



## مقدمه

آنطور که انتظار می‌رود جمعیت کره زمین تا سال ۲۰۵۰، به ۹,۸ میلیارد نفر می‌رسد و جهان باید ۵۰ درصد غذای بیشتر تولید کند، در نتیجه به زمین‌های قابل کشت اضافی نیاز دارد که به سادگی در دسترس نیست و مقدار زمین در دسترس نیز برای هر فرد کاهش یافته است. از طرف دیگر شهرنشینی سریع، بلایای طبیعی، گرم شدن زمین، و همچنین استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی و آفتکش‌ها، همگی بر حاصلخیزی خاک تأثیر گذاشته‌اند. لذا کاهش بهره‌وری خاک، تخلیه ذخایر مواد مغذی خاک، محدودیت در دسترس بودن آب آبیاری و تغییرات آب و هوایی همه عواملی هستند که باید در اجرای روش‌های جدید کشاورزی در نظر گرفته شوند. بنابراین کشاورزی مبتنی بر خاک و شیوه‌های کار باید با اشکال کارآمدتر، سازگار با محیط زیست و کشاورزی مدرن تکمیل شوند. سیستم‌های کشت بدون خاک می‌تواند راهی برای مقابله با این چالش‌ها باشد. به عنوان جایگزینی برای سیستم‌های کشاورزی مبتنی بر خاک، تکنیک‌های کشاورزی هیدروپونیک می‌تواند به طور بالقوه به عنوان یک سیستم مکمل برای کمک به کاهش کمبود فعلی زمین‌های زراعی حاصلخیز و آب عمل کند. در این سیستم‌ها، ضمن کنترل شرایط اقلیمی و دمایی، افزایش تولید کمی و کیفی محصولات کشاورزی نیز امکانپذیر است. محصولات زراعی مختلف مانند برنج، گندم، ذرت علوفه‌ای و بسیاری از محصولات سبزی و صیفی مانند اسفناج، بامیه، خیار، توت فرنگی، کاهو، پیاز، هویج، گوجه فرنگی، گل‌ها و گیاهان زینتی را می‌توان با موفقیت تحت کشت هیدروپونیک قرار داد.

## تاریخچه هیدروپونیک

گیاهان در محلول‌های آبی غنی از مواد غذایی، برای قرن‌ها کشت می‌شدند. برای مثال باغ‌های شناور بابل و باغ‌های شناور آرتک در مکزیک به طور طبیعی هیدروپونیک بوده‌اند. در سال ۱۸۰۰، مبانی مفهومی کشت هیدروپونیک، به وسیله آن‌هایی که روی چگونگی رشد گیاهان تحقیق می‌کرده‌اند، پایه‌گذاری شد. کشت بدون خاک بعداً در سال ۱۹۳۰ در یک سری از انتشارات دانشمندان کالیفرنیا عمومیت پیدا کرد. در طی جنگ جهانی دوم، ارتش آمریکا باغ‌های بزرگ هیدروپونیک را به منظور تامین نیازهای سبزیجات ارتش در نواحی عملیاتی تاسیس کرد. از سال ۱۹۸۰ به بعد تکنیک‌های هیدروپونیک برای تولید سبزیجات و گل‌های زینتی افزایش یافت. علاوه بر توضیحات فوق در مورد این نوع کشت در کشور می‌توان گفت؛ ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع شده، و همچنین میزان منابع آبی کشور تحت تأثیر محدودیت‌های اقلیمی بسیار افت کرده است. بر همین اساس طی ده سال گذشته سطح زیر کشت گلخانه‌ای گسترش یافته و به بیش از چهار برابر



# کشت هیدروپونیک



PTMP/SK/R&D/A/ Hydroponic 01 / 11022024

رسیده است. بنابراین در سال ۱۳۹۳ بالغ بر یک میلیون و ششصد هزار تن محصول گلخانه‌ای تولید شده است، با این حال در زمینه روش‌های هیدروپونیک پیشرفت به صورت بطئی بوده و در برخی نقاط مانند هشتگرد، کرج، کرمانشاه، تهران، مشهد و ... تولید محصولات به صورت هیدروپونیک و به صورت تجاری گسترش یافته است.

## تعریف هیدروپونیک

محققین هیدروپونیک را علم پرورش گیاهان در محیط بدون خاک، اما در بستر کشت خنثی مانند شن، گراویه، پیت، ورمی‌کولیت و خاکاره که در آنها محلول‌های غذایی حاوی عناصر ضروری مورد نیاز گیاه جهت رشد و نمو طبیعی آن اضافه شده است، تعریف می‌کنند. هیدروپونیک به عنوان سیستمی مورد توجه قرار گرفته است که در آنجا بستر کشتی وجود ندارد همانند تکنیک غذایی نوار باریک که در سبزیجات استفاده می‌شود.

## مزایا و معایب کشت هیدروپونیک

برای شناخت بهتر کشت هیدروپونیک در ذیل به مزایا و معایب این روش پرداخته شده است.  
الف) مزایای کشت هیدروپونیک: از مزایای کشت هیدروپونیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- امکان پرورش گیاهان به روش هیدروپونیک در تمام نقاط

- بالا بودن تراکم در واحد سطح

- کاهش میزان فعالیت‌های سنگین

- حفظ و صرفه جویی در مصرف آب

- کاهش مشکلات ناشی از آفات و بیماری‌ها

- نبود علف‌های هرز

- افزایش میزان تولید

- حفظ و نگهداری مواد غذایی

- کنترل شرایط محیطی

- استقرار آسان‌تر گیاهان جدید

- عدم نیاز به آیش در برنامه تناوب

ب) معایب کشت هیدروپونیک: این روش معایبی نیز دارد که به شرح زیر است.

- نیاز به هزینه سرمایه گذاری اولیه بسیار بالا



# کشت هیدروپونیک



PTMP/SK/R&D/A/ Hydroponic 01 / 11022024

-نیاز به نیروی متخصص و ماهر در مراحل کار (آماده سازی بستر کاشت، محلول غذایی، تنظیم pH و ...)  
-نیاز به تجهیزات پیشرفت و گران قیمت برای کنترل محیط کشت و گلخانه

## انواع سیستم‌های کشت هیدروپونیک

کشت هیدروپونیک دارای دو نوع سیستم باز و بسته است که در ادامه به شرح آن‌ها پرداخته می‌شود.



شکل ۱- سیستم کشت هیدروپونیک

**الف) سیستم باز:** در این سیستم محلول غذایی پس از عبور از بستر کاشت به تانک حاوی محلول غذایی بر نمی‌گردد و توسط شبکه لوله‌کشی به خارج از محیط گلخانه هدایت می‌شود و در آنجا وارد حوضچه شده که سپس با آب مخلوط و به مصرف درختان و زراعت می‌رسد. بسترهای رایج در این روش کوکوپیت و پرلیت است. مزیت این روش جلوگیری از گسترش بیماری‌های ریشه و همچنین هزینه پایین آن است. در ایران بیشتر از این سیستم استفاده می‌کنند.

**ب) سیستم بسته:** در یک سیستم بسته، محلول غذایی پس از مصرف بازچرخش شده تا زمانی که غیر قابل استفاده می‌شود، و سپس دور ریخته شده و با محلول غذایی جدید جایگزین می‌شود. در این سیستم حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آب و مواد غذایی کمتری نسبت به سیستم باز مصرف می‌شود. برای استفاده مجدد محلول غذایی بایستی از نظر EC و pH در صورت امکان از لحاظ مقدار عناصر آزمایش شوند و سپس مطابق با آن‌ها تنظیم و به حجم اولیه برسد. محلول غذایی ممکن است همچنین بعد از هر بار چرخش در بستر کشت نیاز داشته باشد تصفیه و استریل شود. این سیستم از لحاظ تجهیزات و ترکیبات مورد نیاز بسیار هزینه بر است و در ایران خیلی کم استفاده می‌شود.

انواع هیدروپونیک از نظر توزیع

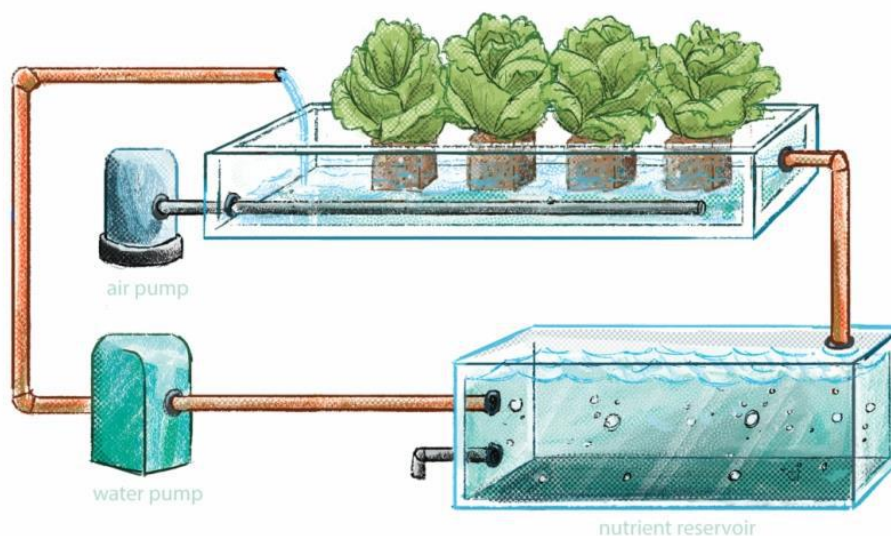


# کشت هیدروپونیک



PTMP/SK/R&D/A/ Hydroponic 01 / 11022024

محلول غذایی به ریشه گیاه کشت هیدروپونیک از نظر توزیع محلول غذایی به ریشه گیاه به انواع مختلفی تقسیم می‌شود که در این مبحث به آن‌ها پرداخته می‌شود.



شکل ۲- سیستم هیدروپونیک بسته

۱- **روش جذر و مدی:** در این سیستم محلول غذایی به صورت سیل مانند در درون سینی‌های رشد جاری شده و سپس به وسیله یک پمپ مجدداً به مخزن باز می‌گردد.

۲- **سیستم قطره چکانی:** یکی از رایج‌ترین سیستم‌های کاشت هیدروپونیک در جهان و ایران قطره چکانی است. محلول غذایی توسط پمپ از تانک حاوی محلول غذایی وارد یک شبکه از لوله‌ها و قطره چکان‌ها می‌شود که مقدار و زمان تغذیه بر اساس نوع گیاه و بستر کاشت متفاوت است. برای محصولاتی از قبیل توت فرنگی، گوجه‌فرنگی، گل رز، خیار، کاهو استفاده می‌شود. در ایران تقریباً تمامی گلخانه‌های هیدروپونیک از این روش استفاده می‌کنند.

۳- **فناوری تغذیه نوار باریک:** در این روش آب و محلول غذایی از مخزن به وسیله پمپ وارد لوله حاوی گیاه مربوطه شده و با یک شیب ملایمی محلول غذایی از لوله خارج و وارد مخزن محلول غذایی می‌شود. سیستم بسیار ساده اما دارای معایب و محدودیت‌های است که در ایران کم استفاده شده است بیشتر در رشد کاهو مورد استفاده قرار گرفته است.



# کشت هیدروپونیک



PTMP/SK/R&D/A/ Hydroponic 01 / 11022024

تعاونی پترو تمدن مهم پارس

۴- آب کشت: در این سیستم گیاه بر روی صفحاتی قرار گرفته و ریشه آن داخل محلول غذایی شناور است. هوای لازم برای اکسیژن رسانی ریشه توسط پمپ هوا تامین می شود.

۵- هواکشت یا آئروپونیک: در این سیستم، ریشه ها در هوا معلق هستند و محلول غذایی توسط پمپ و لوله های مربوطه به صورت ذرات ریز و پودر مانند در اختیار ریشه گیاه قرار می گیرد. رشد سریع گیاه در این سیستم ناشی از تامین مواد غذایی و اکسیژن بیشتر برای گیاه است.

۶- سیستم ایستا: یکی از ساده ترین سیستم های هیدروپونیک است که در آن نیاز به تجهیزات خاصی نیست. به طوری که گیاه در بالای مخزن آب و ماده غذایی به صورت معلق قرار گرفته و برخی از ریشه های گیاه که به مخزن آب می رسند آب و مواد غذایی را جذب خواهند کرد. سادگی اجرا، عدم نیاز به مراقبت شدید، عدم نیاز به نیروی برق و کمی هزینه نگهداری از مزایای آن است. در ایران از این سیستم استفاده نمی شود.

## خصوصیات یک بستر کشت ایده آل هیدروپونیک

یک کشت هیدروپونیک برای اینکه به یک بستر ایده آل تبدیل شود باید دارای خصوصیات و شرایط زیر باشد.

۱- حمایت فیزیکی از گیاه گیاهان جوان شکننده هستند و باید عمودی رشد کنند و لذا بستر کشت باید به قدر کافی مستحکم باشد و یا از نگهدارنده عمودی برخوردار باشند تا بتوانند فتوسنتز و رشد نمایند.

۲- هوادهی: گیاه برای ساخت مواد فتوسنتزی در برگ ها نیازمند به تامین آب و مواد غذایی توسط ریشه است.

ریشه انرژی لازم برای این فرآیند را از فعالیت های سوخت و ساز تنفسی سلول های خود تامین می کند که نیازمند حضور اکسیژن در بستر ریشه است. از طرف دیگر یکی از مواد دفعی در این سوخت و ساز دی کسید

کربن است که باید در اتمسفر پراکنده شود تا از تجمع غلظت سمی در ناحیه ریشه جلوگیری شود. این تبادل

گاز در منافذ بزرگ (منافذ درشت بستر ریشه) یا فضاهای هوا در محیط رشد رخ می دهد. از آنجایی که گیاهان

در گلخانه به سرعت رشد می کنند، به محیطی با تخلخل خوب نیاز دارند. مشخص های به نام (هوادهی) که

باید در بستر کشت مورد توجه قرار گیرد. لذا محیط رشد باید دارای زهکشی مناسب باشد تا آب اضافی آزادانه

از سیستم خارج شود. این به سالم ماندن ریشه گیاهان و جلوگیری از زیاد خیس یا اسفنج مانند شدن آنها

کمک می کند. برای جلوگیری از نگهداری بیش از حد آب و عدم هوادهی در محیط ریشه، بستر کشت نباید از مواد خیلی ریز تشکیل شده باشد.



# کشت هیدروپونیک



PTMP/SK/R&D/A/ Hydroponic 01 / 11022024

تعاونی پترو تمدن مهام پارس

۳- تخلخل مناسب: محیط کشت هیدروپونیک با دارا بودن منافذ ریز مناسب، برای جذب مواد مغذی توسط ریشه دارای اهمیت است. این بستر باید به اندازه کافی رطوبت در خود ذخیره داشته باشد تا گیاهان بتوانند تمام مواد مغذی مورد نیاز خود را از بین چرخه‌های عناصر غذایی در حال تجزیه در بستر ریشه جذب کنند.

۴- تراکم و چگالی پایین: گیاه برای رشد مناسب و سالم نیاز به عبور هوا و آب به سمت ریشه‌ها دارد و این یک ویژگی مهم در بستر کشت هیدروپونیک است.

۵- سمی نبودن: محیط کشت هیدروپونیک باید برای گیاهان، انسان و حیوانات بی اثر و غیرسمی باشد.

۶- باز یافت مجدد و چرخه پذیر بودن: برای تولید پایدار در محیط هیدروپونیک بستر کشت باید قابلیت استفاده مجدد و یا قابلیت بازیافت را داشته باشد.

۷- مقرون به صرفه بودن: بستر کشت بر اساس نوع موادی که در ترکیب آن به کار رفته در هر متر مربع قیمت‌های متفاوتی می‌تواند داشته باشد. با این حال بستر کاشت هیدروپونیک یکی از کم هزینه‌ترین قطعات در این سیستم‌ها است و هنگام انتخاب یک محیط کشت هیدروپونیک ایده‌آل به خصوصیات آن باید توجه شود.

۸- انعطاف پذیری: بستر کشت در سیستم هیدروپونیک نباید بیش از حد سفت و یا متراکم باشد که باعث عدم زهکشی مناسب، ایجاد روان آب و یا مشکلات غرقاب را به دنبال داشته باشد.

۹- قابلیت دوام بالا: محیط کشت هیدروپونیک باید در طول دوره استفاده ویژگی پهای خود را حفظ نماید و یا با یک شیب خیلی ملایم از کیفیت آن کاسته شود. اگر به راحتی از بین برود باعث ایجاد مشکلاتی در زهکشی و هوادهی آن می‌شود. بنابراین باید از استفاده از بستر دانه ریز که به راحتی متلاشی می‌شوند اجتناب کرد، زیرا می‌توانند مشکلات عمده‌ای را برای گیاه ایجاد نمایند.

۱۰- پاک و استریل بودن بستر کشت: وقتی از محیط کشت غیر استریل و ناپاک استفاده می‌شود، مشکل است که بتوان گیاهانی سالم و عاری از آفات و بیماری پرورش داد. یک محیط کشت تمیز و استریل بهترین راه برای به حداقل رساندن شیوع بیماری‌ها و آفات است.

۱۱- ویژگی‌های شیمیایی بستر کشت در تامین عناصر غذایی: بیشتر مواد مغذی معدنی ضروری که گیاهان در گلخانه برای رشد سریع به آن نیاز دارند باید از طریق ریشه از محیط رشد جذب شوند. لذا خنثی بودن pH و یا داشتن pH در محدوده مجاز برای جذب موثر مواد غذایی لازم و ضروری است. از طرفی بیشتر مواد مغذی معدنی دارای یون‌های باردار الکتریکی هستند. یون‌های دارای بار مثبت کاتیون‌ها نام دارند. این کاتیون‌ها به سمت مکان‌های دارای بار منفی در محیط رشد جذب می‌شوند. ظرفیت یک محیط رشد برای جذب این





کاتیون‌ها به عنوان ظرفیت تبادل کاتیونی نامیده می‌شود و این یک ویژگی مهم در بستر کشت است. اجزای مختلف محیط به طور قابل توجهی در CEC خود متفاوت هستند، و بسترها از این نظر تفاوت دارند. ۱۲-سطح ویژه (SSA): در یک بستر کشت هرچه اندازه ذرات کوچکتر و سطح ویژه آن‌ها بیشتر باشد، آن بستر مناسب‌تر است. منظور از سطح ویژه در واقع مقدار مواد و یا عناصری است که می‌تواند روی سطح نگهداری شوند. قرارگیری صدها میلیارد میکروب و باکتری‌هایی مانند نیتروباکترو و نیتروزوموناس که در نیتریفیکاسیون نقش دارند هرچه تعداد آن‌ها در سطح ذره بیشتر باشد بستر کشت غنی‌تر خواهد بود. لذا فراهم آوردن شرایطی برای رشد ریز موجودات بستر کاشت نقش به‌سزایی در رشد گیاه خواهد داشت. یک بخش دشوار در مورد سطح ویژه رابطه آن با فضای خالی است؛ پرورش دهندگان هیدروپونیک هم از فضای خالی زیاد (که هوادهی ایجاد می‌کند) و هم از سطح ویژه سود می‌برند، اما هنگام استفاده از سنگدانه‌ها، این دو ویژگی معکوس هستند. سنگدانه‌های بزرگ فضای خالی بیشتری نسبت به حجم دارند اما سطح ویژه کمتری دارند و بالعکس. با این حال، در صورت استفاده از الیاف، فضای خالی و سطح ویژه می‌توانند همزمان وجود داشته باشند.

## روش استریل کردن بستر کاشت

محیط‌های استریل را می‌توان در طی فرآیند پاستوریزاسیون با حرارت دادن در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه یا خیساندن در محلول سفید کننده ۱۰ درصد به مدت ۲۰ دقیقه و به دنبال آن چندین بار شستشو- با آب لوله‌کشی مورد استفاده مجدد قرار داد. در خراسان رضوی معمولاً گلخانه‌داران برای استریل نمودن بستر کاشت به صورت تجربی و به شیوه زیر عمل می‌کنند؛

- ابتدا بستر کشت دست دوم را در آفتاب پهن کرده، سپس قارچکش‌زده و بعد به مدت یک هفته تا دو هفته روی آن را با پلاستیک می‌پوشانند.

- از آنجا که مواد بستر در معرض مستقیم نور خورشید قرار دارد و توسط پلاستیک محصور شده دما در داخل توده بستر بالا رفته که سبب از بین رفت میکروارگانیسم‌ها و ضد عفونی شدن مواد بستر می‌شود.

## انواع بستر کاشت هیدروپونیک

بستر کشت یا فضایی که ریشه در محیط هیدروپونیک به جای خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد بر اساس منشا آن‌ها به دو گروه بسترهای آلی و بسترهای معدنی می‌شوند. بستر کشت به طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق تاثیر بر تامین مواد غذایی، اکسیژن یا هوادهی، محافظت ریشه و نگه دارنده گیاه بر فعالیت‌های حیاتی و



# کشت هیدروپونیک



PTMP/SK/R&D/A/ Hydroponic 01 / 11022024

متابولیگی گیاه اثر گذاشته که افزایش رشد و عملکرد گیاه را به دنبال دارد. هر یک از مواد بستر کاشت دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است که باید در زمان استفاده مورد توجه قرار گیرد. انتخاب بستر مناسب کاشت یکی از مهمترین عوامل موثر در موفقیت تولید در سیستم‌های هیدروپونیک است. از بسترهای که به وفور در کشت بدون خاک استفاده می‌شود می‌توان به پرلیت، کوکوپیت و در برخی موارد از پیت ماس و نیز شن نام برد. در کشت‌هایی مانند توت فرنگی و خیار از ترکیب دو بستر کشت پرلیت و کوکوپیت استفاده می‌شود. در ایران از پشم سنگ استفاده نمی‌شود ولی این بستر، یکی از رایج‌ترین بسترهای کشت در کشورهای خارجی است. بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی که عموماً در بسترهای کشت مورد استفاده قرار دارد. در این جدول، غلظت عناصر محلول غذایی (ppm) در ستون اول آمده است و میزان عناصر محلول غذایی بهبود یافته پس از فیلتراسیون و بعد از تعادل - در پشم سنگ، پرلیت و الیاف نارگیل به ترتیب در سه ستون بعدی آمده است.

منبع

فاضلی کاخکی ، سید فاضل؛ بیکزاده، ناصر. (۱۴۰۲). کشت هیدروپونیک و انواع بسترهای رایج در ایران. تهران: نشر آموزش کشاورزی

