هیدروپونیک
HYDROPONICS

همه چیز زنده به آب است

شرایط اقلیمی ایران

- **ایران:** یکی از خشک ترین مناطق جهان
- متوسط بارندگی کشورمان: ۲۵۰ میلیمتر (یک سوم متوسط جهانی)
- پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی

استفاده صحیح و منطقی از منابع آب محدود کشور

کارآیی مصرف آب (WUE)

- مقدار کیلوگرم محصولی که از هر واحد حجم آب بدست می آید.
- متوسط کارآیی مصرف آب اراضی فاریاب کشور: ۰/۸ کیلوگرم بر متر مکعب.
- برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد کشور باید تا سال ۱۴۰۰ مقدار کارآیی مصرف آب به بیش از دو برابر مقدار فعلی(۱/۶۵) افزایش یابد.
- بی شک امکان افزایش کارآیی مصرف آب در محیط های کنترل شده نظیر گلخانه ها به مراتب بیشتر از شرایط طبیعی می باشد.
- آینده کشاورزی، خواه ناخواه با هدف ارتقاء بهره وری آب از جمله کشت، پرورش و تولید مواد غذایی در محیط های کنترل شده پیش می رود.

با توجه به محدودیت های خاک و کمبود منابع آب کشور؛ جهت افزایش پتانسیل تولید و افزایش راندمان مصرف آب نیازمند شرایط کنترل شده هستیم.

در نتیجه:

حذف خاک

(رفع محدودیت های خاک)

کنترل شرایط

دما، رطوبت، نور، محلول غذایی و ...

کشت بدون خاک در فضای بسته و با شرایط کنترل شده

هیدروپونیک

- این اصطلاح از ۲ لغت یونانی hydro به معنای آب و ponos به معنای کار تشکیل شده است.
- هیدروپونیک در عمل به معنی کاشت گیاهان در آب و محلول غذایی بدون استفاده از خاک می باشد.
- در کشور هلند ۹۰٪ کشت گوجه فرنگی بصورت هیدروپونیک می باشد.

تعریف

هایدرپونیک فن کاشت گیاهان بدون خاک است ریشه ها در هوا که باید بسیار مرطوب نگاه داشته شود یا در آب که باید خوب تهویه شود ویا در برخی مواد جامد غیر از خاک که رطوبت را در خود نگه می دارد رشد می کنند آب موجود در اطراف ریشه ها که غذای مورد نیاز گیاه را تامین می کند حاوی ترکیبات متعادلی از مواد غذایی است.

علت گسترش کشت هیدروپونیک:

- افزایش جمعیت جهان و کمبود منابع غذایی
- تولید با کیفیت بالا و در سطح کمتر.
- گسترش مشکلات و هزینه های کنترل آفات و بیماری های خاکی که باعث کاهش سودمندی اقتصادی کاشت محصولات در خاک شده است.
- کاهش چشمگیر در میزان حاصلخیزی خاک بعد از چندین سال کشت و کار که غالباً با یک افزایش سطح شوری همراه است.
- کمبود آب و یا عدم وجود آب با کیفیت مناسب و عدم امکان کنترل دقیق تغذیه گیاه در سیستم های خاکی.

هر گیاهی را می توان به صورت هیدروپونیک کشت کرد ولی بعضی از آنها موفقیت بیشتری در این سیستم دارند.

کشت هیدروپونیک برای محصولات مقاوم از قبیل گوجه – خیار – فلفل – گیاهان برگی مثل کاهو – سبزی و گیاهانی که رشد سریعی دارند ایده آل است.

امروزه از کشت هیدروپونیک برای تولید علوفه دام استفاده های زیادی می شود و این امر به یک راه اقتصادی و مناسب برای تولید علوفه دامداران تبدیل شده است.

مزایا و معایب کشت هیدروپونیک و کشت خاکی در گلخانه

کشت خاکی در گلخانه

کشت خاکی در گلخانه

از شیوه های معمول در گلخانه در بسیاری از مناطق

اغلب به صورت کشت نشاء و انتقال به پشته ها

کشت خاکی در گلخانه

- بستر کشت به صورت جوی و پشته
- وجود دو یا چند ردیف بر پشته (بوته بیشتر و محصول بیشتر)
- وجود تک ردیف بر روی پشته (آبیاری راحت تر و برداشت بهتر)

کشت خاکی در گلخانه

- تناژ محصول به نسبت کشت هیدروپونیک کمتر
- مصرف آب گیاه به نسبت کشت هیدروپونیک برابر
- نبود کنترل در بیماری های ریشه و طوقه ای

کشت خاکی در گلخانه

- ایجاد محدودیت در نوع محصولات

کشت هیدروپونیک در گلخانه

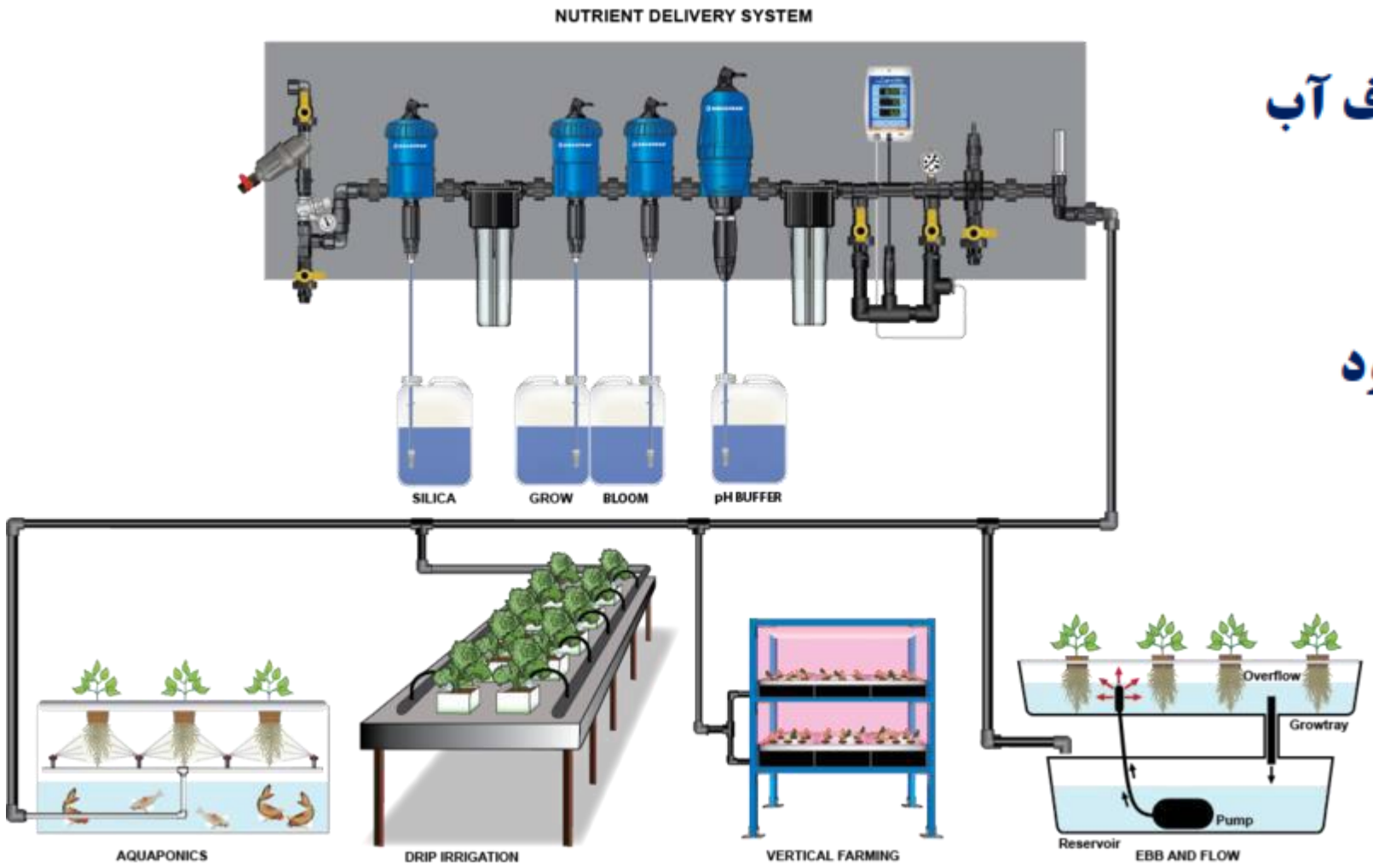
هیدروپونیک یا آب‌کشت، یکی از روش های خلاقانه تولید محصولات کشاورزی بدون خاک، سم و با کم ترین نیاز به آب (با استفاده از محلول مغذی) است.

گیاه، به جای آنکه مثل روش سنتی همیشگی، در خاک، رشد و نمو پیدا کند، در سیالی از محلول های غذایی قرار می گیرد تا بستر هماهنگی جهت رشد گیاه به صورت هیدروپونیک (HYDROPONIC) فراهم شود.

مزایا کشت هیدروپونیک

- امکان پرورش گیاهان به روش هیدروپونیک در تمام نقاط
- بالابردن تراکم در واحد سطح
- کاهش میزان فعالیت سنگین

مزایا کشت هیدروپونیک



- حفظ و صرفه جویی در مصرف آب
- نبود مشکل علف هرز
- کاهش مشکلات ناشی از وجود آفات و بیماری ها

مزایا کشت هیدروپونیک

- افزایش میزان تولید محصول
- حفظ و نگهداری مواد غذایی
- کنترل شرایطی محیطی

مزایا کشت هیدروپونیک

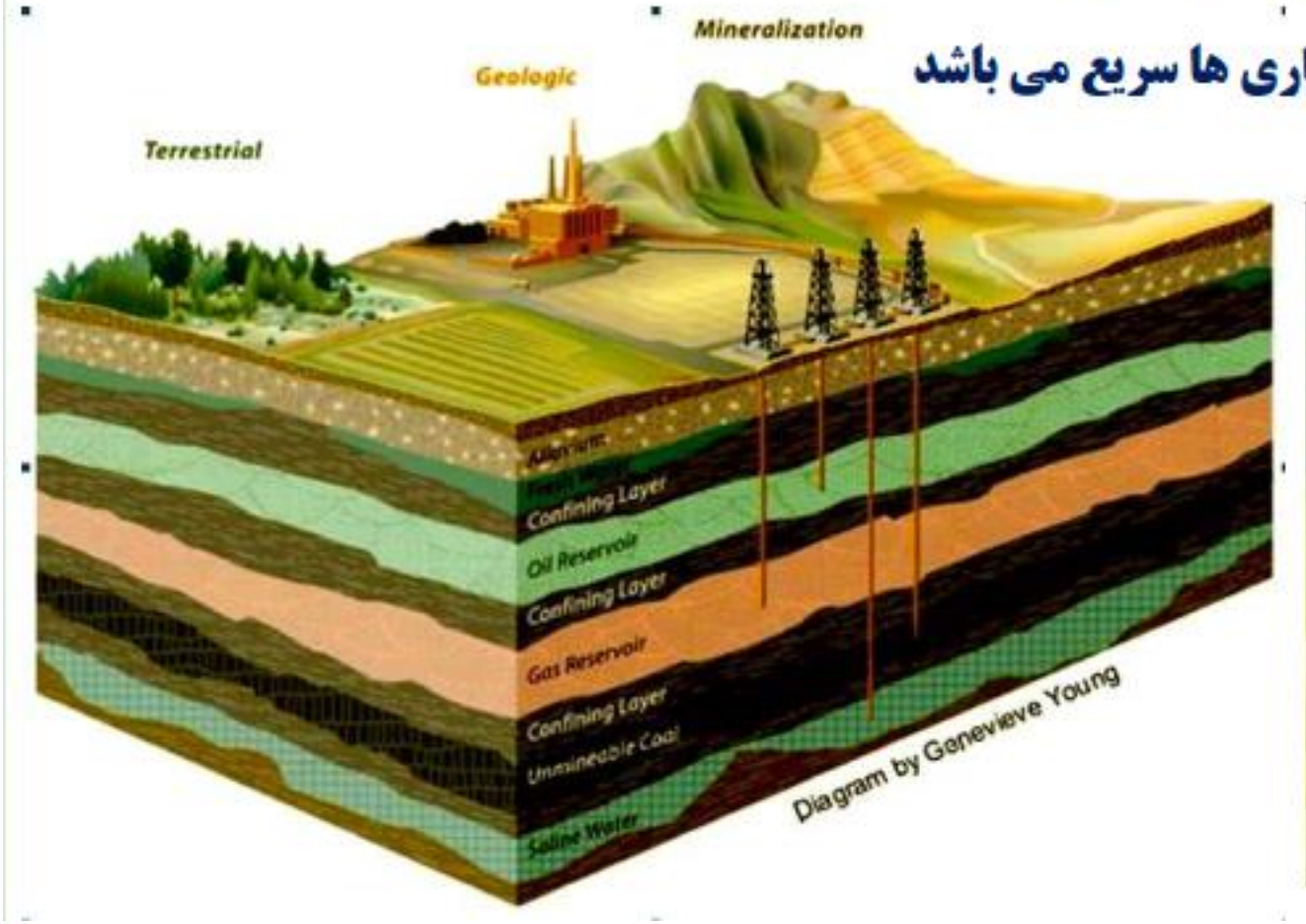
❖ از حجم ریشه ها کاسته می شود و بزرگ شدن ریشه ها درحد میکروسکوپی است

معایب کشت هیدروپونیک

- سرمایه گذاری اولیه در سطح تجاری و وسیع
- نیاز به نیروی متخصص برای کار با دستگاه تغذیه

معایب کشت هیدروپونیک

- آلودگی آب های زیرزمینی در اثر مخلوط شدن با محلول های غذایی
- واکنش گیاه به تغذیه نامنظم و نامناسب و نیز آفات و بیماری ها سریع می باشد



وظایف بستر کشت در گلخانه

- فراهم ساختن فضای مناسب برای رشد ریشه
- آب رسانی و تغذیه ریشه‌ها
- فراهم کردن استحکام کافی در قسمت پایینی گیاه
- و ...

خصوصیت های بستر کشت در گلخانه

- باید از لحاظ شیمیایی خنثی باشد
- باید از لحاظ شیمیایی پایدار باشد

خصوصیت های بستر کشت در گلخانه

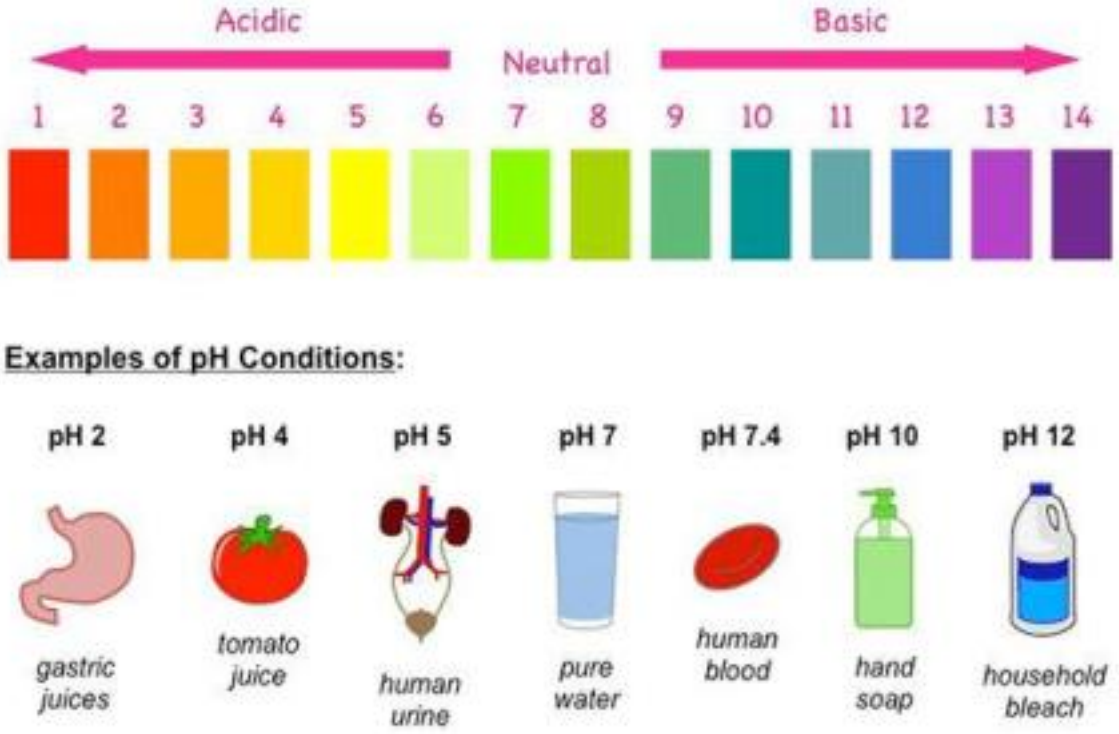
- باید تمیز و قبل از کشت ضد عفونی شود
- زهکش خوبی داشته باشد و آب اضافی از آن خارج شود

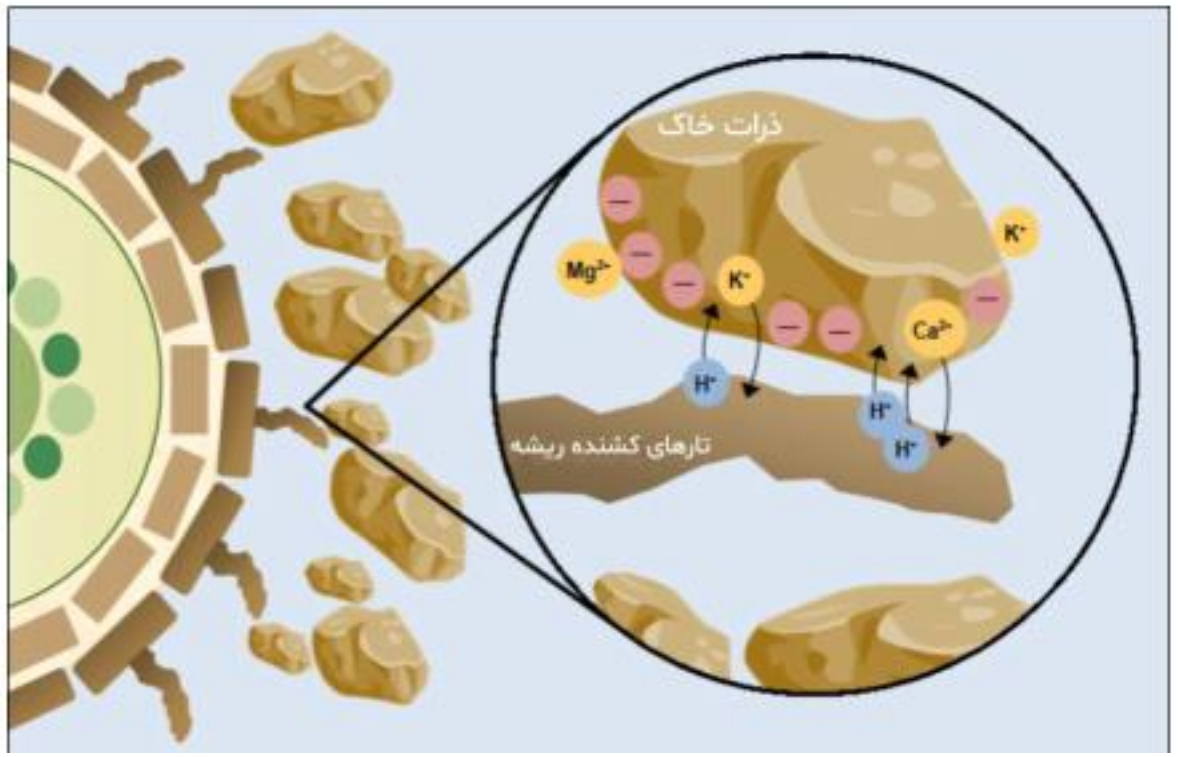
خصوصیت های بستر کشت در گلخانه

- باید دارای ظرفیت نگهداری آب و هوای کافی با نسبت متعادل را داشته باشد
- بدون هرگونه مواد غذایی باشد

خصوصیت های بستر کشت در گلخانه

- باید قابلیت بافری خوبی داشته باشد یعنی در برابر تغییر PH مقاومت کند
- باید دارای قابلیت تبادل متوسط باشد





بستر کشت در گلخانه

سه گروه محیط کشت یا بستر متخلخل برای کشت براساس منشاء آنها :

- **بستر کشت معدنی**
- **بستر کشت مصنوعی**
- **بستر کشت آلی**

بستر کشت در گلخانه

❖بستر کشت معدنی

بستر کشت ماسه Sand

بستر کشت سنگریزه Gravel

بستر کشت پشم سنگ Rockwool

بستر کشت پرلایت

بستر کشت ورمی کولایت

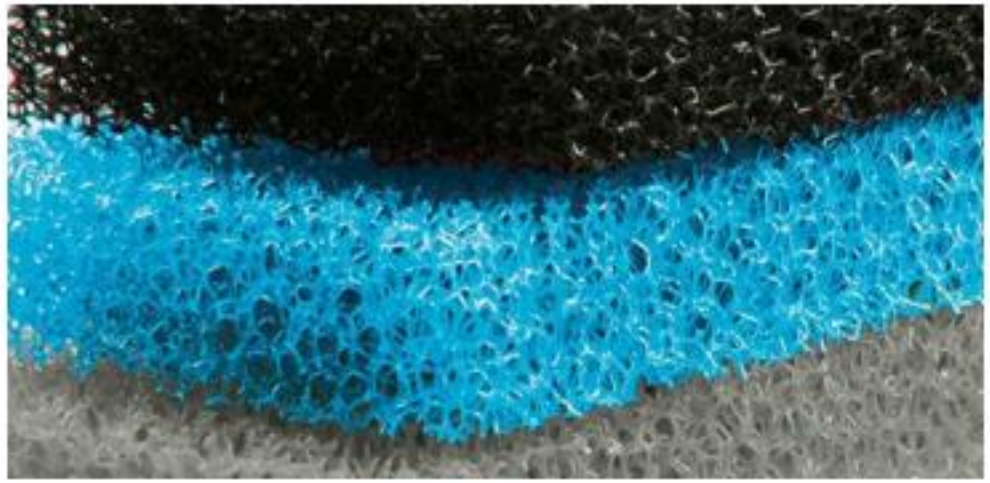
بستر کشت زئولیت

بستر کشت پوکه معدنی Tuff

بستر کشت رس بسط داده شده (لیکا)

بستر کشت در گلخانه

❖بستر کشت مصنوعی



بستر کشت اسفنج

بستر کشت پلاستیک منبسط

بستر کشت پلی اورتان

بستر کشت در گلخانه

❖بستر کشت آلی

بستر کشت تراشه چوب یا خاک اره درشت

بستر کشت پیت Peat

بستر کشت کوکوپیت یا پیت نارگیل Coco Peat

بستر کشت پوست درختان

بستر کشت سبوس برنج

بسترهای کشت مخلوط:

- از آنجا که اکثر محیط های کشت به تنهایی قادر به برآورده کردن نیازهای کلی گیاه نیستند در بسیاری از موارد مخلوطی از چند ماده به عنوان بستر کشت استفاده می شود.

- بسیاری از تولید کنندگان شخصاً انواع مخلوط های بستر کشت برای پرورش نشا یا محصول در گلخانه را تهیه می کنند که در آن صورت باید به ویژگی و نقش هر کدام از مواد تشکیل دهنده بستر آشنا باشند.

تهیه بستر کاشت

* از کارتن پلاست با ابعاد ۳۰*۲۵*۳۰ به منظور ساخت محفظه بستر کاشت استفاده گردید.
* کارتن روی پایه های فلزی به ارتفاع ۴۵ سانتی متر قرار گرفتند
* به منظور سهولت خروج زه آب از آنها پوکه معدنی در کف آنها ریخته شد. سپس بسترهای کاشت فوق الذکر در کارتن پلاست ها ریخته شدند.
* چند نوبت آبشویی قبل از انتقال نشاء به منظور یکنواخت سازی و کاهش شوری در بستر چوب و خرما انجام پذیرفت.

بستر کوکوپیت- پرلیت: با توجه به مطالعات موجود به منظور تهیه بستر کوکوپیت- پرلیت از مخلوط کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۵۰:۵۰ مورد استفاده قرار گرفت. این نسبت با عنایت به نیاز زیاد ریشه خیار به اکسیژن در نظر گرفته شد.

بستر ضایعات پوست چوب: حاوی ۸۰ درصد ضایعات پوست چوب، ۱۵ درصد ورمی کمپوست و ۵ درصد زئولیت بود این ترکیب نیز با توجه به مطالعات صورت گرفته در موسسه تحقیقات خاک و آب دارای نسبت مناسبی از خلل و فرج درشت برای تهویه میباشد.

بستر ضایعات خرما: حاوی ۹۰ درصد ضایعات خرما، ۵ درصد ورمی کمپوست و ۵ درصد زئولیت بود که وضعیت مشابه بستر چوب دارد.

مهم ترین تولید کننده های تجاری هیدروپونیک در دنیا

کشورهای هلند، اسپانیا، کانادا، ژاپن، نیوزیلند، انگلستان، آمریکا و ایتالیا

انواع سیستم‌های هیدروپونیک

نیازهای عمده گیاهان در سیستم هیدروپونیک

۱- تامین آب و عناصر غذایی متعادل و تازه و رساندن آن به ریشه گیاهان.

۲- حفظ تعادل گازی مطلوب بین محلول غذایی و ریشه گیاهان.

۳- محافظت از خشک شدن ریشه‌ها و افت سریع محصول در صورت خرابی پمپ یا قطع برق

دسته بندی سیستم هیدروپونیک براساس ساختار

۱- سیستم هیدروپونیک مایع

الف)روش چرخشی (سیستم بسته)

- NFT فناوری فیلم غذایی
- DFT فناوری جریان عمیق

ب)روش غیر چرخشی (سیستم باز)

- غوطه ورکردن ریشه
- شناورسازی
- نیروی کاپیلاری

۲-سیستم هیدروپونیک دانه بندی (تلفیقی):

- سیستم کیسه آویزان
- سیستم شیاری
- سیستم کیسه رشد
- سیستم گلدانی

۳-سیستم هوا کشت (آئروپونیک)

- مه پاش ریشه
- تغذیه بخار

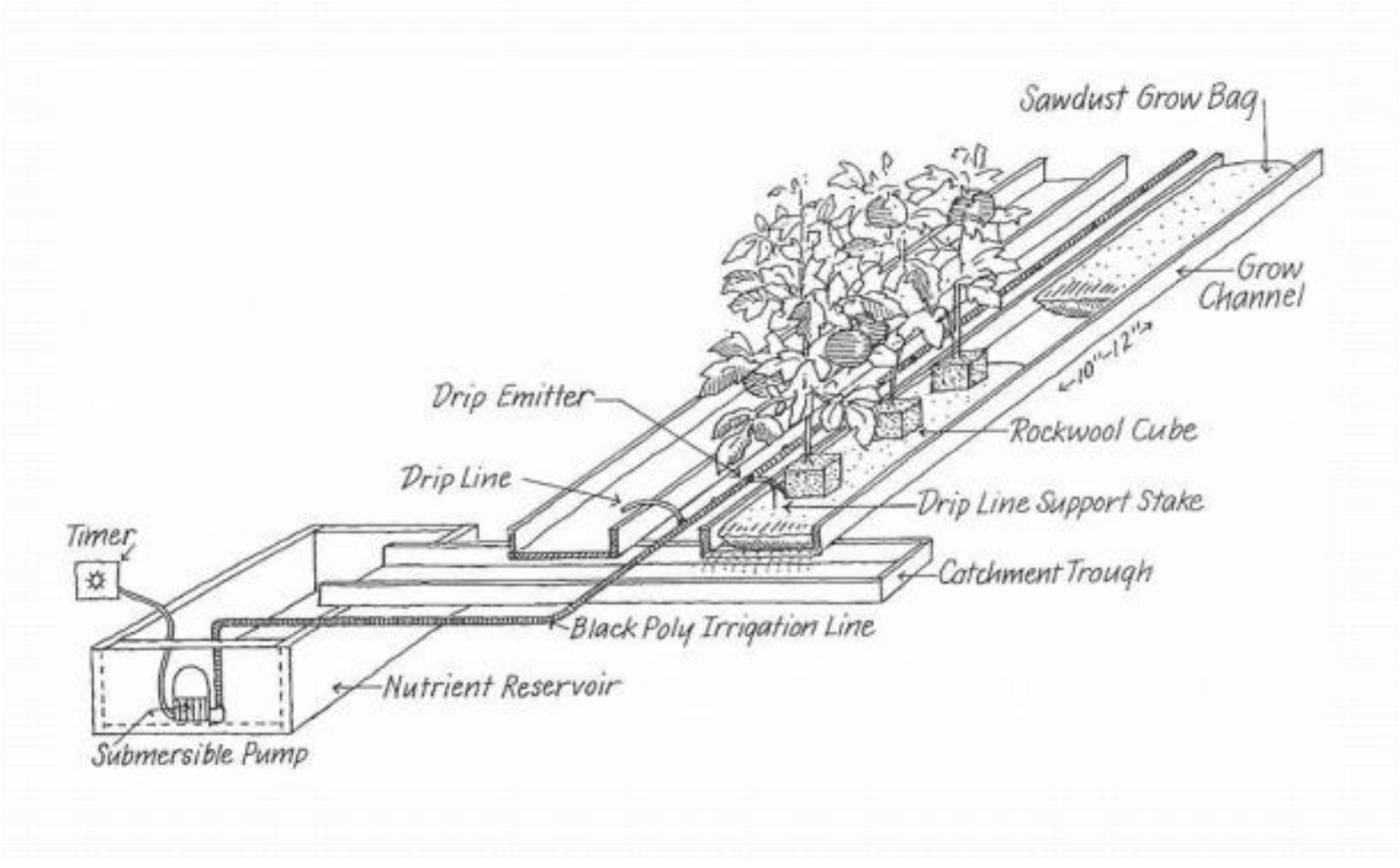
انواع سیستم های زهکشی

به طور کلی ۲ سیستم برای توزیع محلول های غذایی در روش های کشت هیدروپونیک وجود دارد.

- **سیستم باز**
- **سیستم بسته**

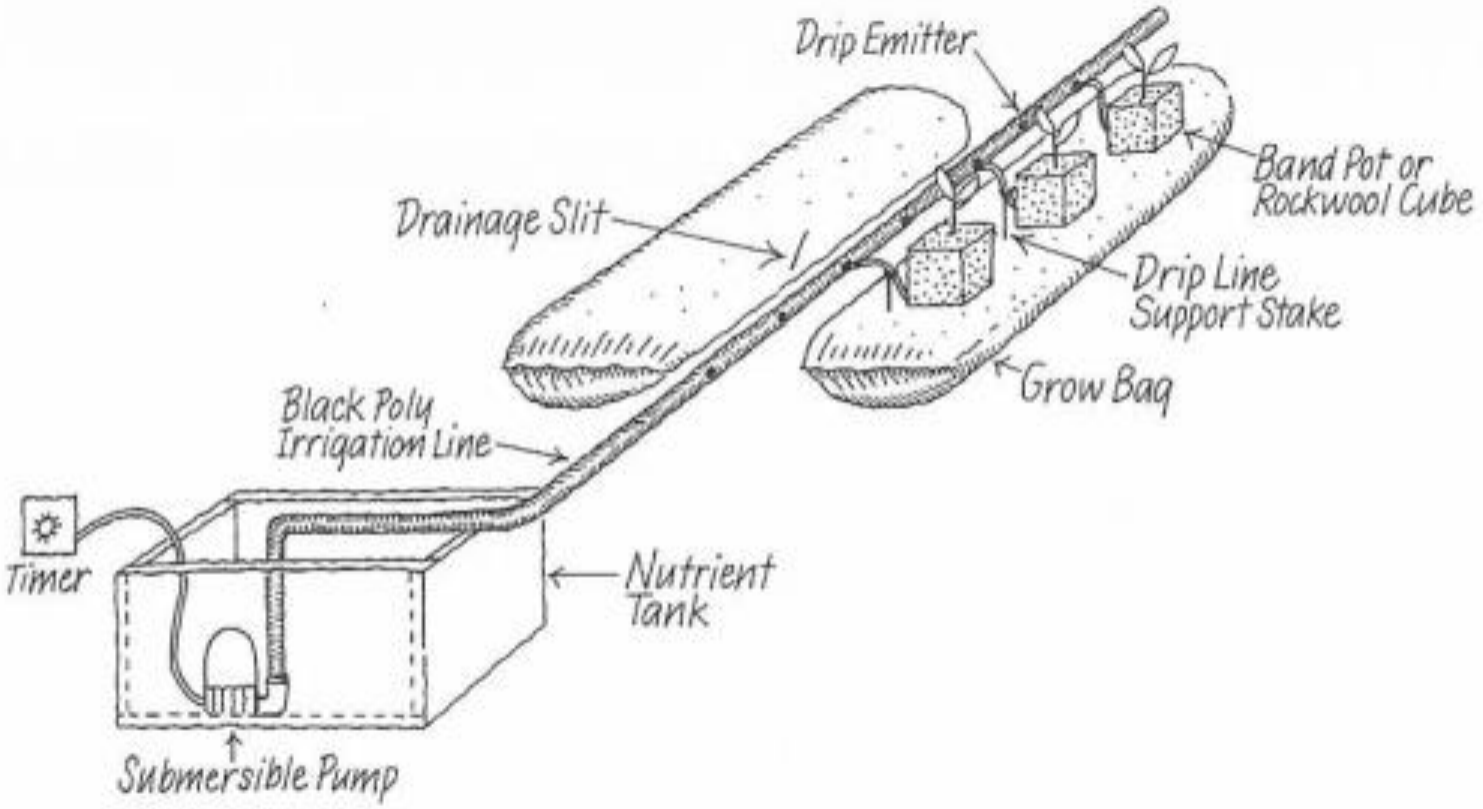
در سیستم بسته:

- محلول غذایی پس از عبور از بستر های کشت جهت استفاده مجدد به منبع بر می گردد.
- سیستم بسته از نظر صرفه جویی درمصرف مواد غذایی اقتصادی است اما نیاز به بررسی دائمی و تعدیل محلول غذایی دارد و اندازه گیری و تنظیم pH و EC باید به صورت منظم انجام شود.
- تجزیه شیمیایی محلول هر ۳-۲ هفته یک بار برای عناصر پر مصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، و کلسیم و هر ۶-۴ هفته یک بار برای عناصر میکرو شامل سدیم، بر، مس، آهن، منگنز و روی ضروری است.
- در این سیستم لازم است تا کود متناسب با جذب مواد غذایی توسط گیاه، اضافه شود تا عدم وجود بعضی عناصر منجر به تجمع و عدم جذب سایر عناصر نگردد.
- یکی دیگر از معایب این سیستم امکان گسترش سریع بیماری های قارچی به دلیل گردش محلول می باشد که سریعاً باید کنترل شود.
- استفاده از لامپ ماوراء بنفش و دستگاه اوزون برای مدیریت بهینه در این سیستم لازم است.


Sawdust Grow Bag
Grow Channel
10"-12"
Drip Emitter
Rockwool Cube
Drip Line
Drip Line Support Stake
Timer
Catchment Trough
Black Poly Irrigation Line
Nutrient Reservoir
Submersible Pump

در سیستم باز:

- محلول غذایی از بستر های کشت زهکش شده و از سیستم خارج می شود.
- در سیستم باز آب و مواد غذایی از طریق قطره چکانها در اختیار گیاه قرار می گیرد و مقدار زیادی از آب زهکش شده و از دسترس خارج می شود.
- در این سیستم هر بار محلول غذایی ساخته می شود و به علت عدم برگشت محلول به مخزن، احتیاج به بررسی و تعدیل ندارد چون گیاهان همیشه از یک محلول ثابت و تازه استفاده می کنند.
- کیفیت آب آبیاری هم در این سیستم کمتر می تواند بحرانی باشد.
- افزایش میزان نمک ها به میزان بیش از ۵۰۰ppm و حتی بالاتر از آن برای مصرف بعضی محصولات مثل گوجه فرنگی قابل تحمل است اما مطلوب نیست. در این سیستم برای جلوگیری از تجمع نمک در بستر ها آب زهکش به صورت دوره ای آزمایش می شود تا میزان نمک های حل شده کل آن اندازه گیری شود و اگر شوری آب زهکش ۳۰۰۰ppm یا بیشتر باشد بستر ها به آب شویی با آب معمولی نیاز خواهند داشت.


Drip Emitter
Band Pot or
Rockwool Cube
Drainage Slit
Drip Line
Support Stake
Grow Bag
Black Poly
Irrigation Line
Timer
Nutrient
Tank
Submersible Pump

- **سیستم فعال**

شامل ابزار مکانیک خاصی جهت بازچرخش محلول غذایی درون سیستم می‌باشد.

- **سیستم غیر فعال**

متکی به فعالیت مویینه، جذب و یا نیروی ثقل برای تغذیه ریشه‌ها با محلول غذایی است

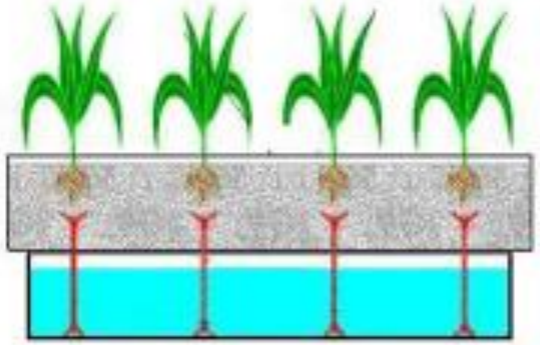
سیستم های کشت بدون خاک

اساس:

- عدم استفاده از خاک.
- تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاه از طریق آب یا محلول غذایی.

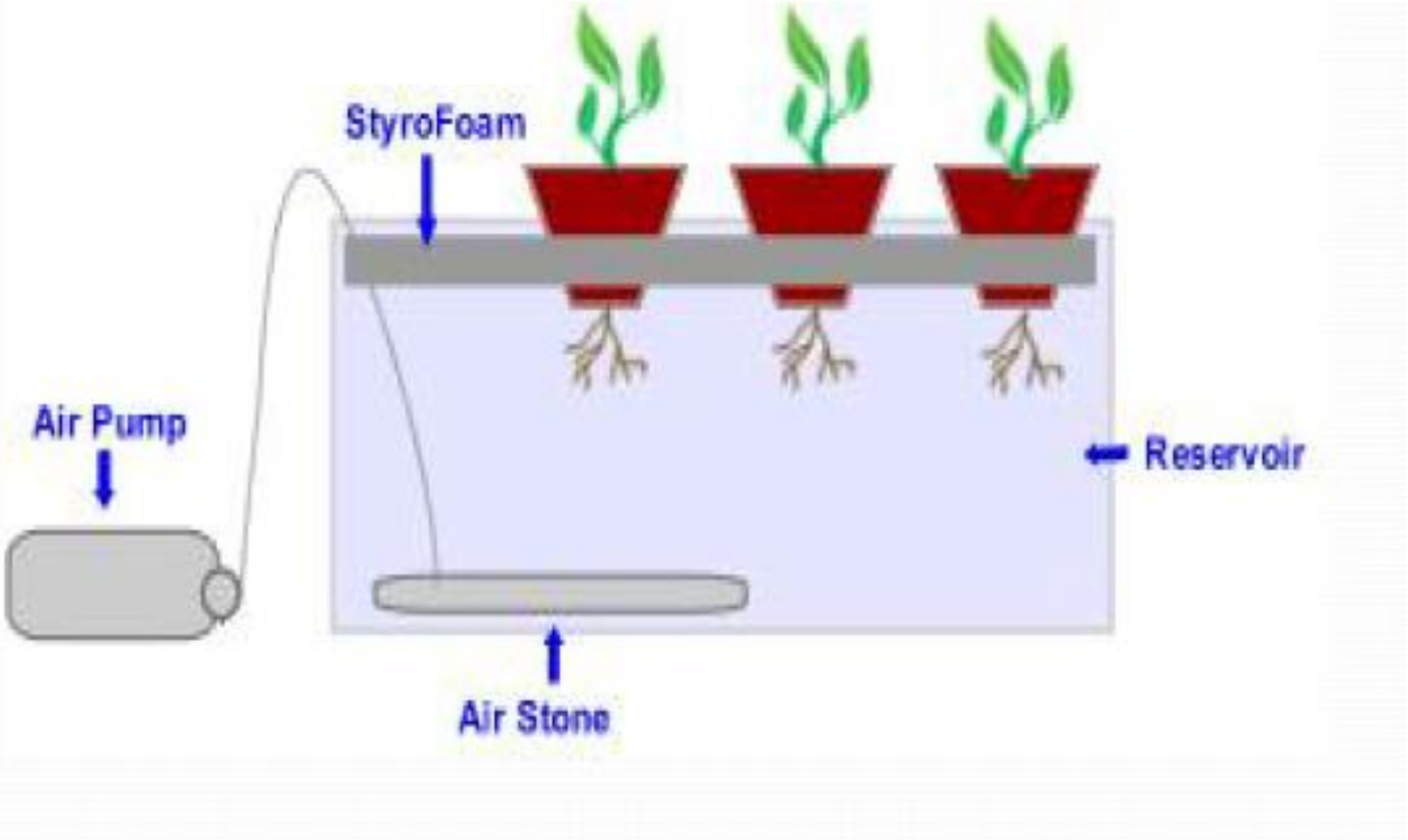
wick:

- آسانترین و ابتدایی ترین روش محلول دهی.
- در آن هیچگونه سیستم فعالی وجود ندارد.
- محلول غذایی از داخل منبع توسط فتیله در اختیار گیاه قرار می گیرد.
- می توان از کلیه بسترهای معدنی و آلی بدون هیچ مشکلی استفاده کرد.
- هر چه گیاه قویتر باشد قدرت جذب محلول بیشتری خواهد داشت.



Water culture:

- آسانترین روش در میان سیستم های فعال پخش کننده محلول غذایی.
- گیاهان توسط صفحاتی که معمولاً از جنس استیروفوم هستند مستقیما بر روی سطح محلول غذایی قرار می گیرند.
- یک پمپ دائماً اکسیژن را در داخل مخزن محلول غذایی به صورت حباب در می آورد.
- مناسب گیاهان دارای رشد سریع و دارای نیاز آبی بالا: مثل کاهوی برگی.

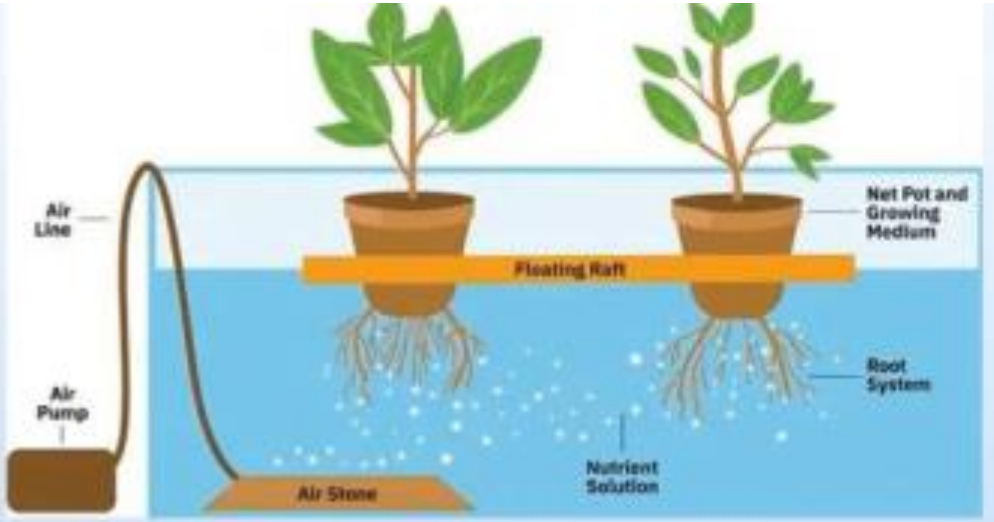

StyroFoam
Air Pump
Reservoir
Air Stone

ساده ترین سیستم شناور

1. مخزن محلول غذایی ۲- نصب سیستم هوارسانی ۳- ایجاد حفره در استیروفوم ۴- قرار دادن صفحات استیروفوم روی مخزن ۵- گلدان های مشبک قرار گیری نشا ۶- قراردادن گلدان های مشبک روی استیروفوم ۷- پرکردن گلدان های مشبک از مواد بستری ۸- انتقال نشا

- کاهو و سایر سبزی‌های برگی
- استیروفوم به ضخامت ۴ سانتی متر به‌طوری که ریشه‌های گیاهان آنها به‌داخل محلول غذایی آویزان
- پس از هر بار مصرف توسط وایتکس ۱۰ درصد یا هیپوکلرید سدیم تجاری ضد عفونی
- قدیمی‌ترین روش کشت هیدروپونیک است که گیاهان در محیط کاملا مایع شناور بوده و محلول‌غذایی ساکن و درون ظرف می
- این ظرف باید از مواد پلاستیک مات و غیر شفاف و یا یک سطل باشد. قسمت خارجی مخزن با رنگ سفید رنگ آمیزی می‌شود تا محلول غذایی داخل آن گرم نشود

- چون محلول غذایی ساکن و ثابت است و مقدار اکسیژن لازم جهت تنفس ریشه محدود است بنابراین جهت جلوگیری از خفگی ریشه باید مرتبا اکسیژن وارد محلول غذایی شود (معمولا هوارسانی به‌صورت غیر پیوسته و نیم ساعت یا یک ساعت یکبار چند بار در روز انجام می‌شود) و از کمپرسور هوا یا پمپ اکواریوم استفاده می‌شود



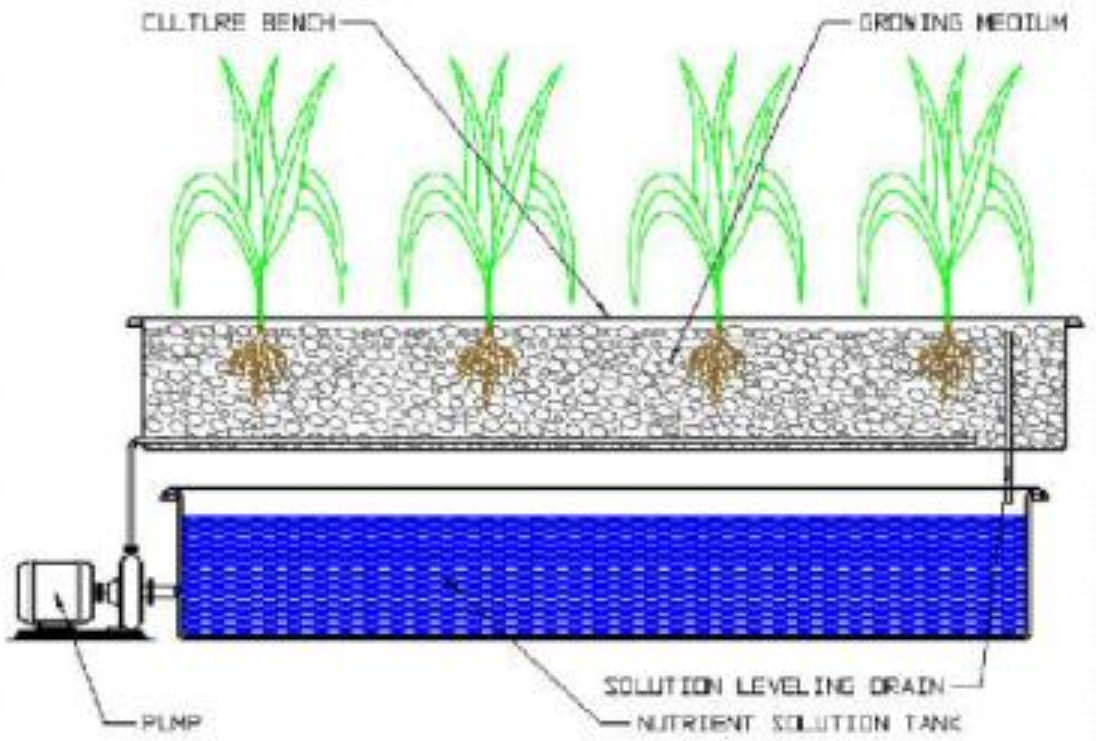
- حجم و مقدار محلول غذایی مورد استفاده در هر مخزن یا ظرف کاشت به اندازه و نوع گیاه بستگی دارد
- برای جبران آب از دست رفته از طریق، تعرق از محلول‌غذایی آب خالص اضافه می شود. زمانی محلول غذایی تجدید می شود که NO_3 و K به نصف مقدار اولیه رسیده باشد یا رنگ محلول غذایی تیره شود.

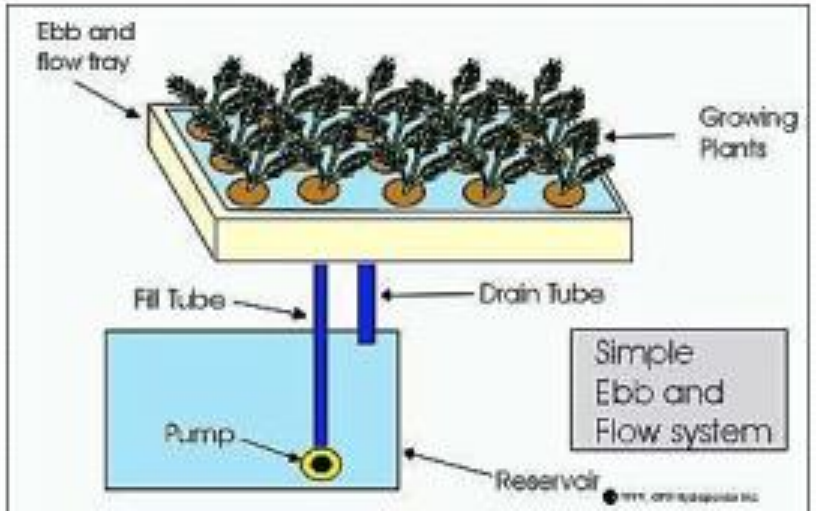
معایب سیستم

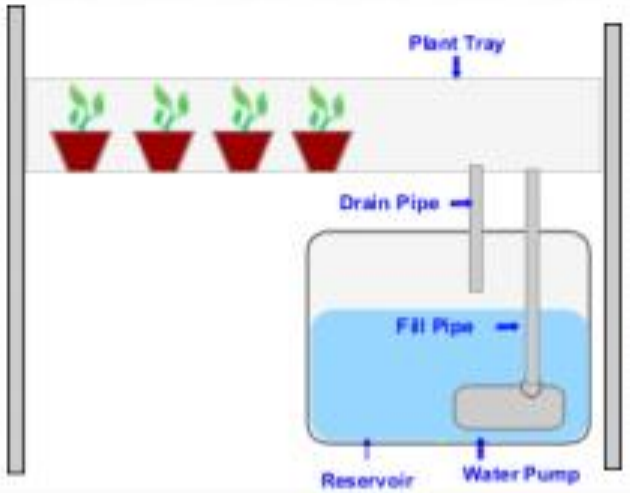
- لوله‌هایی که هوارسانی داخل محلول را انجام می‌دهد به‌وسیله رسوب نمک‌ها بسته می‌شود.
- – لازم است محلول غذایی به‌طور منظم عوض شود تا کمبود مواد غذایی آن جبران شود.
- گیاه درون محلول غذایی است و سوبسترایی نگهدارنده ریشه آن نمی باشد حتما نیاز به استفاده از قیم برای نگهداشتن گیاه است.

Ebb and Flow

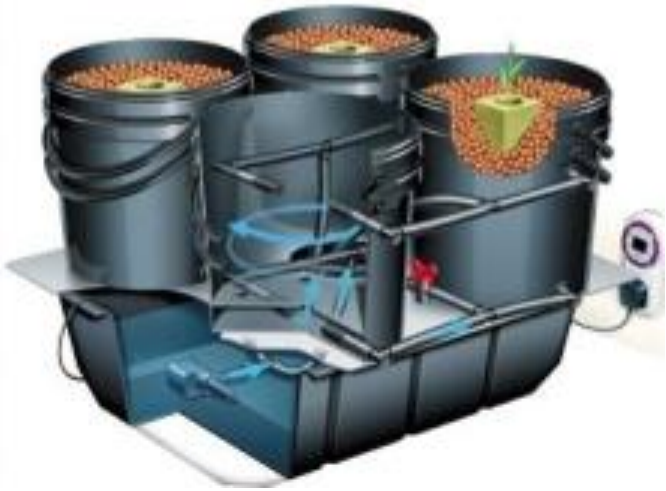
- محلول غذایی به صورت ناگهانی بالا آمده و سپس زهکش شده و به داخل مخزن بر می گردد.
- حساس بودن این سیستم به قطع برق و قطع جریان جزر و مدی.
- استفاده از بسترهایی که قدرت نگهداری آب بیشتری دارند به صورت مخلوط با بسترهای کشت معمول مثل شن و پرلیت.


CULTURE BENCH
GROWING MEDIUM
SOLUTION LEVELING DRAIN
NUTRIENT SOLUTION TANK
PUMP

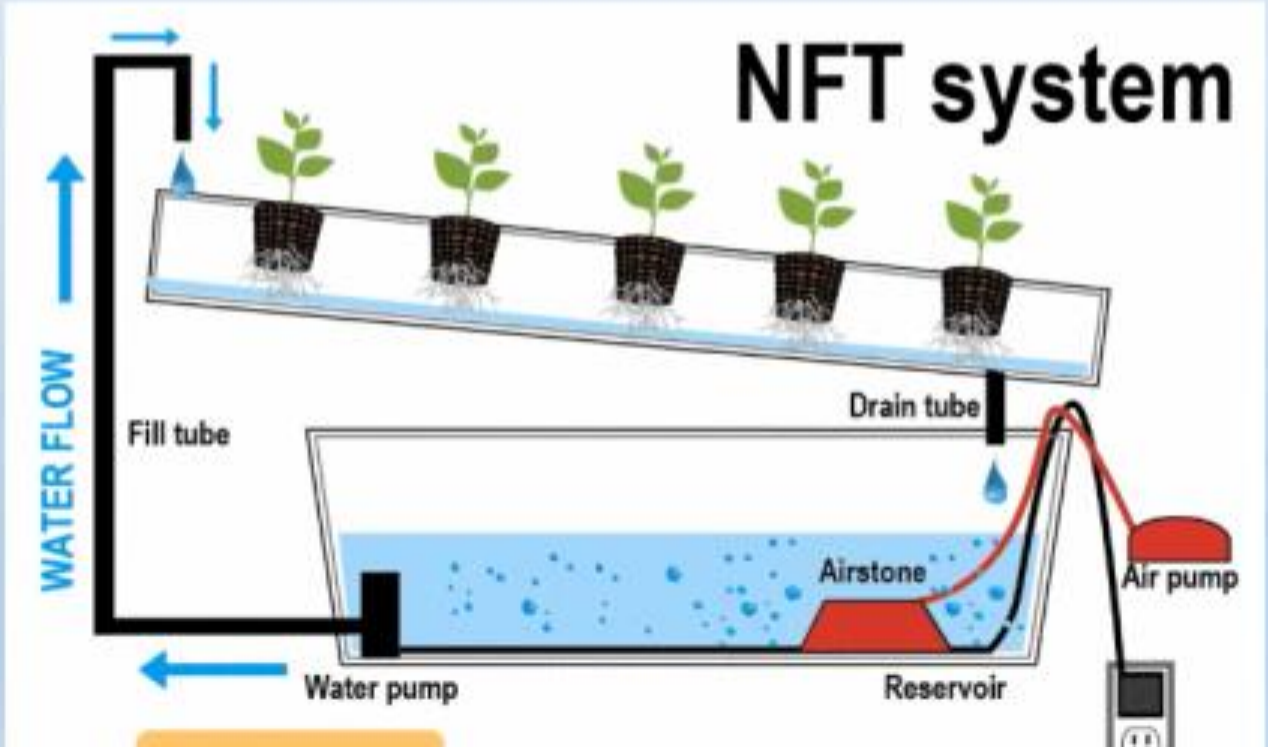

Ebb and flow tray
Growing Plants
Fill Tube
Drain Tube
Pump
Reservoir
Simple Ebb and Flow system


Plant Tray
Drain Pipe
Fill Pipe
Reservoir
Water Pump

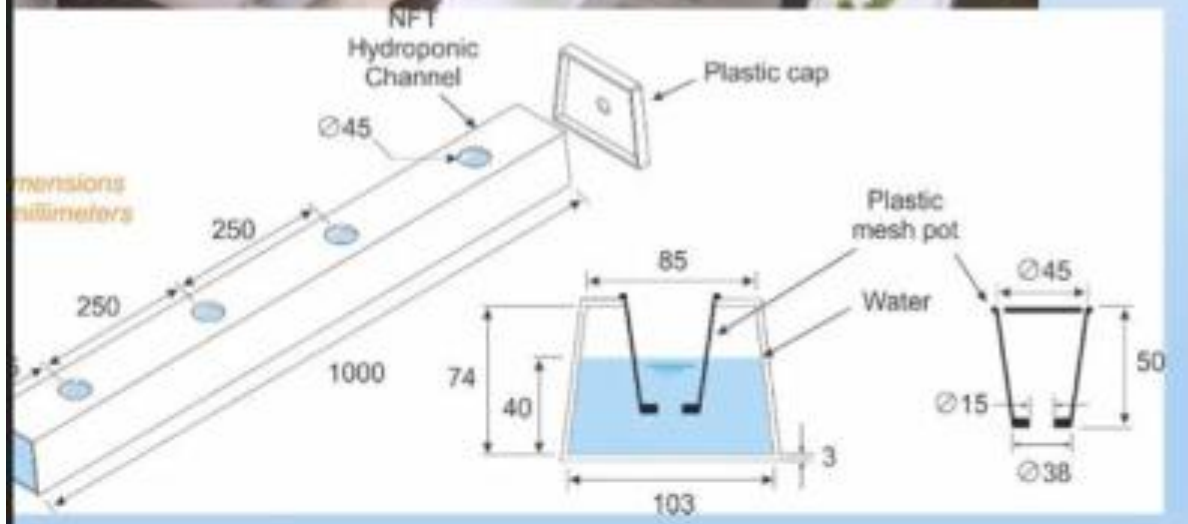
Drain Condition
Flood Condition
www.dbcourt.co.uk/hydroponics



NFT (Nutrient Film Technique)



- در کشت سبزی و صیفی جات
- ریشه‌های گیاهان در مجاری باریک و طویل حرکت محلول غذایی به صورت مداوم در سراسر کانال‌های کشت
- درجه حرارت آب بالا ← کاهش حلالیت اکسیژن: پمپ هوا



- ناودان‌های با شیب کم (شیب تقریبی ۲-۱ درصد) وگر نه باعث تجمع محلول غذایی در یک نقطه می‌شود
- از ناودان‌های پلاستیکی با پهنای ۳۰ سانتی متر
- طول ۹ متر استفاده می شود و در بعضی منابع طول ۳ متر ذکر شده است
- در روش NFT میزان جریان محلول غذایی در داخل کانال ها باید حداقل یک تا دو لیتر در دقیقه باشد.

- گیاهانی که در ابتدای ناودانها هستند از نظر تغذیه و اکسیژن‌رسانی قوی هستند

- گرم شدن خیلی زیاد سیستم؛ میزان حلالیت اکسیژن کاهش می‌یابد. کاهش اکسیژن باعث پیری زود رس گیاه و پایین آمدن راندمان تولید می‌شود. برای رفع این مشکل گاهی کانال ها را خنک می کنند:

  به این صورت که هوای سرد را به طور مستقیم توسط فن ها از زیر نیمکت های NFTعبور داده. اگر فضای اطراف نیمکت ها بوسیله لایه پلی اتیلنی مسدود شود هوای سرد با شدت به طرف بالا و به طرف بوته ها جریان پیدا خواهد کرد.

- ممکن است سطح محلول های غذایی مخصوصا در قسمت ورودی کافی نباشد و به قاعده مکعب ها و ریشه گیاه نرسد. این مشکل را می توان بوسیله قرار دادن یک تکه حوله کاغذی یا یک موئینه حصیری در زیر هر بوته رفع کرد.

- جنس مواد ضد آب مانند PVC یا لایه‌های پلاستیک
- این کانال‌ها را به گونه‌ای بر روی سطح زمین قرار می‌دهند که با وجود یک شیب جزیی امکان جریان پیدا کردن محلول غذایی از بالا به سمت پایین کانال ایجاد شود.
- برای انجام این کار از قفسه‌ها و یا نیمکت‌های طویلی برای گذاشتن کانال‌ها بر روی آنها استفاده می‌کنند

از صفحات موج‌دار علاوه بر سقف‌سازی در برخی مواقع برای ساخت جوی‌ها و مجاری NFT استفاده می‌شود محلول غذایی از قسمت بالای این مجاری به سمت پایین جریان می‌یابد لازم است بر روی این صفحات موج‌دار پوشش دوم دیگری برای استقرار بوته‌های گیاهی کشیده شود

شبه NFT

میزان رطوبت داخل کانال تابعی از حجم مواد دانه‌بندی درون کانال است این موضوع امکان دسترسی به رطوبت را برای ریشه‌ها در لایه‌های بالاتر افزایش داده و اگر جریان محلول متوقف شود ریشه‌ها رطوبت را تا زمانی که جریان بتواند دوباه شروع شود، دریافت می‌کنند.

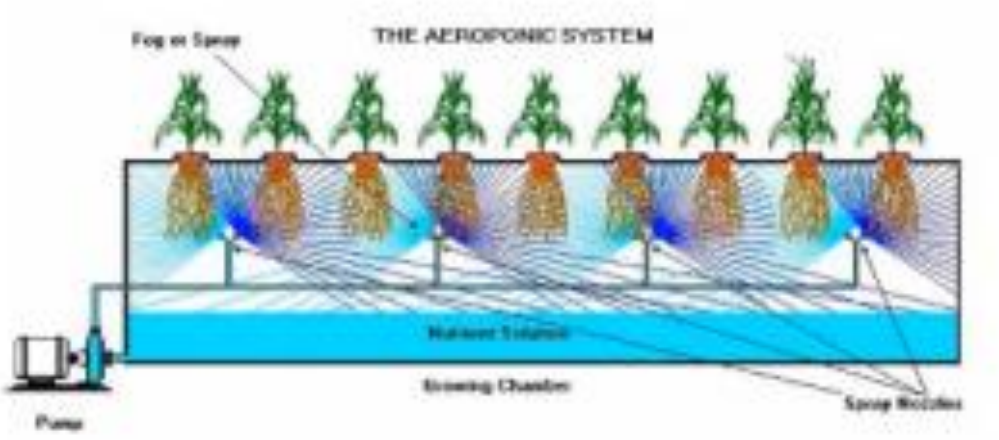
با وجود مواد انباشته دانه بندی درون کانال، باعث استحکام بیشتر گیاهان در بستر کشت می‌گردد.

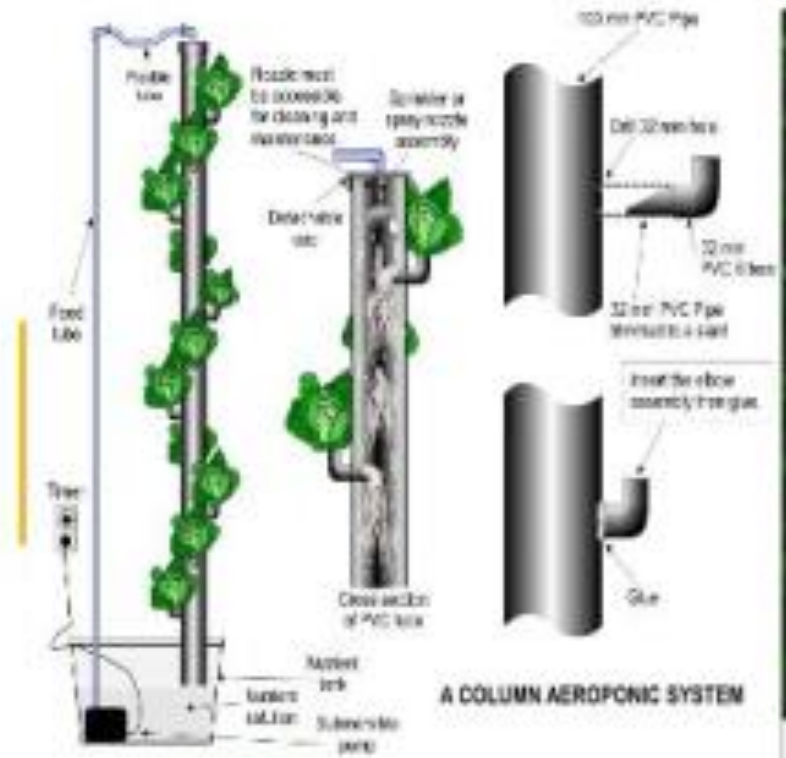
سیستم هشتی

صورت مه به ریشه از زیر پاشیده
توسط لوله های اسپاگتی به هر گیاه

سیستم ائروپونیک (Aeroponics)

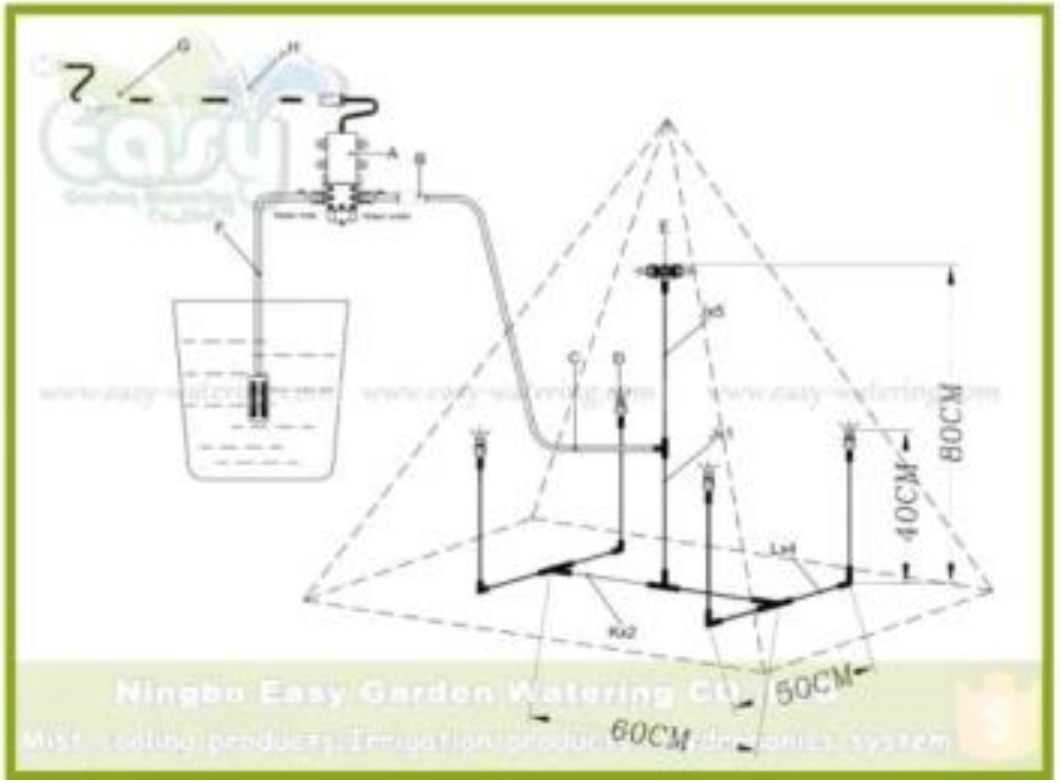
تغذیه گیاه به طور دائم یا متناوب به واسطه یک مه و ابر غذایی ناشی از پودر شدن محلول غذایی در یک محفظه بسته انجام می‌شود




Feed tube
Timer
Nutrient tank
Submersible pump
Glue
A COLUMN AEROPONIC SYSTEM

آئروپونیک سیب زمینی

aeroponicPyramid



سیستم محلول غذایی کیسه‌ای
Grow bag technique

- معمولا پرلیت در کیسه‌های پلاستیکی در اندازه 25لیتری موجود است که قالب‌های تکثیر پشم سنگ را می‌توان با ایجاد یک برش بر روی سطح کیسه‌های پرلیت روی آنها جای داده و با تعبیه سوراخ‌هایی در کف کیسه‌های پرلیت امکان تخلیه مازاد محلول غذایی را فراهم کرد محلول غذایی از طریق قطره‌چکان به داخل کیسه‌ها وارد می‌شود . معمولا در هر کیسه سه سوراخ ایجاد کرده و لوله‌های حاوی محلول غذایی وارد این کیسه‌ها می‌شود
- لوله‌های قطره‌چکان در کنار گیاه
- برای خیار، گوجه فرنگی، توت‌فرنگی و گل رز

کشت در کارتن پلاست

در این روش کارتن پلاست حاوی بستر و سوبسترا مورد نظر می شود

محلول غذایی Tape :یا نوارهای آبیاری یا لوله های اسپاگتی

کشت در پشم‌سنگی
Rockwool slab

- تولید گوجه فرنگی، خیار و فلفل

- ماده‌ای بی‌اثر با ظرفیت نگهداری آب بالا است که از مخلوط سنگ آتشفشانی، سنگ آهک و ذغال سنگ تهیه می‌شود؛ کاملا ضد عفونی است.

- وزن آن بسیار سبک و فضای خالی آن پر از هوا است و از آنجایی که مدت زمانی طول می‌کشد تا خشک شود مدت زمان طولانی‌تری مرطوب می‌ماند
- پشم سنگ خاصیت عایق‌کنندگی دارد سیستم ریشه را از تغییرات دمایی حفظ می‌کند

THIS
Pre-draining: make the drain hole above the seam

Grotop
master
Grotop
master

Grotop
Pre-draining: **never** pre-drain the slab below the seam

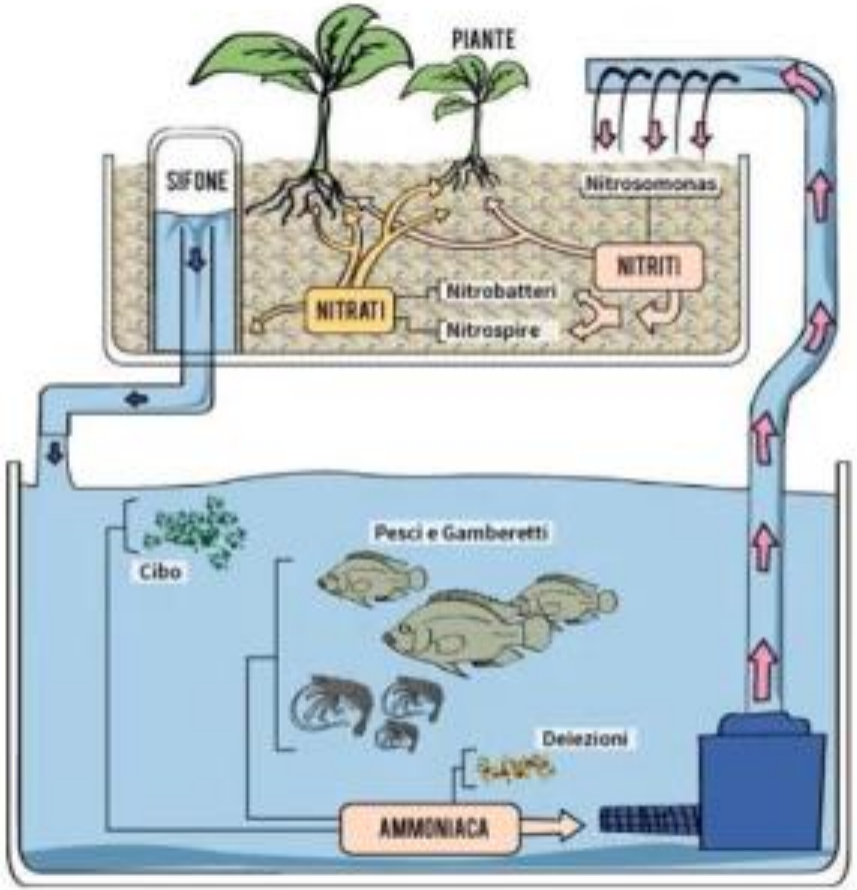
Grotop
Cut the slab open along the seam...
Grotop

- در روش کاشت در پشم سنگ، طول سیکل های آبیاری نباید زیاد باشد
- این میزان آب خروجی (۲۰ تا ۳۰ درصد) برای عبور مواد مغذی از اسلاب ها و جلوگیری از تراکم نمک ها در داخل اسلاب لازم است. اکسیژن نیز در اختیار ریشه ها قرار می گیرد.
- میزان آب خروجی از اسلاب ها را روزی چند بار اندازه گیری می کنند. سینی را در زیر یکی از اسلاب ها که دارای دو گیاه سالم می باشد قرار می دهند و برای اندازه گیری میزان آب خروجی، آب درون سینی باید به داخل یک بطری هدایت شود. در همین زمان بطری دیگری در زیر ورودی آب قرار می دهند تا میزان آب ورودی هر اسلاب اندازه گیری شود.
- در اسلاب های پشم سنگ EC و PH روزی دوبار کنترل می شود.

انواع پشم سنگ

- **قالبی** :به‌صورت عریض، طویل یا مرتفع است قالب‌های کوچک برای تکثیر بذر یا قلمه استفاده می‌شود و پس از مدتی به قالب‌های مخصوص مکعبی شکل بزرگتر منتقل می‌شود . قالب‌های کم قطر و نازکتر برای گیاهانی که به آب بیشتری نیاز دارند استفاده می‌شود اما قالب‌های ضخیم‌تر و قطورتر برای پرورش گیاهانی استفاده می‌شود که میزان تهویه بیشتری در طول دوره رشد نیاز داشته باشند.

- **پشم‌سنگ فله‌ای:** ظرفیت نگهداری آب در پشم‌سنگ فله‌ای ضخیم بیشتر از پشم‌سنگ فله‌ای ظریف است لذا این نوع پشم‌سنگ در ترکیب با سایر مواد استفاده می‌شود عموما از پشم‌سنگهای فله‌ای ضخیم برای بسترهای کشت هیدروپونیک و از پشم‌سنگ ظریف برای تکثیر استفاده می‌شود.



آکواپونیک

- پرورش توام آبزیان و کشت سبزیجات (نیاز های کودی کم تا متوسطی)

- تجمع آمونیاک دفع شده توسط ماهی ها (سمی)

ماهی ها منبعی غنی از نیتروژن را برای گیاهان فراهم می کنند و گیاهان نیز محیط زندگی ماهی ها را از آمونیاک سمی پاک می کنند.

Drip

- گسترده ترین سیستم که در تمام دنیا استفاده می شود.
- اداره آن ساده است.
- تنها یک تایمر ساده می تواند در زمانهای معین سیستم را فعال کند تا محلول غذایی از طریق قطره چکانها به سطح بسترهای کشت منتقل شود.
- محلول اضافه حاصل از زهکش بسترها می تواند از سیستم خارج شود و یا به منبع برگشته، استریل شده و به مصرف مجدد گیاهان برسد.

- اساس هیدروپونیک.
- مدیریت تغذیه گیاه از طریق مدیریت محلول غذایی، کلید موفقیت کشت های هیدروپونیک است.

- ✓ ۹۵-۸۰ درصد وزن تر گیاه: آب.
- ✓ ۹۰ درصد وزن خشک گیاه: سه عنصر کربن (C)، اکسیژن (O) و هیدروژن(H).
- ✓ آب: منبع تامین هیدروژن و اکسیژن.
- ✓ هوا: تامین کربن.

اهمیت محلول غذایی

از ۹۲ عنصر معدنی، ۶۰ عنصر در گیاه حضور دارند. از این ۶۰ عنصر ۱۶ عنصر جزء عناصر ضروری هستند.

- ✓ محلول غذایی باید حاوی عناصر ضروری ماکرو و میکرو: مثل ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم،گوگرد، آهن، منگنز، روی، مس و ...
- ✓ نیاز به مقادیر پایین عناصر غذایی کم مصرف (ریز مغذی ها) به معنی اهمیت کم آنها نبوده و به اندازه عناصر پرمصرف اهمیت دارند.

تغذیه

- در سیستم های کشت بدون خاک: منبع مواد غذایی، نمک های محلول در آب هستند.
- رمز موفقیت: داشتن اطلاعات کافی درباره فیزیولوژی گیاه، نقش عناصر و به دنبال آن مدیریت مطلوب محلول غذایی.
- تامین تغذیه مطلوب در سیستم بدون خاک آسان ولی تخصصی است: یک مدیریت ناصحیح می تواند به گیاه صدمه زده یا حتی باعث از بین رفتن کامل گیاه شود.
- مقادیر کم و یا زیاد (سمی) هر کدام از عناصر، سبب رشد ضعیف یا سمیت گیاه می شود. به علاوه استفاده بیش از اندازه محلول های غذایی علاوه بر آسیب رساندن به محلول، سرمایه را هدر داده و پس از خروج از سیستم باعث آلوده شدن محیط زیست خواهد شد.

ترکیب محلول غذایی:

- ترکیب محلول غذایی نیز به نوبه خود در رشد و توسعه گیاهان با اهمیت می باشد.

ترکیب شیمیایی محلول غذایی توسط عوامل زیر مشخص می شود:

- غلظت یون های تشکیل دهنده
- کل غلظت یونی محلول
- pH

نشان داده شده است که یکایک یون ها حتی زمانی که غلظت آنها در محلول غذایی بسیار اندک باشد جذب گیاه می شود ولی ممکن است به مقادیرکافی برداشت نشود. از طرف دیگر جذب لوکس ممکن است باعث ایجاد سمیت داخلی شود.

تغییر ترکیب محلول غذایی:

اختلاف مهم بین کشت بدون خاک و کشت در محیط خاک این است که ظرفیت بافری در سیستم های کشت آبی بسیار محدود است. بنابراین فاکتورهایی که ترکیب محلول غذایی را تحت تاثیر قرار می دهند مانند نوع و غلظت عناصر غذایی و جذب آب، شرایط غذایی محیط کشت را در سیستم های کشت آبی بیشتر از خاک تحت تاثیر قرار می دهند.

از جمله عواملی که غلظت محلول غذایی را تحت تاثیر قرار می دهند:

- مواد بستری
- جنس دیواره محفظه کشت
- کیفیت آب

اضافه کردن املاح به محلول غذایی:

- غلظت های ساده (معمولی) : یک محلول غذایی حاوی مقدار نمک های مورد نیاز برای رشد مناسب گیاهان است.

- در زمستان، به دلیل اینکه تنفس و تعرق گیاهی و هدر رفت آب از این طریق کم است محلول های غذایی با غلظت بالاتر استفاده می شود.
- در تابستان تعرق و تنفس و هدررفت آب از این طریق زیاد است و غلظت کمتر استفاده می شود.

فرمول های محلول غذایی:

امروزه فرمول های محلول غذایی بسیاری برای استفاده در کشت های هیدروپونیک وجود داشته و تعدادشان رو به افزایش است.

موفقیت هر یک از این فرمول های محلول غذایی، مربوط به شرایط خاص استفاده از آنها و نوع گیاهانی است که از آنها تغذیه می کنند.

فرمول های عمومی:

- هوگلند
- اشنایدر

فرمول های اختصاصی:

- در مراحل مختلف رشد گیاه متفاوت می باشد.
- خیار: فرمول ۳ مرحله ای
- گوجه فرنگی: فرمول ۵-۳ مرحله ای.

هوگلند

- این فرمول غذایی توسط هوگلند و ارنون در سال ۱۹۵۰ در دانشگاه کالیفرنیا ارائه شده و برای کاشت انواع گیاهان پرورشی مورد استفاده قرار می گیرد.

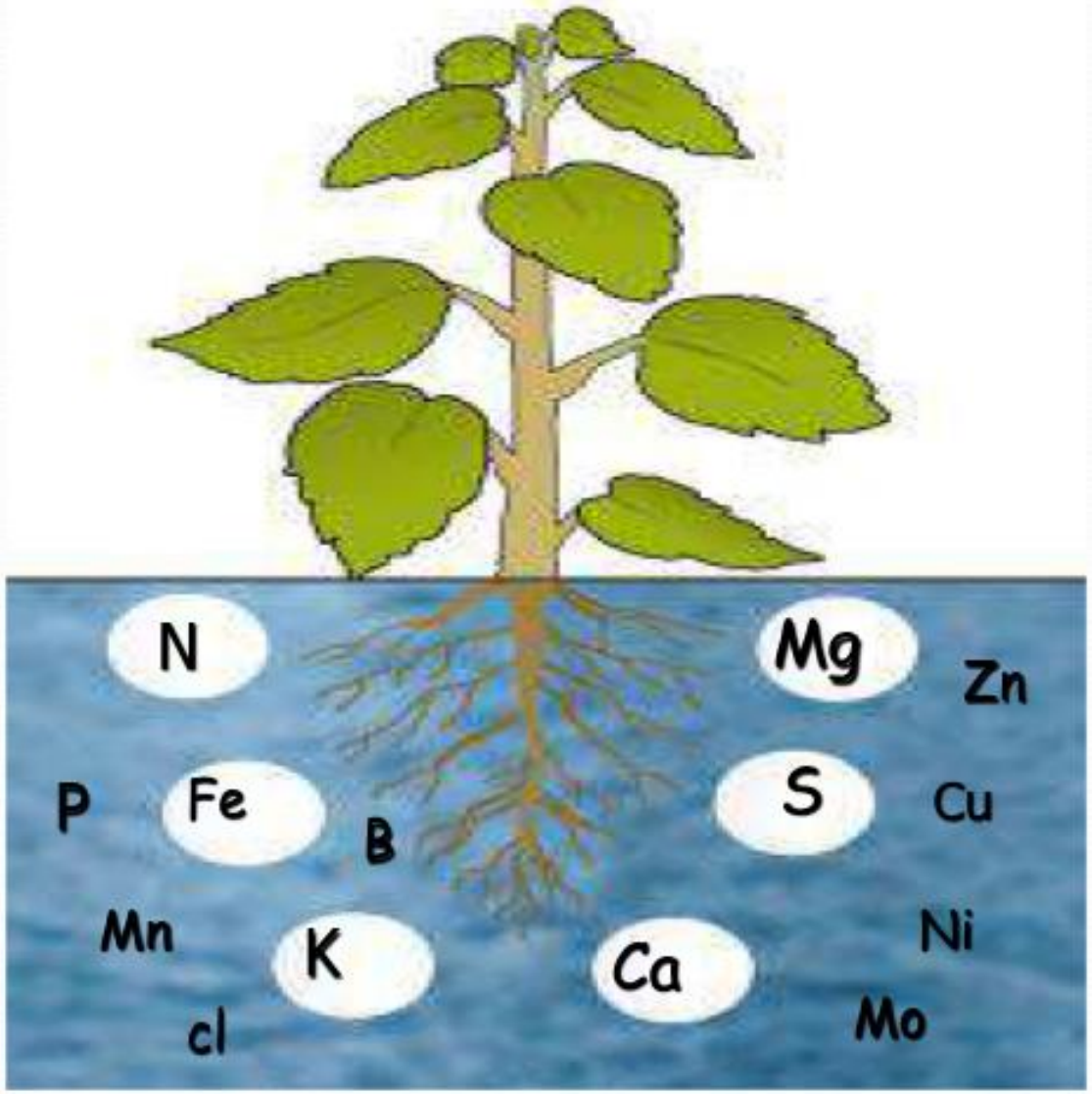
مواد شیمیایی	نیترات کلسیم	نیترات پتاسیم	منوفسفات آمونیوم	سولفات منیزیم	اسید بوریک	سولفات منگنز	سولفات روی	سولفات مس	اسید مولیبدیک
گرم در ۱۰۰ لیتر آب	1181	5.505	115	439	86.2	18.1	22.0	08.0	02.0

همچنین علاوه بر مواد فوق وجود یک محلول پایه آهن نیز لازم است. این محلول پایه شامل ۱ گرم عنصر آهن در یک لیتر محلول پایه است. ۱ لیتر محلول پایه آهن، برای رقیق سازی در ۱۰۰۰ لیتر آب کافی است.

فرمول غذایی اشنایدر

این فرمول غذایی بیشتر برای کشت گوجه فرنگی استفاده می شود.

عنصر	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب	171	48	304	180	48	3	2.1	1	4.0	2.0	1.0



Plant nutrients in nutrient solution

TABLE 3.8 Range of Nutrient Levels in Tissues of Apparently Healthy Plants

Element	Tomatoes	Cucumbers	Lett
N %	4.5	5.25	4.3
	4.5–5.5	5.0–6.0	3.0
P %	0.7	0.75	1.0
	0.6–1.0	0.7–1.0	0.8
K %	4.5	4.75	5.4
	4.0–5.5	4.5–5.5	5.0
Ca %	1.5	3.0	1.5
	1.5–2.5	2.0–4.0	1.1
Mg %	0.5	0.75	0.4
	0.4–0.6	0.5–1.0	0.3
Fe (ppm)	100	125	12(
	80–150	100–150	13(
B (ppm)	50	40	32
	35–60	35–60	25-
Mn (ppm)	70	70	70
	70–150	60–150	20-
Zn (ppm)	30	50	45
	30–45	40–80	60-
Cu (ppm)	5	8	14
	4–6	5–10	7–1
Mo (ppm)	2	2	2–3
	1–3	1–3	1–4
N/K ratio	1.0	1.1	
	0.9–1.2	1.0–1.5	

تهیه محلول غذایی

- ✓ برای ساخت یک محلول غذایی، ما باید از رابطه مقادیر مختلف عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان با یکدیگر آگاه باشیم (فرمول غذایی).
- ✓ همچنین ما به دانستن میزان حلالیّت مواد شیمیایی مورد استفاده خود، نوع واکنش و فرم های مختلف عنصر نیاز داریم.
- ✓ بعضی از مواد شیمیایی نمی توانند در ترکیب با دیگر مواد قرار گیرند و با هم واکنش می دهند. در این شرایط بعضی عناصر غذایی برای گیاه غیر قابل استفاده می شوند.
- ✓ کنترل و تنظیم pH وEC.

تهیه محلول غذایی

برای تهیه یک محلول غذایی، به طور ساده می توان به صورت زیر عمل کرد:

۱) ابتدا وزن تمامی مواد شیمیایی به طور جداگانه تعیین می گردد.

۲) سپس کلیه مواد تفکیک گردیده، به نحوی که از صحت نسبت های تعیین شده و عدم اشتباه در این خصوص، اطمینان حاصل شود.

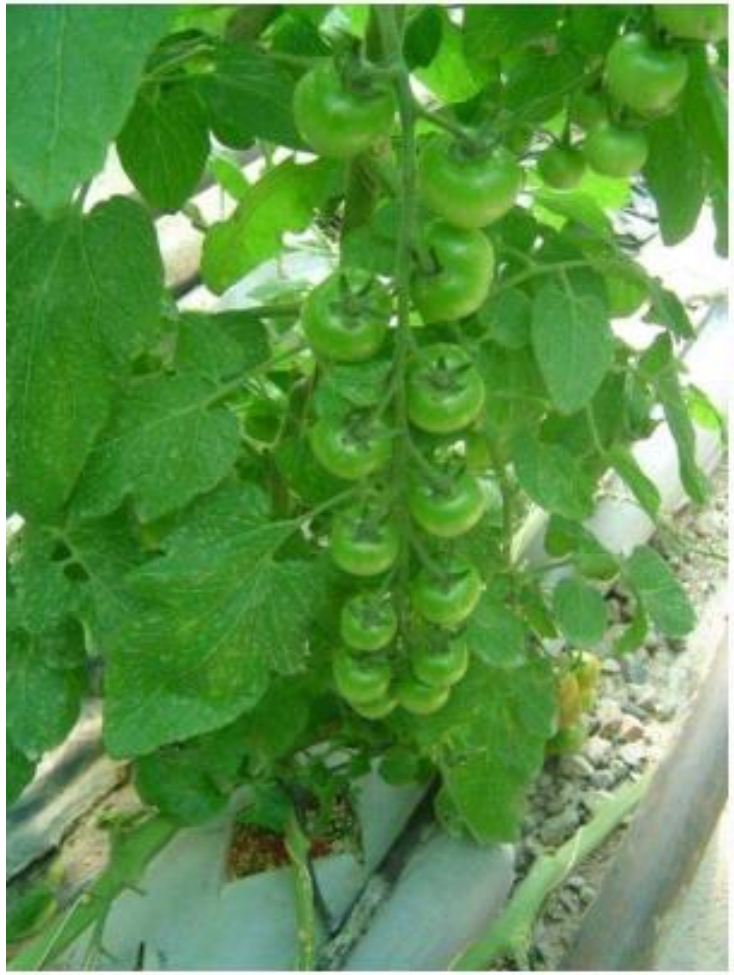
۳) به طور خاص دقت شود که مواد شیمیایی به درستی با یکدیگر ترکیب شده و توزین آنها، دو بار بر روی هم صورت نگرفته باشد.

۴) پس از انجام همه مراحل فوق، کلیه مواد شیمیایی را به صورت درهم داخل مخزن آب ریخته و هم زده می شود تا کاملاً در آب حل گردد.

۵) پس از حل شدن مواد شیمیایی در آب، در صورت لزوم باید نسبت به تنظیم pH محلول اقدام شود.

۶) عناصر کم مصرف را همیشه باید پس از تنظیم pH به محلول اضافه کرد.

- ✓ پس از اماده سازی محلول های غذایی لازم است از نیاز گیاهان به میزان محلول غذایی در مراحل مختلف رشد اطلاع داشت.
- ✓ در طول مصرف محلول های غذایی استاندارد برای گیاهان، در محلول بازیافتی از سیستم که به مخزن اصلی ریخته می شود میزان برخی عناصر کم و یا زیاد می شود. بهتر است هر از گاهی محلول مورد نظر را به آزمایشگاه فرستاد تا میزان عناصر مشخص، آنگاه پس از استاندارد سازی مجددا در چرخه مصرف قرار گیرد.



نکاتی چند راجع به نحوه اطمینان از کیفیت محلول غذایی:

هنگامی که شما از نوع و کیفیت محلول غذایی که در اختیار دارید مطمئن نیستید، می توانید با به کارگیری برخی روش ها از کیفیت محلول خود مطلع شوید:

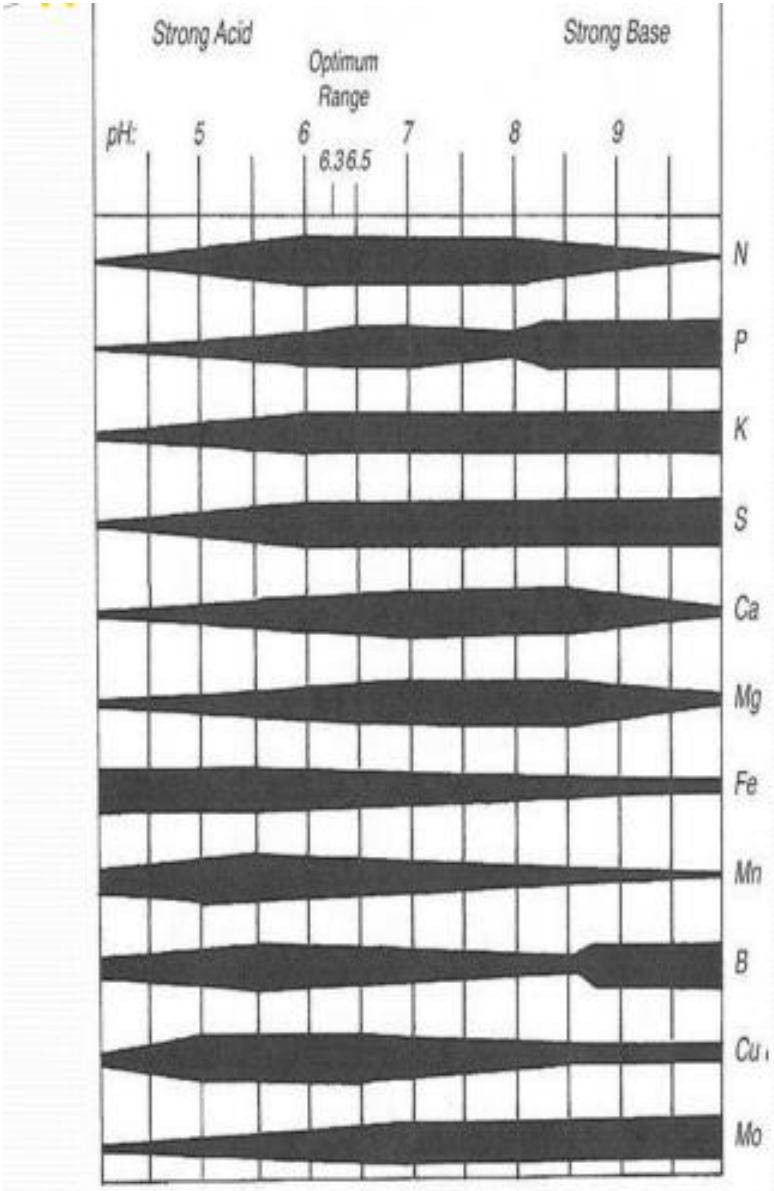
۱- از جداول استاندارد مربوطه استفاده نماییم.

۲- انجام آزمون سنجش محلول، با انجام یک آزمایش ساده بر روی تعداد کمی از گیاهان می توان به سودمندی و کارآمدی محلول غذایی در تولید محصول پی برد.

۳- پرورش دهندگانی که قادر به انجام آزمون تعیین درجه کیفیت محلول غذایی هستند، می توانند مشخص کنند که گیاهان کدامیک از محلول های غذایی را با چه کیفیتی بهتر جذب کرده و متناسب با آن، به تنظیم و تعدیل کیفیت محلول های غذایی بپردازند.

۴- یک طریقه ابتدایی تعیین نیازهای ترکیب محلول غذایی این است که بر روی نیازهای نوع محصولی که می خواهید پرورش دهید، دقت کنید.

۵- نشریات کشاورزی و باغبانی و متون بسیاری مربوط به تهیه محلول غذایی موجود است که نتایج تحقیقاتی در مورد انواع محصولات خاص، در آنها منعکس گردیده است.



به طور معمول pH محلول های غذایی در محدوده ۶/۵ – ۵/۸ نگهداری می شود و در صورتی که سیستم محلول دهی بسته باشد، pH محلول پس از بازگشت به مخازن باید مجددا کنترل و تنظیم شود.

pHمحلول غذائی دارای اهمیت زیادی میباشد و باید توجه داشته باشید که عناصر غذائی در PH معین بهترین قابلیت جذب را دارا میباشند که در جدول نشان داده شده است.

- EC یا هدایت الکتریکی بیانگر غلظت املاح معدنی کل در محلول غذائیست.
- EC مطلوب برای کشت هیدورپونیک ms/cm ۲/۵- ۱/۵ است مقادیر بیشتر از این محدوده، با بالا بردن پتانسیل اسمزی اطراف ریشه از جذب مواد غذایی جلوگیری و مقادیر پایین تر آن گیاه را با کمبود مواجه کرده و سلامت و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد.
- کنترل منظم و دائمی EC یکی از ارکان اصلی موفقیت یک سیستم کشت هیدروپونیک است.

pH، EC و غلظتهای عناصر در محلول غذایی باید بطور دوره ای مورد آزمایش قرار گیرد

- استفاده از آب آبیاری با کیفیت مطلوب در سیستم های کشت هیدورپونیک بخصوص در سیستم چرخشی یا بسته بسیار حائز اهمیت است.
- فاکتورهای اصلی تعیین کننده کیفیت آب عبارتند از: pH، EC یا میزان شوری، میزان سدیم، کلرید، بر و بی کربنات ها.
- شوری به عنوان معمول ترین مشکل آب آبیاری مشکلات فراوانی را برای گیاهان حساس ایجاد می کند.
- شوری میزان آب در دسترس برای گیاه را به وسیله کاهش پتانسیل کل آب خاک کم می کند و بر روی فیزیولوژی و عملکرد گیاه اثر می گذارد.
- وجود نمک در مقادیر زیاد رشد گیاه را کم کرده و حتی مانع تولید محصول می شود.
- استفاده طولانی مدت از آب آبیاری شور باعث تجمع نمک در بستر کشت می شود که می توان با انجام عمل آبشویی بستر نمک های اضافی را شسته و از دسترس گیاه خارج کرد.

تشخیص کمبودها و مسمومیت ها

- یکی از موضوعات مهم در مدیریت نیازهای تغذیه ای گیاهان
- در چنین مواقعی کمال مطلوب آن است که بتوان حتی الامکان با کمترین حد از تأثیرگذاری کمبودها بر روی گیاهان، به موقع نسبت به اصلاح وضع آنها اقدام نمود.
- عدم تعادل عناصر غذایی باعث آسیب به گیاه و بد شکلی میوه می شود.

گیاهانی که با کمبود یا بیشبود عناصر مواجه می شوند یکسری علائم بی نظمی را نشان خواهند دارد. این علائم شامل:

- تغییر در سرعت رشد
- تغییر در اندازه گیاه
- تغییر در شکل و رنگ برگ
- تغییر در فاصله بین گره ای
- تغییر در سیستم ریشه
- تاثیر روی میوه دهی گیاه

آگاهی از علائم این امکان را فراهم می کند تا پیش از بروز مشکلات غیر قابل جبران با ایجاد تغییراتی در محلول غذایی وضعیت گیاه را اصلاح کرد.

عدم تعادل عناصر غذایی باعث بدشکلی میوه شده است