

# دوره گلخانه های هیدرولوژیک

مدرس

دکتر مقصودی

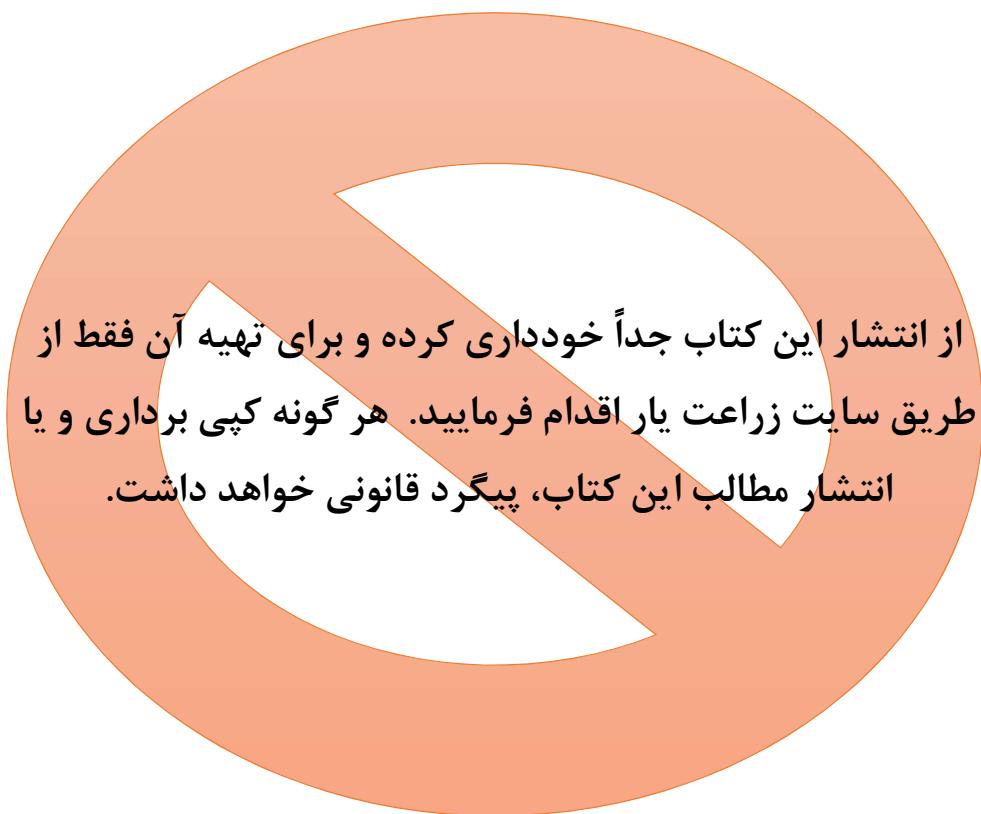
جمع آوری کننده

مهندس امیر پهلوان صادق

## مقدمه

کتاب الکترونیکی که هم اکنون پیش روی خود دارد مطالب گردآوری شده سایت ZeraatYar.com می باشد. بهتر بود مطالب سایت در قالب فایل در اختیار دوستان و علاقه مندان قرار بگیرد تا از آن استفاده کنند. امید است مطالب این کتاب برای شما مفید باشد. خواهشمند است نظرات و پیشنهادات خود درخصوص این کتاب را از طریق ایمیل [admin@zeraatyar.com](mailto:admin@zeraatyar.com) با ما درمیان بگذارید.

موفق و پاینده باشید



# فهرست مطالعه

|  |
|--|
| فصل اول: مقدمه و کلیات گلخانه های هیدرопونیک ..... ۵                                 |
| ۵ ..... هیدرپونیک چیست؟  |
| ۵ ..... تاریخچه کشت هیدرپونیک  |
| ۷ ..... مزایا و معایب کشت هیدرپونیک  |
| ۱۴ ..... انواع سیستم های هیدرپونیک   |
| ۱۵ ..... انواع تکنیک های کشت هیدرپونیک   |
| فصل دوم: خاک و بسترهای کشت ..... Error! Bookmark not defined.                        |
| Error! Bookmark not defined. ..... قسمت های تشکیل دهنده خاک                          |
| Error! Bookmark not defined. ..... انواع بافت خاک                                    |
| Error! Bookmark not defined. ..... کلوئیدهای خاک                                     |
| Error! Bookmark not defined. ..... روش های تعیین بافت خاک                            |
| Error! Bookmark not defined. ..... انواع بستر کشت هیدرپونیک (انواع سوبستر)           |
| فصل سوم: تغذیه گیاه ..... Error! Bookmark not defined.                               |
| Error! Bookmark not defined. ..... عناصر غذایی مورد نیاز گیاه                        |
| Error! Bookmark not defined. ..... کودهای معدنی یا شیمیایی                           |
| Error! Bookmark not defined. ..... محلول غذایی ناپ                                   |
| Error! Bookmark not defined. ..... عناصر متحرک و غیرمتحرک در گیاه                    |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود عناصر در گیاهان                 |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود ازت (N) در گیاه                 |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود فسفر (P) در گیاه                |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود پتاسیم (K) در گیاه              |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود کلسیم (Ca) در گیاه              |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود منیزیم (Mg) در گیاه             |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود گوگرد (S) در گیاه               |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود آهن (Fn) در گیاه                |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود بُر (B) در گیاه                 |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود روی (Zn) در گیاه                |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود مس (Cu) در گیاه                 |
| Error! Bookmark not defined. ..... نقش و علائم کمبود منگنز (Mn) در گیاه              |
| فصل چهارم: انواع محلول های غذایی در کشت هیدرپونیک ..... Error! Bookmark not defined. |
| Error! Bookmark not defined. ..... محلول غذایی هوگلاند (Hoagland nutrient solution)  |
| Error! Bookmark not defined. ..... محلول غذایی جانسون (Janson nutrient solution)     |
| Error! Bookmark not defined. ..... جدول نیاز غذایی گوجه فرنگی و خیار                 |
| Error! Bookmark not defined. ..... مرحله تهیه محلول غذایی                            |

## فصل پنجم: عوامل محیطی گلخانه

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Error! Bookmark not defined. | PH چیست؟                      |
| Error! Bookmark not defined. | اهمیت PH خاک                  |
| Error! Bookmark not defined. | عوامل اسیدی و قلیابی شدن خاک  |
| Error! Bookmark not defined. | روش های اندازه گیری PH        |
| Error! Bookmark not defined. | EC چیست؟                      |
| Error! Bookmark not defined. | روش های نمونه برداری آب و خاک |
| Error! Bookmark not defined. | اثر EC روی باروری گیاه        |
| Error! Bookmark not defined. | نور مناسب گلخانه              |
| Error! Bookmark not defined. | فتوصیف در گیاهان              |
| Error! Bookmark not defined. | کیفیت نور                     |
| Error! Bookmark not defined. | کمیت نور (شدت نور)            |
| Error! Bookmark not defined. | تأثیرات نور خورشید بر گیاهان  |
| Error! Bookmark not defined. | فتورپریسم چیست؟               |
| Error! Bookmark not defined. | فتورپریسم چیست؟               |
| Error! Bookmark not defined. | ژئو تزویریسم چیست؟            |
| Error! Bookmark not defined. | آب مناسب گلخانه               |
| Error! Bookmark not defined. | تعرق در گیاهان                |
| Error! Bookmark not defined. | تعریق در گیاهان               |
| Error! Bookmark not defined. | دمای مناسب گلخانه             |

## فصل ششم: گیاهان

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Error! Bookmark not defined. | گیاهان چوبی و علفی ( تقسیم بندی گیاهان براساس نوع و شکل و جنس بخش های هوایی گیاه) |
| Error! Bookmark not defined. | گیاهان یک ساله، دو ساله و چند ساله ( تقسیم بندی گیاهان بر اساس طول زندگی )        |
| Error! Bookmark not defined. | ریشه گیاهان   |
| Error! Bookmark not defined. | ساقه گیاهان   |
| Error! Bookmark not defined. | جوانه گیاهان  |
| Error! Bookmark not defined. | قسمت های مختلف گل   |

## فصل هفتم: علف های هرز و آفات

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Error! Bookmark not defined. | علف هرز و خسارت های آن        |
| Error! Bookmark not defined. | روش های مبارزه با علف های هرز |
| Error! Bookmark not defined. | علف کش های تماسی              |
| Error! Bookmark not defined. | آفات گیاهی                    |
| Error! Bookmark not defined. | شناسایی حشرات در گلخانه       |
| Error! Bookmark not defined. | انواع قطعات دهانی حشرات       |
| Error! Bookmark not defined. | انواع حشره کش ها              |
| Error! Bookmark not defined. | مشخصات ظاهری کنه ها           |
| Error! Bookmark not defined. | مبارزه و کنترل کنه ها         |

آشنایی با بیماری های گیاهی .....  
Error! Bookmark not defined. ..... ۱- قارچ ها  
Error! Bookmark not defined. ..... ۲- ویروس ها  
Error! Bookmark not defined. ..... ۳- باکتری ها  
Error! Bookmark not defined. ..... ۴- مایکوپلاسما  
Error! Bookmark not defined. ..... ۵- نماند

## فصل هشتم: نمونه سوالات دوره هیدرولوژیک

# فصل اول: مقدمه و کلیات گلخانه های هیدرопونیک

## هیدرپونیک چیست؟

همان طور که می دانید بستر کشت خاک بعنوان یک محیط طبیعی برای گیاه بهترین انتخاب است. در واقع خاک ضمن سرپا نگهداشتن گیاه، مواد غذایی مورد نیاز گیاه مانند آب و دیگر عناصر را در اختیار گیاه قرار می دهد. برای موفق بودن کشت، خاک مورد نظر باید عاری از عوامل بیماری زا و آفات و علف های هرز باشد و از نظر PH و EC نیز مناسب باشد در غیر اینصورت اگر خاک مناسب نباشد، قبل از کشت، خاک باید اصلاح شود.

اصلاح خاک در ابعاد چند جریب توجیه اقتصادی دارد بهر حال در خیلی از موارد، محدودیت هایی که خاک برای ما ایجاد می کند، مانع رسیدن کشاورز به بهترین عملکرد می شود.

فناوری کاشت گیاهان در محیط بدون خاک و با استفاده از محلول های غذایی را هیدرپونیک می نامند. در سیستم هیدرپونیک تمام احتیاجات و مواد غذایی مورد نیاز گیاه از طریق محلول در اختیار آن قرار داده می شود.

- واژه هیدرپونیک به فارسی: یعنی آب کشت
- واژه هیدرپونیک به یونانی: Hydrous Ponos یعنی آب +

در برخی از سیستم های هیدرپونیک ریشه ی گیاه کاملاً در محیط آبی مستقر شده و بستری وجود ندارد. اما می توان برای سرپا نگهداشتن گیاه، ریشه آن را در یک بستر جامد مانند: ماسه، سنگریزه، کوکوپیت، پلاتیت و ... که کمترین اثر منفی را روی محلول غذایی داشته باشد قرار داد.

بنابراین هیدرپونیک یا کشت بدون خاک، روشی است که گیاهان بدون استفاده از خاک بعنوان محیط کشت، پرورش می یابند و یا عبارت دیگر کشت گیاهان در محلول غذایی یا بدون استفاده از بستر جامد، هیدرپونیک نامیده می شود.

روش کاشت هیدرپونیک، ۲ جنبه متفاوت داشته که عبارتند از:

- ۱- جنبه علمی هیدرپونیک: در دانشگاه اهمیت داشته و برای افزایش دانش بکار می رورد.
- ۲- جنبه تجاری هیدرپونیک: در این جنبه، دانش به پول و ثروت تبدیل خواهد شد.

در این آموزش بیشتر به جنبه تجاری هیدرپونیک خواهیم پرداخت.

## تاریخچه کشت هیدرپونیک

سال ها قبل، عناصر موجود در هوا، آب و پوسته زمین توسط شخصی بنام مندلیف شناسایی گردید که تعداد آن ها به  $10^9$  عدد می رسید که هم اکنون تعداد به  $11^3$  عنصر رسیده که هنوز برای آن اسمی مشخص نشده است، اما در آن زمان هنوز کسی نتوانسته بود این عناصر را از خاک جدا ساخته و به بررسی تغذیه گیاه بپردازد. زیرا برای بررسی تغذیه گیاه می بایست عناصر از خاک جدا و به محلول آبی حاوی گیاه اضافه نمود تا بتوان به کمک آن زیادبود و کمبود عناصر و نوع و غلظت عنصر جهت استفاده را مشخص نمود. تا اینکه در سال ها بعد تحقیقاتی صورت گرفت که این کار انجام شد که عبارتند از:

الف) در سال ۱۶۹۹: مردی انگلیسی بنام John Wood Ward خلاقیتی به خرج داد و یک سری آزمایش صورت گفت. در این آزمایشات گیاهان از خاک خارج و به ۲ محیط وارد شدند:

- ۱- گیاه درون محیط کاملاً آبی قرار گرفت.

۲- گیاه درون محیط کاملاً آبی قرار گرفت سپس خاک کم کم به آن اضافه گردید.

این دانشمند، مشاهده نمود که رشد گیاه در محیط دوم بهتر است بنابراین بایستی موادی از خاک دریافت کند.

ب) در سال ۱۸۶۰: دو دانشمند آلمانی که در شیمی، دانش کافی داشتند بصورت مجزا آزمایشاتی انجام دادند. این اشخاص که آقای ناپ (Knop) و آقای ساش (Sach) می باشند محلول غذایی را تولید کردند که گیاهان در شرایط غیر از خاک و در این محلول رشد می کردند. اولین محلول به نام آقای ناپ ثبت گردید.

ج) در سال ۱۹۳۰: مردی بنام W.F.Gricke بوته‌ی گوجه فرنگی را برای اولین بار برای کشت خارج از خاک و درون محلول غذایی بکار برد. این شخص بجز چند عنصر غذایی مانند نیکل، سایر عناصر غذایی (۱۳ عنصر) ضروری برای گیاه و میزان و اثرشان بر گیاه را می دانست.

د) در سال های ۱۹۴۰-۱۹۴۲: آمریکایی‌ها از روش هیدروپونیک جهت تولید سبزیجات به شکل تازه استفاده نمودند. آنها این روش را در جنگ جهانی دوم استفاده نمودند و روش کار بصورت زیر بود:

چون در آن زمان پلاستیک اختراع نشده بود درون ظرف‌های فلزی خرد سنگ می‌ریختند و گیاهان را درون آن کشت و عنصر غذایی را بمدت ۱۵-۲۰ دقیقه به مخزن تزریق می‌کردند تا پُر می‌شد.

این روش چندان موفقیت آمیز نبود چون فلز استفاده شده در ظرف‌ها با عناصر غذایی واکنش می‌داد. با توجه به اینکه جنگ جهانی دوم باعث خسارات زیادی شده بود اما به پیشرفت علم هیدروپونیک بسیار کمک نمود. همچین در ژاپن بسمت شمال بسیار کوه وجود داشت و امکان کشت و کار خاکی کم بود و بهمین دلیل از روش کشت هیدروپونیک استفاده شد.

ه) در سال ۱۹۷۰: آنالیز گیاه صورت گرفت تا قبل از این، تشخیص عناصر گیاه از طریق آزمون و خطابود. به لطف شیمی آنالاتیک (شیمی تجزیه)، موفقیت‌های زیر بدست آمد:

- ۱- موفق به شناخت نیازهای غذایی گونه‌های مختلف شدند. (فیزیولوژی تغذیه)
- ۲- پیشرفت در صنعت پلاستیک سازی باعث شد که صنعت هیدروپونیک بسرعت پیشرفت کند.
- ۳- اتوماسیون شدن سیستم هیدروپونیک با استفاده از میکرو کامپیوترها (در این سیستم استوک مورد نیاز گیاه ساخته شده، سپس دستگاه از هر استوک میزان مورد نیاز را برداشته، با هم ترکیب و محلول هیدروپونیک ساخته و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد).

در ایران نیز انجمان‌های زیادی از سال ۱۳۷۰ به بعد فعالیت دارند که از مهم‌ترین آنها عبارتند از:

International Society of Soil Culture (ISOC)

امروزه در ایران حدود ۷ هزار هکتار گلخانه هیدروپونیک وجود دارد.

### بررسی کشت هیدروپونیک در کشورهای مختلف

کشورهای هلند، فرانسه، ایالات متحده و ژاپن از کشورهای پیشرفت‌های در زمینه کشت هیدروپونیک می‌باشند. البته کشور آفریقای جنوبی مانند کنیا نیز خیلی پیشرفت کرده است این به آن علت است که کنیا دارای پتانسیل بالایی از لحاظ آب و هوایی جهت کشت هیدروپونیک می‌باشد. بنابراین هلندی‌ها تولید محصولات خودشان را به این کشور بردند. در واقع دانش و تجهیزات از هلندی‌ها و

پتانسیل و نیروی کار از کنیا می باشد. همچنین هلند خود کشوری کوچک و پر از صخره با خاک محدود می باشد بنابراین کشت هیدرопونیک در هلند با توجه به کمبود زمین، بهترین گزینه است.

هلندی ها در زمینه تولید گل رز، می گویند اگر در هر متر مربع ۷ بوته‌ی گل رز بکاریم در سال می توانیم ۱۰۰ تا ۱۲۰ گل برداشت کنیم. اما در ایران در حالت خوب ۷۰ تا ۸۰ گل رز برداشت خواهد شد. همچنین با توجه به اینکه قیمت گل رز در بازار جهانی نسبت به قیمت در ایران بیشتر است این نکته مقرر بصره است که بوته رز را ۳ تا ۴ سال در گلخانه نگهداری کنند و سپس خارج کنند، اما در ایران ۷ تا ۸ سال باید بوته رز در گلخانه نگهداری شود.

در ادامه به دلایل موفقیت زبانی‌ها در اجرای سیستم‌های هیدرопونیک می‌پردازیم:

- ۱- انتخاب بهترین روش کشت بر اساس معیارهای اقتصادی و امکانات موجود. (حدود ۱۲ سیستم هیدرопونیک داریم)
- ۲- مدیریت محلول غذایی به گونه‌ای است که بهترین محلول غذایی با کم ترین قیمت در اختیار گیاه قرار گیرد.
- ۳- انتخاب واریته یا رقم‌های سازگار با سیستم هیدرопونیک
- ۴- استفاده از مواد اولیه مرغوب و با کیفیت مانند نشاء، بذر، کود و بستر کشت
- ۵- بازارسنجی پس از تولید محصولات هیدرопونیک
- ۶- تولید کننده‌ای که تجربه کافی در زمینه هیدرопونیک ندارد محصولی را انتخاب می کند که ریسک کمتری دارد مانند فلفل دلمه‌ای که به اشتباهات مدیریتی بسیار مقاوم است.
- ۷- مدیریت زمان کشت به گونه‌ای است که با کشت فضای باز انطباق ندارد. یعنی محصول نهایی هیدرопونیک زمانی به بازار عرضه می‌شود که معادل فضای باز آن وجود ندارد.

### مزایا و معایت کشت هیدرопونیک

زمانی می‌توان کاری را شروع کرد که مزایای آن از معایب آن بیشتر بوده و توجیه اقتصادی داشته باشد.

### مزایای کشت هیدرопونیک:

- ۱- عدم دست و پنجه نرم کردن با مشکلات ظاهری و شیمیایی خاک
- ۲- عدم وجود علف هرز
- ۳- حذف بسیاری از آلودگی‌های آفات و بیماری‌های مربوط به خاک
- ۴- عدم نیاز به کودهای آلی
- ۵- عدم نیاز به فرآیندهای پیش از کشت
- ۶- عدم نیاز به تناوب زراعی
- ۷- افزایش قابل توجه استفاده از فضا
- ۸- صرفه جویی در مصرف آب و کود
- ۹- سود حاصل از پیش رسی محصول
- ۱۰- تولید محصولات با کیفیت بیشتر
- ۱۱- نیاز کارگری کمتر
- ۱۲- قابلیت تولید محصول در تمامی فصول سال
- ۱۳- تولید محصولات هم اندازه
- ۱۴- تولید گیاهان ویژه

۱۵-قابلیت استفاده مجدد از آب و مواد غذایی

۱۶-سهولت شروع کشت جدید

در ادامه به توضیح بعضی از موارد بالا خواهیم پرداخت:

### ۱- عدم دست و پنجه نرم کردن با مشکلات ظاهری و شیمیایی خاک

الف) مشکلات فیزیکی خاک: شامل مشکلات بافت و ساختمان خاک می باشد. میزان ذرات شن، سیلت و رس در خاک، بافت خاک را تشکیل می دهد و تأثیراتی را ایجاد می کند که در زیر آمده است:

#### تأثیرات بافت خاک

- تغذیه (حاصلخیزی خاک)
- رطوبت (ظرفیت نگهداری و ذخیره ای آب در خاک)
- هوارسانی (تهویه ای خاک)
- سرعت نفوذ آب در خاک

توجه: ذرات رس، فوق العاده حاصلخیز است چون مواد آلی و تغذیه ای گیاه، به رس می چسبند.

نامگذاری بافت خاک، بستگی به مقدار و تأثیر هر گروه از ذرات "شن"، "سیلت" و "رس" دارد.

#### انواع بافت خاک

- ۱- بافت شنی: خاکی که درصد ذرات شن آن بیشتر باشد را بافت شنی می نامند.
- ۲- بافت سیلتی: خاکی که درصد سیلت آن بیشتر باشد را بافت سیلتی می نامند.
- ۳- بافت رسی: خاکی که درصد ذرات رس آن بیشتر باشد را بافت رسی می نامند.
- ۴- بافت لوم: خاکی که درصد ذرات شن، سیلت و رس آن یکسان باشد را بافت لوم می نامند.
- ۵- بافت لومی شنی: خاکی که درصد ذرات سیلت و رس آن برابر ولی درصد شن یک مقدار بیشتر است.

در جدو زیر، نقاط قوت و ضعف بافت های مختلف آمده است:

| بافت رس | بافت سیلتی | بافت شنی |                  |
|---------|------------|----------|------------------|
| قوی     | متوسط      | فقیر     | تغذیه (حاصلخیزی) |
| قوی     | متوسط      | فقیر     | رطوبت            |
| فقیر    | متوسط      | قوی      | هوادهی           |
| فقیر    | متوسط      | قوی      | سرعت نفوذ آب     |

ب) مشکلات شیمیایی خاک: شامل شوری (EC) و قلیایی (PH) می باشد.

#### اهمیت PH خاک

مهمنترین تأثیر PH از نظر تغذیه برای گیاه می باشد. PH تأثیر زیادی بر روی قابلیت جذب مواد غذایی مورد نیاز گیاه دارد.

بعضی از عناصر به خصوص عناصر کم مصرف، با کم شدن PH (اسیدی شدن) قابلیت جذب بیشتری پیدا می کنند و با افزایش PH (قلیایی شدن) قابلیت جذب کمتر می شود. اما بعضی از عناصر حالت عکس دارند.

## اهمیت EC خاک

EC را هدایت الکتریکی یا میزان شوری نیز می نامند. EC به میزان املاح موجود در خاک بستگی دارد، هرچقدر این املاح بیشتر باشد، EC یا شوری افزایش می یابد.

سبزی های گلخانه ای حساسیت های متفاوتی به شوری یا EC دارند اما اکثرآ حساسند. برای نمونه، EC مناسب گوچه فرنگی ۲,۵ دسی سیمنس بر متر یا کمتر می باشد. ضمناً یک گیاه الزاماً در طول دوره رشد خود نیاز به یک EC ثابت ندارد.

**اگر خاک مزرعه ای خوب نباشد و بخواهیم آنرا تعویض کنیم بصرفه است یا خیر؟**

قبل از هر چیز باید بدانید که عمق مورد نیاز برای توسعه ریشه برای زراعت، ۳۰ سانتیمتر و برای باغات معادل ۹۰ سانتیمتر است. در ادامه هزینه لازم برای تعویض خاک یک هکتار زمین جهت کاشت گندم را محاسبه می کنیم:

- ۱- برای کاشت گندم حداقل باید ۳۰ سانتیمتر یا ۰,۳ متر سطح خاک تعویض شود.
- ۲- یک هکتار معادل ۱۰۰۰ مترمربع است که اگر در ۰,۳ سطح خاک ضرب کنیم، معادل ۳۰۰۰ متر مکعب خاک نیاز خواهیم داشت.
- ۳- حجم هر ماشین خاک معادل ۱۰ متر مکعب است که  $3000/10 = 300$  معنی به ۳۰۰ ماشین خاک نیاز داریم.
- ۴- هزینه هر ماشین خاک، ۱۰۰۰۰۰ تومان است و بنابراین  $100000 \times 300 = 300000000$  میلیون تومان خواهد شد.

همانطور که در بالا مشاهده فرمودید هزینه تعویض خاک یک زمین ۱ هکتاری حداقل ۳۰ میلیون تومان خواهد شد. بنابراین تعویض خاک زمین زراعی در حد چند جریب توصیه می شود.

## ۲- عدم وجود علف هرز

در خاک، علف های هرز خصوصاً علف هرز سیس و گل جالیز وجود دارد و بصورت کلی هر گیاهی به غیر از گیاه اصلی کاشته شده در مزرعه روییده شود، علف هرز نامیده می شود.

## خسارت های علف های هرز

- ۱- رقابت با گیاه اصلی در جذب آب و مواد غذایی
- ۲- تشدید آفات و امراض

به طور کلی علف های هرز، میزبان های اولیه آفات و امراض می باشند در فصل بهار قبل از اینکه گیاهان اصلی رویش نمایند این علف های هرز می باشند که رشد کرده و در این زمان آفات و بیماری ها بر روی اولین گیاهان سبز شده که همان علف های هرز می باشند منتقل شده و فعالیت می کنند و در هفته های آینده کم گیاهان اصلی شروع به رشد می کنند و این آلودگی ها از روی علف هرز به گیاه اصلی منتقل خواهد شد.

- ۳- یک سری از علف های هرز دارای مواد سمی و مسموم کننده می باشد که برای انسان و دام خطرناک است.
- ۴- علف های هرز باعث بالا بردن هزینه تولید می گردند. زیرا تولید کننده بایستی هزینه نماید تا بتواند علف های هرز را کنترل نماید بنابراین آگاهی از نحوه کنترل علف های هرز قبل از کشت تا آخرین مرحله ای رشد گیاه لازم است.

### ۳- حذف بسیاری از آلودگی های آفات و بیماری های مربوط به خاک

بعنوان مثال نماتد، یکی از آلودگی های است که در برخی از خاک ها وجود دارد. نماتد شبیه به کرم های صاف و بسیار ریز می باشد، از گیاهان و جانوران تغذیه می کند، طول متوسط آن ۱ میلیمتر بوده، پوست بدن آن شفاف و شیشه ای است. جنس بدن سفت است. قطعات دهانی نماتد از نوع استایلت و شبیه مته است، ریشه را سوراخ کرده و وارد ریشه می شود.

ضد عفونی کردن خاک برای از بین بدن بذر علف های هرز، تخم حشرات، عوامل بیماری زا مثل قارچ ها و باکتریها انجام می شود. لذا برای پیشگیری از خسارات این عوامل به بوته ها، نیاز به ضد عفونی خاک بستر حداقل به عمق ۲۵ سانتیمتر می باشد که پس از شخم زمین صورت می گیرد.

بسیاری از موارد گفته شده ممکن است بصورت بالقوه در خاک وجود داشته باشند که با مهیا شدن شرایط محیطی، بالفعل خواهند شد و باعث کاهش عملکرد گیاه خواهند شد.

### ۴- عدم نیاز به کودهای آلی

گیاهان از نظر نگهداری و سرپا نگهداشتن و حفاظت ریشه، تأمین آب و مواد غذایی وابسته به خاک می باشند. با توجه به اینکه سیزیجات و صیفی جات گلخانه ای جهت حفظ کیفیت خود و زودرسی بایستی از رشد سریعی بروخوردار باشند و از طرفی اکثرًا دارای ریشه های سطحی و ضعیف هستند باید عناصر غذایی به وفور در اختیار آنها باشد. به عبارتی خاک بستر گلخانه باید یک خاک غنی همراه با قدرت نگهداری کافی باشد.

#### أنواع کودها

تغذیه گیاهان با کودها انجام می گیرد و بطور کلی به ۳ دسته تقسیم می شوند:

- ۱- کودهای آلی (کودهای حیوانی و گیاهی)
- ۲- کودهای بیولوژیک یا زیستی
- ۳- کودهای معدنی یا شیمیایی

در سیستم هیدرопونیک از کودهای معدنی یا شیمیایی استفاده می شود و ما از کود حیوانی استفاده نخواهیم کرد. بنابراین مضراتی که در کودهای حیوانی وجود دارد را نخواهیم داشت...!

#### معایت کودهای حیوانی

- ۱- کودهای حیوانی تازه باعث سوختگی گیاه می شوند: استفاده از کودهای حیوانی تازه در گلخانه اصلاً توصیه نمی شود زیرا ممکن است سبب: سوختگی در اثر تجزیه سریع، بلوکه شدن ازت موجود بوسیله باکتری های تجزیه کننده و اخلال مکانیکی برای شخم و عملیات زراعی شود. بنابراین چون بستر گلخانه پی در پی زیر کشت محصولات مختلف است و مانند مزرعه فرصتی برای پوسیدن کودهای حیوانی نیست، باید حتماً از کودهای حیوانی پوسیده شده استفاده شود.
- ۲- کودهای حیوانی، غالباً از نظر فسفر ضعیفند: اگر کودهای حیوانی را بتوان ارزان بدست آورد بهترین مواد برای تأمین مواد آلی خاک بوده و همچنین منبع خوبی از ازت می باشند ولی باید توجه داشت که غالباً از نظر فسفر ضعیفند.
- ۳- بذر علف های هرز و بیماری ها: با استفاده از کودهای حیوانی، بذر علفهای هرز و بیماری های مختلف وارد زمین می شوند.

۴- هدر رفتن ازت کودهای حیوانی: قسمت های زیادی از ازت داخل کود های تازه قابل حل در آب می باشند. یا چنانچه کنترلی در نگه داری ان نشود ازت به صورت گاز هدر خواهد رفت.

#### ۵- عدم نیاز به فرآیندهای پیش از کاشت

فرآیندهای پیش از کاشت مثل: شخم، تسطیح کردن سطح زمین و کود حیوانی دادن به خاک و ضدعفونی کردن آن حدوداً ۲ ماه زمان می برد، اما در کشت هیدروپونیک دیگر این مسائل وجود ندارد.

#### ۶- عدم نیاز به تناوب زراعی

برای کنترل آفات از روش های به زراعی مانند موارد زیر استفاده می شود:

۱- تناوب در کشت: بعد از کشت مثلاً خیار و مشاهده آفات، دوره بعد مثلاً فلفل دلمه ای کاشته می شود.

۲- استفاده از آیش: برای یک یا دو دوره در مزرعه یا گلخانه کشت نشود.

#### ۷- صرفه جویی در مصرف آب و کود

سیستم های هیدروپونیک به دو صورت اجرا می گردد:

۱- سیستم باز: در این روش، محلول غذایی مورد نیاز گیاه به ظرف کشت، منتقل شده و گیاه به مقداری که نیاز دارد از آن استفاده نموده و مابقی از طریق زهکش ها خارج شده و به فاضلاب منتقل می گردد. در این روش مصرف آب و کود بالاست ...! همچنین در این روش معطل فاضلاب گلخانه های هیدروپونیک وجود دارد. زیرا آبی که وارد فاضلاب می شود به آب های زیرزمینی منتقل می گردد. بنابراین باید فاضلاب مخصوص ساخت.

۲- سیستم بسته: در این سیستم، محلول غذایی پس از قرارگیری کنار ریشه بصورت کاملاً ایزوله از محیط پیرامون جمع آوری گردیده و به مخزن های ویژه ای منتقل و پس از ضدعفونی، مجدداً به چرخه تولید باز می گردد.

در سیستم هیدروپونیک باز، مصرف آب و کودهای شیمیایی بالاست اما در سیستم بسته با توجه به اینکه محلول غذایی پس از ضدعفونی، مجدداً در اختیار گیاه قرار می گیرد در مصرف آب و کودهای شیمیایی صرفه جویی خواهد شد.

#### ۸- افزایش قابل توجه از فضا

با توجه به اینکه مواد غذایی به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار می گیرد، بنابراین در سیستم هیدروپونیک میتوانیم گیاهان را با فاصله کمتری از یکدیگر کشت نماییم.

#### ۹- سود حاصل از پیش رسی محصول

در سیستم هیدروپونیک بخاطر اینکه هوادهی ریشه بهتر انجام می شود و دمای ریشه مناسب تر است، سرعت رشد نسبت به سیستم خاکی ۳۰ تا ۵۰ درصد بیشتر است.

توجه: در سیستم هیدروپونیک، دمای محلول غذایی با دمای گلخانه یکسان است اما در گلخانه های خاکی، همیشه خاک چند درجه از هوای سالن سردتر است.

## معایب کشت هیدرопونیک

از معایب کشت هیدرپونیک می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. هزینه بسیار بالای سیستم هیدرپونیک نسبت به گلخانه‌های خاکی
۲. محدودیت در انتخاب کشت
۳. نیاز به دانش و تکنولوژی پیشرفته
۴. عکس العمل گیاه به مواد غذایی
۵. امکان شیوع و گسترش بیماری‌های ریشه‌ای
۶. کیفیت محصول
۷. مشکل در رابطه با بقاوی‌ای سوبسترا و محلول غذایی

در ادامه به توضیح موارد بالا خواهیم پرداخت:

### ۱- هزینه بسیار بالای سیستم هیدرپونیک نسبت به گلخانه‌های خاک

میزان افزایش سرمایه گذاری بستگی به نوع سیستم بکار گرفته شده دارد. بعنوان مثال هزینه احداث سیستم لایه نازک محلول غذایی (NFT) نسبت به بستر "پشم سنگ" (Rockwool) بالاتر است. اما هزینه نگهداری سالانه سیستم NFT کمتر است.

علاوه بر این هزینه احداث گلخانه، هزینه‌های جاری و جانبی نیز اهمیت دارد که در جدول زیر مقایسه ای مختصر انجام شده است:

| گلخانه‌های هیدرپونیک   | گلخانه‌های خاکی  | احدان گلخانه                                     |
|--|--|--|
| به ازای هر متر ۱۱۰ تا ۱۴۰ هزار تومان   | به ازای هر متر ۷۰ هزار تومان   | احدان گلخانه                                     |
| ۱- مخزن آب و مخزن محلول غذایی<br>۲- پمپ آب<br>۳- سیرکوله کردن هوا<br>۴- سیستم پخش مواد غذایی<br>۵- سیستم خنک کننده<br>۶- سیستم گرم کننده<br>۷- سایبان<br>۸- بستر کشت هیدرپونیک<br>۹- ... | ۱- مخزن آب<br>۲- پمپ آب<br>۳- سیرکوله کردن هوا<br>۴- سیستم آبیاری<br>۵- سیستم خنک کننده<br>۶- سیستم گرم کننده<br>۷- سایبان | هزینه‌های جانبی (تجهیزات گلخانه، بستر کشت و ...) |
| ۱- حقوق کارگران<br>۲- هزینه گاز و برق<br>۳- محلول غذایی  | ۱- حقوق کارگران<br>۲- هزینه گاز و برق  | هزینه‌های جاری                                   |

توجه: با توجه به اینکه در کشت هیدرپونیک هزینه‌ها بخصوص هزینه ساخت محلول غذایی و بستر کشت بالاتر از کشت خاکی است، باید بنحوی عمل نماییم که عملکردمان چندین برابر کشت خاکی باشد.

### ۲- محدودیت در انتخاب کشت

با توجه به اینکه کشت هیدرопونیک، هزینه بسیار بالاتری نسبت به کشت خاکی دارد، بنابراین باید محصولی را انتخاب نماییم که ارزش اقتصادی بالایی دارد. همچنین اوج برداشت محصول بنحوی باشد که مقارن با محصولات فضای باز نباشد.

تجربه نشان داده است که اگر قیمت محصولات گلخانه ای ۵ برابر بیشتر از زمان عادی خودشان باشند، کشت آنها در گلخانه های هیدرопونیک صرفه اقتصادی خواهند داشت. بعنوان مثال، خیار در فصول عادی سال، کیلویی ۱۰۰۰ تومان است اما در ایام نزدیک به عید نوروز و یا اوج سرما تا ۸۰۰۰ تومان نیز بفروش می رسد. بنابراین در این زمان هاست که کشت هیدرопونیک خیار توجه اقتصادی دارد.

مقایسه اقتصادی نشان داده است که تولید محصولاتی مثل خیار، گوجه فرنگی و کاهو با کیفیت بسیار بالا می تواند بازده اقتصادی خوبی برای گلخانه های هیدرопونیک داشته باشد و در ردیف های بعدی، کشت بامجان، فلفل دلمه ای و توت فرنگی قرار میگیرد.

### ۳- نیاز به دانش و تکنولوژی پیشرفته

محیط خاک نسبت به اشتباهات تولید کننده رئوف است. در واقع خاک دارای خاصیت بافری است و هر خطایی که توسط پرورش دهنده در ارتباط با مواد غذایی رخ دهد را با استفاده از خاصیت بافری اصلاح خواهد کرد. اما در سیستم هیدرопونیک هرگز انتظار از خودگذشتگی را نباید از سیستم داشت، زیرا کوچک ترین سهل انگاری در تهیه محلول غذایی و PH و EC ممکن است باعث از بین رفتن کل محصول گردد. همچنین وقهه در فراهم کردن انرژی یا آب باعث ایجاد خسارت خواهد شد.

بعنوان مثال اگر عناصر میکرو (ریزمغذی ها) در اثر اشتباه کارگر یا دستگاه زیاد مصرف شود، گیاه می سوزد و به بازگشت آن امیدی نیست. در واقع باید توجه داشته باشید که حد بین احتیاج گیاه و سمیت بسیار کم است.

### ۴- عکس العمل گیاه به مواد غذایی

عکس العمل گیاه به محلول غذایی خوب یا ضعیف، بسیار سریع و باورنکردنی است. در واقع برای محلول غذایی که همه پارامترها بخوبی برای آن در نظر گرفته شده باشد و خوب باشد، گیاه روز به روز رشد بهتری خواهد کرد اما برای محلول غذایی ضعیف، رشد گیاه بتدریج کم و کم شده و نهایتاً از بین خواهد رفت.

### ۵- امکان شیوع و گسترش بیماری های ریشه ای

امکان شیوع بیماری های ریشه ای بخصوص در سیستم های بسته هیدرопونیک بیشتر است. برای جلوگیری از این وضعیت بایستی محلول غذایی را با استفاده از اشعه UV یا گاز ازن ضدغونی نمود. متأسفانه در ایران از مواد قارچ کشت استفاده می گردد. همچنین در سیستم هیدرопونیک باید از رقم های مقاوم به بیماری های ریشه مانند: فوزاریوم و فیتوفترا استفاده گردد.

البته در سیستم هیدرопونیک باز، بعلت خروج محلول غذایی اضافه از زهکش ها، خطر آلودگی به بیماری ها کمتر خواهد بود.

### ۶- کیفیت محصول

محصولات هیدرопونیک، چون آب بیشتری مصرف می کنند، عطر و طعم آن ها کمتر می شود. در صورتی که گیاهی که درون خاک است بعلت های زیر دارای طعم و عطر بهتری است:

- ترکیبات آلی که در خاک می باشد توسط گیاه جذب می شود.
- اشعه UV به گیاه برخورد کرده که باعث متابولیت های ثانویه می گردد.

البته جدیداً مشکل کاهش طعم و عطر در محصولات هیدروپونیک کمتر شده است. برای رفع این مشکل از ترکیبات آلی مثل اسید هیومیک استفاده می شود. این ترکیبات ممکن است کمی EC را بالا ببرد.

نکته: در گلخانه ها بشدت از سموم و آفت کشت ها استفاده می شود، بنابراین باقیمانده سموم زیاد است و بخاطر اینکه از پوشش پلاستیک یا شیشه استفاده می شود اجازه ورود UV به گلخانه داده نمی شود بنابراین سموم و کود در گیاهان باقی می ماند.

محصولات گلخانه ای به سه صورت می باشند:

۱- محصولات سالم: سموم و آفت کش ها و کودهای شیمیایی به اندازه مصرف می شوند.

۲- محصولات ارگانیک: تنها از مواد ارگانیک استفاده می شود و برای مقابله با آفات از روش های بیولوژیک استفاده می شود.

۳- محصولات ناسالم: سموم و آفت کش ها و کودهای شیمیایی بیش از اندازه مصرف می شوند و یا دوره کارنس آفت کش ها رعایت نمی شود. (دوره کارنس، حداقل زمانی است که اثر آفت کش یا سم در میوه باقی می ماند و تا قبل از این زمان نباید برداشت انجام شود)

## ۷- مشکل در رابطه با بقایای سوبسترا و محلول غذایی

بعد از پایان کشت در گلخانه های هیدروپونیک، مقداری سوبسترا مانند کوکوپیت، پیت ماس و ... و همچنین مقداری محلول غذایی داریم. در سیستم هیدروپونیک باز، مقدار محلول دور ریز شده بسیار بیشتر است و وارد آب های زیرزمینی می شود و اگر به گیاهان خاکی اطراف گلخانه داده شود، باعث می شود که EC بالا برود و گیاه مورد نظر را از بین ببرد. در خارج از کشور از سیستم تبخیری استفاده می شود و نمک بدست آمده برای کار دیگر استفاده می شود.

نکته: سوبسترا در واقع همان بستر کشت هیدروپونیک است.

## انواع سیستم های هیدروپونیک

سیستم های هیدروپونیک را می توان از نظر "توزیع محلول غذایی" و "بستر کشت" تقسیم بندی نمود.

تقسیم بندی سیستم های هیدروپونیک از نظر نحوه توزیع محلول غذایی:

۱- سیستم هیدروپونیک باز (**Open Hydroponic System**): در این روش، محلول غذایی مورد نیاز گیاه به ظرف کشت، منتقل شده و گیاه به مقداری که نیاز دارد از آن استفاده نموده و مابقی از طریق زهکش ها خارج شده و به فاضلاب منتقل می گردد. معایب این روش این است که هدر رفت آب و کود زیاد است و هزینه های نگهداری آن بالاست...! همچنین در این روش، معرض فاضلاب گلخانه های هیدروپونیک وجود دارد زیرا آبی که وارد فاضلاب می شود به آب های زیرزمینی منتقل می گردد. بنابراین باید فاضلاب مخصوص ساخت. اما از مزیت های این روش این است که عوامل بیماری زا از یک گیاه به گیاه دیگر منتقل نمی شود و هر بار محلول تازه و عاری از عوامل بیماری زا در اختیار گیاه قرار می گیرد.

۲- سیستم هیدروپونیک بسته یا چرخشی (**Closed Hydroponic System**): در این سیستم، محلول غذایی پس از قرار گیری کنار ریشه بصورت کاملاً ایزوله از محیط پیرامون جمع آوری گردیده و به مخزن های ویژه ای منتقل و پس از ضدعفونی، مجدداً به چرخه تولید باز می گردد. جهت ضدعفونی از تشعشع امواج کوتاه UV و ازن استفاده می شود اما متأسفانه در ایران اکثر گلخانه دارها از قارچ کش استفاده می کنند. همچنین سیستم حرارتی جهت ضدعفونی وجود دارد که برای هیدروپونیک پیشنهاد نمی شود زیرا ساختار محلول غذایی را از بین می برد. در این روش تا ۶۵ درجه سانتیگراد محلول را بمدت نیم ساعت حرارت می دهیم و به این ترتیب بسیاری از عوامل بیماری زا از بین خواهند رفت. از فیلتراسیون نیز می توان جهت حذف ذراتی با قطر بین ۰,۱ تا ۰,۵ میکرون استفاده نمود. بعد از هر بار استفاده محلول غذایی توسط ریشه، به این

محلول بمیزان خیلی کم مثلاً ۱۰ درصد وایتكس جهت ضدعفونی اضافه می‌گردد. توجه داشته باشید که کل موجود در وایتكس برای گیاه سمی بوده و مصرف زیاد آن برای گیاه خطرناک خواهد بود.

تقسیم بندی سیستم‌های هیدروپونیک از نظر بستر کشت:

۱- سیستم هیدروپونیک مایع (Liquid Hydroponic System): در این سیستم ریشه‌ها فقط در تماس با محلول غذایی و هوا می‌باشند و برای حفظ و سرپاگهداشتن گیاه از بستر خاصی استفاده نمی‌شود.

۲- سیستم هیدروپونیک متخلخل (Aggregate Hydroponic System): در این سیستم از یک بستر جامد جهت سرپا نگهداشت و حفظ ریشه‌های گیاه استفاده می‌شود. بستر مذکور بهتر است که خنثی بوده و تأثیری روی جذب مواد غذایی نداشته باشد. این بستر می‌تواند از مواد معدنی مانند سنگ ریزه، ماسه، پشم سنگ، پرلایت و یا از مواد آلی مانند تراشه چوب، خاک اره و کوکوپیت و یا از مواد مصنوعی مانند اسفنج‌ها باشد. همچنین می‌توان ترکیبی از مواد مذکور را بکاربرد، مثلًاً می‌توان ۸۰ درصد کوکوپیت و ۲۰ درصد پرلایت استفاده نمود.

نکته ۱: در هر بار تماس مواد غذایی با ریشه، تنها مقدار کمی از آن توسط ریشه جذب می‌گردد، بنابراین محلول غذایی بدون تغییر بمدت ۲۰ روز می‌تواند در اختیار گیاه قرار گیرد. تنها پارامترهایی که بعد از هر بار استفاده از محلول در سیستم باقیستی بررسی شود PH و EC محلول می‌باشد که علل آن عبارتند از:

۱- علت بررسی PH: هر بار که محلول غذایی با ریشه گیاه تماس پیدا می‌کند از ریشه، یون H<sup>+</sup> مثبت آزاد می‌گردد که باعث کاهش PH می‌گردد و محلول را اسیدی می‌کند. بنابراین برای مصرف بعدی، باید PH محلول غذایی تنظیم گردد.

۲- علت بررسی EC: از محلول غذایی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد بیشتر آب جذب می‌شود. بنابراین غلظت کودهای شیمیایی محلول در آن بالا می‌رود و در نتیجه EC محلول افزایش می‌یابد، بنابراین برای مصرف بعدی، باید EC محلول غذایی تنظیم گردد. این بررسی و تنظیم EC در مورد بستر کشت نیز صادق است. روش کار به این صورت است که EC مایع خارج شده از زهکش‌ها را بررسی می‌کنیم و اگر بیشتر از حالت مطلوب بود، یکبار بستر کشت را آ بشویی می‌کنیم.

نکته ۲: اگر ۱ کیلوگرم برگ توت فرنگی تازه، جلوی آفتاب خشک گردد، میزان آن به ۲۰۰ گرم کاهش می‌یابد یعنی بمیزان ۸۰ درصد، رطوبت از دست رفته است. حالا اگر در ادامه، برگ‌های خشک شده را بسوزایم، وزن آن به ۲ تا ۳ گرم می‌رسد. یعنی عناصر H و O از دست رفته و فقط مواد معدنی باقی می‌ماند. این نشان دهنده‌ی این است که تنها مقدار کمی مواد غذایی توسط گیاه جذب می‌شود.

#### انواع تکنیک‌های کشت هیدروپونیک

کشت هیدروپونیک دارای انواع مختلفی بوده که برخی در سیستم باز و برخی در سیستم بسته قابل اجرا هستند.

تعدادی از این تکنیک‌ها عبارتند از:

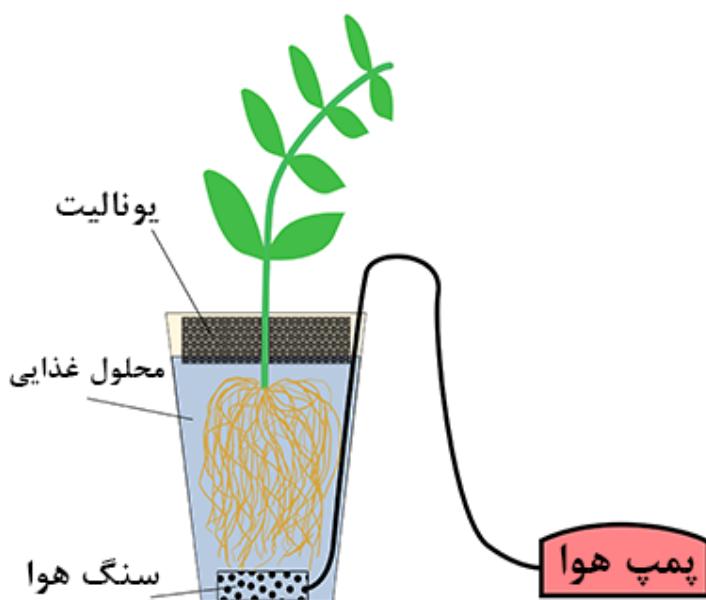
- ۱- تکنیک هوادهی ساکن (SAT: Static Airy Technique)
- ۲- تکنیک حجز و مدد (EFT: Ebb & Flow Technique)
- ۳- تکنیک جریان عمق دار (DFT: Deep Flow Technique)
- ۴- تکنیک جریان هوادی شده (AFT: Airy Flow Technique)
- ۵- تکنیک لایه نازک غذایی (NFT: Nutrient Film Technique)
- ۶- تکنیک آبیاری قطره‌ای (DIT: Drip Irrigation Technique)

- ۷- تکنیک مه پاشی ریشه (RMT: Root Mist Technique)
- ۸- تکنیک مه پاشی کل گیاه (FFT: Fog Feed Technique)
- ۹- تکنیک فتیله (WT: Wick Technique)
- ۱۰- تکنیک کیسه آویزان

در ادامه به توضیح مختصر موارد بالا، خواهیم پرداخت.

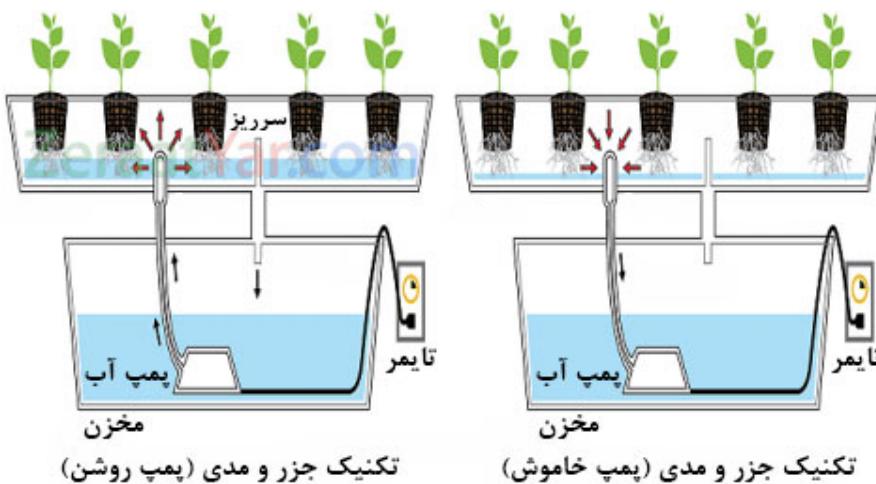
### ۱- تکنیک هیدروپونیک هوادهی ساکن (SAT: Static Airy Technique)

- این سیستم با نام Passive یا ساکن نیز شناخته می شود.
- این سیستم دارای مخزنی بوده که روی آن یونولیت سوراخ دار قرار می گیرد، گیاهان درون این شکاف ها قرار می گیرند و ریشه گیاهان، ۱۰۰٪ درون آب غرقاب است.
- سیستم تجاری نیست و بیشتر در حوضه تحقیقاتی استفاده می شود.
- این سیستم جزو سیستم های بسته هیدروپونیک است و محلول غذایی جایه جا نمی شود. تغذیه بصورت تحتانی انجام می گیرد.
- بطور میانگین هر ۱ ساعت باید ۱۵ دقیقه اکسیژن دهی انجام شود و نیازی به اکسیژن دهی ۲۴ ساعته نمی باشد.
- بطور میانگین بین ۱۰ تا ۱۵ روز یکبار، محلول غذایی باید تعویض گردد.
- در فاصله بین تعویض محلول غذایی، کاستی ناشی از بخار شدن محلول را تنها با آب خالی پر می نماییم. می توانیم مخزن را به یک شیر آب و شناور وصل نماییم تا به کمک آن ها سطح آب را در یک نقطه ثابت نگهداریم.
- اگر بالای این دستگاه بتوانیم سیستم نوری ایجاد کنیم که با افزایش رشد گیاه به سمت بالا، سیستم نوری نیز حرکت کند، سیستمی خواهیم داشته که برای تولید گوجه فرنگی، بادمجان و فلفل بکار می رود.



## ۲- تکنیک هیدرопونیک جزر و مدی (EFT: Ebb & Flow Technique)

- سیستم هیدرопونیک جزر و مدی از یک حوضچه از جنس سیمان یا پلاستیک ساخته شده است (البته سیمان کمی روی PH و EC محلول تأثیر می گذارد، بنابراین اگر از مواد دیگر مانند پلاستیک که خودگی در آنها ایجاد نمی شود استفاده کرد بهتر است) روی حوضچه را کاملاً پوشانده و تنها سوراخ هایی برای قرار گیری گلدان ها تعییه می شود. گلدان ها حاوی پوکه معدنی و گیاه می باشد.
- پوکه معدنی سبک بوده و نقل و انتقال آن راحت صورت می گیرد. آب جذب نمی کند و ریشه بخوبی در آن گسترش می باید. همچنین متخلخل بوده و هوادهی آن خوب صورت می گیرد.
- این سیستم دارای پمپی بوده که هر ۱ ساعت با استفاده از تایمر، روشن شده و بمدت ۵ دقیقه حوضچه را از محلول غذایی پر می کند و ریشه ها و پوکه معدنی در محلول، غرقاب می شوند. بعد از ۵ دقیقه محلول غذایی زهکش شده تا اکسیژن به ریشه ها برسد.
- در شب بدليل اینکه تبخیر کم است و ریشه ها دیرتر خشک می شوند، میزان دفعات آبیاری کاهش می یابد و ۲ تا ۳ بار می باشد.
- این سیستم به شیر برقی و دستگاه تنظیم زمان مجهز می باشد.
- از این تکنیک، جهت ریشه دار کردن قلمه هایی مانند زیتون (دیر ریشه دار می شود) و پرورش میخک و ارکیده بکار می رود.



## ۳- تکنیک هیدرопونیک جریان عمق دار (DFT: Deep Flow Technique)

- این تکنیک دارای سینی کشتی با عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر بوده که روی آن، درپوش وجود دارد این درپوش دارای شکاف هایی می باشد که گیاهان درون آن شکاف ها قرار می گیرند.
- در این تکنیک، پمپی وجود ندارد بلکه جهت حرکت محلول غذایی به سینی کشت، مخزن محلول غذایی در بالاتر از سینی کشت قرار گرفته تا محلول بسمت سینی کشت حرکت کند.
- این سیستم برای پرورش کاهو و سبزیجات موثر می باشد.
- این تکنیک شبیه تکنیک NFT است که در ادامه آنرا فراخواهید گرفت. اما تفاوتی که بین DFT و NFT وجود دارد این است که در سیستم NFT یک لایه نازک مواد غذایی در اختیار ریشه ها قرار میگیرد اما در تکنیک DFT ارتفاع محلول غذایی، تقریباً ۴ برابر است.

- روش جریان عمیق، این نوع سیستم هیدروپونیک را ایمن تر می کند، زیرا ریشه ها در صورت وقوع خرابی در پمپ و تعمیر آن و در این فاصله، خشک نمی شوند. با این حال، این روش در اغلب موارد به کار نمی رود، زیرا به خصوص در سیستم های طولانی یا بزرگتر، اکسیژن دهی به گیاهان متفاوت است و منجر به رشد ناهموار گیاه می شود.

#### ۴- تکنیک هیدروپونیک جریان هوادی شده (AFT: Airy Flow Technique)

- این تکنیک، دقیقاً همان DFD است با این تفاوت که هوادهی نیز انجام می شود.
- تجاری است و صرفاً برای کاشت کاهو استفاده می شود.

#### ۵- تکنیک هیدروپونیک لایه نازک غذایی (NFT: Nutrient Film Technique)

- انگلیسی ها به هر لایه نازک، فیلم می گویند.
- در این سیستم یک لایه نازک به ضخامت حداقل ۰,۵ سانتیمتر بصورت مداوم در جریان است.
- مصرف آب خیلی کمتر از DFT است اما هزینه اجرایی بالایی دارد.
- سیستم کاملاً بسته است و تغذیه بصورت تحتانی انجام می شود و با یا بدون سوبسترا می تواند اجرا شود.
- بیشتر برای کاشت کاهو و گیاهانی که سیستم ریشه متراکم نداشته باشند، استفاده می شود.
- بدليل اینکه محلول در انتهای کanal ها، کیفیت اش را از دست می دهد، حداقل طول کanal ها، ۲۰ متر است.
- جریان آب، ۱ لیتر در دقیقه است.
- شبکه کanal ها، ۱,۳۳ درصد است.
- میزان اکسیژن محلول در ابتدا و انتهای کanal یکسان نیست. بعنوان مثال اگر میزان اکسیژن در ۱ لیتر از محلول در ابتدای کanal ۸,۳ باشد این مقدار برای گوجه در انتهای کanal به ۶,۵ و برای خیار به ۳,۵ کاهش خواهد یافت. در واقع می توان نتیجه گرفت که میزان مصرف اکسیژن خیار نسبت به گوجه بیشتر است. توجه داشته باشد که اگر میزان اکسیژن کمتر از ۳ باشد، برای گیاه مناسب نیست و اگر به ۱ برسد، گیاه خواهد مرد و حداقل مقدار مناسب ۴ می باشد.

