구멍크기 2mm / 입자 20 $\mu$ m	
	설치 수량	108 EA	
펌프	회사명 (원산지)	ANNOVI REVERBERI S.P.A / 이탈리아	
	모델명	RKA 7 G 20 H N	
	규격	7.5HP/27L	
	설치 수량	1 SET	

### UAE ICBA 포그 설치 도면



### UAE ICBA 신규 포그 시스템 설치 전 설명 및 보완 시공 협의





UAE ICBA 신규 포그 시스템 보완 (1)



UAE ICBA 신규 포그 시스템 보완 (2)



### UAE ICBA 신규 포그 시스템 보완 (3)



- 신규 포그시스템 시운전 결과 정상적으로 작동되는 것을 확인할 수 있었고, 충분한 포그가 발생한 것을 확인하였음. 초기 설치 후 매뉴얼 방식으로 작동되었고, 이후 복합환경제어 시스템과 연동하여 magma+로 연동하여 활용할 수 있도록 조치하였음.
- 또한 노즐 막힘 현상이 중간 발생하여 포그시스템의 관리 방안과 노즐, 파이프, 필터 여유분을 준비하여 현지 온실 관리자가 유지 보수가 가능하도록 조치하였음.

# UAE ICBA 신규 포그 시스템 유지보수 관리 조치



- 리모델링에서 사용되는 자재는 알루미늄 자재와 더불어 철골 자재가 이용되었으며 알루미늄 자재는 녹스는 현상이 발생하지 않으나 철골 자재는 수분과 고온에 노출될수록 산화하여 녹이 발생함.
- 녹슨 철골 자재에서 발생한 철 성분은 온실 내부 청소시 토양 또는 양액 탱크로 조금씩 흡수되어 양액 조성에 문제가 발생할 우려가 있을 뿐만 아니라, 첨단 온실에 맞지 않게 내부 미관상 좋지 않은 현상을 보이게 되며 한국 기술에 대한 우려를 가지게 됨.
- 따라서 녹이 발생한 자재에 대해 제거 작업과 함께 방수 효과가 있는 페인트칠을 하여 내부 환경 개선을 실시하였음.

### UAE ICBA 철골 자재 개선 시공 (개선 전)



UAE ICBA 철골 자재 개선 시공 (개선 후)



○ UAE 현지 온실의 물, 전력 소비량 분석

가) UAE 현지 농업 용수 사용 현황 분석

- UAE는 전세계적으로 물 부족국가 중 한 곳이며, 중동국가(사우디 아라비아와 요르단 등)는 1인당 연간 수자원이 500 m<sup>3</sup>의 담수만 사용할 수 있고(Abdel-Dayem 및 McDonnell 2012), 작물을 재배하기 위해서는 해수를 담수화시켜 사용하고 있음.
- UAE는 그만큼 물을 사용하기 어렵기 때문에 해수를 담수화시켜 산업 및 가정, 농업용으로 사용하고 있으며, 담수 자원의 대부분(약 85%)은 농업으로 이용 되고있다. 덥고 건조한 기후와 물부족으로 인해 작물재배가 어려워 작물재배의 약 80%를 수입하고 있으며, UAE에서는 작물재배 시, 물의 사용량을 최소화하기 위해 많은 노력을 기울이고 있는 실정임.
- 다음 표 28는 Abu Dhabi Emirate 각 지역별 염도 및 농업 중심지에 따른 농가 수와 면적을 파악하였으며, Abu Dhabi의 Total 면적은 89,679 Donum이며, 농가 수는 3,605이다. Al Dhafra의 Total 면적은 207,686 Donum이며, 농가 수는 8,492, Al Ain Total 면적은 452,503 Donum이며, 농가 수는 11,921으로 조사됨.

표 28. 2018-2019 Abu Dhabi Emirate 각 지역별 염도 및 농업 중심지에 따른 농장 수 및 면적

지역	Class-A		Class-B		Total	
	Area	No.	Area	No.	Area	No.
Abu Dhabi	64,373	2,419	25,306	1,186	89,679	3,605
Al Dhafra	36,295	1,027	171,391	7,465	207,686	8,492
Al Ain	154,597	3,109	297,906	8,812	452,503	11,921
Total	255,265	6,555	494,603	17,463	749,868	24,018

\* Class A farms are below 4000 ppm and Class B are above 4000 ppm  
(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 다음 표 29은 표 28 지역을 세분화한 표이며, 그 중 Abu Dhabi 지역의 염도 및 농업 중심지에 따른 농가 수와 면적을 파악하였으며, 4,000 ppm보다 낮은 (Class-A) 지역을 확인한 결과 Al Khatim 면적은 11,613 Donum이며, 농가 수는 458이며, Alrahba 면적은 52,760 Donum이며, 농가 수는 1,961으로 조사 됨.

표 29. 2018-2019 Abu Dhabi 지역의 염도 및 농업 중심지에 따른 농장 수 및 면적

지역	Class-A		Class-B		Total	
	Area	No.	Area	No.	Area	No.
Al Khatim	11,613	458	25,234	1,182	36,846	1,640
Alrahba	52,760	1,961	72	4	52,832	1,965
Total	64,373	2,419	25,306	1,186	89,679	3,605

\* Class A farms are below 4000 ppm and Class B are above 4000 ppm  
(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

- 다음 표 30은 표 28 지역을 세분화한 표이며, 그 중 Al Dhafra 지역의 염도 및 농업 중심지에 따른 농가 수와 면적을 파악하였으며, 4,000 ppm보다 낮은 (Class-A) 지역 중 가장 면적이 넓은 지역은 Seih Al Khair이며, 면적은 21,891 Donum, 농가수는 526이다. 가장 면적이 좁은 지역은 Madinat Zayed이며, 면적은 48 Donum, 농가수는 3으로 조사됨.

표 30. 2018-2019 Al Dhafra 지역의 염도 및 농업 중심지에 따른 농장 수 및 면적

Center	Class-A		Class-B		Total	
	Area	No.	Area	No.	Area	No.
Al Tharwaniya	2,201	66	39,419	1,680	41,619	1,746
Al Silaa			1,656	108	1,656	108
Al Fathiya			2,278	128	2,278	128
Al Mirfa			980	98	98	98
Um Al Hesn	1,348	51	17,809	744	19,157	795
Hassan	2,912	104	25,311	1,267	28,223	1,371
Hamim	340	14	19,774	869	20,115	883
Delma	1,013	102			1,013	102
Seih Al Khair	21,891	526	1,373	33	23,264	559
Ghayathi	960	24	17,450	454	18,410	478
Madinat Zayed	48	3	12,754	538	12,802	541
Muzairaa	5,582	137	32,587	1,546	38,170	1,683
	36,295	1,027	171,391	7,465	207,686	8,492

\* Class A farms are below 4000 ppm and Class B are above 4000 ppm  
(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)



- 다음 표 31은 표 28 지역을 세분화한 표이며, 그 중 AlAin 지역의 염도 및 농업 중심지에 따른 농가 수와 면적을 파악하였고, 4,000 ppm보다 낮은 (Class-A) 지역 중 가장 면적이 넓은 지역은 Seih Bin Ammar/Al Ain이며, 면적은 22,477 Donum, 농가수는 247이다. 가장 면적이 좁은 지역은 Abu-Kariah와 Al Arrad 이며, 면적은 33 Donum, 농가수는 1으로 조사됨.

표 31. AlAin 지역의 염도 및 농업 중심지에 따른 농장 수 및 면적

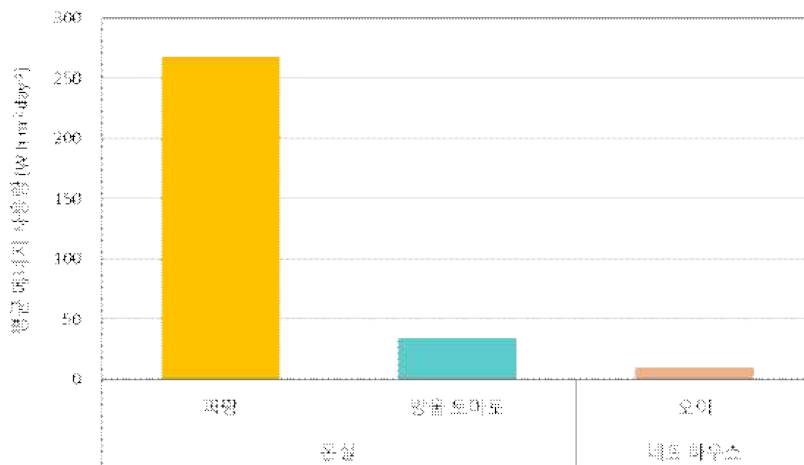
Center	Class-A		Class-B		Total	
	Area	No.	Area	No.	Area	No.
Abu-Kariah	33	1	29,307	882	29,341	883
Al Khazn	48	3	27,060	872	27,108	875
Al Damtha	9,375	121	3,879	107	13,254	228
Al Sadd	342	13	5,965	200	6,307	213
Al Shuwaib	8,701	60			8,701	60
Al Dhahera	134	4	25,277	758	25,411	762
Al Arrad	33	1	37,059	1,110	37,093	1,111
Al Oya	192	6	21,674	623	21,866	629
Seih Bin Ammar/Al Ain	22,477	247	446	13	22,924	260
Al Fuqa	5,254	70	762	23	6,017	93
Al Qattara	3,132	76	6,769	149	9,902	225
Wahat Al Sahra/Al Quoa'	33	1	12,003	371	12,036	372
Al Heer	12,972	318	3,222	84	16,194	402
Al Wagan	67	2	19,123	548	19,190	550
Al Yahar	443	4	2,425	69	2,868	73
Um-Ghafa	5,102	92	400	1	5,502	93
Beda' Fares	7,559	223	21,217	642	28,776	865
Remah & Abu Samraa	12,323	312	8,172	241	20,495	553
Al-Salamat	15,261	457	3,774	114	19,035	571
Suwaihan	367	11	10,912	263	11,279	274
Seih Herez & Al Ajban	1,809	54	31866	958	33,675	1,012
Sera'	3,025	87	16,644	497	19,669	584
Ghummudh	16,355	449	8,277	242	24,632	691
Masaken	16,596	119	333	5	16,929	124
Nahel	12,963	378	1,340	40	14,303	418
Total	154,597	3,109	297,906	8,812	452,503	11,921

\* Class A farms are below 4000 ppm and Class B are above 4000 ppm  
(출처: ADAFSA, Statistical Book 2019)

나) UAE 현지 온실 에너지 사용량 분석

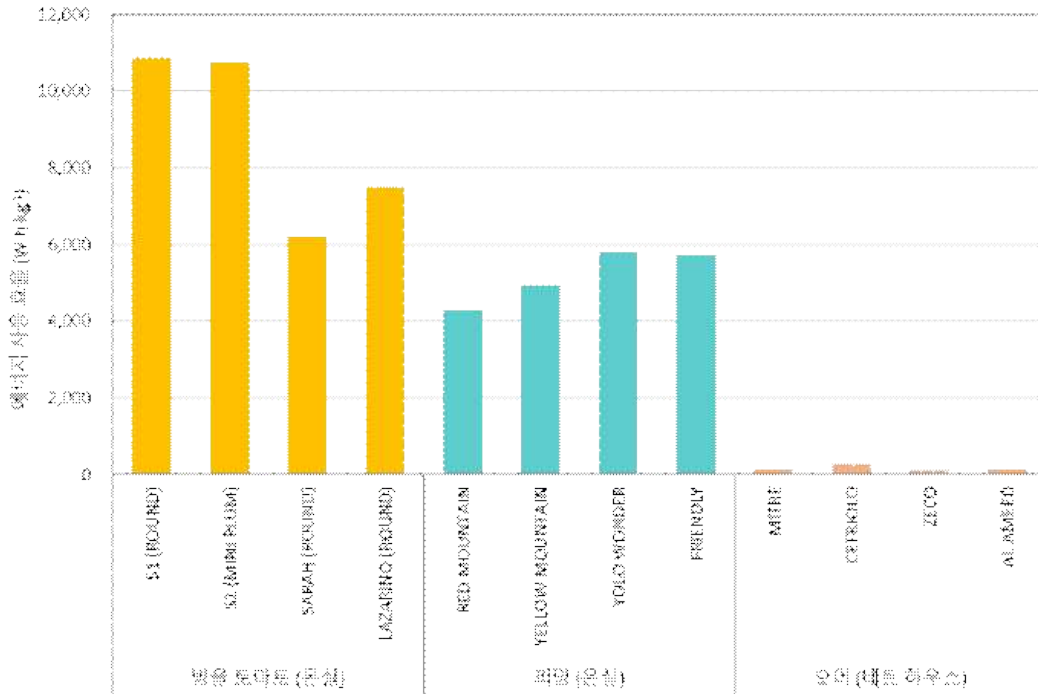
○ UAE 에너지 사용량 분석 1 : Hirich et al. (2017)

- UAE 온실의 일반 온실과 네트 하우스에서 작물 재배 시 투입된 에너지 분석 사례를 통한 에너지 사용량을 도출함.
- Hirich et al. (2017)은 UAE 내 네트 하우스와 온실을 대상으로 피망, 방울 토마토, 오이 등을 재배하고 에너지 투입량을 비교함. 온실에서는 피망 및 방울 토마토를 재배하였으며, 오이는 네트 하우스에서 재배함. 해당 연구에서 네트 하우스 포깅 냉방 시스템을 적용하였고, 온실은 패드 앤 팬 냉각 시스템을 적용함.
- 전체 에너지 투입량은 다음 그림과 같음. 피망의 경우 평균 에너지 사용량이 268.23Wh m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>, 방울 토마토는 331.97Wh m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>이었으며, 오이는 네트 하우스는 10.41Wh m<sup>2</sup> day<sup>-1</sup>로 나타남.



<온실에서 작물 재배에 투입되는 평균 에너지 사용량>

- 에너지 사용 효율을 정리하면 아래 그림과 같음.
- 오이의 경우 ZECO 품종 1kg 생산 시 필요한 에너지는 약 112Wh이나, 방울 토마토는 SARAH 품종 1kg 생산에 6,210Wh의 에너지가, 피망은 RED MOUNTAIN 품종 1kg 생산에 4,297Wh의 에너지가 요구됨.
- 오이에 비해 방울 토마토와 피망의 에너지 투입이 더 많이 요구되는 것을 알 수 있음. 이는 방울 토마토와 피망은 패드 앤 팬 냉각을 작동하는 온실에서 재배되어 포깅만 작동하는 네트 하우스에 비해 에너지 소모가 더 많았음을 유추할 수 있음.
- 이와 관련하여 ICBA (International Center for Biosaline Agriculture)은 UAE의 네트 하우스와 온실에 대한 작물 재배 실험을 수행 결과로 온실이 네트 하우스 보다 62배 많은 에너지를 소모하였음을 발표한 적 있음.



<재배 작물별 에너지 사용 효율>

○ UAE 에너지 사용량 분석 2 : Fadel et al. (2014)

- Fadel et al. (2014)는 UAE 알아인에 위치하고 있는 PE 필름 피복 2연동 온실에서 토마토를 재배하여 온실의 물 사용량 및 에너지 사용량을 분석함.
- 유기농 토마토 품종 4종류 (Beril, Isabella, Lorely, Sun sherry)를 재배하고 있으며, 2011년 12월부터 2012년 6월까지 6개월 동안 재배함. 해당 기간 동안 총 토마토 생산량은 4,546kg으로 측정됨.
- 증각 냉방을 적용한 온실에서 토마토 재배에 사용한 총 에너지 소비량은 11,900kWh로 측정됨. 이 중 관개 펌프 작동에 202.2kWh (전체 에너지 소비량의 2%), 쿨링 펌프 작동에 930.2kWh (전체 에너지 소비량의 8%), 쿨링 팬 작동에 10,767.9kWh (전체 에너지 소비량의 92%)를 소모함.
- 직접적인 에너지 생산성은 단위 무게 토마토 생산에 약 2.62kWh kg<sup>-1</sup>로 측정됨.

<토마토 온실의 에너지 사용량 측정 결과>

품종	에너지 사용량 (kWh)	에너지 생산성 (kWh kg <sup>-1</sup> )
관개 펌프 가동	202.2	2.62
쿨링 펌프 가동	930.2	
쿨링 팬 가동	10,767.9	
전체	11,900.3	

○ UAE 에너지 사용량 분석 3 : Y.Zhang and M.Kacira. (2020)

- 시뮬레이션을 통해 2개의 온실 모델에서 상추를 재배할 때의 에너지 사용량을 분석함. 총 6개 지역에 대해 분석을 수행하였으며, 아부다비 지역을 포함하고 있음.
- 에너지 사용은 난방, 냉방, 조명 등으로 분류함.
- 온실은 다음 표와 같이 2개의 종류로 구분함. GH\_1은 태양 일사를 50%를 차단하는 차광막을 설치하여 일사량이 강한 시기에 사용함. GH\_2는 주간 시간에도 고정된 일사량을 제공하는 인공광을 설치한 온실임.
- 시뮬레이션 결과, 아부다비 지역의 상추 재배 온실의 에너지 사용 효율은 GH\_1의 경우 0.28 kg kWh<sup>-1</sup>, GH\_2의 경우 0.27 kg kWh<sup>-1</sup>로 분석됨.

<분석 대상 온실 모델>

품종	Greenhouse 1 (GH_1)	Greenhouse 2 (GH_2)
바닥 면적	31×61	31×61
피복 투과율	78%	78%
조명 방법	태양광	태양광 + 보조광
차광	하절기 50%	0-100%
DLI 설정	-	DLI = 15
냉각 시스템	패드 앤 패드 냉각 (효율 80%)	패드 앤 패드 냉각 (효율 80%)

○ UAE 에너지 사용량 분석 4 : T.Weidner et al. (2021)

- 시뮬레이션을 통해 2개의 온실 모델의 에너지 사용량을 분석함.
- 작물은 vegetable basket을 재배하는 것으로 가정함. 해당 basket에는 상추, 브로콜리, 피망, 시금치, 주키니, 토마토 등이 포함되어 있음.
- 스톡홀름에 위치한 온실을 대상으로 검증 실험을 한 후, 온실 지역을 확장하여 시뮬레이션을 수행함. UAE 지역에 대해서 분석을 수행함.
- 분석에 사용한 온실 모델의 정보는 다음 표와 같음. 포그 냉각 시스템을 적용한 온실을 대상으로 함. CGH는 환기를 수행하지 않은 밀폐형 온실 모델이며, OGH는 환기를 병행하는 일반 온실 모델임.

<분석 대상 온실 모델>

품종	Closed greenhouse (CGH)	Open vent ilated greenhouse (OGH)
바닥 면적	2,500m <sup>2</sup>	2,500m <sup>2</sup>
피복 투과율	82%	82%
온실 부피	10,000m <sup>3</sup>	10,000m <sup>3</sup>
피복 종류	에틸렌 테트라플루오로에틸렌 또는 폴리카보네이트	에틸렌 테트라플루오로에틸렌 또는 폴리카보네이트
냉방 방식	포깅	환기 및 포깅
조명 방식	태양광 및 LED	태양광 및 LED

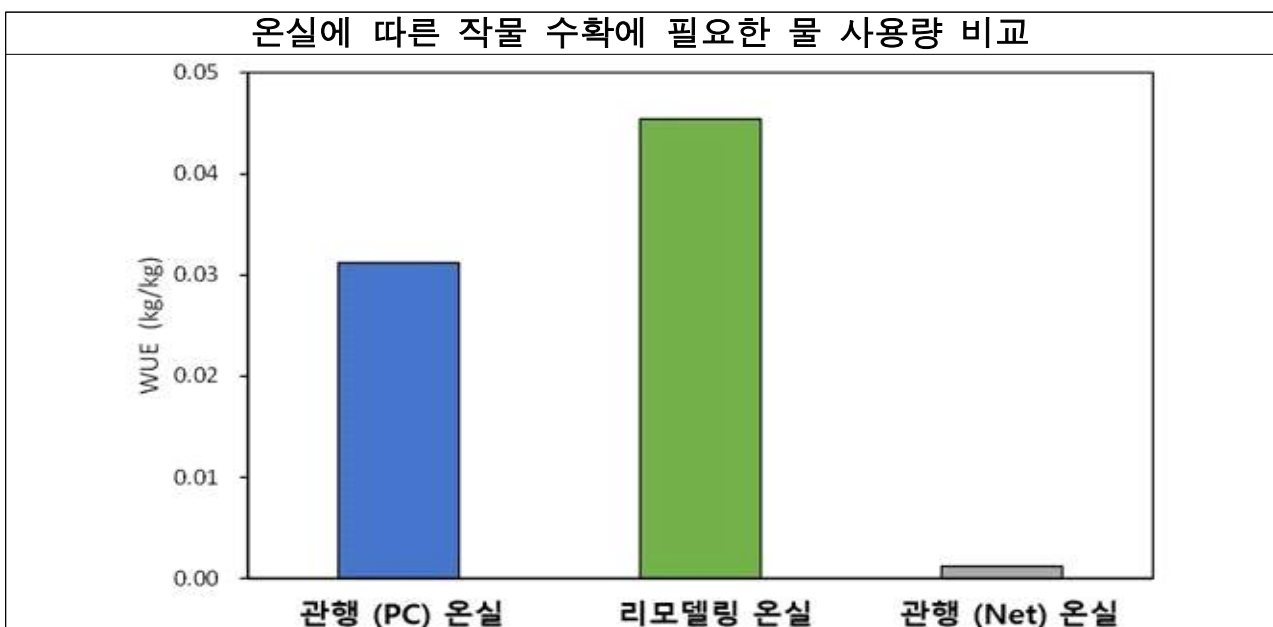
다) 리모델링 온실과 UAE 관행 온실 에너지 사용량 비교

- 실제 온실 운영에 따른 물 소비량과 전력 소비량 분석하기 위해 리모델링 온실과 동일 면적의 관행 온실 (PC, Net) 2개소와 비교를 수행하였음.
- 전력 소비량은 리모델링 온실이 0.50kWh/plant, 관행온실 1.68kWh/plant로 PC 온실에서 더 많은 전력을 사용하는 것으로 조사되었으며. 냉방시설이나 다른 시설이 없는 Net 온실에서는 전력 소비가 없는 것으로 조사됨.
- 리모델링 온실에서 물은 냉방을 위한 냉각수와 포그, 그리고 관수로 사용되고, PC 온실은 냉각수와 관수, Net 온실은 관수용 물만 사용하는 것으로 조사되었음.
- 리모델링 온실은 냉각수로 0.19m<sup>3</sup>/plant, 포그 0.15m<sup>3</sup>/plant, 관수 0.05m<sup>3</sup>/plant로 총 0.39m<sup>3</sup>/plant를 사용하고, PC온실은 냉각수 0.94m<sup>3</sup>/plant, 관수 0.03m<sup>3</sup>/plant, 냉방시설이 없는 Net온실은 관수를 위한 0.03m<sup>3</sup>/plant의 물을 사용한다. 리모델링 온실에서 사용한 물 사용량은 PC 온실 물 사용량인 보다 1/2~1/3 수준으로 물을 사용하는 것으로 측정되었음.

<온실 별 물, 전력 사용량>

구분	재배기간 (일)	전력소비량 (kWh/plant)	물 소비량 (m <sup>3</sup> /plant)
리모델링온실	77	0.5	0.39
PC온실	77	1.68	0.97
Net온실	65	-	0.03

- PC 온실의 경우 설치된 팬-패드 냉방시스템의 사용을 위해 패드에 물을 지속적으로 공급하나 증발 냉각된 공기가 팬으로 인해 지속적으로 온실 외부로 빠져나가 전력과 물을 과도하게 소비하게 되는 것으로 사료됨. 따라서 작물 재배에 필요한 물 이용 효율이 리모델링 온실이 가장 우수하고 PC 온실은 상대적으로 낮게 나오게 되고, 외부 환경에 노출된 Net 온실은 오이 수확량도 적어 매우 낮게 조사된 것으로 판단됨.



라) 리모델링 온실 경제성 분석

(1) 온실 시공 비용 산출

- 실증 온실을 대상으로 냉방 패키지 적용에 따른 경제성을 분석하기 위하여 초기투자비와 운영비를 산출하여 비교하였음. 냉방 패키지는 크게 건축적 기술과 설비적 기술로 구분할 수 있음.
- 공사비 산출 내역서는 실제 UAE 온실 건축 공사에 대한 내역을 산출하였고 다음 아래 표는 UAE 온실 시공 공사비 산출내역서를 정리한 표이며, 온실 시공 비용은 약 297 백만원 으로 m<sup>2</sup> 당 531,551원 (≒ 1,492 AED)으로 나타남
- 상기 비용은 리모델링 온실 수출을 위한 비용으로 소규모로서 시공된 온실임. 따라서 온실 철골 자재, 센서, 냉방시스템 비용 등 시공 비용이 높게 책정되었고, 해외 온실 수출을 위한 특성상 국내 슈퍼바이즈의 현지 채류를 위한 비용, 자재 해외 운송비용 및 현지 업체 노무비 등이 추가적으로 책정되어 있어 단위 면적당 온실 시공 비용이 높게 책정되어 있음.

구분	금액	m <sup>2</sup> 당 초기 투자비	
		(단위: 원)	(단위: AED)
<b>리모델링 온실 공사</b>			
준비공사	3,516,304	6,279	17.67
철골공사	18,715,737	33,421	94.03
피복공사	7,309,080	13,052	36.72
내부커튼장치	6,000,294	10,715	30.15
천 측창개폐장치공사	1,332,126	2,379	6.69
재배시설보완공사	6,399,000	11,427	32.15
포그설비보완공사	12,595,960	22,493	63.29
관수설비보완공사	20,400,000	36,429	102.49
냉방설비공사	25,800,000	46,071	129.63
COOLING PAD설비공사	16,200,000	28,929	81.39
전기 및 복합자동제어공사	42,000,000	75,000	211.02
복합환경제어시스템공사	27,000,000	48,214	135.65
<b>합계</b>	<b>187,268,501</b>	<b>334,408</b>	<b>941</b>
<b>기타 시공 비용</b>			
운송료	7,200,000	12,857	36.17
슈퍼바이즈 항공,채류비용	39,200,000	70,000	196.95
로컬업체노무비 외	64,000,000	114,286	321.55
<b>합 계</b>	<b>110,400,000</b>	<b>197,143</b>	<b>555</b>
<b>총 계</b>	<b>297,668,501</b>	<b>531,551</b>	<b>1,496</b>

\*환율 기준 : '23.08.07 1 AED = 355.42원

- 따라서 국내 온실 8~15a 정도 규모의 국내 온실 온실 시공과 비교하고자 하였으며, 아래 표는 국내 실제 시공된 온실 공사비 산출내역을 정리한 표임. 온실 시공 비용은 평균적으로  $m^2$  당 313,625원으로 계산되었음. 일반적으로 온실은 시공면적에 따라 비용이 달라지며 온실 면적이 증가할수록 단위 면적 당 비용이 감소함.
- 온실 건축공사에서 가설공사비는 구조부 먹매김과 현장정리 등에 대한 비용이고 기초공사비는 터파기, 기초다짐 등에 대한 비용, 철골공사비는 구조에 사용되는 철골비용과 가공제작, 조립, 설치 비용 등을 포함함.
- 피복공사비는 온실에서 벽체 설치와 지붕 설치 공사비 등을 의미함.
- 설비공사비의 포그시스템은 노즐, 파이프, 밸브, 펌프, 제어 패널 등의 비용임.
- 차양은 수평 스크린 개폐기, 스크린바, 차광/보온 스크린 등에 대한 비용임.
- 팬시스템은 유동팬 설치비용을 의미하고 양액시설은 비료 저장 탱크, 원수 탱크 비용 등을 의미함.

구분	A	B	C	D	E	F	평균 (단위: 원/ $m^2$ )
면적 ( $m^2$ )	1,570	1,321	1,100	890	1,340	1,030	-
가설공사	11,573,000	7,749,000	6,161,000	3,054,000	6,409,000	6,428,000	5,706
기초공사	22,764,000	25,255,000	20,721,000	10,692,000	21,430,000	17,528,000	16,327
철골공사	26,396,000	155,808,000	122,216,000	55,920,000	126,841,000	67,918,142	76,555
피복공사	114,313,000	44,371,000	31,724,000	21,539,000	33,156,000	47,166,000	40,307
포그 시스템	18,347,000	-	-	-	-	-	15,182
차양 시스템	46,183,000	98,934,630	11,769,000	44,003,000	14,225,000	120,520,000	46,288
팬시스템	16,987,000	37,100,000	39,010,000	24,252,000	112,482,000	26,939,000	35,412
양액시설	47,431,000	58,683,000	49,425,000	29,921,000	32,643,223	60,967,000	38,487
냉방시설	46,359,000	39,007,000	27,540,000	21,280,000	50,140,000	26,940,000	29,136
전기공사	8,864,000	5,820,000	4,462,000	4,001,000	6,400,000	44,590,000	10,224
합 계	359,217,000	472,727,630	313,028,000	214,662,000	403,726,223	418,996,142	-
$m^2$ 당 시공비	228,801	357,856	284,571	241,193	301,288	406,792	313,625

- 전통적인 물부족 국가인 UAE 맞춤형 리모델링 온실에는 물 소비량 감소, 생산비용의 절감, 저렴한 초기 투자비 등의 장점이 포함되어야 함. 따라서 사막형 온실은 다음과 같은 항목을 포함하여야 함.

- \* 기존 온실을 최대한 사용하되 온실 내 냉방 시설 개선을 위한 맞춤형 철골 및 피복 공사가 포함되어야 함.
  - \* 순환형 관수 시스템 및 양액 재이용 설비를 적용하여 물 절약형 시스템이 적용되어야 함.
  - \* UAE의 강한 일사량 등 광조건을 개선하고 온실 내부 온도를 제어하기 위해 2중 스크린을 설치하고 습도의 균형적인 배분을 위해 내부 순환팬이 설치되어야 함.
  - \* 온실 내 재배 환경 관리를 위한 복합환경제어기를 설치가 필요함.
- 리모델링 온실과 국내 실증 온실 시공비용을 바탕으로 단순 산출하였을 때, 1000㎡ 기준 (10a) 아래 표와 같이 산출되었음. UAE 현지 온실을 활용하므로 기초 공사가 포함되지 않고 일부 시설 개선 및 설치하기 위한 공사 비용이 포함되어 있으며 ㎡당 시공 비용은 약 297,870으로 계산됨. 단 이러한 금액은 온실 운영자 요구 사항에 따라 달라질 수 있으며, 시공 면적에 따라 달라 질 것으로 사료되어짐.

구분	㎡당 시공 비용	1000㎡ (10a)시공 비용
준비공사	6,279	6,279,000
철골공사	76,555	76,555,000
피복공사	40,307	40,307,000
포그 시스템	15,182	15,182,000
차양 시스템	46,288	46,288,000
팬시스템	35,412	35,412,000
양액시설	38,487	38,487,000
냉방시설	29,136	29,136,000
전기공사	10,224	10,224,000
㎡ 당 시공비	297,870	297,870,000

(2) 온실 전력 및 물 사용 요금 산출

- 전기요금은 공기기업인 AI Ain Distribution Company의 요금 기준을 적용하였고, 기본요금은 4.5fils/kWh = 0.045AED/kWh ≒ 16.0원/kW이고, 물 사용 요금은 3.13 AED/ton = 1112.5원/kW으로 '23.08.07. AED 환율기준으로 적용함



<2023.08.07. 기준 AED 환율 & AI Ain Distribution Company의 요금 기준>

- 요금은 재배되는 기간 동안 실 사용된 물과 전력 사용량을 측정하였다. 식물체 수는 리모델링 온실이 780개체 이고, PC 온실은 300개체 임. 리모델링 온실에서 사용한



물과 전력 사용량은 전력량계와 유량계 센서 기준으로 측정되었다.

- 요금 산출은 개체당 에너지 사용량을 재배 주수로 곱한 값으로 작물 1작기 동안 사용된 전력 요금은 리모델링 온실 480,297원/1작기 (≒ 390 AED/1작기)이고, PC온실은 620,691원/1작기 (≒ 504 AED/1작기)으로 분석됨. 물 사용량은 원수 사용량, 포그 사용량, 쿨링패드 보충수량을 합산하여 산출하였음. 리모델링 온실에서 1작기 동안 물 사용 요금은 338,423원/1작기 (≒ 304.2 AED/1달)이고, PC 온실에서 물 사용량은 323,738원/1작기 (≒ 291 AED/1달) 으로 조사됨. Net 온실은 관수를 위한 물 사용만 이루어져 10,013/1작기로 계산되었음.
- 이러한 분석 결과는 리모델링 온실 식물체 개체수가 약 2.5배 더 많더라도 전력은 적게 사용하고 물은 비슷한 결과를 나타내 온실 시설에 따라 전력 소비량과 물 이용 효율이 큰 차이를 나타내는 것으로 판단됨.

### (3) 온실 전력 및 물 사용 요금 산출

- 온실에서 재배되는 주 작물은 오이와 토마토로 2023년 7월 기준 UAE 현지 시중 판매 가격은 품질에 따라 오이 1kg 당 약 1528~3270원 (≒4.3~9.2 AED), 토마토 1kg 당 약 1,628~3,888원 (≒4.3~9.2 AED)으로 거래되는 것으로 확인됨. 리모델링 온실에서 생산되는 오이 생산량을 기준으로 1작기당 판매 수익은 6,121,440 원으로 계산됨.

#### <리모델링 온실 오이 생산량>

재배 거터 갯수 (EA)	거터길이 (M)	정식 (주/1 Gutter)	주당 수량 (kg/주)
10	30	78	2.4

### (4) 온실 전력 및 물 사용 요금 산출

온실 온실 오이 재배 기준 1년 4작기로 재배하였을 때, 아래 표와 같이 오이 판매 금액은 총 24,485,760원, 온실 운영 금액은 12,192,160 원으로 각각 계산되었다. 전력과 물 사용 금액은 월 평균 금액으로 계산되었고, 인건비는 UAE 현지 일반 인부 인건비인 100AED를 기준으로 산정하였다.

#### <온실 경제성 분석>

온실 초기 투자 비용 (원)		297,668,501	
구분		1작기 (단위 : 원)	4작기/1년 (단위 : 원)
작물 매출 비용		6,121,440	24,485,760
온실 운영 금액	전력 사용 요금	480,297	1,921,187
	농업 용수 사용 요금	338,423	1,353,692
	인건비* (1명)	2,843,360	11,373,440
	합계	3,115,535	12,192,160

\*인건비는 UAE 현지 일반 인부 인건비로 산정함

- 일반인부 : 100 AED/1day ≒ 35,542원/1일

- 인건비 계산 : 100 AED/1day(≒ 35,542원/1일) \* 80일(1작기) \* 1인 = 2,843,360원

본 금액은 재배자의 온실 운영 방식에 따라 차이가 발생하고, 재배 작물에 따라 달라질 수 있다. 따라서 작물 매출비용에서 온실 운영 비용을 제한 금액은 12,192,160원으로 손익분기점은 약 24년이 걸릴 것으로 추정된다.

온실에서 오이 재배를 통해 충분한 경제성 확보를 위해서는 위해서는 고품질 오이 품종의 선정과 온실 내 적절한 재배 환경을 조성하여 수량을 충분히 확보하고, 물 절약 및 에너지 재활용 기술을 사용하여 에너지 사용 절감을 병행해야하며, 오이가 재배되지 않는 기간 동안 대체 작물을 선정하여 교차 재배 재배가 필요할 것으로 판단된다.

## ○ 한국형 온실 및 리모델링 온실 자재 수출을 위한 전략 제시

### 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 있음.
- UAE의 농업 정책은 향후 ICT 인프라 활용이 요구되는 첨단농업 발전을 위한 정부의 보조금 지원이 확충 될 것임. UAE는 필요한 식량의 90%를 수입에 의존하고 있어 비교적 작물 생산에 적합한 겨울 시즌에 온실에서 농업 생산에 전념하여 왔으나, 농업용수의 부족으로 한계를 보이고 있던 실정임.
- UAE는 과거 생산 위주의 농업 정책에서 지속 가능한 농업 생산 및 농업용수의 활용을 위한 과제를 해결해야 함. 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 있음.
- 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 발표함.

### <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 아부다비 농업 서비스센터 (Abu Dhabi Farmers' Services Centre)와 협력해 지라이 (Zirai) 농업 발전 지원 프로그램을 운영하고 있음. 이 프로그램은 수자원 사용량을 80%까지 절감할 수 있는 새로운 수증재배 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 있음.
- UAE의 농업 발전 지원 정책의 핵심은 새로운 신기술의 도입을 목적으로 함. 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 절감하고 친환경적인 신기술이라면 정부의 지원 프로그램뿐만 아니라 다양한 투자 펀드의 혜택을 기대할 수 있음.
- 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 함.

**<UAE 국부펀드 현황>**

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

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

## (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 있음. MENA 지역은 비슷한 생활양식을 공유하는 하나의 이슬람 문화권으로 UAE로의 진출을 통해 MENA 시장으로 시장을 확대 할 수 있는 장점이 있음.
- 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 있음. 또한 100% 외국인 지분 소유 및 자유로운 본국 송금이 허용되는 45개의 자유구역 (Free Zone)을 UAE 내에 설치하였음.
- UAE는 친 기업 환경 제공과 더불어 풍부한 오일머니를 이용하여 대기업의 협력 투자 및 정부 펀드를 비롯한 다양한 원천을 통해 원활히 자금을 조달할 수 있는 환경임. 특히 중동의 다른 나라에 비교하여 통신(5G), 교통 인프라 등에서 앞서 있고 정부가 지원하는 다양한 펀드의 활용 가능성은 수출 기업에게 매력적인 시장임.
- 하지만 이미 기술 선진국들이 첨단 기술을 앞세워 시장에 진입한 상황이기 때문에 시장 진입을 위해서는 차별화된 기술 개발이 필요한 시장이기도 함. UAE 정부는 첨단농업 기술의 현지화를 바라고 있기 때문에 기술 개발에 있어 현지화 노력이 포함되어야 함.
- 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

- 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 추진하였음.
- UAE 수출시장의 특징은 풍족한 오일머니를 바탕으로 높은 소득 수준을 보이고 있으나 농업 분야에서는 발달이 미약함. 따라서 정부에서는 농업 분야 신기술에 대한 다양한 지원을 추진 중 임.
- 두바이의 주산업인 도소매 분야는 실질 GDP의 26.6%의 비중을 차지하며 도소매업은 UAE가 중동과 북아프리카 지역의 교통과 무역의 허브로 성장하기 위해 정책적으로 지원하는 산업임. 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 있음.
- 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 중임.
- 블록체인 기술은 향후 3년간 UAE 정부 행정 절차의 절반 넘게 적용돼 약 110억디르함 (약 30억 달러)의 비용을 절감할 것으로 전망됨.
- 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 있음.
- UAE는 석유에 의존하는 경제 구조를 벗어나 산업의 다각화를 계획하는 정책을 기조로 중동 지역에서 신 기술을 바탕으로 하는 스타트업 기업들의 허브로 떠오르고 있음.
- 스마트팜의 기술은 벤처 캐피탈 (Venture Capital)의 투자를 받아들여 첨단 기술을 보유한 신생 기업들에게 글로벌 기업으로 성장할 수 있는 특징이 있음
- 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 있음. 그러나 농업 분야에 있어 한국은 농업 선진국에 비해 인지도가 낮지만 최근 UAE의 한류 열풍의 영향으로 한국 농업 기술에 대한 관심이 커지고 있음. 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.

## 나) 스마트팜 수출 전략

### ○ UAE 스마트팜 수요 동향 파악

#### - 정부

- 스마트팜을 비롯한 첨단농업 분야는 아직 시장형성 단계로 현재까지는 정부 차원의 수요가 일반 소비자들에 비해 높은 것으로 보임
- 특히, 2051년 내 세계식량안보지수 1위 진입이라는 국가 목표 달성을 위해 스마트 온실과 수직농장·종자 개량 등에 다양한 정부기관에서 투자를 확대하고 있음
- 이전에도 UAE 정부는 환경적 제약을 극복하고자 무토양·수경·실내재배 농업방식 확산과 관개시설 현대화에 역량을 집중해왔으며, 최근에는 정부기금을 통해 스마트온실 프로젝트에 직접 투자하거나 어그테크 분야 기금 조성을 통해 기업들의 농업 부문 R&D 투자를 장려하고 있음
- 이외에도 미생물·유전자 기술을 활용한 종자 개량과 드론을 활용한 관측 및 농업 지도제작 등 시험단계에 있는 다양한 기술들에 정부 차원의 수요가 있음

#### - 기업

- 최근 호텔과 레스토랑 등 정기적인 식자재 수요가 발생하는 기업들에서 균등한 품질의 제품을 안정적으로 공급받기 위해 일부 작물을 스마트팜으로부터 공급받거나 나아가 직접 스마트팜을 운영하는 경우가 생겨나기 시작
- 이외 기업 차원의 수요는 대부분 Spinneys와 Carrefour, Union Coop 등의 하이퍼마켓 체인을 통해 발생하는 것으로 보임

#### - 일반소비자

- 수직농장 등 실내·도심재배를 통해 생산된 작물들이 하이퍼마켓 체인과 레스토랑 등을 통해 소비자들에게 공급되고 있음
- 최근에는 중간 유통마진을 줄이고 작물의 신선도를 유지하기 위해 재배된 작물을 소비자에게 직접 유통하려는 시장 내 움직임도 있음
- 스마트팜을 이용한 실내재배는 대부분이 밀폐된 환경에서 배양액에 작물을 재배하는 수경재배 방식을 채택하고 있어, 화학비료나 살충제 사용을 최소화할 수 있음
- 스마트팜 재배작물에 대한 친환경·유기농 제품 선호 소비자들의 관심도가 점차 높아지고 있음

### ○ 사업추진 및 발전, 사업영역 확장에 따른 단계적 비즈니스 모델

#### - 우리나라 UAE 진출 관련 기회 및 장애요소

- 농산물 현지 생산에 대한 중요성 점차 증가
- 최근 UAE 정부는 국가식량안보전략 2051을 수립하며 식량안보의 중요성을 강조하고 있으며, 주요 식품 분야 18개를 선정하고 해당 품목의 현지 생산 역량을 강화할 것이라 발표함
- 스마트팜을 활용한 실내재배와 종자 개량 부분에 대한 장비·기술 수요가 향후 더욱 증가할 것으로 예상됨
- 첨단 농업 관련 정부 지원정책 확대
- 외국기업이라도 첨단농업 기술을 보유하고 있다면 신청 가능한 금융·비금융 지원정책이 점차 확대되고 있어, UAE 진출을 희망하는 농업분야 국내 중소기업들도 기회가 있음.

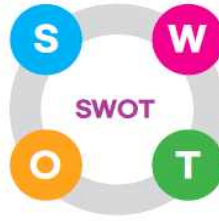
- 스마트팜 진출을 위한 SWOT 분석

UAE 시장에서 우리 기업 내부의  
**Strength**

- 우리나라 정부가 국가적 차원에서 UAE내 한국형 스마트팜 기술 교류 및 협력을 추진하고 있음
- 한국 기업 진출 사례가 있어 우리 기업 신규 시장 진출 시 수출 경로 파악에 유리함

UAE 시장에서 우리 기업 내부의  
**Weakness**

- 우리 기업은 매출 규모가 작은 경우가 많아 UAE 기업 대비 자본경쟁력이 떨어질 수 있음
- 수자원 절약 관련 UAE 기술이 뛰어나 경쟁이 어려울 수 있음



UAE 시장 환경에서 우리 기업의  
**Opportunity**

- UAE의 고온건조, 강우량이 적은 기후로 인해 수경재배, 수직 농장 수요가 높음
- UAE 정부가 국내외 기술 협력에 적극적이며 해외 기업에 대한 투자도 시행 중임

UAE 시장 환경에서 우리 기업의  
**Threats**

- UAE 정부가 추진하는 지원 정책 중 외국 기업이 제외되는 경우가 있어 현지 기업과의 경쟁에서 불리할 수 있음
- UAE 농업 경제에서 노지경작률이 작아 노지 재배 관련 기술 진출에 한계가 있음
- UAE 원예 분야 관련 제품 개발에 경쟁이 활발해 우리 기업 시장 진입이 어려울 수 있음

○ 스마트 온실 냉방시스템 전략 비즈니스 모델 수립

- 현재 스마트 온실과 관련하여 고축고, 차광기술, 포그시스템, 개선된 팬-패드 시스템, 온실 골조, 고부가가치 작물 등을 패키지화하여 부가가치 높은 플랜트 단위로 수출하는 사업이 추진되고 있다. UAE는 주변 GCC 국가와 중동지역 진출을 위한 교두보 역할을 수행하고, 동시에 국제 정세와 기후변화에 따른 식량안보 관심이 증가하면서 스마트 온실 구축사업이 가속화되고 있다. 이에 따라 관행 온실 내부 환경개선을 위한 리모델링 사업과 국영 펀드를 통해 세계 우수한 온실 기술을 적용한 온실 구축 사업을 진행하고 있어 스마트 온실 수요는 계속 늘어날 것으로 전망된다.
- 본 연구과제 수행을 통해 우리나라 기술과 자재를 적용한 UAE 맞춤형 외부차광 기술과 증발냉각시스템 운영 및 환경데이터의 확보는 스마트 온실 분야 기술격차를 감소할 뿐만 아니라 경쟁력을 확보하고, 우리나라의 우수한 IT, ICT, IoT 등 관련 분야 기술을 적용한다면 세계와 충분한 경쟁력이 있을 것으로 판단된다. 특히, 한국-UAE 기술협력 및 수출 관련 MOU를 체결하면서 정부의 농업 분야 ODA 사업이 확장될 것으로 추정되며, UAE 국영 펀드도 해외 우수한 기술력 확보를 자본금 지원사업 등 적극적 홍보 전략을 내세우고 있다. 아래 표는 스마트 온실 수출을 위한 비즈니스모델 수립 전략이다.
- BM 시나리오 전략 구성
  - 기술별 BM 맞춤형 기업 사업화 전략은 제품기획, 생산설비, 자금조달, R&D, 네트워크, 경영 등 비즈니스모델 설계의 주요 고려요인을 중심으로 구성
  - 제품 기획: 수출 사업기관 역량 분석 및 UAE 현지 시장 및 외부환경 분석을 통해 기술 포지셔닝 및 제품화 전략 도출, 제품화를 위한 추가연구개발, 마케팅 및 생산 전략 수립
  - 생산 기획: 자체생산 가능성 검토 및 생산설비 등이 부족한 경우 주문자 상표 부착생산(OEM, Original Equipment Manufacturing)·제조사 개발 생산(ODM, Original Development Manufacturing) 생산 연계
  - 수출 지원 사업 등 정부 R&D 지원 프로그램 연계

①	②	③
UAE 온실 리모델링 사업	UAE 맞춤형 스마트 온실 구축 사업	UAE 맞춤형 냉방시스템 교육 및 홍보 거점 활용
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ UAE 관행 온실(PC온실, Net온실) 리모델링 사업을 통해 <b>차광시스템 및 증발냉각 시스템</b> 적용 제안</li> <li>■ 계절 및 외부환경에 구애받지 않고 안정적인 작물생산이 가능한 온실 냉방패키지 보급 및 이를 추진할 <b>컨설팅 사업</b> 추진</li> <li>■ 외부차광기술과 증발냉각 기술 <b>모듈화</b>를 통해 <b>수요자 맞춤형 냉방시스템</b> 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 차광기술, 포그시스템, 반밀폐형 공조시스템, 개선된 팬-패드 등 냉방패키지와 복합환경시스템을 적용하여 안정적인 작물 재배 및 생산관리가 가능한 <b>스마트 온실 통합 패키지</b> 제공</li> <li>■ 스마트 온실을 처음 운영하는 농업인/기업도 안정적으로 <b>고품질, 고생산성 작물 생산</b>을 가능하게 할 수 있는 온실 냉방패키지 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 스마트 온실 운영에 있어, 작물별, 계절별 냉방시스템 운영에 필요한 <b>환경지표와 판단기준에 대한 노하우를 습득할 수 있는 교육서비스</b>를 제공하여 스마트 온실 운영 전문가 육성을 유도</li> <li>■ ADAFSA 및 ICBA와 지속적 교류 및 협력을 통해 한국 냉방시스템의 <b>우수성을 홍보</b>하고 진출을 위한 거점으로 활용</li> </ul>
⇩		⇩
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ UAE 맞춤형 차광시스템 및 증발냉각시스템 모듈화: 수요자 요구에 맞는 냉방시스템 제공 (B2C, B2B)</li> <li>■ UAE 맞춤형 냉방패키지 제공: 고추고, 외부차광 기술, 포그시스템, 팬-패드, 반밀폐형 공조시스템이 포함된 한국형 냉방패키지 (B2B, B2G)</li> <li>■ UAE 인근 GCC 국가 스마트 온실 수출 : 사막지역 맞춤형 스마트 온실 제공 (B2C, B2B)</li> <li>■ 차광기술 및 증발냉각시스템 UAE 포함 GCC 국가 규격 호환을 위한 제품 개발 실시 (B2B)</li> <li>■ 안정적인 작물 재배, 생산 관리를 위한 온실 운영 서비스 제공: 작물별, 계절별 온실 운영 노하우 제공 (B2C, B2B, B2G)</li> </ul>		

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



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



**<구형 온실 리모델링 사업제안>**

- 기존 구형 온실의 대부분은 복합환경제어 시스템의 원격제어가 이루어지지 않음. 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 함.
- UAE 구형 온실은 재배환경관리 설비의 노후화와 새로운 농업 기술의 부족으로 수익성 약화로 인해 운영에 어려움이 있음. 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 함. 현지 구형 온실을 소유한 농가는 양액기 교체 공사 및 수평 커튼 구동 모터 노후화로 온실 운영에 애로를 호소하고 있음.
- 중동 지역의 자외선에 노출된 피복제로 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 있음.

② 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 있음.
- 온도가 섭씨 50℃ 까지 올라가는 5월~9월까지는 작물 생산이 되지 않지만, 나머지 8~9개월간 충분한 일사량 및 온도 조건으로 작물 생산량 및 품질에서는 냉방 온실과 크게 차이 나지 않았음.
- 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 밝혀짐. 에너지 소비량에서 팬 앤 패드 냉방 온실의 에너지 소비량은 네트 하우스의 62배가 넘는 것으로 조사됨.
- 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 제안함.
  - \* 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 스마트폰으로 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**

**순환형 물이용 시스템**

**1세대 복합환경제어 시스템**

**지하 물탱크**

**양액재이용장치**

**통합관제**

**수경재배**

**모니터링 & 제어장치**

**Fog 근권 냉방**

**수경재배**

**차광 보온 2중 스크린**

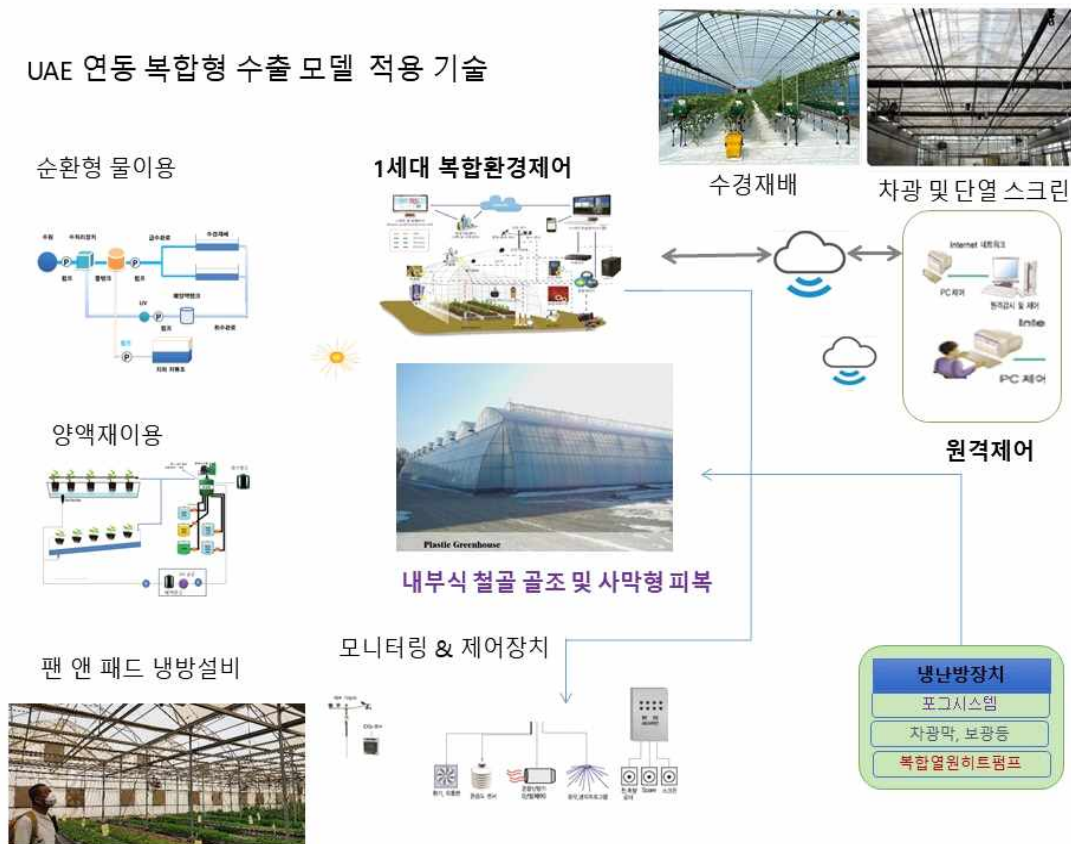
**수경재배**

<UAE 수출형 네트하우스 적용 기술>

③ 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 있음. 수출형 작물 재배가 가능하기 위해서는 연중 생산이 필수이며 정밀한 재배환경 관리를 통해 안정적이고 높은 생산성이 실증되어야 하며 높고 균일한 품질이 유지되어야 함.
- 연동 플라스틱 온실로 구축되는 생산단지에는 수출형 작물 생산 단지의 중심이 되고 네트 하우스는 보조적인 생산단지 역할을 할 수 있다. 사막형 리모델링 온실 사업화 모델로 연동 복합형 온실을 제안함.
  - \* 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

UAE 연동 복합형 수출 모델 적용 기술



<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 있음.
- 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 투자함. 네트 온실의 재배 기간이 연중 8~9개월에 그치지만 연간 수익성은 에너지 비용이 많이 드는 냉방 설비를 갖춘 일반 온실보다 앞서고 있음.
- UAE 스마트팜 수출 모델은 가장 경제적인 네트 온실 4 ha, 연중 생산이 가능한 냉방 온실 4 ha, 인공지능 및 클라우드 서비스 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 계획하였음.
- UAE 현지 시설 농가의 한국형 시설 온실의 운영과 재배 교육을 위해 상설 교육 센터를 운영하며 R&D센터는 기존 구축되어 있는 시설을 이용하도록 함.
- 현지 A/S 수요를 만족하기 위해 상주 A/S 기술자를 사업에 포함하여 시설 농가의 애로 사항을 해결할 수 있도록 함. 상주 재배 기술자 2인은 현장에서 수시로 발생하는 시설 농가와의 컨설팅 업무를 동시에 수행하며 온실 기술자 2인은 시설 온실 시공 및 A/S 업무를 동시에 수행하도록 구상함.
- 가격 경쟁력을 제고하기 위해 현지 조인트 벤처 협력 업체와의 공동 설계 작업을 통해 현지 공급 자재를 활용함으로써, 가격 경쟁력을 높일 수 있도록 함. 한국 스마트팜의 강점인 ICT 융합 기술 확보를 위해 ICT 기업과 협력은 사업비에 추가하지 않는다. 산지유통시설(APC)은 향후 수출지원이 가능한 형태로 업그레이드가 필요할 수 있음.
- 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 예측됨.

<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 <sup>2</sup> )	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 생산단지 총 9 ha이며, 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 계획임.
- 첨단수출 온실 1 ha는 2세대 기술을 바탕으로 인공지능 의사결정 및 클라우드 재배 의사결정이 가능하므로 파프리카 재배로 고급 품질 작물 생산으로 수익성을 높일 계획임.
- 네트 하우스 오이 재배 생산량은 한국 생산량을 기준으로 적용하였고, 생산비는 현지 자료를 적용하였음. 네트 하우스 오이 재배 수익성은 한국과 비교하여 4배 이상의 고수익이 예측되는데 이는 난방 및 냉방이 필요 없고 낮은 인건비 등으로 인한 생산비가 낮기 때문임.
- 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 있음.
- 연동 플라스틱 온실 4 ha는 네트 하우스보다 안정적인 환경 관리와 연중 생산이 가능하므로 적기 조절을 통해 유통 가격의 안정화를 기대할 수 있을 것으로 사료됨.
- 한국과 비교하여 생산비는 절반 수준이나 수입농산물 과잉으로 토마토의 가격이 매우 낮게 거래되어 수익성은 한국과 비교하여 절반 이하로 저조할 것으로 예측됨. 일본의 경우 고품질 토마토를 생산하여 1 kg 당 US \$ 3~5에 거래하여 수익성을 확보한 사례가 있으므로 토마토 재배 품종에 대한 검토가 필요할 것으로 사료됨.
- 첨단 수출형 파프리카 온실 1 ha는 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 재배할 수 있을 것으로 예측됨.

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	

<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	

**<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 예상됨. 총 생산비는 약 US \$612,000으로 연간 수익은 US \$1,678,440으로 예측되며, 투자금 회수 기간은 약 5년으로 6년 차부터는 흑자로 전환될 것으로 예측됨.

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

**<투자비용 회수 기간>**

- UAE 시설 농업 생산비는 한국과 비교하여 매우 낮은 장점을 가지고 있음. 한국의 경우 시설 작물의 생산비 항목 중 난방비가 60% 이상을 차지하고 높은 인건비는 시설 농업 경쟁력을 위협하고 있음.
- UAE 경우 네트 하우스의 경우 별도의 난방비나 냉방비용이 들지 않고 재배 기간 중 광조조건이 좋고 온도 및 습도 조절만 잘 되면 냉난방 온실보다 생산량이나 품질에서 우수성이 실증됨. 특히, 풍부한 외국 노동력을 바탕으로 둔 낮은 인건비는 UAE 비즈니스모델의 수익 확보에 커다란 장점을 가짐.

다) 온실 사업 추진방향 및 전략

○ 한국형 리모델링 온실 홍보 전략

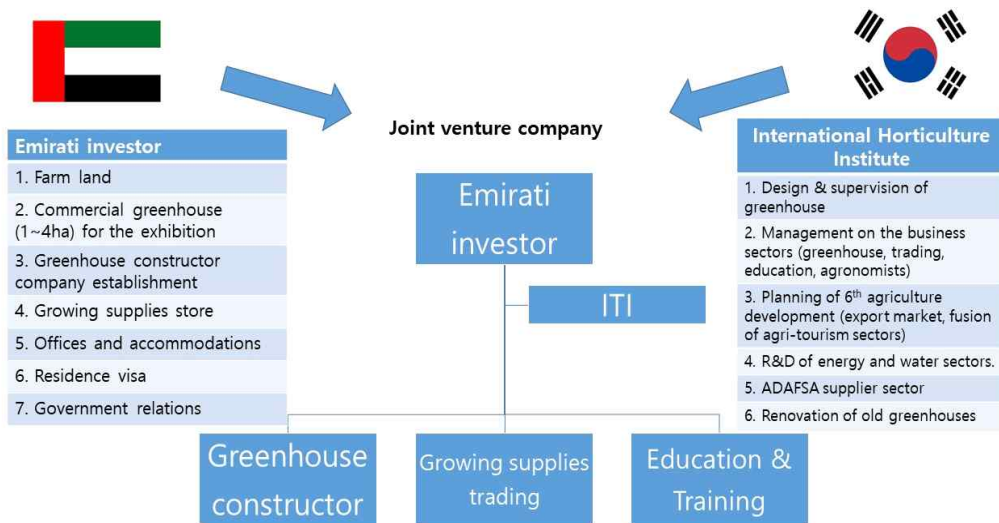
- 2022년 6월 UAE 대통령 “Sheikh Mohamed bin Zayed Al Nahyan”은 ICBA 온실을 방문하여 UAE에서 농업 생산성 및 지속 가능성에 대한 검토를 위해 ICBA를 방문하였음.
- UAE 대통령과 함께 기후 변화 및 환경부 장관 “Mariambint Mohammed Almhieri”와 환경청의 “Razan Al Movara” 방문을 국제 자연 보연 연맹(International Union for Conservation of Nature, IUCN)과 ICBA 이사회 의장인 Dr.Tarif 및 Hicham Fatnassi 등 ICBA의 직원이 접견하였음.
- 특히 Dr. Hicham Fatnassi는 (주)그린플러스가 시공한 리모델링 온실과 관행온실 2개소에 대한 비교연구를 진행하고 있으며, 주기적인 연락을 통해 연구 수행에 대한 업무 전반을 담당하고 있음. 이에 따라 UAE 대통령에게 리모델링 온실 운영 현황에 대한 설명과 접견을 담당하여 한국 리모델링 온실 및 국내 스마트팜 온실 자재의 우수성을 홍보함.

UAE ICBA 리모델링 온실 홍보



○ 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 패러다임임.
- 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 있음. 알아인에 추진 중인 한국형 스마트팜 테스트 베드는 아직 생산 데이터가 나오지 않은 상태이고, 첨단 수출형 온실 구조로 가격 경쟁력 확보에는 어려움이 예상됨.
- 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 사료됨.



<UAE 스마트팜 수출 사업 현지화 전략>

○ 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 있음.
- 국내 스마트팜 주요 기술로서 (데이터 분석 · 소프트웨어)는 다양한 분야에 걸쳐 데이터를 수집 · 분석해 의사 결정 과정에서 사용하는 기술로서 다음과 같은 장점이 있음.
  - \* 클라우드 컴퓨팅으로 정보통신기술(ICT) 활용 효과를 배가시킴
  - \* 작황 실패 위험성과 재배 효율 관리 능력의 개선이 가능함
  - \* 축적된 기상 정보(온도 · 습도 · 지역별 특성)를 제공해 의사 결정에 기여함
  - \* 생산 과정뿐만 아니라 농업 산출물 공급망의 효율성 향상에도 긍정적 영향을 줌
  - \* 농작물 안전성과 신뢰를 확보함
- (센서기술 · IoT) 센서를 통해 효율적인 자원관리, 기후나 환경 요소의 최적화를 수행이 가능하며, 초분광, 다중스펙트럼, 형광, 열 감지 등을 포함하는 광학 센서나 화학, 가스 분석 등을 포함하는 생물 센서 등 다양한 센서가 존재하고, 센서 융합, 원격 탐사



등의 접근법을 사용함. 최근에는 농업 데이터의 개인 간 공유에 대한 요구가 늘어나면서 정밀농업 분야에서 블록체인 기반의 IoT 시스템 개발이 활발해지는 추세로 다음과 같은 장점이 있음.

- \* 직접 방문하지 않고 원격으로 농장의 각 부분 및 전체 면적의 작황을 확인하고 관리할 수 있음
- \* 엽록소 수치, 온실 내 산소·이산화탄소 수치는 물론이고 작물이나 과실의 성장도 또한 측정이 가능함
- 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 하였음. 따라서 정부가 추진하는 한국형 수출 모델의 개발은 향후 온실 수출시장의 확대에 기여할 것으로 예측됨.
- 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 판단됨.
- 스마트팜 설계, 시공, 운영과 함께 작물 재배 교육 시스템의 개발이 필요함. 자동화 온실 수출 시장 중 상당 부분은 재배 기술이 부족한 지역이 많음. 자동화 온실을 시공하고도 재배 및 운영 미숙으로 소기의 생산량 및 품질을 유지하지 못하는 사례가 많음. 한국형 스마트팜 생산단지가 운영과 함께 농업 생산의 부가가치를 높이는 방안으로 유통, 물류, 수출 지원 등의 지원 업무가 수반 되어야 함.



<온실 수출 확대 방안>

○ 스마트팜 플랜트 수출 산업 육성 방안

- 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.

**<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

- 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.

**<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)

- 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.
- 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 컨소시엄

의 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 활용 할 수 있다. 스마트팜 수출 기업의 수출 확대 방안을 정리하면 다음과 같다.

**<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

라) UAE 수출 및 통관 절차 특이 사항 조사

(1) 공통 사항

- UAE의 통관절차는 국제적으로 통용되는 일반적인 절차를 따르며, 송장(Invoice), 원산지증명서(C/O), 화물인도지시서(D/O), 선하증권(B/L), 포장명세서(Packing List), 화물 적하목록(Manifest)이 주요 요구 서류임. UAE 세관에서는 국내국제적 수입 금지 대상품, 국제 협약 및 역내 규정에 의거 승인된 표준 또는 지적 재산을 침해하는 상품에 대해 수입이 불허되니, UAE 수입금지품 및 국제 표준을 준수하고 있는지 사전 확인이 필요함.
- UAE는 바레인, 카타르, 사우디아라비아, 오만, 쿠웨이트와 함께 GCC 회원국으로 역내 ‘단일통관항(Single Port of Entry)원칙’을 적용되며, GCC 여섯 개 국가는 단일시장으로 여겨져 하나의 국가를 거쳐 다른 역내 국가로 수입할 때 모든 품목은 첫 도착지에서만 관세가 부과됨.
- UAE는 국제 환적의 중심지로에 간소한 통관절차를 표방하는 국가이나 담당자에 따라 업무 수행 상세기준이 다른 경우가 많고, 각 토후국마다 독자의 세관을 운영하고 있기 때문에 관련 규정을 정확히 숙지하기 어려우므로 통관 관련 세부사항은 각 토후국 세관의 문의하여야 함.
- UAE의 토후국별 세관 웹사이트는 다음과 같으며 수출시 참고하여 수출에 불편함이 않도록 서류를 준비하여야 함.

**<참고: 토후국 별 세관 웹사이트>**

이름	웹사이트	비고
UAE Federal Customs Authority	www.customs.ae	UAE 연방세관
Abu Dhabi Customs	www.auhcustoms.gov.ae	아부다비 세관
Dubai Customs	www.dubaicustoms.gov.ae	두바이 세관
Sharjah Customs	www.sharjahcustoms.gov.ae	샤르자 세관
Ras Al Khaimah Customs	www.rakcustoms.rak.ae/en	라스알카이마 세관
Ajman Port & Customs	www.ajmanport.gov.ae	아즈만 세관

- UAE의 경우 물동량이 많기 때문에 서류가 잘 갖춰지고 특이점이 발견되지 않는 한 대부분의 경우 특별한 검사 없이 화물을 통관시켜 주고 있다. 제품 수입을 위한 수입면장 (Bill Of Entry)의 취득을 위해서는 선하증권(Bill of Lading), 포장명세서(Packing List), 상업송장(Commercial Invoice), 원산지 증명서(Certificate Of Origin)가 필수적임. 특히 중동 국가 간 무역 거래에서 원산지 변경을 통한 차익을 노리는 수입업체가 있어 원산지 증명서는 현지 세관에서 중요하게 취급되는 서류임.

○ 상업 통관(Commercial importation)

- UAE에서 통관은 유형에 따라 필요한 서류가 일부 다르며 물품 수출 전 토후국 통관 세부사항과 더불어 서류를 준비하여야 한다. 일반적인 상업 통관은 다음과 같은 절차를 따르며 각 절차에 맞는 서류를 준비하여야 함.

**<상업 통관 절차 및 준비 서류>**

순번	절차	상세 안내
1	보세구역 물품 반입	
2	Bill of Entry Form 작성 및 제출	<구비서류> Delivery Order(D.O), 포장명세서 (Packing List), 수입상 Trade License 사본, 선하증권 (Bill of Lading), 원산지 증명서 (Certificate of Origin(C.O)), 수입상의 위임장 (Authorisation Letter to Shipping Co.)
3	관세 납부 및 통관 물품 보관장소 확인	• CIF 기준 관세 부과(HS Code별 상이하나 대부분 5%) • 관세 납부 후 수입물품 보관장소 확인
4	수입물품 검사 및 확인 스탬프 날인	• 수입품 검사소에 관련 서류를 제시, 검사일시 지정 • 지정된 검사 날짜/시간에 화주 또는 대리인 입회하여 수입물품 검사가 이루어지며 수입면장에 'Cleared'라는 확인 스탬프 날인 • 검사 대상은 마약류, 주류, 음란물, Under Value, 원산지 등
5	반출확인서 발급	• 반출 확인서(Exit Order, Out Gate Pass) 및 운송차량 통과증 (Vehicle Pass) 발급
6	반출	

○ 개인물품 통관(Personal importation)

- 상업적 용도로 사용할 만한 수량 이내의 품목만 허용되며, UAE에 1년 이상의 거주비자 및 비자가 발급된 자에 한해 개인 가계품은 관세가 면제된다. 통관 절차는 다음을 따름.

**<개인 통관 절차 및 준비 서류>**

순번	절차	상세 안내
1	보세구역 물품 반입	
2	Bill of Entry Form 작성 및 제출	<구비서류> 화물인도지시서(Delivery Order), 선하증권(Bill of Lading), 적하목록(Manifest), 포장명세서 (Packing List, 이삿짐의 경우 제외됨)
3	관세 납부 및 통관 물품 보관장소 확인	CIF 기준 관세 부과(HS Code별 상이하나 대부분 5%), 관세 납부 후 수입물품 보관장소 확인, 개인가계품의 경우 관세 및 세금은 면제되거나 기타 세관 업무 비용(Customs Service fee)
4	수입물품 검사	
5	반출환인서 발급	
6	반출	

○ 임시 통관(Temporary admission)

- 산업 프로젝트 또는 과학 실험 프로젝트 등을 위해 일시적으로 수입되는 중장비기계, 완제품 생산 후 재수출용 수입품, 놀이관영화관전시회 등을 위한 일시적 수입 물품, 수리를 위해 반입된 장비기계, 사육을 위한 가축 반입, 상품 진열용 샘플, 기타 임시 통관이 필요한 경우, 선적용으로 반입된 빈 컨테이너에 한해 관세가 면제됨. 중장비기계는 GCC 내에서의 산업 프로젝트에 이용되어야 하거나 현지에서 구할 수 없는 장비기계여야 함. 완제품 생산을 위해 수입된 외래품의 경우 수입된 날로부터 1년을 초과할 수 없고 동시에 완제품 생산용 물품 수입 후 재수출할 품목의 최종 형태를 수량과 함께 명시해야 함. 그 외 임시 통관 물품은 기본 6개월 동안 반입이 가능하며 최대 1년까지 갱신 신청이 가능함.
- 임시 통관된 물품은 GCC 외부, 자유무역지대(Free Zone) 외부, 세관 창고 외부로 반출해선 안 되며, 임시 처분 및 판매가 불가하다. 통관 절차는 다음과 같은 순서에 따라 진행됨.

**<임시 통관 절차 및 준비 서류>**

순번	절차	상세 안내
1	보세구역 물품 반입	
2	Bill of Entry Form 작성 및 제출	<구비서류> 원산지가 명기된 송장 (Original invoice indicating the country of origin), 화물인도지시서(Delivery order), 선하증권(Bill of Lading), 적하목록(Manifest), 포장명세서(Packing List), 전시회 참가확인서 (전시품의 경우)
3	관세 납부 및 통관 물품 보관장소 확인	• CIF 가격의 5%를 보증금 형태로 입국 세관에 납부(출국 시 환급)
4	수입물품 검사	
5	반출환인서 발급	
6	반출	

○ 통관 시 유의사항

- UAE의 수입 통관절차는 비교적 간단하고 투명하지만, 수입업자는 반드시 관세청으로부터 유효한 수입업자 코드를 획득해야 하며, UAE에 등록된 회사(UAE 국민 또는 기업이 지분의 51% 이상 소유)만이 자격이 있음. 투입물품 통관 시 상업송장(Invoice) 및 원산지 증명서(Certificate of Origin)에 해외주재 UAE 영사의 확인을 요구하는 경우가 많으므로 유의할 필요함. 더불어, 세관에서 세관 신고 서류에 대해 아랍어 번역본을 요구하는 경우도 있으니 대비를 하는 것이 좋음.

○ 주요 통관 서비스 소요경비

구분	비용 (디르함)
세관 관련 서류 사본 발급	100
재수출신고 / 수출신고	100
수입 / 수출자 코드 발급	100
세관 신고, 운송 및 포워딩을 위한 새로운 사업자등록 발급	700
등록 갱신	700
신규 브랜치 개설	700
신규 파트너 추가	250
신규 활동범위 추가	250

\* 1 디르함 = 3.67 달러

(2) UAE 관세제도

○ 관세제도 개요

- 2003년 1월부터 발효된 GCC(걸프협력회의) 관세 협정에 따라 GCC 국가 모두가 회원국을 제외한 다른 국가로부터 수입되는 대부분의 제품에 대해서 공통 관세율 5%를 적용하고 있음. 아울러 단일항구원칙에 따라 UAE 혹은 기타 GCC 국가로 수입되는 물품에 대해 첫 도착 기항에서만 세금을 부과하며 역내 이동 시 이중과세하지 않음. 우리나라에서 UAE로 수출하는 대다수의 품목에는 공통관세가 적용되나, 품목에 따라 관세가 면제되거나 술, 탄산음료(50%), 에너지드링크, 담배(100%)와 같이 특별상품군으로 분류되어 높은 관세를 내야 하는 경우가 있음. 특별상품군의 경우 GCC 국가별로 관세 책정이 상이하기 때문에 다시 한 번 확인할 필요가 있음.
- UAE는 각종 전시회 등이 빈번히 개최되고 재수출 규모가 큰 특성에 다양한 관세환급 및 임시 통관제도가 존재함. UAE 내 수입된 물품이 1년 이내에 재수출될 경우 납부한 관세를 환급해주는 관세 환급제도, 전시회나 시연을 위해 샘플을 일시적으로 수입할 시 입국세관에 CIF 가격의 5%를 보증금 형태로 납부 후 출국 시 환급받는 임시 통관제도가 있음.
- 더불어 UAE는 ATA Carnet 협약국으로 해당 물품의 임시 수출입 시 통관서류 작성, 보증금이나 관세납부 없이 통관 절차가 진행이 가능하다. 상공회의소를 통해 미리 증서를 획득한 출장자의 경우 미리 통관 관련 절차나 비용을 가늠해볼 수 있으며, 유효기간 내 복수 국가를 방문 후 본국으로의 재반입까지 간편하게 끝낼 수 있는 장점이 있음.

○ ATA Carnet 제도

- ATA Carnet은 프랑스어인 Admission Temporaire와 영어인 Temporary Admission의 합성어로 협약 가입국 간의 특정 목적을 위한 물품의 임시 수출입 시 통관서류 작성, 보증금이나 관세 납부 없이 통관 절차가 진행되는 일종의 임시통관증서를 지칭함. 국제상공회의소의 국제보증제도를 통해 국가별로 상이한 통관절차를 통일해 국제 무역을 확대시키는데 목적이 있음. ATA Carnet 제도로 수입되는 품목의 재수출 기간은 ATA Carnet 유효기간이 만료되지 않는 한 6개월(180일)을 초과할 수 없음.

**<ATA Carnet 제도 활용 통관 절차 및 준비 서류>**

순번	절차	상세 안내
1	구비서류 제출	<구비서류> 원산지에서 발행한 ATA Carnet, 화물인도지시서(Delivery order), 선하증권(Bill of Lading), 적하목록(Manifest)
2	수입물품 검사	
3	반출환인서 발급	
4	반출	

○ 품목별 관세율

- 관세 환급 및 면세가 적용되는 품목은 상세 HS Code를 통해 확인해야 하며, GCC 통합 관세율표는 UAE 연방세관(Federal Customs Authority) 홈페이지에서 HS Code 별 조회가 가능함. UAE 연방세관 홈페이지(www.fca.gov.ae)에 접속 후 상단 메뉴의 'UAE Customs' 중 'UAE Customs'에 접속하면 왼쪽 메뉴 중 'Unified Customs Tariffe'에서 다운이 가능함. UAE 세관에서 명시하고 있는 주요 면세 항목은 다음과 같음.

**<UAE 주요 면세 항목>**

면세 항목	상세 안내
외교 물품	• UAE가 승인한 국제기구, 외교단 또는 그 구성원들이 수입한 물품
군용품	• 관할 당국 공문서 상의 무기, 탄약, 군사장비, 수송품 등 군 내부 물품
개인 가계품	• UAE로 최종 입국하는 해외 거주 자국민 (해외 거주 증명서 필수 제출) • UAE에 첫 거주하는 외국인의 개인용품, 중고 가전제품 (취업확인서 또는 거주확인서 제출)
여행객용 수하물	• 3,000디르хам이 초과하지 않는 선물 • 400개피 이하의 담배 (시가 제품의 경우 50개가 넘지 않아야 하며, 담배 소지자가 만 18세 이상이어야 함) • 24캔 이하의 맥주 (포장은 최대 2박스로 되어있어야 함) • 상업적 용도로 사용할 만한 수량 이내의 기타 개인 소지품
자선 물품	• 자선 목적으로 수입하는 물품 (관할 당국에 수입자가 자선단체로 명기된 서류를 제출하여야 함)
제조 기계 및 원자재	• UAE 산업 라이선스 소유자에 한해 UAE 경제부에서 승인을 받은 제조 목적의 기계 및 원자재
원산지가 GCC 회원국인 상품	

- 다음은 우리나라에서 UAE 수출 시 HS Code에 대한 수입관세율을 확인하여야 하며 다음은 주요 품목에 대한 HS Code 별 관세율임. 아래 표는 참고용이며 수출하려는 품목의 정확한 관세율은 UAE 연방세관 또는 토호국 세관에 문의하여 확인하여야 필요함.

**<대UAE 주요 수출 품목별 수입관세율 예시>**

품목	수입관세율	HS Code 4단위 기준
자동차	5%	8701, 8702, 8703, 8704, 8705, 8709, 8716
무선통신기기	0%	8517, 8525, 8528 (일부 품목: 5%)
자동차부품	5%	7320, 8409, 8511, 8708, 8709, 8716
영상기기	5%	8521, 8528(일부품목: 0%), 8529(0%)
철강판	5%	7208, 7209, 7210, 7211, 7219, 7225, 7226
석유화합성원료	5%	2905, 2909, 2917, 2933
고무제품	5%	4003, 4004, 4009, 4010, 4011, 4012(금지), 4013
건전지 및 축전지	5%	8506, 8507, 8548
철강관 및 철강선	5%	7304, 7305, 7306, 7217, 7223, 7229
인조장섬유직물	5%	5407, 5408
기호식품	5%	0901(0%), 0902(0%), 0906, 1211(일부품목 Prohibited), 1806(일부품목: 예외 적용), 2101, 2401(100%)
기계요소	5%	7318, 7319, 7320, 8481, 8482, 8483
편직물	5%	6001, 6002, 6003, 6004, 6005, 6006
주단조품	5%	7307, 7325, 7326
합성수지	5%	3901, 3902, 3903, 3904, 3906, 3907, 3908
기타 석유화학제품	5%	2707, 2908, 2710, 2916, 2921, 2929
원동기 및 펌프	5%	8406, 8407, 8408, 8411, 8412, 8413, 8414
전선	5%	8544
공기조절기 및 냉난방기	5%	7321, 8404, 8415, 8418
건설광산기계	5%	8427, 8429, 8430, 8431, 8474(847410 기준)



(3) UAE 온실 자재 출고 과정


○ 해외 온실 자재 검수 및 출고 과정

- 해외 온실 수출을 위해 자재 제작 후 현지에서 사용 시 하자 보수를 최소화하기 위한 체크리스트를 작성하여 검측이 필요함. 검측 체크리스트는 회사에서 제작하여 검수에 활용되고 필요에 따라 해외 바이어가 방문하여 검측을 진행하게 됨.

검측 Check List				
* 문서 번호		* 검 측 기 일	20 년 월 일	
* 공 종	철골공사	* 위 치 및 부위		
* 세 부 공 종	제작공장 검사	* 공 시 령		
NO	검 사 항 목	검 사 기 준 (시방서 또는 기준)	검사결과 시용시	비 고 (조치사항)
1	장제규격, 치수는 검토 하였는가			
2	사용장재의 형상과 종류는 확인하였는가			
3	용접부위의 용접상태는 양호인가			
4	용접시 스크랩 및 기타 오염부는 사전 제거 하였는가			
5	제작도와 제공 치수를 확인 하였는가			
6	현장 세우기 순서에 따라 제공을 출하하였는가			
7	자재 현장 만일시 자재 및 보관상태는 정찰하였는가			
8	기동 바닥의 마감방법 및 레벨은 정화인가			
9	견첩, 조립방법의 정도는 되었는가			
10	이용되는 조립기용기 받침대인거를 확인하였는가			
11	볼트, 너트는 규격확인가			
12	볼트 길이는 적절한지 확인하였는가			
13				

EX) A (ACCEPTED) = 합격, U/A (UN ACCEPTED) = 불합격, N/A(Not Applicable) = 적용안함				
시공자 점검일자	년 월 일	점 검 직 원		
관리원 검측일자	년 월 일	검 측 감 리 원		

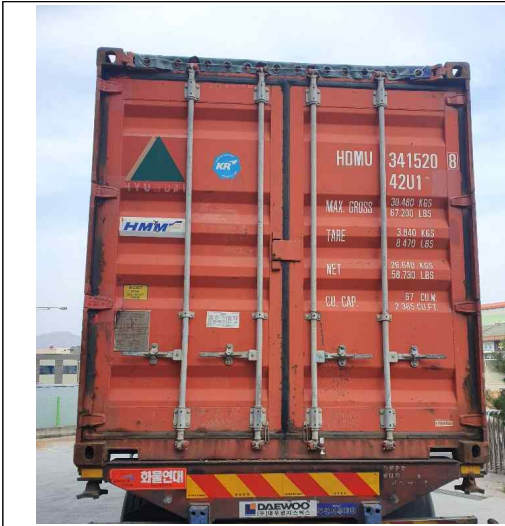




<철골, 알루미늄 자재 검측 체크리스트(예시)>

- 자재 검수가 완료된 자재는 해외 수출을 위해 수출용 컨테이너 또는 상자에 적재하게 되고, 국내 운송 후 화물선, 항공으로 해외 현지로 전달되며, 현지 통관 후 현장 보관 장소에 하차하게 됨.



<국내 온실 자재 출고(예시)>



<국내 운송 방법 (출고현장→부산항 / 인천공항)>



<현지 통관 후 현장 자재 하차 사례>

○ 해외 온실 수출 절차 및 필요 서류

- UAE 해외 온실 나갈 시 필요한 서류 및 발급 방법, 소요기간, 비용 등을 다음과 같이 정리하였음. 필요한 서류는 UAE 관세 사이트를 참조하여 추가 확인이 필요하고 소요기간, 비용은 통관대행업체 및 국내·외 사정에 변동이 있을 수 있음.
- 자재 출고 전 준비 서류

순번	서류명	발급방법
1	Export Declaration Certification (수출면장)	관세사에 Invoice 및 Packing List 정보 제공 후 발급
2	Certification of Origin (원산지증명서)	대한상공회의소 원산지증명센터에서 발급( <a href="http://cert.korcham.net">http://cert.korcham.net</a> ) 사이트 로그인 후 수출/수입자 정보 및 수출면장 정보 입력 후 발급
3	Invoice	자사 양식, 수출자, 수입자, HS코드, 컨테이너 대수, 금액 등 입력
4	Packing List	자사 양식, 수출자, 수입자, HS코드, 컨테이너 대수, 패킹정보 등 입력
5	Bill Of Lading	해상운임 지급 후 선사에서 발급 (수출대행업체 통하여 발급가능)

- 자재 출고 과정 및 소요 기간

순번	내용	소요기간	준비 서류	비고
1	생산업체 자재 출고			현지 수입자에게 원본 제출
2	국내 운송 (출고현장-부산항)	1~2일	1.Certification of Origin (원산지 증명서)	
3	해상운송 (부산항-UAE 항구)	25~35일	2.Export Declaration Certification (수출 면장)	
4	현지 통관 진행 (UAE 항구)	7일	3.Invoice 4.Packing List	
5	UAE내륙운송 (UAE항구-온실 건축현장)	1~2일	5.Bill Of Lading (해상운송대금 지급후 최종본)	
6	현지 자재 하차 (크레인, 지게차, 인력)	1일		

- 해외 출고 관련 비용 (업체 및 현지 사정에 따라 변동 가능)

단위 : ₩ 원

순번	내용	금액	비고
1	국내 운송 (출고현장-부산항)	750,000	40ft 하이큐빅 open 컨테이너 1대 기준
2	해상 운송 (부산항-UAE 항구)	2,977,012	하기 상세 내용 참고
3	현지 통관 진행 (UAE 항구)	2,824,480	하기 상세 내용 참고
4	UAE 내륙 운송 (UAE항구-온실 건축현장)	550,000	40ft 하이큐빅 open 컨테이너 1대 기준
5	현지 자재 하차 (크레인, 지게차, 인력)	3,300,000	25톤 크레인, 지게차, 작업 인력포함 컨테이너 수가 적더라도 기본 비용 발생

※ 상기 비용은 컨테이너당 발생하기도 하며 SHIPMENT당 발생하기도 함

- 해상 운송 관련 비용 (업체 및 현지 사정에 따라 변동 가능)
- 부산항에서 발생비용과 UAE 항구까지 해상운임 포함되어 있음.

단위 : ₩ 원

순번	운임명	단가	수량	금액	비고
1	OCEAN FREIGHT	2,250,000	1	2,250,000	컨테이너 당
2	EMERGENCY BUNKER	160,000	1	160,000	컨테이너 당
3	WAR RISK CHARGE	130,000	1	130,000	컨테이너 당
4	DOCUMENT FEE	50,000	1	50,000	SHIPMENT 당
5	CONTAINER SEAL CHARGE	8,000	1	8,000	컨테이너 당
6	T.H.C	220,000	1	220,000	컨테이너 당
7	CORRECTION FEE	40,000	1	40,000	SHIPMENT 당
8	OTHER CHG(보험)	110,000	1	110,000	SHIPMENT 당
9	WARFAGE	8,840	1	8,840	컨테이너 당
10	TERMINAL SECURITY FEE	172	1	172	컨테이너 당
	합계			2,977,012	

- 해상 운송 관련 비용 (업체 및 현지 사정에 따라 변동 가능)
- 부산항에서 발생비용과 UAE 항구까지 해상운임 포함되어 있음.

단위 : ₩ 원

순번	운임명	단가	수량	금액	비고
1	DELIVERY ORDER	1,949,450	1	1,949,450	SHIPMENT 당
2	BILL OF ENTRY CHARGES	43,815	1	43,815	SHIPMENT 당
3	DPA CHARGES	127,635	1	127,635	컨테이너 당
4	DOCUMENTATION	35,560	1	35,560	SHIPMENT 당
5	TOKEN CHARGES	27,940	1	27,940	컨테이너 당
6	TRANSPORT	535,940	1	535,940	컨테이너 당
7	SERVICE CHARGES	104,140	1	104,140	SHIPMENT 당
8	DEMURRAGE		1		컨테이너 당
9	PORT STORAGE		1		컨테이너 당
10	CUSTOM DUTY	인보이스 금액의 5%	1	인보이스 금액의 5%	인보이스 금액에 5%
	합계			2,824,480	

※DEMURRAGE와 PORT STORAGE는 FREE TIME이내에 통관이 완료되면 발생하지 않거나 소액 발생

- UAE 현지 내륙운송 및 도착지 하차비용(온실 시공 현장)

- 통관 진행 후 UAE 항구에서 온실 시공 장소로 이동하는 비용과 컨테이너에서 자재를 하차하기 위한 작업 비용임.

단위 : ₩ 원

순번	운임명	단가	수량	금액	비고
1	통관 후 현지 이동 비용(육상운송)	550,000	1	550,000	40ft 하이큐빅 open 컨테이너 1대 기준 두바이 JEBEL ALI 항구에서 AL AIN까지 기준
2	OFFLOADING CHARGES (컨테이너 현장도착 후 하차비용)	3,300,000	1	3,300,000	25톤크레인 및 기사, 지게차 및 기사, 하차작업 인력 포함 컨테이너 총4대하차작업 비용
	합계			3,850,000	

※ 하차비용에 포함된 크레인, 지게차, 인력은 확정금액이므로 컨테이너대수가 늘어날수록 해당 비용은 감소(하루에 작업이 끝날 시)한다.

○ 기타 고려 사항

- 같은 UAE 내 항구(JEBEL ALI, KHALIFA 등)라도 통관 관할 기관이 상이 하므로[아부다비 항만공사(Abu Dhabi Ports Co., ADPC), 두바이 항만공사(Dubai Port World, DPW) 등] 수출 전 수입자와 상의하여 항구를 확인하고 컨테이너 발송 해야함.
- HS코드 역시 수입자와 사전 논의하여 결정하는 것이 좋음.
- UAE 현지 항구에 컨테이너 도착전에 수입자에게 연락이 가므로, 사전에 정보를 공유하고, 수입자가 요청한 서류 원본을 미리 발송해야함. (EMS 원본서류 발송 시 수령까지 약 10일 정도 소요됨)

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

연구 개발 추진 목표	달성도 (%)
○ UAE 현지 시설 현황·작물재배 현황 및 시장분석	100
○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석	100
○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 자료를 이용한 경제성 분석 및 수출 전략 도출	100
○ UAE 현지 시설 현황·작물 재배 현황 및 시장 분석	100
○ 한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 성과 분석	100

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

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도	목표 (2021-2023)	실적 (2021-2023)	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	논문(SCI)	1	1	-
	학술발표	1	2	20
	특허등록	1	-	20
	특허출원	-	1	-
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	제품화	1	1	20
	매출액	50,000	50,000	10
	수출액	30,000	-	10
	고용창출	1	2	20
	홍보	-	1	-
계		-	-	100

\* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문(에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)), 특허, 보고서원문, 연구 시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신물질 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 >

평가 항목 (주요성능)	단위	비중 (%)	개발 전 수준	연구개발 목표치	평가방법
1 UAE 현지 시설 및 작물재배 현황 및 시장분석	건	20	-	1	검토·분석 자료
2 온실환경 및 작물미세환경 분석	건	20	-	1	현지 실증을 통한 보고서
3 리모델링온실 자원(물, 에너지)사용량	건	20	-	1	사용량 분석 자료
4 비교온실과 리모델링온실의 작물 생육 및 수확량 비교	건	20	-	1	생육 및 수확량 분석 자료
5 경제성 비교·분석	건	20	-	1	경제성 비교·분석 자료
6 물 사용량(용수 절감)	%		100	85	실측 보고서

\* 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
1	Effect of blind angles on thermal decay in the UFAD system in summer	Applied Thermal Engineering	류성우	118927		ELSEVIER	SCI	2022.06.27	1359-4311	100

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2022년도 대한건축학회 춘계 학술발표대회	박두용	2022.04.28.	더케이호텔서울	대한민국
2	2022 한국원예학회 추계 학술발표회	김영준	2022.11.03	제주국제컨벤션센터	대한민국

[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		
1	(특허)근권부용 열교환파이프 고정장치	대한민국	주식회사 그린플러스	2023.06.27	10-2023-0082980					100	

[경제적 성과]

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	기존공정 개선	국내	합천군 과학영농 실증시험포 신축공사 중 금속창호 온실 설비공사 외	과학영농실증시험 포 온실설비 공사	(주)그린 플러스	50,000		2022	
2	자기실시	제품화	국외	온실 작물 재배 덕트	고온 건조한 사막 기후를 포함한 다양한 환경에서 구축된 온실에 적용 가능한 개선된 재배 덕트	(주)그린 플러스	-	-		

- \* 1) 기술이전 또는 자기실시
- \* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- \* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합천군 과학영농 실증시험포 신축공사 중 금속창호 온실 설비공사 외	2022	50,000		50,000	연구 결과 기반 기술 기여율 반영 (4.56%)
합계		50,000		50,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	2022년	
1	한국형 리모델링 온실의 재배실증 및 수출 모델 개발	주식회사 그린플러스	1	1	2
합계			1	1	2

[사회적 성과]

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	외국홍보	ICBA Coporate News	UAE President visits International Center for Biosaline Agriculture, reviews measures to boost productivity, sustainability	2022.06.05

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ UAE 현지 시설 현황·작물재배 현황 및 시장분석	○ UAE 온실의 연간 시설환경 및 재배관리 현황 조사·분석 ○ 시설 작물 재배 현황(재배 및 수확시기, 품종, 생산량, 단수, 온실 특성 등) 분석	100%
○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석	○ 작물 재배 중 자원(물) 사용량 분석 ○ 비교 온실(팬애패드 PC온실)과 리모델링 온실 작물의 생육 및 수확량 분석 측정	100%
○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 자료를 이용한 경제성 분석 및 수출 전략 도출	○ 작물 시장 가격 및 실증 자료를 이용한 경제성 분석 ○ 한국형 온실 및 리모델링 온실 자재 수출을 위한 전략 제시	100%
○ UAE 현지 시설 현황·작물 재배 현황 및 시장 분석	○ UAE 현지 시설 현황 (시설유형별 면적[네트 온실, PC온실], 난방 유무 등) 분석	100%
○ 한국형 리모델링 온실의 재배 실증 및 성과 분석	○ 온실 환경 (온도, 습도, 광량 등)과 작물 미세 환경(엽온, 지온, 배지 수분 등) 분석 ○ 작물 재배 중 자원(에너지) 사용량 분석	100%



## 4. 목표 미달 시 원인분석

### 1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

본 연구팀이 제시한 정량 목표 중 특허등록 목표 1건과 수출액에 대해 과제 종료 시점 기준 달성을 미달하였습니다. 당초 계획은 리모델링 온실 구축에 따라 다양한 환경에서 실증 재배를 통한 데이터 수집 결과를 바탕으로 특허 출원 및 등록할 예정이었습니다. 그러나 온실 실증 재배 중 보완 사항을 도출하는 과정에서 냉방시스템 수정에 대한 부분이 필요하여 특허 출원이 늦어지게 되었습니다. 이에 2023년 6월 특허 출원을 완료하였고, 출원한 특허 건에 대해 등록을 위해 우선심사신청을 실시하였습니다. 본 연구의 정량적 목표를 달성하기 위해 2023년 내 특허 등록을 완료하여 추가 실적 제출을 실시하겠습니다.

또한 정량 목표 중 수출액 부분 달성을 위해 UAE 국영 펀드 및 사우디아라비아 국가기관에 온실 수출에 대한 협의를 지속적으로 수행하였습니다. 그러나 현재 국제 정세와 현지 국가 내부 사정으로 협의가 지체되고 있는 실정이며 현재 지속적으로 온실 수출을 위한 협의 진행 중에 있습니다.

### 2) 자체 보완활동

2023년 6월 UAE 현지 테스트 베드 작물 재배 실험을 완료하고 시설 및 시스템 개선 사항 도출 건에 대한 보완 시공을 완료하였습니다. 2023년 5월 온실 방문 시 ICBA 연구담당자와 온실 운영에 대한 최종 논의하였고 후속 조치를 하였습니다. 그리고 과제 종료 후 온실 운영을 위해 온실 보완 시공 시 협업한 UAE 현지 업체와 같이 미팅을 진행하여 긴급 보완에 대한 대책을 마련하였습니다.

### 3) 연구개발 과정의 성실성

코로나19 이후 지체된 온실 구축 이후 본 연구 목표에 맞는 연구 수행을 위해 현지 입국불가 해체 이후 UAE 테스트베드 현장 방문을 통해 온실 운영 및 개선과 온실 수출 관련 통관, 특이사항에 대한 조사를 수행하였습니다. 또한 현지 온실에서 작물 실증 재배와 운영을 통해 자재 및 시스템에 대한 개선 방안을 도출하고 보완 시공을 진행하였습니다. 개선 방안 도출을 위해 ICBA 담당연구원 및 현지 업체와 지속적으로 미팅 및 협의를 진행하였고, 사막 기후에 적합한 국산 자재의 선정하여 개선 사항을 도출하였습니다.

성공적인 연구 수행을 위해 다양한 경로로 노력한 바 기존 관행 온실과 비교할 때 효율적인 물 사용과 에너지 사용으로 기존 관행 온실과 비교할 때 물 절약과 에너지 절약이 가능하였고, 우수한 품질의 농산물 생산이 가능하였습니다.

상기 외에도 한국형 리모델링 온실의 우수성을 국가 기관과 언론을 통해 홍보된 바 있어 UAE뿐만 아닌 주변 GCC 국가에 수출할 수 있을 것으로 판단됩니다.

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

---

본 연구와 선행과제인 “사막기후 관행 온실의 환경개선을 위한 리모델링 및 현장 실증” 연구를 수행하면서 작성된 설계도서, 특허, 시방서, 매뉴얼은 추후 사막기후를 포함한 극한 기후에서 유용한 데이터로서 활용 될 것으로 사료됩니다.

기존 UAE 현지에서 가장 많은 유형의 온실은 측고 2~3미터의 온실이므로, 본 연구를 통해 구축된 리모델링 온실의 향상된 측고의 온실은 향후 사막 기후 및 극한 기후 대응 온실 기술 개발에 크게 이바지 할 것으로 사료됩니다. 또한 토지와 기후 등 환경의 제약을 받는 기존 온실 구조 골격재의 한계를 극복하여 현지 상황에 맞는 맞춤형 온실 생산 기술이 적용이 가능해 집에 따라 국내 스마트팜 구조 및 핵심자재의 현지 실증을 통해 세계 기술격차 축소가 가능할 것으로 사료됩니다.

특히, 현지에서 발생하는 다양한 사항에 대한 보완 조치를 수행을 통해 습득한 온실 운영 경험은 차후 국산 온실 자재의 수출에 큰 도움을 줄 것으로 판단됩니다.

---

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

---

고온기 온실 환경 개선을 위한 설계 시 적용된 국내 알루미늄과 철골 자재, 냉방패키지 등을 적용한 온실의 규격 및 품질 기준을 통해 IT, ICT, IoT 등 스마트 기술과 연계하여 UAE 맞춤형 스마트 온실 모델을 제시할 수 있을 것으로 사료됩니다.

또한 중동지역 규격 기준인 GS0에 만족할 수 있도록 개발한다면 국산 자재의 수출 확대를 통한 원활한 수익성을 기대할 수 있고, 본 연구를 통해 정립된 표준을 바탕으로 해당 지역에 맞는 최적화된 자재 개발하여 지속적인 교류를 통한 고정 거래층 확보가 가능할 것으로 판단됩니다.

이번 사막 지역 온실에 적용된 자재의 현지 실증을 통해 스마트 온실에 대한 핵심자재 제조 기술이 해외 선진 국가와 기술격차가 감소되고, 토지와 기후 등 환경의 제약을 받는 기존 온실의 구조 골격재의 한계를 극복하여 현지 상황 맞춤형 생산기술이 적용 가능할 것으로 사료됩니다.

이후 UAE를 포함한 중동 국가에 진출 시 온실 수출 및 홍보 거점으로 활용가능하며 현지 공동연구기관인 ICBA와 맺은 MOU를 기반으로 추가 후속 연구에 큰 도움이 될 것으로 판단됩니다.

---

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE		
	비SCIE		
국내논문	SCIE		
	비SCIE	1	
특허출원	국내		
	국외		
특허등록	국내	1	
	국외		
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
사업화	시제품개발		
	상품출시		
	기술이전		
	공정개발		
	매출액(단위 : 천원)		
	기술료(단위 : 천원)		
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

#### 주 의

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