دانشکده کشاورزی

اصول زراعت

تهیه و تدوین:

دکتر سید محمدرضا احتشامی

عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی

مقدمه

تولید غذا، الیاف (پوشاک) و سوخت همواره در طول تاریخ مهمترین مساله مورد توجه جوامع انسانی بوده و این چالش عظیم تا به امروز ادامه یافته است. تولیدات گیاهی، اساس تأمین غذا را تشکیل می دهند، بطوری که جیره غذایی بسیاری از مردم تقریباً بر مصرف مستقیم فرآورده های گیاهی متکی است. حتی گوشت و فرآورده های دامی نیز که گاهی به جیره غذایی افزوده می شوند از تولیدات گیاهی منشاء می گیرند. تولید الیاف نیز مستقیماً (کنف، کتان و پنبه) و یا به طور غیرمستقیم (الیاف دامی مانند پشم) به گیاهان زراعی وابسته اند. در بسیاری از کشورهای فقیر و توسعه نیافته برای مصارف پخت و پز و تولید گرما عمدتاً از گیاهان به عنوان سوخت استفاده می شود. به این ترتیب به وضوح مشخص می شود که برای اطمینان از تأمین نیازهای جوامع انسانی به تولیدات گیاهی در سطح جهان، رویکرد به تولید پایدار فرآورده های گیاهی ضروری است.

نگرانی ها و چالش بزرگی که در زمینه تولید گیاهان وجود دارد با اوضاع وخیم افزایش جمعیت جهان در نیم قرن گذشته تلفیق شده است. در حدود ده هزار سال قبل، زمانی که انسانها غذای خود را از طریق شکار و جمع آوری بدست می آورند، جمعیت ساکنین کره زمین فقط ۵ میلیون نفر بود. با شروع اهلی شدن گیاهان و حیوانات، جمعیت با افزایش اندکی روبرو شد. دقیقاً پنج هزار سال پیش، همزمان با استقرار انسانها در شهرها، افزایش سریع جمعیت آغاز شد. در حدود ۲۵۰۰ سال پیش جمعیت به ۱۰۰ میلیون نفر رسید. به موازات پیشرفت های حاصل در تولید محصولات زراعی و نیز توسعه اراضی قابل کشت، افزایش جمعیت همچنان ادامه یافت. از سال ۱۸۳۰ که جمعیت جهان از مرز یک میلیارد نفر گذشت، روند افزایشی جمعیت شکل تازه ای به خود گرفت. از آن زمان در کنار پیشرفت های علمی مرتبط با توسعه فعالیت های کشاورزی، افزایش جمعیت با سرعت زیادی ادامه یافته است. جمعیت جهان یک بار در سال ۱۹۳۰ دو برابر شد (۲ میلیارد نفر) و دوباره در سال ۱۹۷۵ دو برابر شده و از مرز ۴ میلیارد نفر گذشت. هم اکنون جمعیت جهان در حدود ۶ میلیارد نفر است و با سرعت ۹۰ میلیون نفر در سال رو به افزایش است.

آمار و ارقامی که در مورد اندازه جمعیت انسانی کره زمین ذکر شد، حقایقی را در مورد ضرورت افزایش منابع مورد نیاز برای بقاء و پایداری این جمعیت رو به تزاید جلوه گر می سازد. متأسفانه در دنیا نسبت افزایش جمعیت به مراتب بیش از ازدیاد محصولات کشاورزی است. فقط در بعضی از کشورها تناسب بین این دو پیشرفت قابل توجه است ولی معمولاً در کشورهای در حال توسعه، اختلافات فاحشی بین ازدیاد جمعیت و میزان افزایش تولیدات کشاورزی وجود داشته و مردم این کشورها گرفتار گرسنگی پنهان (سوء تغذیه) یا گرسنگی آشکار هستند.

احتمال کندتر شدن آهنگ افزایش عملکرد گیاهان زراعی نسبت به چند دهه اخیر، محدودیت اراضی و کمبود آب برای توسعه زراعت به علاوه ی دشواری ها و ناملایمات محیطی که هر از گاهی رخ می نمایند عوامل مهمی هستند که امنیت غذایی جهان را آشکارا تهدید می کنند. از این رو برای تضمین امنیت غذایی در قرن آینده حداقل سه استراتژی اساسی زیر می بایست مورد توجه ملل مختلف قرار گیرد :

۱. تلاش جهانی در جهت به کارگیری سیستم های کار آمد در تولید غذا، از طریق آموزش، تحقیقات و سرمایه گذاری کافی.
۲. طرح و پیگیری برنامه های کاهش نرخ زاد و ولد بویژه در کشورهای درحال توسعه تا حدی که به سطح جایگزینی جمعیت بینجامد.
۳. مدیریت اصولی منابع تولید و استفاده کار آمد از آنها.

مطالعه زراعت عمومی که یکی از زیر بخشهای دانش کشاورزی است به ما کمک می کند تا در جهت تحقق بخشی از راهکارهای یاد شده در بالا گامی مؤثر برداریم.

علم کشاورزی به طور کلی به مفهوم کشت و کار و تولید محصولات زراعی و دامی است که در برخی از منابع مترادف علم مزرعه داری در نظر گرفته شده است. این علم، شاخه ای از کشاورزی است که در واقع هنر و علم تولید محصولات زراعی، با استفاده کارآمد از منابع آب، خاک و سایر عوامل مربوط به تولید است که در حقیقت به بحث درباره اصول و عملیات مدیریت و اداره مزرعه جهت تولید بهتر و

بیشتر محصولات زراعی می پردازد. علم زراعت مثل علم کشاورزی دارای جنبه های به هم پیوسته ای از علـوم محـض *(Pure sciences)* ماننـد فیزیـک، شـیمی، ریاضـی و زیسـت شناسـی و... و علـوم کاربردی *(Applied sciences)* از جمله علوم زراعی، علوم گیاهی، علوم زیست محیطـی، خاکشناسـی، اقتصاد و جامعه شناسی می باشد که به بحث درباره علوم می پردازد. در واقع به نوعی این علوم با هم در ارتباطند.

علم زراعت از نیمه دوم قرن هجدهم میلادی جنبه ی علمی و تکنولوژیک پیدا کرد و ثابـت شـد کـه بین گیاه، خاک و محیط، رابطه تنگاتنگی وجود دارد. تا قبل از قرن هجدهم، محصولات کشاورزی که تولید می شد، جوابگوی نیاز غذای مردم دنیا بود اما با افزایش تصاعدی جمعیت جهان و رونـد رو بـه رشد جمعیت، محصولات کشاورزی، جوابگوی نیاز غذایی مردم نبود بنابراین باید راهکاری پیدا می شد که با افزایش محصول بتوان جوابگوی نیاز روند رو به رشد جمعیت بود.

به طور کلی علم زراعت برای افزایش تولید محصول، سه راه پیشنهاد می کند:

- افزایش سطح زیر کشت
- افزایش تولید در واحد سطح
- افزایش تولید در واحد زمان

افزایش سطح زیر کشت – حدود ۲۱ درصد زمین های دنیا قابلیت کشت و زرع دارند کـه در حـال حاضر نیمی از آن در زیر کشت است. قسمت عمده اراضی بایر قابل کشت در کشورهایی ماننـد ایـران قرار دارند که روش اصلی تولید در آنها کشاورزی نیمه سنتی تا نیمه مکانیزه اسـت. بخـش بزرگـی از این زمینها را می توان با مکانیزه کردن کشاورزی و تأمین امکانات به زیر کشت برد، اما در بسـیاری از موارد عواملی مانند کمبود آب، مساعد بودن شرایط آب وهوایی و کیفیت نا مناسـب آب وخـاک مـانع توسعه کشاورزی در این مناطق می شود. اصلاح و تأمین آب این اراضی مستلزم سرمایه گـذاری زیـاد است. به همین دلیل اکثر کشورها عملاً به زیر کشت در آوردن اراضی جدید را متوقف نموده اند.

بنابراین با توجه به محدودیت سطح زیر کشت، بدیهی است که افزایش عملکرد در واحد سطح که هدف اصلی زراعت است می بایست مورد توجه قرار گیرد. استفاده از ارقام اصلاح شده، تهیه بستر مطلوب برای کاشت بذر، انتخاب صحیح تاریخ و روش کاشت، به کاربردن مقادیر مناسب بذر و تناسب زراعی صحیح، بهینه سازی مصرف کود (زمان، مقدار و روش مصرف کود) آبیاری، زهکشی، کنترل آفات، بیماری ها و علف های هرز، استفاده صحیح از ادوات کشاورزی و از همه مهمتر، تلفیق مناسب این عوامل با ویژگی های اکولوژیک گیاه موجب افزایش راندمان زراعت می گردد.

افزایش تولید در واحد زمان – در روش های رایج زراعت همواره بخشی از زمین های قابل کشت و کار در مدتی از سال، بی استفاده می مانند. پیشرفت های جدید علم زراعت ثابت کرده است که با توسل به شیوه های زراعت چند کشتی[۱] (کشت بیش از یک گیاه زراعی در یک قطعه زمین در سال) و کشت مخلوط[۲] (کشت بیش از یک محصول زراعی در یک قطعه زمین به نحوی که برای مدتی از فصل رشد با یکدیگر همجوار هستند) می توان میزان تولید محصولات زراعی در واحد زمان را افزایش داد.

گیاهان زراعی مختلف دارای وجه اشتراک زیادی هستند که بر اساس این خصوصیات مشترک می توان بعضی تصمیم گیری های زراعی را در مورد کلیه اعضاء یک گروه بکار بست و به این ترتیب تسهیلاتی در برنامه ریزی عملیات تولید فراهم نمود. با توجه به اینکه گیاهان زراعی خصوصیات مختلفی دارند و برنامه تولید گاهی ممکن است چند هدفی باشد، از این رو این گروه بندی ها مطلق نیستند و این احتمال وجود دارد که برخی محصولات زراعی در دو یا چند گروه مختلف جای گیرند.

در دهه سوم و چهارم قرن هجدهم با ظهور انقلاب سبز *Green Revolution* در کشورهای دنیا بخصوص کشورهای پرجمعیتی مثل هند و چین با استفاده از انرژی سوخت فسیلی و نهاده های کمکی مثل کاربرد کودهای شیمیایی، استفاده از ارقام پرمحصول، استفاده از سموم شیمیایی مثل علف کش ها، آفت کش ها و سایر نهاده های کمکی، تولید را در واحد سطح افزایش دادند که خیلی

۱- *multiple cropping*

۲- *Inter cropping*

مؤثر بود. به این ترتیب از حداقل سطح خود، حداکثر استفاده را کردند و محصـول را افـزایش دادنـد. ولی در سالهای اخیر این مسئله مشکل ساز شده است مثلاً آلودگی زیست محیطـی و ایجـاد مشـکل برای سلامتی انسانها. به این ترتیب که سموم شیمیایی که مصرف می شدند، باعث مقاوم شدن آفـات می شد و به این دلیل کشاورزان می بایست از سموم قویتر و به مقدار بیشتری استفاده می کردند. این مسئله باعث می شد که باقی مانده سموم در محیط، باقی مانده و محیط را آلوده کند. به همین دلیل جدیداً مباحثی تحت عنوان **کشاورزی پایـدار *(Sustainable Agriculture)*** و کشـاورزی ارگانیـک ***(Organic Farming)*** بوجود آمده که فقط بدنبال افزایش تولید نیست، بلکه به دنبال ثبات عملکـرد و حفظ محیط زیست، همراه با کاهش اثرات مخرب مثل کاهش سموم شیمیایی می باشد.

در زراعت به طور کلی عوامل مؤثر در تولید محصول عبارتند از:

- عوامل طبیعی مانند نور، آب، دما، خشکسالی و باد
- عوامل غیرطبیعی مانند جنگ، انقلاب، هزینه حمل و نقل، اقتصاد و...

بنابراین با توجه به موارد گفته شده، علم زراعت را می توان این گونه تعریف کرد که علم زراعـت علـم چگونگی مبارزه با عوامل نامساعد طبیعی و غیرطبیعی جهت تولید بهتر و بیشتر محصولات کشاورزی است. به عبارت دیگر، علم زراعت مجموعه ای از فعالیت های انسان را در بر می گیرد که جهت تأمین نیازمندیهای بعضی گیاهان جهت دستیابی به حداکثر قدرت تولیدی آنها انجام می شود.

دو شرط اصلی در زراعت عبارتند از:

- استفاده صحیح از عوامل محیطی و زراعی
- استفاده درازمدت از آنها

برای اینکه در زراعت بتوانیم موفق باشیم تلفیق صحیحی از عوامل زراعی می تواند به این امـر کمـک کند.

عملیات اصولی زراعی عبارتند از:

- تهیه و نگهداری بذر گیاه مورد نظر

- از بین بردن علفهای هرز و سایر گیاهان موجود در زمین
- زیر و رو نمودن خاک جهت تهیه بستر بذر
- کاشت بذر گیاه مورد نظر در زمان و شرایط مناسب رشد
- فراهم نمودن شرایط مناسب رشد گیاه از نظر رطوبت و عناصر غذائی
- مبارزه با آفات و دشمنان طبیعی و علفهای هرز
- برداشت گیاه در زمان مناسب و ذخیره و نگهداری مناسب آن تا زمان مصرف

طبقه بندی علمی گیاهان

کارلوس لینه (۱۸۵۳) با ابداع روش های نامگذاری دواسمی طبقه بندی علمی گیاهـان را پایـه ریـزی نموده است. در این روش گیاهان براساس خصوصیات ریخت شناسی، تکامل و ژنتیکی در هفت طبقـه قرار می گیرند.

گروه بندی گیاهان زراعی براساس جنبه های مختلف تولید و مصرف:

گیاهان زراعی بسیار متنوعند و از لحاظ تولید و همچنین مصرف، با هم متفاوتند. حتی عملیات زراعی که برای هرگیاه به کار می رود، با گیاه دیگر متفاوت است. بنابراین گیاهان زراعی را می توان از جنبه های مختلف تقسیم کرد.

الف) تقسیم بندی براساس وسعت و دامنه کشت:

۱) گیاهان باغی یکساله *Garden crops* گیاهانی هستند که در اراضـی کوچـک مـثلاً باغچـه منـازل کشت می شوند مانند پیاز، کلم، بادمجان.

۲) گیاهان باغی چندساله *Plantion crops* گیاهانی هستند که در اراضی بزرگ، باغات و یا نهالسـتان ها مورد کشت و کار قرار می گیرند و دائمی یا چندساله هستند مثل چای، قهوه و مرکبات.

۳) گیاهان زراعی *Field crops* گیاهانی هستند که در اراضی مزروعی کشت می شوند و ممکن اسـت به صورت فصلی کشت شوند یا اینکه چندساله باشند مثل گندم، جو، ذرت، سورگوم.

ب) تقسیم بندی براساس هدف تولید و مورد مصرف:

۱) غلات گیاهانی هستند از تیره گندمیان که به خاطر استفاده از دانه خوراکی شان مورد کشت و کار قرار می گیرند و از نظر نشاسته، غنی و از لحاظ پروتئین، فقیر هستند مانند گندم و جو.

۲) حبوبات گیاهانی هستند از تیره نیام داران که به خاطر استفاده از دانه خوراکی شان مورد استفاده و کشت قرار می گیرند و برعکس غلات، از پروتئین غنی و از لحاظ نشاسته، فقیر می باشند مثل لوبیا، سویا، بادام زمینی.

۳) گیاهان روغنی گیاهانی هستند از خانواده مختلف که از دانه آنها جهت روغن کشی استفاده می گردد مثل کلزا، پنبه، آفتابگردان.

۴) گیاهان علوفه ای گیاهانی هستند از خانواده های مختلف که از اندام هوائی و قسمت رویشی آنها به صورت تازه و خشک و یا سیلو شده جهت تغذیه دام ها استفاده می گردد مانند سورگوم علوفه ای، شبدر.

۵) گیاهان ریشه ای گیاهانی هستند از خانواده های مختلف که به خاطر استفاده از ریشه غده ای که دارند، مورد کشت و کار قرار می گیرند مانند چغندرقند، سیب زمینی شیرین.

۶) گیاهان لیفی گیاهانی هستند از خانواده های مختلف که از الیاف آنها استفاده می گردد مثل کنف، کتان، ژوت.

۷) گیاهان غده ای گیاهانی هستند از خانواده های مختلف که از ساقه های زیرزمینی آنها استفاده می شود مثل سیب زمینی معمولی.

۸) گیاهان قندی گیاهانی هستند از خانواده های مختلف که از عصاره شیرین موجود در بذر، ساقه و یا ریشه آنها جهت تهیه شربت و یا استخراج قند مورد استفاده قرار می گیرند مانند نیشکر، سورگوم قندی، چغندرقند.

۹) گیاهان تدخینی و داروئی گیاهانی هستند که از مواد مخدری که در داخل آنهاست و یا عصاره موجود در آنها مورد کشت و کار قرار می گیرند مثل خشخاش، خردل، چای، قهوه.

۱۰) گیاهان ادویه ای و چاشنی گیاهانی هستند از خانواده های مختلف که جهت مصارف شیرینی پزی و یا آشپزی مورد کشت و کار قرار می گیرند مثل هل، زعفران، مارچوبه.

ج) تقسیم بندی بر اساس مصارف خاص:

۱) گیاهان پوششی *(Cover crops)* یا کود سبز *(Green Manuring crops)* گیاهانی هستند که جهت حفاظت و پوشش خاک و برای جلوگیری از فرسایش خاک و همچنین مبارزه با علف های هرز مورد کشت و کار قرار می گیرند. گاهی اوقات نیز جهت اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک به زیر خاک برگردانده می شوند مانند باقلا، ماشک، یونجه.

۲) گیاهان جانشین *Catch crops* گیاهانی هستند یک ساله با چرخه زندگی کوتاه و دوره رشد سریع که هنگامی که در کاشت محصول اصلی تأخیر افتاده و یا محصول اصلی در اثر عوامل نامساعد طبیعی و غیرطبیعی از بین رفته است، جایگزین محصول اصلی می شوند و مورد کشت و کار قرار می گیرند مانند ارزن و ماش.

۳) گیاهان مکمل *Restorative crops* گیاهانی هستند که جهت باروری و حاصلخیزی خاک مورد کشت و کار قرار می گیرند و از لحاظ تولید در درجه دوم اهمیت قرار دارند مانند سویا.

۴) گیاهان همراه *Companion crops* گیاهانی هستند یکساله که همراه با گیاهان چندساله کشت می شوند و در سال اول که محصول اصلی تولید خوبی ندارد، مورد استفاده قرار می گیرند مانند کشت جو یا بذرک در مزرعه یونجه.

۵) گیاهان سیلوئی *Silage crops* گیاهانی هستند که اندام رویشی آنها به صورت سبز و تازه برداشت شده و بلافاصله یا پس از مدتی تخمیر در سیلو مورد تغذیه دام قرار می گیرند مانند سورگوم، یونجه، شبدر، خلر.

۶) گیاهان قصیلی *Soiling crops* گیاهانی هستند که به صورت تازه و سبز برداشت می شوند و به صورت تازه مورد تغذیه دام قرار می گیرند مانند ذرت علوفه ای، شبدر، لوبیا چشم بلبلی.

د) گروه بندی براساس طول عمر گیاه:

۱) گیاهان یکساله گیاهانی هستند که از کاشت بذر گیاه تا زمان برداشت دانه در حدود یک سال طول می کشد و این گیاهان معمولاً در بهار و یا پاییز کشت می شوند مثل گندم و جو.

۲) گیاهان دوساله گیاهانی هستند که در سال اول، رشد رویشی خود را انجام می دهند و در سال دوم، رشد زایشی خود را انجام می دهند. این گیاهان برای ورود به دوره زایش نیاز به یک دوره سرما یا بهاره سازی *(Vernalization)* دارند مانند چغندرقند و برخی از گراس ها. در صورتی که این گیاهان در سال اول رویش خود آن نیاز سرمایی را سپری کنند، تبدیل به گیاهان یک ساله می شوند.

۳) گیاهان چندساله گیاهانی هستند که دارای چرخه زندگی چندساله هستند و به وسیله اندام های زیرزمینی خود تکثیر می شوند.

ه) گروه بندی براساس فصل رشد

۱) گیاهان بهاره گیاهانی هستند که به سرما مقاومت ندارند و آب و هوای معتدل را می پسندند و ممکن است روزکوتاه یا روزبلند باشند مانند سورگوم.

۲) گیاهان پاییزه گیاهانی هستند که به سرما مقاومت دارند و برای ورود به دوره زایشی نیاز به بهاره سازی دارند. این گیاهان به خشکی مقاومت ندارند و گیاهانی روزبلند هستند مثل برخی از ارقام گندم و جو.

۳) گیاهان بهاره - پاییزه گیاهانی هستند که هم در فصل بهار و هم در فصل پاییز می توانند کشت شوند، چون بعضی از گیاهان، ارقام مختلفی دارند.

و) گروه بندی براساس حرارت مطلوب مورد نیاز:

۱) گیاهان سرمادوست گیاهانی هستند که آب و هوای خنک را ترجیح می دهند و حرارت مطلوب رشد این گیاهان بین ۱۶ تا ۳۲ درجه سانتی گراد است مانند سیب زمینی، چغندرقند، کتان.

۲) گیاهان گرمادوست گیاهانی هستند که در معرض سرما خسارت می بینند و حرارت مطلوب مورد نیاز آنها بین ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی گراد است مانند سورگوم، ذرت.

ز) گروه بندی بر اساس عکس العمل به طول روز:

۱) گیاهان روزکوتاه گیاهانی هستند که برای گلدهی نیاز به طول روز کمتر از ۱۲ ساعت دارند مانند ارزن.

۲) گیاهان روزبلند گیاهانی هستند که برای گلدهی نیاز به طول روز بیشتر از ۱۲ ساعت دارند مانند برخی از ارقام گندم و جو.

۳) گیاهان خنثی یا بی تفاوت گیاهانی هستند که گلدهی آنها نسبت به طول روز تفاوتی نشان نمی دهد مانند بعضی از ارقام ذرت.

ح) گروه بندی براساس عملیات زراعی مشترک:

۱) گیاهان وجینی گیاهانی هستند که با توجه به حجم و اندازه ای که دارند، نیاز به فضای بیشتری بین ردیف های کاشت دارند. بنابراین در این گیاهان کنترل علفهای هرز باید با وسایل مکانیکی انجام شود مثل سیب زمینی، ذرت، چغندرقند.

۲) گیاهان غیر وجینی گیاهانی هستند که به صورت پراکنده و در ردیف های کاشت نزدیک به هم و کنار هم کشت می شوند. بنابراین نیازی به کنترل مکانیکی علفهای هرز ندارند مثل گندم، جو.

ط) تقسیم بندی براساس نیاز به گروه های مختلف بافت خاک:

۱) بافت شنی و لومی شنی

۲) بافت سیلتی و لومی سیلتی

۳) بافت رسی و لومی رسی

گیاهانی که نیاز به بافت شنی و لومی شنی دارند مانند سیب زمینی، چغندرقند، پیاز، کلم، هویج.

گیاهانی که نیاز به بافت سیلتی و لومی سیلتی دارند مانند پنبه، کلزا، ذرت، شبدر، یونجه.

گیاهانی که نیاز به بافت رسی و لومی رسی دارند مانند برنج، گندم، جو، عدس.

ی) براساس درجه بردباری گیاهان به خاکهای دارای محدودیت:

۱) گیاهان متحمل به خاک های اسیدی مثل برنج، سیب زمینی و کلزا.

۲) گیاهان متحمل به خاکهای قلیایی مانند پنبه، ذرت، جو.

۳) گیاهان متحمل به خاک های شور مانند ارزن، سورگوم، جو، کنجد.

۴) گیاهان متحمل به فرسایش مانند بادام زمینی و نخودسیاه.

۵) گیاهان متحمل به شرایط غرقابی مانند برنج و برخی از گراس ها که جنبه علوفه ای دارند.

ک) براساس روش کشت و کار در مزرعه

۱) کشت مستقیم بذر مانند اکثر گیاهان زراعی مثل پنبه، جو، ذرت، گندم.

۲) کشت نشائی مانند برنج.

۳) کشت اندام رویشی گیاه مثل سیب زمینی، نیشکر.

چرخه زندگی گیاه

چرخه زندگی بسیاری از گیاهان زراعی با جوانه زنی بذری که در خاک کشت شده است، آغاز می شود. با رویش و سبز شدن گیاهچه جوان بر سطح خاک، رشد رویشی گیاه ادامه یافته و بسته به نوع گیاه و شرایط محیطی حاکم بر آن پس از مدتی گیاه وارد مرحله رشد زایشی می شود. در این مرحله پس از وقوع گلدهی و انجام عمل گرده افشانی و لقاح، بذر و میوه به وجود می آید.

در زراعت هدف این است که با اعمال مدیریت و ایجاد تغییراتی در شرایط محیطی از طریق تنظیم تاریخ کاشت، انتخاب محل و الگوی کشت مناسب و به کارگیری اصول علمی در کلیه مراحل چرخه زندگی گیاه شرایطی به وجود آید که نه تنها بقای گیاه زراعی حفظ شود، بلکه عملکرد اقتصادی گیاه به حداکثر برسد. این امر مستلزم ایجاد فرم مطلوب گیاه است. فرم مطلوب گیاه مجموعه ای از خصوصیات ظاهری، آناتومیک و فیزیولوژیک است که تجمع آنها در گیاه موجب پیدایش حداکثر قدرت بهره وری از عوامل مساعد محیطی می گردد و ضمنا توان گریز، تحمل یا مقابله با عوامل نامساعد محیطی را به گیاه زراعی اعطا می نماید.

اندام های تشکیل دهنده پیکره گیاه

شکل ظاهری و آرایش اندام های گیاهی (مورفولوژی) بعلاوه خصوصیات ساختمانی درونی (آناتومی) آنها، وظیفه و اعمال آنها (فیزیولوژی) را تحت تأثیر قرار می دهد و باعث تنوع فرم رشد و تنوع پتانسیل تولید در ارقام مختلف گیاهان زراعی می گردد. تشریح طرح گیاه و اندام های اصلی پیکر آنها ما را به سمت بررسی دقیق تر بخش های مختلف و تغییراتی که در این بخش ها به وجود می آید، رهنمون می شود.

به طور مثال در برخی گیاهان، اندام های اصلی ریشه و ساقه دستخوش تغییراتی می شوند که این تغییرات به توانائی زنده ماندن در محیط های نامساعد کمک زیادی می نماید. علاوه بر این، شناخت عکس العمل های اندام های رویشی و زایشی گیاه به عوامل محیطی مختلف این امکان را فراهم می کند تا هنگام بروز شرایط خاص در راستای مدیریت گیاه زراعی و حتی کنترل علف های هرز، تصمیمات صحیح اتخاذ نمود.

خصوصیات و وظایف اندام های گیاهی

- **ریشه**

قسمت زیرزمینی گیاه است که وظایف آن عبارتند از جذب آب و عناصر غذائی، تثبیت و نگهداری گیاه، ذخیره مواد غذائی.

ریشه های سطحی و ظریف، جذب آب و مواد غذائی را از طریق تارهای کشنده بر عهده دارند و همچنین باعث جلوگیری از فرسایش خاک می شوند. ریشه های عمیق، وظیفه تثبیت و نگهداری گیاه را بر عهده دارند. ریشه های قطور، وظیفه ذخیره مواد غذایی را انجام می دهند.

- **تقسیم بندی ریشه ها براساس شکل ظاهری و نحوه توسعه:**

۱) ریشه های مستقیم، ریشه هائی هستند که از توسعه ریشه چه به وجود می آیند و شامل یک محور اصلی یا مرکزی بوده که به طور مستقیم در داخل خاک نفوذ می کنند و ریشه های جانبی از آنها منشأ می گیرند مثل هویج.

۲) ریشه های افشان، ریشه هائی هستند که فاقد یک محور اصلی و مرکزی بوده و به صورت انشعابات پراکنده و کم قطر دیده می شوند مانند ریشه های غلات.

- **تقسیم بندی ریشه براساس زیستگاه:**

) ریشه های زمینی

) ریشه های هوایی

) ریشه های آبی

- **تقسیم بندی ریشه براساس منبع:**

) ریشه های معمولی ریشه هایی هستند که از توسعه و نمو ریشه چه به وجود می آیند.

) ریشه های نابجا ریشه هایی هستند که از قسمتهای مختلف گیاه مثل ساقه، ریزوم و قلمه به وجود می آیند. این ریشه ها کارایی گیاه را بالا برده و باعث تثبیت بیشتر گیاه می شوند. در برخی مواقع هم در جذب آب و مواد غذایی کمک می کنند.

ریشه معمولی از نمو ریشه چه حاصل می شود و آنهائی که از بخش های هوائی ساقه، ریزوم ها، قلمه ها و برگها به وجود آیند، ریشه نابجا نامیده می شوند. ریشه های نابجا در غلات از قاعده محور زیر لپه منشاء می گیرند و مجموعه ای به نام ریشه های بذری *Seminal roots* به وجود می آورند. ریشه های بذری در بسیاری از علف های تیره گندمیان مدتی پس از تشکیل ریشه های حلقه ای از بین می روند، در حالی که در برخی از گیاهان از جمله گندم، جو و ذرت ممکن است حتی تا زمان رسیدگی کامل دانه نیز فعال باقی بمانند. تعداد ریشه های بذری بسته به گونه و رقم از ۱ تا ۷ متغیر است و عمق نفوذ آنها در شرایط مساعد به ۲ متر هم می رسد .

- **طوقه**

طوقه گرهی است که در پایین ساقه گیاهان و زیر خاک ایجاد می شود و از نظر شکل خارجی می‌توان آن را مرز بین ریشه و ساقه دانست. عمق طوقه از سطح خاک در کنترل عوامل ژنتیکی است و ربطی به عمق کاشت بذر و سایر عوامل زراعی ندارد. مهمترین نقش طوقه در ذخیره مواد غذایی است.

- **ساقه**

وظایف ساقه عبارتند از:

- هدایت و انتقال آب و عناصر غذائی جذب شده از ریشه به اندام هوائی و انتقال مواد پرورده ساخته شده از اندام هوائی به سایر قسمتهای گیاه
- اندام های گیاه بر روی آن قرار دارد
- ذخیره مواد غذایی مثل ساقه نیشکر
- غذاسازی در ساقه های سبز حاوی کلروفیل

- **تقسیم بندی از نظر زیستگاه:**

- ساقه هوائی دارای بافت مقاوم بیشتری هستند. چون در معرض عوامل طبیعی بیشتری قرار دارند.
- ساقه آبی نرم تر و دارای فضای بین سلولی بیشتری هستند.
- ساقه زیرزمینی فاقد سبزینه هستند و برگهای قهوه ای فلس مانند و بافت محافظ توسعه یافته ای دارند.

- **تقسیم بندی ساقه زیرزمینی:**

- ریزوم
- غده
- بنه
- پیاز

ساقه زیرزمینی ساده (*Rhizome*)

این نوع ساقه ها کمابیش استوانه ای هستند و در زیر زمین به طور افقی رشد می کنند و در گره ها جوانه هائی وجود دارد که اندام های هوائی جدید تولید می کنند. اگر چه در برخی گیاهان زینتی (اختر) از خاصیت تولید ریزوم برای تکثیر گیاه استفاده می شود، اما قدرت تکثیر و گسترش از طریق

ساقه های خزنده و رونده در برخی علف های هرز باعث انتشار سریع آنها شده و کنترل آنها در کشاورزی را دشوار می سازد. قیاق، اویارسلام و پنجه مرغی نمونه هائی از این علف های هرز سمج محسوب می شوند.

ساقه زیرزمینی پیازی (*Bulb*)

این نوع ساقه ها ضخیم و کوتاه اند. غذای اندوخته یا در ساقه کوتاه (مانند گلایول) یا در پولک های برگ مانند اطراف آن (مانند نرگس و پیاز خوراکی) جای دارند. پیاز توپر که اصطلاحا بنه *Corm* نامیده می شود، در گیاه زراعی زعفران دیده می شود.

ساقه زیرزمینی غده ای (*Tuber*)

انتهای متورم شده ریزوم را غده می گویند. سیب زمینی در واقع سه نوع ساقه دارد: ساقه هوائی معمولی، ریزوم باریک و انتهای متورم آن که غده است. غده سیب زمینی مانند هر ساقه دیگر دارای گره، میان گره، جوانه های جانبی و جوانه انتهائی است. این جوانه ها ساقه هوائی تولید می کنند. به گروهی از جوانه ها که در یک نقطه متمرکز شده اند، یک چشم می گویند.

ساقه هوائی خزنده (*Stolone*)

توت فرنگی و برخی علفهای هرز ساقه هائی خزنده تولید می کنند. این نوع ساقه ها در سطح زمین به طور افقی رشد می کنند و دارای میانگره های بلندی هستند. در محل گره هائی که با زمین تماس حاصل می کنند، ریشه، برگ، گل و میوه تولید می شود.

ساقه خارنما

اغلب خارهای گیاهان نوعی ساقه تغییر شکل یافته اند. البته در زرشک و اقاقیا خار، نوعی برگ تغییر شکل یافته است. نمونه های ساقه های خارنما در دو گیاه خار مصری و لالیک مشاهده می شود. گیاهانی که فقط از طریق یک ساقه اصلی به ریشه ارتباط دارند در مقابل عوامل نامساعد محیطی حساسیت بیشتری دارند اما در غلات از جمله گندم و جو چنانچه ساقه اصلی پس از تشکیل طوقه از بین برود، احتمالا تعداد زیادی پنجه از محل طوقه رشد کرده و گیاه را ترمیم می کند.

شکل ساقه ها و طرز قرار گرفتن برگ ها و گل ها بر روی ساقه در کمیت و کیفیت نور دریافتی، تبادل رطوبت و حرارت و نیز نفوذ گازها در لا به لای بوته ها اهمیت دارند. ارتفاع بوته نیز مهم است. همچنین ساقه هائی که قادر به ذخیره مواد غذائی بیشتری هستند، در صورت بروز شرایط محیطی نامساعد قدرت تولیدی خود را بهتر حفظ می کنند.

- **برگ**

برگها به موازات نمو جوانه انتهائی و جوانه جانبی به وجود می آیند و دارای پهنک ساده و دمبرگ هستند که البته بعضی از برگها فاقد دمبرگند که به آنها **بی پایه *(Sessile)*** می گویند.

برگها وظایف زیر را بر عهده دارند:

1) فتوسنتز
2) تعادل بیوشیمیایی گیاه: به میزانی که آب جذب می کند، به همان میزان، مواد غذائی به اندام های گیاه می دهند
3) ذخیره مواد غذائی (در برخی از گیاهان مثل توتون که نیکوتین در برگها ذخیره می کند)
4) تبخیر و تعرق

تبخیر از برگها دو نقش مهم دارد:

1) ایجاد تفاوت مکش آب
2) تنظیم درجه حرارت برگ

برگها طول عمر کمتری دارند و رشدشان نسبت به ساقه کمتر است. در گیاهان گل انتهائی، زمانی که گل تولید شد، دیگر برگ جدید بوجود نمی آید اما در گیاهان غیرگل انتهائی با افزایش ارتفاع، برگهای جدید به وجود می آیند.

ساختمان داخلی و خارجی برگ، نحوه قرار گرفتن برگ و فرم برگ بر روی گیاه، اهمیت زیادی برای تخصیص عملیات زراعی دارد. به فرض، تعداد و نحوه پراکنش روزنه های هوائی در سطح برگ نشان می دهد که گیاه چقدر مقاومت به خشکی دارد و براساس آن، دوره آبیاری را تنظیم می کنند یا به

فرض، طرز قرار گرفتن رگبرگها بر روی برگها و خصوصیات سطحی برگ به ما کمک می کند که اینها چه میزان می توانند سموم بکار برده شده را نگهداری کنند که این مسئله به ما در انتخاب نوع سموم کمک می کند.

- **تقسیم بندی برگها براساس شکل ظاهری:**

۱) برگ ساده، برگهایی می باشند که دارای یک پهنک هستند. هر چند که ممکن است دارای بریدگی های اطراف برگ باشند.

۲) برگ مرکب، برگهایی هستند که دارای چندین پهنک باشند که به هرکدام، **برگچه *(Leaflet)*** می گویند.

- **گل**

گل اندام تولید مثل جنسی گیاه است که محل قرار گرفتن آن بر روی ساقه و همچنین ظرفیت تولید دانه در هر گل از عوامل مؤثر در تعیین فعالیت های زراعی است.

گل از یک سری اندام های زایشی نازا مثل کاسبرگ ها و گلبرگها و یک سری اندام زایا مثل پرچم و مادگی تشکیل شده است که بر روی نهنج قرار دارند. کاسبرگها و گلبرگها از نظر شکل ظاهری شبیه برگ هستند و مجموعاً **پوشش گل *(perianth)*** را به وجود می آورند. گلهایی که واجد هر ۴ بخش (گلبرگ، کاسبرگ، پرچم، مادگی) باشند، گل کامل و گلهایی که همه این اجزا را ندارند، گل ناقص نامیده می شوند. گلهایی که پرچم و مادگی را دارند و هر دوی آنها در فعالیت جنسی شرکت می کنند گل دوجنسی و گلی که فاقد یکی از این اندام ها باشند را گل تک جنسی می گویند. اگر هر دو نوع گل های تک جنس روی یک گیاه باشند، گیاه تک پایه است و اگر هر دو نوع گل روی گیاه های جداگانه باشند، گیاه دوپایه است.

- گلبرگ در گرده افشانی نقش دارد و به عبارتی باعث جذب حشرات گرده افشان می شود.

- کاسبرگ وظیفه محافظت از گیاه را برعهده دارد.

- تخمدان به تدریج بعد از لقاح، تولید دانه می کند.

گل، محل تشکیل دانه ها است و براساس قبول نوع دانه گرده تقسیم بندی می شود:

- گیاهان خودگشن مانند گندم، جو، سویا، سیب زمینی، توتون
- گیاهان دگرگشن مانند ذرت، چاودار، شبدر، یونجه
- گیاهانی که طبیعتاً خودگشن هستند اما خصوصیات گل در آنها اجازه انجام دگرگشنی را می دهد مانند باقلا، ارزن، پنبه

- **میوه**

وقتی که رشد اندام های گل کامل می شود، فرآیند گرده افشانی انجام می شود. دانه گرده، نمو پیدا می کند و لقاح انجام می شود، مادگی بارور شده و تغییر شکل می دهد و میوه و دانه می دهد.

- **انواع گرده افشانی:**

- گرده افشانی مستقیم *Self-Pollination* در گلهای کامل انجام می گیرد.
- گرده افشانی غیرمستقیم *Cross-Pollination* در گیاهانی صورت می گیرد که رسیدن اندام های نر و ماده همزمان نیست.

- **بذر**

وسیله تکثیر جنسی گیاه است که از پوسته، بافت ذخیره ای مواد غذائی و جنین تشکیل شده است. البته در زراعت، بذر فقط به معنی دانه نیست بلکه هر قسمتی از گیاه که جهت کشت و تکثیر مورد استفاده قرار بگیرد و در شرایط مناسب، تولید گیاه جدیدی کند، تحت عنوان بذر نامیده می شود.

اولین مرحله ای که باعث تولید گیاه از بذر می شود، **جوانه زدن *(Germination)*** است که تحت شرایط خاصی انجام می شود. اولاً این که جنین باید زنده باشد و ثانیاً شرایط محیطی مانند نور، دما، رطوبت، اکسیژن و سایر عوامل، تحت شرایط مناسبی قرار داشته باشند. چنانچه بذر تحت شرایط مناسب قرار نگیرد، اصطلاحاً گفته می شود بذر در **حالت خواب** یا **رکود *Seed dormancy*** است و زمانی شروع به جوانه زدن می کند که شرایط برای جوانه زنی آن مناسب باشد. در این حالت خواب بذر شکسته می شود و بذر شروع به جوانه زدن می کند.

- **تأثیر شرایط محیطی بر روی رشد و نمو گیاهان زراعی:**

آب و هوا یا اقلیم مجموع و برآیند عوامل یا عناصر آب و هوایی در زمان طولانی است که با تطابق موقعیت جغرافیائی هر ناحیه، در آن ناحیه موثر می گردد. از اختلاط و برآیند عناصر آب و هوایی، آب و هوای ناحیه ای به دست می آید. هر یک از عناصر آب و هوائی تحت تأثیر عوامل دیگری مانند عرض جغرافیائی، دوری و نزدیکی به دریا، ارتفاع از سطح دریا، کوه ها، جریان های اقیانوسی و طوفان های مختلف قرار گرفته و آب و هوای محلی را مشخص می سازد.

به طور کلی دو نوع اقلیم داریم:

- ماکرواقلیم *Macroclimate* که به بررسی آب و هوا در سطح بزرگ می پردازد مثلاً درجه حرارت در شهر رشت
- میکرواقلیم *Microclimate* در هر مکان عوامل کم اهمیت تری سبب می شود که تغییرات جزئی در وضع آب و هوای محلی به وجود آید و میکرواقلیم در آن مکان ظاهر گردد..

- **نور:**

نور یکی از مهمترین عوامل در رشد گیاهان زراعی است که نقش مهمی را در ماده سازی گیاهان زراعی بازی می کند. این نور از خورشید است. مقدار کل انرژی خورشیدی که به سطح زمین می رسد، به صورت صد در صد نیست بلکه قسمتی از آن در بالای جو جذب شده، قسمتی منعکس شده و قسمتی وارد اتمسفر می شود. به طور کلی مقدار کل انرژی خورشیدی که به خارج از اتمسفر می رسد، ۲ گرم بر کالری در هر سانتی متر مربع در دقیقه است که آن را **عدد ثابت خورشیدی** می گویند. در حدود ۷۰ درصد از نور خورشید به سطح زمین می رسد. مقدار انرژی خورشیدی که در واحد زمان به سطح زمین برخورد می کند تحت عنوان **تشعشع *(Irridance)*** است که اندازه گیری آن به صورت انرژی، توان و یا شدت انجام می شود. ۱٪ از کل انرژی که به زمین می رسد ماورابنفش،

۳۹٪ نور مرئی و ۶۰٪ اشعه مادون قرمز است که در مناطق و فصول مختلف نسبت آنها تغییر می کند. طیف نور مرئی ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر است.

به طور کلی نور تابیده شده بر زمین بر دو نوع است:

- نور پخش
- نور مستقیم

نور پخش نوری است که به بخارآب، ذرات گرد و غبار موجود در هوا و سایر عوامل برخورد می کند و منعکس می شود که این نور بیشترین تأثیر را بر روی رشد رویشی دارد اما بر روی رشد زایشی تأثیری ندارد. به همین خاطر گلهای آپارتمانی رشد زایشی ندارند و تولید گل و میوه نمی کنند و رنگ برگ در آنها تیره تر است. نور مستقیم نوری است که بدون برخورد با شیء یا چیزی تابیده می شود و بیشترین تأثیر را روی رشد زایشی دارد.

- **اثر اشعه های مختلف بر روی رشد و نمو گیاهان**

ماوراء بنفش یا *UV* در جو جذب می شوند چون بسیار خطرناکند. مثلاً اشعه ماوراء بنفش برای سلامتی انسانها بسیار مضر است چون باعث سرطان پوست می شود اما در بعضی قسمتها، لایه ازن سوراخ شده و این اشعه وارد جو می شود مثل استرالیا. این اشعه برای گیاهان هم بسیار خطرناک است و باعث مختل شدن عملکرد هورمون های گیاهی شده، از رشد و نمو سلولها جلوگیری می کند و تولید آنتوسیانین در گیاه می کند. این اشعه یک مزیت نیز دارد که برای ضد عفونی کردن کاربرد دارد و مانع رشد قارچها و باکتری ها می شود. اشعه های آبی و بنفش نیز از رشد و نمو سلول جلوگیری می کنند اما به اندازه *UV* خطرناک نیستند اما برعکس اشعه قرمز، باعث رشد و نمو سلول می شود و در تولید مواد رنگی با اشعه ماورای بنفش همکاری می نماید و تولید بافت را درگیاهان تسریع می کند. نورهای مرئی که بین ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر هستند، بیشترین نقش را در فتوسنتز گیاه بر عهده دارند که توسط رنگیزه کلروفیل مورد استفاده قرار می گیرند که به آن **تشعشع فعال فتوسنتزی** *(PAR)* می گویند. میزان این اشعه ها در فصل های مختلف متفاوت است چون محوری که زمین

گردش می کند، بیضوی است و زاویه تابش خورشید متفاوت است. به عنوان مثال اشعه مـادون قرمـز در تابستان ۱۰٪ نسبت به زمستان بیشتر است یا به فرض، امواج نور قرمز ۴۵٪ و امواج سـبز ۹۰٪ در تابستان بیشتر از زمستان است. اشعه های آبی، بنفش و ماورای بـنفش، بیشـترین تـأثیر را از فصـول مختلف می گیرند به طوری که امواج آبی و بنفش ۲۵۰٪ و امواج مـاوراء بـنفش ۱۰۰۰٪ در تابسـتان نسبت به زمستان بیشتر است.

بیشترین میزان اشعه ماوراء بنفش در پاییز است و بیشترین میزان اشعه مـادون قرمـز در بهـار وجـود دارد. گرد و غبار و دود، مانع عبور نور می شود. به همین دلیل در شهرهای بـزرگ و صـنعتی از نظـر فضای سبز می تواند مشکل ساز باشد. برخی از درختان مانند سوزنی برگان، وجـود دود را نسـبت بـه درختان خزان کننده، بهتر تحمل می کنند و درجه بردباری گیاهان مختلف نسبت بـه نـور، متفـاوت است. مثلاً گیاهان آپارتمانی در سایه رشد می کنند ولی گیاهان زراعی در نور رشد می کنند.

- **عبور نور از آب:**

نور وقتی از هوا وارد آب می شود، می شکند و هرچه به عمق می رویم، اشعه ها جذب یا منعکس می شود و تنها آنهایی که طول موج زیادی دارند، به داخل آب نفوذ می کننـد و باعـث رشـد یـک سـری گیاهان در اعماق آب می شود.

- **فتوسنتز در گیاهان**

فتوسنتز باعث می شود که انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبدیل شود، به طوری که حیات موجودات زنده بستگی به این فرآیند مهم و اساسی دارد. اگر بخواهیم به طور خیلی ساده تر فرآیند فتوسـنتز را توصیف کنیم:

$$H_2O + CO_2 \xrightarrow[\text{کلروفیل}]{\text{انرژی نورانی و}} CH_2O + O_2$$

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{کلروفیل}]{\text{انرژی نورانی و}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

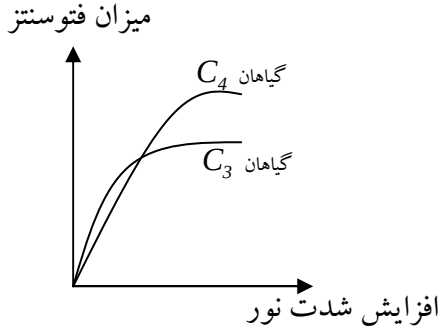
دلایل اهمیت فتوسنتز عبارتند از:

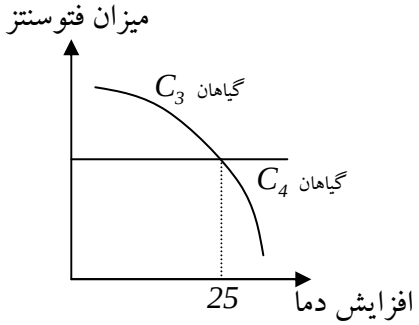
) منبع اساسی انرژی برای موجودات زنده گیاهی و جانوری است.

- رشد و محصول گیاه به وسیله فتوسنتز تأمین می شود.
- تولید اکسیژن می کند که برای حیات موجودات زنده، حیاتی است.
- فتوسنتز برای سنتز بسیاری از ترکیبات آلی ضروری، مورد نیاز است.

از نظر تنظیم فتوسنتزی، گیاهان به ۳ دسته تقسیم می شوند:

- گیاهان سه کربنه یا C_3
- گیاهان چهارکربنه یا C_4
- گیاهان کراسولاسه یا CAM





- **جذب نور:**

نوری که به برگ گیاهان می رسد از پهنک برگ عبور کرده و توسط کلروفیلی که در کلروپلاست ها وجود دارد، جذب می شود. البته همه نور، جذب کلروفیل نمی شود بلکه قسمتی از آن منعکس شده و مقداری جذب می شود. به همین دلیل برخی از برگها به رنگ روشن و برخی به رنگ تیره دیده می شوند. برگهای روشن بیشتر از برگهای تیره، نور را منعکس می کنند چون سطح برگهای روشن، براق است و بنابراین نور بیشتری را منعکس می کنند. اما وجود کوتیکول در برگ برخی از گیاهان باعث جذب نور می شود. حتی برخی از رنگدانه ها در برگ گیاهان در جذب نور مؤثرند مانند رنگدانه آنتوسیانین که باعث قرمز شدن برگ برخی گیاهان مثل چغندرقند می شود که این ماده باعث جذب قسمتی از نور شده و مانع رسیدن آن به پارانشیم می شود و چون آنتوسیانین نیز قسمتی از نور را منعکس می کند لذا از حرارت زیاد تابش نور به برگ کم می کند.

- **اثر نور بر روی کلروفیل:**

ماده کلروفیل در گیاهان پست مانند باکتریهای فتوسنتز کننده یا برخی از نهانزادان آوندی در کروماتوفور دیده می شود و در گیاهان عالی در دانه های کلروپلاست وجود دارد و در اثر نور تولید می شود. دانه های کلروپلاست در برگ گیاهان سایه پسند بیش از نورپسند هستند، به همین دلیل برگ گیاهان سایه پسند تیره تر از گیاهان نورپسند است. آزمایشات نشان داده است که گیاهان سایه پسند ۷۳٪ نور را جذب می کنند، در صورتی که در گیاهان نورپسند فقط ۱۰٪ نور را می توانند جذب کنند. کلروپلاست ها در داخل یاخته ها نسبت به شدت نور تغییر مکان می دهند. به این صورت که به سمت دیواره سلول کشیده می شوند و به اصطلاح به دیواره سلولی تکیه می دهند. حالا اگر شدت نور کم باشد، این کلروپلاست ها در سطح سلول پخش شده و طوری نسبت به اشعه نور قرار می گیرند که نسبت به نور حالت عمود داشته باشند تا بهتر بتوانند نور را جذب کنند.

انعکاس نور	جذب نور	رنگدانه
سبز	قرمز، آبی، بنفش	کلروفیل
زرد، نارنجی	آبی	کارتنوئید
زرد، نارنجی	آبی	گزانتوفیل
سیاه	اکثر نورها	ملانین
قرمز	آبی و UV	آنتوسیانین
هیچ نوری را منعکس نمی کند	UV	

- **اثر نور بر روی هورمون های ساقه:**

نور رشد و نمو میان گره ها و رشد طولی ساقه را محدود می کن، اما انشعابات ساقه و رشد قطری را زیاد می کند که علت آن تأثیر نور بر روی هورمون های ساقه است. چرا که نور از سنتز هورمون های رشد طولی جلوگیری می کند. انتهای ساقه به سمت نور گرایش پیدا می کند. در قسمتی که به سمت نور است، از سنتز هورمون جلوگیری می شود و سمتی که به طرف تاریکی است، باعث سنتز هورمون می شود و سبب می گردد تا ساقه به سمت نور گرایش پیدا کند. به همین دلیل اگر نور به طور مداوم

به گیاه بتابد، ساقه به صورت کج رشد می یابد. گیاهانی که در معرض نور هستند، انشعابات بیشتری داشته و تاج بزرگتری تولید می کنند. همین امر باعث می شود که رشد طولی ساقه در جنگلهای انبوه و تنک با هم متفاوت باشد. در جنگلهای انبوه، رشد ساقه بیشتر است، چون تعدادشان بیشتر می باشد و سایه بیشتری تولید می شود اما در جنگلهای تنک چون ساقه ها در معرض نور قرار دارند، رشد قطری بیشتری نیز دارند. این اثر نور بر روی ساقه در سبزی کاری هم اهمیت بسیاری دارد. مثلاً در گیاهانی مانند کرفس، اگر ساقه در معرض نور نباشد، تردتر و شکننده تر است. به طور کلی گرایش به سمت نور را **فتوتروپیسم** می گویند.

- **اثر نور بر روی رشد و نمو گیاهان:**

اگر شدت نور از یک حد معینی تجاوز نکند، باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش های زنده و غیرزنده می شود (تنش زنده مثل حشرات و تنش غیرزنده مثل عوامل محیطی). همچنین باعث افزایش تعرق می شود و همانطور که می دانیم تعرق با فتوسنتز رابطه مستقیم دارد. همچنین باعث ایجاد تعادل بین تولید و مصرف می شود، فشار اسمزی یاخته ها را بیشتر می کند، باعث افزایش میزان گلوسید و پروتئین (که نقش بسیار مهمی در گلدهی گیاهان دارد) می شود. کاهش نور باعث رشد رویشی می شود و نقش بسیار مهمی را در تولید گیاهان دارد (گیاهان علوفه ای به صورت متراکم تر کشت می شوند تا رشد رویشی داشته باشد).

- **اثر نور بر روی بذر:**

در حالت عادی، نور بر روی جوانه زنی بذر تأثیر ندارد اما اگر بذر، آب جذب کند، در این حالت نور بر روی جوانه زنی تأثیر دارد. از این لحاظ بذر گیاهان را به ۳ دسته تقسیم می کنند:

1) بذرهایی که به نور نیاز دارند مانند بذرهای چمنی، توتون و کاهو.
2) بذرهای بی نیاز از نور مانند هندوانه و کدو.
3) بذرهای بی تفاوت مانند غلات و حبوبات.

بذرهای نیازمند به نور به **فتوبلاستیک *(Photoblastic)*** معروفند که بذور این گیاهان، بعد از جذب رطوبت، نیازمند به نورند و در هنگام کاشت باید در عمق کمی از سطح قرار بگیرند. بذرهای بی نیاز از نور بذرهایی هستند که بعد از جذب رطوبت باید در تاریکی قرار بگیرند تا جوانه بزنند. بذرهای بی تفاوت، بذرهایی هستند که بعد از جذب رطوبت، چه در معرض نور قرار بگیرند و چه در معرض نور قرار نگیرند، جوانه می زنند مانند غلات و حبوبات.

طول موج مؤثر در جوانه زنی، نور قرمز است که طول موج ۶۶۰ نانومتر دارد و برای جلوگیری از جوانه زنی، نورهایی طول موج های بیش از ۷۳۰ نانومتر مانع از جوانه زنی بذر می شوند.

- **اثر نور بر روی روزنه ها:**

روزنه های گیاهان سایه پسند درشت تر از روزنه های گیاهان نورپسند می باشد. سلولهای روزنه مانند سایر سلولهای برگ دارای کلروپلاستند و می توانند عمل فتوسنتز را انجام دهند. نور بر روی باز و بسته شدن روزنه ها مؤثر است، به طوری که نور باعث باز شدن روزنه ها می شود اما اگر از یک حد معینی بیشتر و یا کمتر باشد، باعث بسته شدن روزنه ها می شود.

به خاطر فشار اسمزی داخل سلولها و غلظت مواد اسمزی که در داخل سلولهای روزنه قرار دارند، درشب هم ممکن است روزنه ها از طریق عمل فشار تورژسانس باز شوند و در روز نیز همین اتفاق می افتد. یعنی اگر غلظت اسمزی داخل سلول به هم بخورد، باعث بسته شدن روزنه در طی روز می شود (باد ملایم باعث باز شدن روزنه ها و باد شدید باعث بسته شدن آنها می شود).

- **اهمیت نور:**

علاوه بر نقش بسیار مهمی که نور در فتوسنتز دارد، در متابولیسم هم نقش بسیار عمده ای را ایفا می کند. همچنین به طور مستقیم و غیرمستقیم در سایر اعمال زیستی گیاه نقش دارد. بخصوص در مرحله زایشی گیاه. به طور کلی، رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر ۳ خاصیت مهم نور یعنی **کمیت *(Quantiy)*، کیفیت *(Quality)*** و **مدت تابش نور *(Duration)*** است.

منظور از کمیت نور، همان شدت نور است و منظور از کیفیت، طول موج و رنگ است. به طـور کلـی، نور از مجموعه ای از فوتون ها تشکیل شده که دارای انرژی هستند.

- **رابطه بین انرژی و طول موج:**

هرچه طول موج نور کمتر باشد، انرژی بیشتر است و هرچه طول موج بیشتر باشد، انرژی کمتر اسـت. رابطه ی بین طول موج و انرژی و رابطه ی بین طول موج و فرکانس، رابطه ای معکوس است. عواملی که در جذب نور دخیلند، علاوه بر کلروفیل، موارد دیگری مثل کوتیکول می باشد.

- **شدت نور:**

شدت نور به طور مستقیم اثراتی بر روی گیاه دارد که مهمترین نقش آن، فتوسنتز است. نقـش دیگـر آن بر روی ارتفاع و رشد ساقه است و نقش دیگر آن بر روی نمو گیاه می باشد (از طریق گلـدهی). در نور با شدت کم، بین فتوسنتز و شدت نور رابطه ای خطی وجود دارد، به طوری که افزایش شدت نـور باعث افزایش فتوسنتز می شود اما اگر شدت نور از یک حد معین کمتر باشد، باعث افـزایش تـنفس و کاهش فتوسنتز می شود. در گیاهان C_3 و C_4 عکس العمل گیاهان نسبت به شدت نور متفاوت است و گیاهان C_4 در شدت نورهای بالاتر، بیشتر از گیاهان C_3 می توانند عمل فتوسنتز را انجام دهند.

- **عوامل محدود کننده ی نور مناسب بر رشد گیاه:**

) زمان سال (فصل) *Time of year (Season)*

) عرض جغرافیایی *Latitude*

) زمان روز *Time of Day*

) پوشش ابرها *Cloud cover*

زمانی که مقدار فتوسنتز با تنفس برابر شود به آن **نقطـه ی جبرانـی *Compensation point*** مـی گویند که برای گیاهان نورپسند ۴۲۰۰ لوکس (یکی از واحدهای شـدت نـور)، و بـرای گیاهـان سـایه پسند، ۲۷ لوکس است. هنگامی که شدت نور از یک حد تجاوز کند، فتوسـنتز از قـانون بـازده نزولـی تبعیت می کند.

در شدت های نور بسیار بالا مولکول های کلروفیل تخریب می شوند که به این حالت **خورشیدی شدن** یا ***Solarization*** می گویند.

در شدت نور پایین:

- فاصله بین گره ها زیاد می شود که در نتیجه، رشد ساقه افزایش می یابد.
- سطح برگها افزایش می یابد (تا بتوانند نور بیشتری جذب کنند) و این موضوع برای گیاه مضر است.
- برگها و ساقه ها نازکتر می شوند.
- کوتیکول نازکتر می شود (کوتیکول باعث محافظت سلول، جذب نور و مانع خروج بخار آب می شود).

اگر رشد رویشی بیش از حد باشد، گیاهان به صورت خوابیده درمی آیند که این موضوع باعث کاهش عملکرد می شود که به آن **ورس *Lodging*** می گویند و زمانی اتفاق می افتد که گیاه، بیش از حد در سایه قرار می گیرد. در خاکهای ضعیف، نیاز به نور، بیشتر است. با کاهش دما نیاز به نور بیشتر می شود.

کیفیت نور:

مواد و ذرات جامدی که در جو وجود دارند، بر روی کیفیت نور تأثیر می گذارند. امواج نور بر اساس طول موجی که دارند، در رشد و نمو گیاه مؤثرند. به عنوان مثال، امواج ماوراء بنفش باعث جلوگیری از رشد و نمو سلولها شده و بر روی سنتز هورمون ها تأثیر منفی دارند. یا به عنوان مثال، امواج مرئی که طول موج ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر دارند، در فتوسنتز نقش دارند یا به عنوان مثال، امواج نوری که طول موج بیش از ۷۳۰ نانومتر دارند، تنها اثر گرمایی یا حرارتی داشته و در فتوسنتز بی تأثیرند و باعث افزایش تنفس می شوند.

فتومورفوژنز *(Photomorphogenesis)*:

یعنی تأثیری که نور بر روی نمو گیاهان می گذارد.

نکته: در نمو، تقسیم سلولی متوقف شده و سلولها تمایز می یابند ولی در رشد، سلولهای گیاه تکثیر می یابند.

یک نوع رنگدانه پروتئینی در گیاه وجود دارد که به آن **فیتوکروم** *(phytochrome)* می گویند. این فیتوکروم ها نور قرمز را جذب می کنند که به آن *P-red* می گویند و فیتوکروم هایی که نور قرمز دور را جذب می کنند به آن *P-far red* می گویند. *p-red* باعث جوانه زنی و *P-far red* باعث عدم جوانه زنی می شود. هردوی آنها واکنش های گیاه را تحت تأثیر قرار می دهند. بستگی دارد که کدامیک مقدارش بیشتر باشد و گیاه به نسبت آنها در سلول واکنش می دهد.

فتوپریودیسم

تغییرات ناشی از طول مدت تابش نور و اختلاف ساعات شبانه روز، فتوپریودیسم نامیده می شود. گیاهان از لحاظ فتوپریودیسم به ۳ دسته تقسیم می شوند:

1) گیاهان روز بلند
2) گیاهان روز کوتاه
3) گیاهان روز خنثی یا بی تفاوت

گیاهان روز بلند، گیاهانی هستند که برای گلدهی به بیش از ۱۲ تا ۱۴ ساعت نور نیاز دارند و چنانچه طول روز از این مقدار کمتر باشد، باعث تأخیر در زمان گلدهی شده و سبب می شود تا گیاه فقط رشد رویشی داشته باشد مانند گندم و جو. گیاهان روز کوتاه، گیاهانی هستند که به کمتر از ۱۲ تا ۱۴ ساعت نور نیاز دارند مانند برنج. گیاهان روز خنثی گیاهانی هستند که نسبت به طول روز واکنشی نشان نمی دهند مانند آفتابگردان.

نکته:

- در گیاهان روز کوتاه اگر طول روز را زیاد کنیم، گلدهی انجام نمی شود و رشد رویشی انجام می گیرد.

- اگر به گیاهان روز کوتاه مقداری نور بتابانیم و دوباره آنها را در تاریکی قرار دهیم، باز هم در گلدهی تأخیر ایجاد می شود چون ترشح هورمون ها تغییر می کند.

در استوا طول روز و شب برابر است و اکثر گیاهان این مناطق، روز خنثی هستند (در استوا ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب است). هرچه از استوا دورتر می شویم، اختلاف شبانه روز بیشتر می شود. تابش نور در فصول مختلف سال، متفاوت است به طوری که تابش نور در مناطق معتدل شمالی در تابستان، بیشتر و در زمستان، کمتر است.

فتوپریودیسم در گلدهی بسیار مؤثر است. علاوه بر طول روز، دو عامل مهم دیگر هم در گلدهی نقش دارند:

- ترشح هورمون ها
- تعادل بین کربن و نیتروژن

ترشح هورمون ها بستگی به مقدار و طول مدت تابش نور دارد. تعادل بین کربن و نیتروژن (نسبت $\frac{C}{N}$) که به طور معمول درگیاهان زراعی این نسبت در حدود ۱۰ تا ۱۵ است که اگر این نسبت به هم بخورد، گلدهی در گیاه انجام نمی شود و به تأخیر می افتد.

اگر به گیاهی بیش از حد نیتروژن بدهیم، گیاه فقط رشد رویشی پیدا می کند. ($\frac{C}{N\uparrow}$)

گیاهانی که تحت تنش رطوبتی هستند، خیلی سریع گل می دهند ($\frac{C\uparrow}{N}$). چون نیتروژن جذب نمی شود ولی فتوسنتز هنوز انجام می شود.

فتوپریودیسم در عرض های جغرافیایی مختلف متفاوت است.

اکثر گیاهان استوائی، روزخنثی هستند. در این گیاهان انتقال از مرحله رویشی به زایشی به عوامل دیگری از قبیل دمای هوا و خاک، رطوبت خاک و ذخیره مواد غذایی گیاه بستگی دارد.

تولید و ذخیره مواد غذایی در اعضای زیرزمینی یک گیاه بستگی چندانی به طول روزی که برای رشد و نمو اندام های هوایی آن لازم است، ندارد مانند سیب زمینی. در سیب زمینی اگر طول روز زیاد شود، رشد رویشی بیشتر می شود و در طول روز کوتاه، غده ها رشد می یابند.

- **درجه حرارت:**

منابع گرمایی کره ی زمین عبارتند از: خورشید، سوختهای فسیلی و متابولیسم مواد آلی.

میزان گرمایی که در اثر تابش خورشید به سطح زمین می رسد در عرض های مختلف جغرافیایی متفاوت است و هرچه از استوا فاصله بگیریم، درجه حرارت به همان نسبت کمتر می گردد (هرچه به سمت قطب می رویم درجه حرارت کمتر می شود) که به خاطر عرض جغرافیایی و زاویه تابش است.

زمانی که نور آفتاب به سطح زمین می رسد باعث گرم شدن کره ی زمین و زمانی که خورشید غروب می کند باعث سرد شدن کره ی زمین می شود.

بطور کلی تمام نقاطی که درجه حرارت آنها در یک فصل معین و یا در تمام طول سال با یکدیگر مشابهند به آنها **ایزوترم** *(Isotherme)* می گویند.

گرمی هوا بستگی به سطحی دارد که نور خورشید به آن می تابد که زاویه تابش هم در آن دخیل است. مثلاً جسمی که به طور عمودی تابش را دریافت می کند نسبت به جسمی که تابش را بطور مایل دریافت می کند، گرمتر است. به همین دلیل در سطح دریا و خشکی در طول شبانه روز اختلاف درجه حرارت وجود دارد، چون درجه حرارت مخصوص خشکی کمتر از آب است و در روز، خاک زودتر گرم شده و زودتر هم گرما را از دست می دهد. پس به همین دلیل اختلاف دما در شبانه روز در دریا کمتر از خشکی است.

اثر ارتفاع بر درجه حرارت:

میزان درجه حرارت با ارتفاع نسبت معکوس دارد. یعنی هرچه بالاتر رویم، دما کمتر می شود. بطوریکه به ازای هر ۱۰۰۰ متر ارتفاع، درجه حرارت به میزان ۵/۵ درجه کاهش می یابد. کاهش دما در ارتفاع های مختلف و فصول مختلف یکسان نیست. در دامنه های پایین، تغییرات دما شدیدتر از ارتفاعات بالا

است که یکی به علت بخارآب هوا است و دیگر به علت رقیق بودن هوا در ارتفاعات می باشد. شدت آن در نیمکره های شمالی و جنوبی متفاوت است، بطوری که شدتش در نیمکره شمالی در شیب های جنوبی بیشتر از شیب های شمالی است و در تابستان بیشتر از زمستان است.

درجه حرارت سالیانه یک کوهستان از حرارت جلگه مجاور آن کمتر است که علت آن همان رقت هوا است که به فشار هوا ربط دارد.

نکته:

- تغییرات دما در درون خاک کمتر از هوا است.
- گلخانه بهتر است در شیب های جنوبی احداث شود.

هرچه ارتفاع بیشتر شود دما کمتر می شود ولی همیشه این طور نیست. اگر **وارونگی هوا یا *Inversion*** صورت بگیرد با افزایش ارتفاع، دما زیاد می شود.

عوامل مؤثر در ایجاد وارونگی دما:

۱) وجود هوای سرد و خشک که باعث جذب تشعشع جزئی حرارت زمین می گردد.

۲) آسمان صاف و بدون ابر که عمل تشعشع را سرعت می بخشد.

۳) شب های طولانی که سبب می شود که طول مدت تشعشع بیش از تابش آفتاب باشد.

۴) هوای آرام و بدون باد که باعث عدم تداخل هوای سرد و گرم می شود.

هوای گرم، شبهای کوتاه، باد و وجود ابر و مه از عواملی هستند که مانع وارونگی هوا می شوند.

هواکشی یا *Air drainage*:

گاهی اتفاق می افتد که هوای سرد کوهستان به طرف دره مجاور آن حرکت کرده و در نتیجه هوای طبقه ی پایین سردتر از هوای طبقه ی بالای جو می گردد که ممکن است باعث سرمازدگی مستقیم گیاهان شود. در شبهای سرد زمستان و در مواقعی که شرایط برای وارونگی هوا مساعد می باشد، ممکن است وارونگی هوا و هواکشی، همزمان صورت بگیرد. علت سرمازدگی مرکبات در شمال کشور به دلیل هواکشی است.

نکته:

- بهترین جا برای کاشت در دامنه کوه است.

- در جلگه، گیاهان سرمازده می شوند و بعلاوه باد باعث تخریب آنها می شود.

اثر شیب در درجه حرارت:

- گرمای اکتسابی هر مکان بستگی به زاویه ی تابش دارد به طوری که تابش عمودی باعث گرم تر شدن آن جسم می شود.

- در نیمکره ی شمالی شیب های جنوبی زودتر از شیب های شمالی گرم می شوند.

- حرارت دریافتی نسبت به فصول مختلف سال و شیب زمین متفاوت است.

- بیشترین دما در اسفند، فروردین، مرداد، شهریور و مهر در شیب ۴۸ درجه می باشد. در اردیبهشت، خرداد، تیر در شیب ۳۲ درجه و در آبان، آذر، دی، بهمن، شیب صفر درجه می باشد.

- از نظر دما در دامنه های جنوبی تا شیب ۳۰ درجه برای زراعت مناسب می باشد.

صفر فیزیولوژیک یا درجه حرارت پایه:

هر گیاهی برای جوانه زنی و شروع رشد خود به یک حداقل درجه حرارتی نیاز دارد که در دمای کمتر از آن، رشد آغاز نمی شود.

صفر فیزیولوژیک برای هر گونه، عدد ثابتی است.

کلیه فعالیتهای گیاه در یک محدوده درجه حرارت معینی صورت می گیرد. در خارج از محدوده ی معین، گیاه باید مکانیسم های خاصی برای مقاومت داشته باشد تا بتواند زنده بماند.

نیاز حرارتی گیاهان (ضریب حرارتی گیاهان):

هر گیاهی برای تکمیل هر یک از مراحل نمو خود به مجموع درجه حرارتی نیاز دارد که به آن ضریب حرارتی می گویند.

برای محاسبه ی آن از روش روز ـ درجه یا GDD استفاده می شود.

$$GDD = \sum \left[\frac{1}{2} (T_{max} + T_{min}) - T_{base} \right]$$

دانستن GDD برای گیاهان زراعی لازم است.

T_{max}: درجه حرارت حداکثر

T_{min}: درجه حرارت حداقل

T_{base}: درجه حرارت پایه

بردباری گیاهان نسبت به درجه حرارت زیاد:

- این بردباری بستگی به گونه گیاهی دارد.
- هر اندام گیاهی نیاز به دمای خاصی برای رشد دارد.
- حداکثر بردباری گیاهان نسبت به دما بستگی به گونه گیاهی و آب دارد.

مکانیسم های مقاومت گیاه در برابر تنش گرما:

۱) تقلیل سطح برگ تا تعرق کمتری صورت بگیرد.

۲) تغییر رنگ برگ تا نور را منعکس کنند تا درجه حرارت برگ بالا نرود و تعرق انجام نشود.

۳) قرار گرفتن روزنه برگ در فرورفتگی تا نور کمتری دریافت کنند و هم از اثر باد مصون باشند.

۴) لوله ای شدن برگ چون سلولهای پارانشیمی آب خود را از دست داده و در نتیجه لوله ای می شوند.

۵) افزایش فشار اسمزی سلول ها چون تحت درجه حرارت زیاد، قند سلول بالا می رود تا سلول آب بیشتری جذب کند بعد از آن هم پروتئین را به قند تبدیل می کند.

حتی فعالیت های گیاهی هم در درجه حرارت خاصی انجام می شود.

برای هر گونه گیاهی درجه حرارتی وجود دارد که در آن درجه حرارت، ۵۰ درصد از گیاهانی که در معرض گرما بوده اند، از بین می روند. این پارامتر را LT_{50} یا **درجه حرارت کشنده** می گویند.

بردباری گیاهان نسبت به درجه حرارت کم:

بردباری گیاهان به دمای کم نسبت به اندام ها و حتی گونه های گیاهی متفاوت است.

حساس ترین اندام گیاه به سرما مادگی و سپس پرچم، گل، برگ، ریشه و ساقه می باشد.

اگر درجه حرارت بیش از حد، پایین بیاید به آن **تنش سرما** می گویند.

از جمله راه های مقابه با سرما زدگی:

۱) استفاده از ارقام مقاوم

۲) ایجاد حرارت های مصنوعی

گیاهانی که برگهای گوشتی دارند نسبت به سایر گیاهان به سرما حساس ترند.

- **دمای بهینه لازم برای گیاه:**

این دما بستگی به نوع و گونه گیاهی دارد.

دمای بهینه برای انجام تنفس از دمای بهینه برای فتوسنتز بیشتر می باشد.

- **ترموپریودیسم *(Termoperiodism)*:**

اختلاف دمای شب و روز را گویند که بر روی کمیت و کیفیت گیاهان تأثیر می گذارد.

سویا، گوجه فرنگی، خربزه، هندوانه و طالبی نسبت به ترموپریودیسم حساس هستند.

چغندرقند در پایان مرحله ی رشد حتماً ترموپریودیسم نیاز دارد تا بتواند مواد قندی را در ریشه ذخیره کند. کرفس حساسیتی به ترموپریودیسم ندارد و حرارت یکنواخت باعث افزایش کیفیت آن می شود.

- **بهاره کردن:**

بذر را با میزان ۵۰٪ وزن آن به مدت ۴۸ ساعت خیس و به مدت ۱۰ تا ۱۵ روز در دمای کمتر از صفر بیولوژیک قرار می دهند. این امر چرخه ی زندگی گیاه را کوتاه می کند.

به همین ترتیب می توان گیاهان گرمادوست را در مناطق معتدل کشت نمود. بذر را با میزان ۵۰٪ وزن آنها به مدت ۴۸ ساعت خیس و به مدت ۱۰ تا ۱۵ روز در دمای ۲۵ تا ۲۹ درجه سانتیگراد و در تاریکی نگه می دارند.

- **باد:**

هوای متراکم که دارای فشار بیشتری است به سمتی که فشار، کمتر و رقیق تر است، حرکت می کند و تولید باد می نماید. جهت و سرعت باد تابع فشار هوا، وجود خشکی و دریا، پستی و بلندی و ارتفاع می باشد. باد عامل مهم انتقال رطوبت و بخار آب و تراکم آن است و تولید ابر و باران می کند و سرانجام بر روی رشد و نمو گیاهان تأثیر گذار است. باد به دلیل اینکه بخار آب موجود در اطراف روزنه را جا به جا می کند باعث باز شدن روزنه می شود اما این میزان تا زمانی است که باد سرعت مشخص داشته باشد. اگر از یک حد معینی بالاتر برود تعرق ثابت می ماند و بعد کاهش می یابد چون روزنه بسته می شود. باد در گرده افشانی هم مهم است چون بعضی گیاهان مثل ذرت هستند که گرده ی آنها از طریق باد منتقل می شود که به این گیاهان، گیاهان **آنموفیل** *(Anemophile)* یا **آنموگام** *(Anemogame)* می گویند. باد باعث انتقال بذر در بعضی از گیاهان می شود. مثل قاصدک که به این گیاهان، گیاهان **آنموکور** *(Anemochore)* می گویند. باد در جذب CO_2 هم مهم است و باعث افزایش جذب CO_2 می شود. باد علاوه بر مؤثر بودن، خسارت هم وارد می کند. مثلاً بادهای گرم و خشک باعث افزایش تعرق می شود و گیاه را از بین می برد.

بادشکن ها یکسری درختچه ها یا درختانی هستند که در مسیر وزش باد کاشته می شوند و باعث کاهش سرعت باد می شوند که این بادشکن ها میکرواقلیم های خاصی را بوجود می آورند. ولی ایراد آن این است که گیاهان مجاور بادشکن فتوسنتز کمتری را انجام می دهند.

برخی از اثرات مستقیم باد در محیط زیست و رشد و نمو گیاهان به شرح زیر است:

۱) بادهای شدید موجب شکسته شدن شاخه درختان و گاهی ریشه‌کن شدن بوته‌ها می شوند.

۲) بادهای دایمی که در یک جهت خاص می وزند، موجب تغییر فرم و جهت گیری درختان در مسیر باد می شوند.

۳) باد باعث افتادگی (ورس) و شکستن ساقه ی غلات و ریزش دانه در زمان رسیدگی می شود.

۴) پاره‌شدن برگ‌های پهن برخی گیاهان مانند توتون و موز از کارآئی فتوسنتزی آنها می-کاهد.

۵) باد موجب انتقال آفات و بیماری ها و انتشار بذر علفهای هرز در منطقه می گردد.

۶) باد ذرات گرد و خاک را با خود حمل می کند و از یک سو عامل فرسایش خاک (فرسایش بادی) محسوب می شود و از سوی دیگر با ایجاد خراش و سائیدگی روی برگ های گیاهان، صدمات مکانیکی وارد می سازد.

۷) باد ضمن انتقال ذرات سم و قطرات ریز آب، عملیات سم پاشی و آبیاری بارانی را مختل می سازد.

برای کاهش اثرات مضر و مستقیم باد، توسل به سه راهکار مدیریتی قابل تأمل می باشد:

۱) استفاده از ارقام مقاوم گیاهان در مناطق بادخیز

۲) استقرار صحیح ردیف های کاشت گیاهان نسبت به جهت وزش بادهای دائمی

۳) احداث بادشکن

- **دی اکسید کربن:**

هوا دارای گازهای مختلف است. ۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن، ۰/۰۳٪ دی اکسید کربن و ۱٪ گازهای دیگر است. دی اکسید کربن در تأمین کربن مورد نیاز گیاه نقش بسزایی دارد و ماده اولیه برای فتوسنتز است. از عوامل محدود کننده فتوسنتز در گیاهان است، یعنی اگر غلظت آن از حد خاصی بیشتر شود باعث محدودیت می گردد. جدیداً به علت از بین بردن درختان و افزایش سوختهای فسیلی، میزان CO_2 در حال افزایش است و این مسئله باعث افزایش اثر گلخانه ای می شود.

- **رطوبت هوا:**

هوا تمایل زیادی به جذب رطوبت دارد، چون پتانسیل آب هوا نسبت به خاک و گیاه منفی تر است و این امر سبب می شود که همیشه تبخیر و تعرق انجام گیرد. مثلاً در یک آزمایش مشاهده شده است که چنانچه میزان رطوبت خاک در حد نقطه ی پژمردگی دائم باشد، رطوبت نسبی هوا در حدود ۹۹

درصد است. بین دما و رطوبت هوا یک رابطه ای وجود دارد به طوریکه درجه حرارت هوا بالاتر باشد، ظرفیت جذب و نگهداری رطوبت در هوا بیشتر خواهد بود. هرچه رطوبت هوا کمتر باشد میزان تبخیر و تعرق بیشتر می شود.

رطوبت هوا تعیین کننده دوره رشد گیاه است. به طوریکه خشکی هوا سبب کوتاهی و رطوبت باعث طولانی شدن دوره رشد گیاه می شود. رطوبت باعث می شود یک سری امواج منعکس شود.

- **خاک:**

از نظر کشاورزی، خاک خوب شرایط کافی را برای رشد و نمو گیاه و تولید بیشترین محصول فراهم می کند. بعبارت دیگر خاک توده ای است از مواد طبیعی با شرایط مناسب برای پرورش گیاهان که تحت اثر عوامل تخریبی ازسنگهای بستری بوجود آمده است.

دو نوع خاک وجود دارد:

۱) خاک سطح الارض *Top Soil*

۲) خاک تحت الارض *Sub Soil*

خاک سطح الارض خاکی است که دارای مواد آلی بیشتری است و به همین دلیل به رنگ تیره دیده می شود که از نظر کشاورزی هم خیلی مهم است. خاک تحت الارض خاکی است که مواد آلی بسیار کمی دارد و به همین دلیل به رنگ روشن تر دیده می شود و مواد شسته شده از خاک سطح الارض در این قسمت تجمع می یابند.

بطور کلی خاک از چهار جزء تشکیل شده است:

) مواد معدنی

) مواد آلی

) آب

) هوا

۵۰ درصد از خاک، مواد معدنی و ۵۰ درصد مربوط به آب و هوا است.

مواد معدنی خاک از نظر اندازه و ترکیب شیمیایی بسیار متفاوتند بطوریکه ذرات خاک را مـی تـوانیم براساس قطر آنها به گروه های جداگانه تقسیم کنیم.

دو نوع طبقه بندی برای ذرات خاک وجود دارد:

- طبقه بندی انجمن بین المللی خاکشناسی
- طبقه بندی وزارت کشاورزی آمریکا

براساس این طبقه بندی ها:

رس:

در هردو طبقه بندی اندازه ی کمتر mm ۰/۰۰۲

سیلت:

در طبقه بندی انجمن بین المللی خاکشناسی mm ۰/۰۰۲ – ۰/۰۲

در طبقه بندی وزارت کشاورزی آمریکا mm ۰/۰۰۲ – ۰/۰۵

شن:

در طبقه بندی انجمن بین المللی خاکشناسی mm ۰/۰۲ – ۲

در طبقه بندی وزارت کشاورزی آمریکا mm ۰/۰۵ – ۲

سطح ذرات رس بعلت کوچکی ذرات آن بسیار زیاد و قدرت جـذب سـطحی بـالایی دارنـد. ذرات رس دارای بارالکتریکی منفی هستند که باعث چسبندگی ذرات خـاک بـه هـم مـی شـوند و باعـث ثبـات ساختمان خاک می شوند. خاکهایی که دارای میزان رس زیاد هستند **خاک سنگین** و خاکهـایی کـه مقدار زیادی شن دارند **خاک سبک** نامیده می شوند.

ظرفیت زراعی خاک، میزان رطوبت موجود در خاک پس از خروج آب ثقلی می باشد. **آب ثقلی** آبـی است که توسط نیروی جاذبه زمین پایین کشیده می شود. وقتی خاک را اشباع ا ز آب می کنـیم ۴۸ ساعت بعد، آب ثقلی آن کشیده می شود و اگر ادامه پیدا کند، به **نقطه ی پژمردگی دائم** می رسد.

میزان رطوبتی که بین ظرفیت زراعی و نقطه ی پژمردگی دائم وجود دارد، آب قابل دسترس است. آب قابل دسترس آبی است که به راحتی در اختیار گیاه قرار می گیرد.

خاکهای رسی به دلیل خلل و فرج زیادی که دارند و ذرات آنها خیلی کوچک است طبعاً رطوبت بیشتری در خود ذخیره می کنند اما خاکهای شنی، چون منافذ درشتی دارند، رطوبت کمتری را در خود ذخیره می کنند.

- در نقطه ی پژمردگی دائم هیچ آبی در منافذ نمی ماند.

- اگر خاک به دلایلی فشرده *(Compact)* شود، دیگر منافذ خالی بین ذرات خاک وجود نخواهد داشت.

- **بافت خاک:**

تجمع نسبی ذرات رس، سیلت و شن را بافت خاک می گویند. درصد این ذرات در خاک تعیین کننده خواص خاک هاست. از نظر کشاورزی خاکی مناسب است که درصد مساوی از ذرات رس، شن و سیلت داشته باشد. البته در مورد همه ی گیاهان صادق نیست. مثلاً بادام زمینی در خاکهای فقیر به راحتی کشت می شود.

- **ساختمان خاک:**

رابطه ی تجمعی ذرات خاک را ساختمان خاک می گویند. بطور کلی خاک از یک سری واحدهای ساختمانی تشکیل شده که به آن خاکدانه یا *Ped* می گویند.

ثبات ساختمانی خاک اهمیت زیادی در کیفیت خاک زراعی دارد. خاک مناسب رشد گیاه خاکی است که از خاکدانه هایی به ابعاد ۱ تا چند میلی متر تشکیل شده باشد.

مواد آلی:

مواد آلی خاک شامل بقایای گیاهی و جانوری دست نخورده یا نیمه تجزیه شده هستند که تحت تأثیر موجودات ذره بینی خاک *(Microorganisms)* تجزیه شده و ماده ژلاتینی قهوه ای یا سیاه رنگی که خاصیت کلوئیدی دارد، بوجود می آورد که این ماده ژلاتینی قهوه ای را **هوموس** می گویند.

هوموس حدود ۵۸٪ کربن و ۵٪ نیتروژن دارد که نسبت کربن به نیتروژن در هوموس ۱۲ به ۱ است. تجزیه ی هوموس به کندی انجام می شود و بطور کلی ذرات هوموس کوچکتر از ذرات رس بوده و در بهبود ساختمان خاک نقش مؤثری دارند. همچنین ذرات هوموس قدرت جذب آب بیشتری را هم دارند.

اثرات مفید مواد آلی:

- اصلاح ساختمان خاک
- بهبود تهویه و نفوذپذیری خاک
- تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه و میکروارگانیسم ها

از نظر مواد آلی خاک ها به دو دسته تقسیم می شوند:

- خاک غنی
- خاک فقیر

خاک غنی خاکی است که بیش از ۴٪ ماده آلی در آن باشد و خاک فقیر از نظر مواد آلی خاکی است که کمتر از ۲٪ ماده ی آلی در آن وجود داشته باشد.

مواد رسی و هوموس خاک، علاوه بر ریز بودن و داشتن خاصیت کلوئیدی دارای بار الکتریکی منفی و قدرت جذب یونی هستند. ذرات کلوئیدی خاک با جذب عناصر غذایی در سطح خود آنها را از خطر شسته شدن محفوظ و به تدریج در اختیار گیاه قرار می دهند. در زراعت بهترین خاک خاکی است که به مقدار متناسب از رس و هوموس دارا باشد. همچنین رشد متناسب گیاه به تعادلی از آب و هوا در خاک نیاز دارد. بطوریکه حداقل هوای خاک برای رشد گیاه حدود ۱۰ تا ۲۵ درصد حجم کل خاک است که این حداقل به بافت خاک و ساختمان خاک بستگی دارد. نیترات چون بار منفی دارد نمی تواند جذب ذرات رسی شود ولی NH_4^+ و K^+ به رس می توانند بچسبند.

آب و هوای خاک:

مقدار و ترکیب هوای خاک تا حد زیادی به رابطه ی آب و خاک بستگی دارد.

آب منافذ خاک را اشغال می کند و اگرآب کم باشد، جای آن را هوا می گیرد.

در خاک دو نوع فضا وجود دارد:

- فضای درشت *Macropores*
- فضای ریز *Micropores*

فضاهای درشت، هوا و فضاهای ریز، آب را ذخیره می کنند. رشد مناسب گیاه به تعادلی از آب و هوا در خاک نیاز دارد.

اسیدیته خاک:

قلیایی یا اسیدی بودن خاک موجب واکنش شدید گیاهان عالی و موجودات ذره بینی می شود. اگر تعداد زیادی از کاتیون های قابل تعویض یا قابل تبادل از لایه های سطحی خاک شسته شوند و به وسیله ی یون هیدروژن تعویض شده باشند، واکنش خاک اسیدی است یا آن خاک را اسیدی می گویند. ولی اگر مقدارکاتیون های بازی در سطح کلوئید خاک زیاد باشد، واکنش خاک قلیایی است.

اسیدیته خاک بطور کلی بین ۵ تا ۹ متغیر است، بطوریکه در مناطق مرطوب بین ۵ تا ۷ و در مناطق خشک بین ۷ تا ۹ متغیر است. اسیدیته خاک همبستگی زیادی با عناصر غذایی و موجودات زنده خاک و در نتیجه با رشد و نمو و تولید گیاهان دارد.

اکثر گیاهان زراعی طالب خاک خنثی هستند.

گیاهان زراعی از نظر مقاومت در برابر اسیدیته ی خاک به ۴ گروه تقسیم می شوند:

- گیاهان مقاوم به خاک های اسیدی *(PH = 4.6 – 5.2)* مثل ارزن، گندم سیاه، برنج و چاودار
- گیاهان مقاوم به خاک های اسیدی ضعیف *(PH = 5.3 – 6.4)* مثل ذرت، گندم، سورگوم، سیب زمینی
- گیاهان رشد کننده در خاک های خنثی *(PH = 6.5 – 7.4)* مثل سویا، کلزا، لوبیا، جو
- گیاهان مقاوم به خاک های قلیایی *(PH > 7.4)* مثل پیاز، بادام زمینی، کاهو

- **خاک های شور و قلیایی:**

خاک های شور خاکهایی هستند که میزان هدایت الکتریکی یا EC در آنها بیش از ۴ میلی موس بر سانتی متر و میزان سدیم قابل تبادل کمتر از ۱۵ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می شود.

خاکهای قلیایی خاکهایی هستند که میزان هدایت الکتریکی آنها کمتر از ۴ میلی موس بر سانتی متر و میزان سدیم قابل تبادل بیش تر از ۱۵ درصد ظرفیت قابل تبادل کاتیونی خاک می شود.

pH خاکهای شور کمتر از ۸/۵ است اما pH خاکهای قلیایی تا ۱۰ هم می رسد.

- **راه اصلاح خاک شور:**

1) افزودن کلسیم به خاک از طریق افزودن آهک
2) افزودن کودهای آلی به خاک
3) استفاده از کود سبز

در خاکهای شور و قلیایی میزان هدایت الکتریکی بیش از ۴ میلی موس بر سانتی متر و میزان سدیم قابل تبادل بیش از ۱۵٪ ظرفیت تبادل کاتیونی است.

گیاهان از نظر تحمل خاک های شور و قلیایی به ۳ دسته تقسیم می شوند:

1) گیاهان مقاوم که تا EC = ۸ را تحمل می کنند مثل گلرنگ، جو، پنبه، چغندر قند
2) گیاهان نیمه مقاوم که تا EC = ۶ را تحمل می کنند مثل گندم، چاودار، یولاف، برنج، ذرت، سویا
3) گیاهان حساس که تا EC = ۲ را تحمل می کنند. مانند لوبیا

- **نقش آب در گیاه:**

آب یکی از مهمترین عوامل مؤثر در کشاورزی است که کمبود آن باعث کاهش عملکرد می شود.

مهمترین موارد استفاده آب در خاک و گیاه عبارتند از:

1) مواد آلی موجود در خاک با کمک آب به مواد معدنی تبدیل می شوند.
2) باعث حرکت مواد معدنی به طرف ریشه می شود.

- حلال قوی که بسیاری از مواد را در خود حل می کند.
- در فتوسنتز نقش دارد. فقط ۰/۱٪ از آب صرف فتوسنتز می شود و ۹۹ تا ۹۹/۵ درصد از آبی که گیاه جذب می کند، صرف تبخیر و تعرق می شود.
- در تعرق نقش دارد.
- در نقل و انتقال مواد در درون گیاه نقش دارد.
- تغییرات پروتوپلاسم و شیره ی سلولی را تعدیل نموده و محیط مناسب تری برای اجرای اعمال زیستی سلول و متابولیسم آن فراهم می سازد.
- باعث تورژسانس سلول و شادابی گیاه می گردد.

- **نگهداری آب در خاک**

در زراعت، خصوصیات خاک و اثر آنها روی عوامل زیر مورد توجه می باشد:

- نفوذ آب به درون خاک و حرکت آن در داخل خاک
- ظرفیت خاک برای نگهداری آب
- در دسترس بودن آب خاک برای گیاهان

هریک از موارد بالا به طور مستقیم و غیرمستقیم به اندازه و مقدار نسبی منافذ خاک و قدرت جذب آبی خاک بستگی دارد.

عوامل مؤثر در مقدار و مصرف آب قابل استفاده:

۱- عوامل جوی:

دما، رطوبت نسبی و باد در مصرف گیاهی آب و هدر رفتن آب از طریق تبخیر مؤثر می باشند.

۲- عوامل گیاهی:

خصوصیات ریشه گیاهان، درجه مقاومت در برابر خشکی، مرحله رشدی گیاهان از این جمله اند.

۳- عوامل خاکی:

بافت و ساختار خاک، مواد آلی خاک، وجود املاح در خاک، عمق و لایه بندی خاک از جمله این عوامل هستند.

بذر:

هر قسمتی از گیاه که بتواند در شرایط مناسب تولید گیاه جدید بکند بذر نامیده می شود.

وقتی بذر در داخل خاک قرار می گیرد، باید شرایط لازم مهیا باشد تا جوانه زدن انجام شود. زمانیکه ریشه چه از بذر خارج می شود، در واقع بذر جوانه زده است اما بذری جوانه زده محسوب می شود که طول ریشه چه ی آن در حدود نصف قطر بذر باشد.

ساختمان بذر:

بذر از پوسته *(Testa)*، جنین *(Embryo)* و بافت ذخیره ای تشکیل شده است. مواد ذخیره ای می تواند لپه، آندوسپرم یا هر دو باشد.

وقتی بذر، آب را جذب می کند و شرایط لازم مهیا می شود تا بذر جوانه بزند، لپه ها کمتر شده، مریستم جوانه تشکیل شده و آندوسپرم دچار تغییر و تحول شده، پوسته در محل سفت (میکروپیل) باز می شود تا ریشه چه خارج شود.

عوامل مؤثر در جوانه زنی:

رطوبت ـ درجه حرارت ـ اکسیژن ـ نور

این شرایط باید برای بذر مناسب باشد تا بذر بتواند جوانه بزند، بطوری که اگر حتی یکی از این عوامل مهیا نباشد، گیاه به درستی جوانه نمی زند.

اکسیژن:

جوانه زنی با متابولیسم مواد ذخیره ای آغاز می گردد و این عمل به اکسیژن نیاز دارد. بذوری که خیلی عمیق و یا در خاک اشباع از آب کاشته شوند، ممکن است اکسیژن کافی دریافت نداشته و

جوانه نزنند. بذر برنج وگیاهان آبزی به اکسیژن کمی برای جوانه زدن نیاز داشته و اکسیژن محلول در آب برای جوانه زدن این گونه بذور، کافی می باشد.

رطوبت:

بذور مختلف در رطوبتی بین ۲۶ تا ۷۵ درصد رطوبت وزنی (نسبت به وزن خشک بذر) جوانه می زنند. مثلاً ارزن و سورگوم در میزان رطوبتی ۲۶٪، گندم و جو در ۴۵ تا ۵۰ ٪ و سویا در ۷۵ ٪ جوانه می زنند. اغلب بذور در رطوبت های پایینی از خاک (پتانسیل ۸- تا ۱۰- اتمسفر) و بعضی حتی در نقطه ی پژمردگی دائم (پتانسیل ۱۵- اتمسفر) جوانه می زنند، اما رطوبت مناسب جوانه زدن و سبز شدن بذور، وجود ۲۵ الی ۱۰۰ درصد کل آب قابل استفاده گیاه در خاک می باشد.

درجه حرارت:

بذور گیاهان زراعی مختلف در محدوده ی حرارتی بین صفر الی ۴۰ درجه سانتی گراد جوانه می زنند. حرارت مناسب جوانه زنی بسیاری از بذور بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد متغیر است. هرچه درجه حرارت خاک از حرارت مطلوب جوانه زنی بذور دور باشد، درصد سبز شدن بذر و قدرت رشد گیاهچه، پایین تر خواهد بود. به طور کلی گیاهان سرمادوست در درجه حرارت های پایین تری از گیاهان گرما دوست جوانه می زنند.

نور:

بسیاری از گیاهان زراعی در نور و یا در تاریکی جوانه می زنند. بعضی از ارقام توتون و بعضی از علفهای مرتعی نسبت به نور عکس العمل نشان داده و درصد جوانه زنی آنها تحت تأثیر نور افزایش می یابد چون این بذور ریزند. نور برای از بین بردن خواب این گونه بذور مناسب است. اثر نور هنگام مرطوب و متورم بودن بذر شدید تر است.

درصد جوانه زنی و قوه ی نامیه ی بذر:

قوه ی نامیه ی بذر را معمولاً براساس درصد جوانه زدن بذر تحت شرایط خاصی در آزمایشگاه اندازه می گیرند. بذری که دارای قوه ی نامیه خوبی باشد بین ۹۰ تا ۱۰۰ درصد در آزمایشگاه جوانه می زند

و درصد سبز آن در مزرعه در حدود ۹۰٪ می باشد. هرچه درصد جوانه زدن در آزمایشگاه پایین تر رود، درصد سبز آن با شدت بیشتری کاسته می گردد. بعنوان مثال بذری که فقط ۶۰٪ در آزمایشگاه جوانه زده، ممکن است درصد سبز آن در مزرعه به ۲۰٪ تا ۲۵٪ برسد. بذوری که درصد جوانه زنی پایینی دارند در برابر امراض و وضعیت بستر نیز حساسند.

به طور کلی برای تعیین قوه ی نامیه ی بذر از حوله ی کاغذی یا پتری دیش که درون آن کاغذ صافی قرار دارد و یا از شن و ماسه استفاده می کنیم. در تعیین قوه ی نامیه ی بذر از مواد شیمیایی مانند تترازولیوم هم استفاده می شود.

درصد جوانه زنی و قوه ی نامیه بذر:

بستر نامساعد بذر موجب نقصان شدید درصد بستر بذر می گردد. بذوری که به کندی و یا با درصد پایینی جوانه می زنند و همچنین بذور کوچکتر از معمول و بذوری که تغذیه ی نامناسب داشته اند، گیاهچه های کوچک و ضعیفی تولید می کنند. بذرهایی که به طور طبیعی کوچک هستند تولید گیاهچه های بسیار کوچکی می کنند که درصد قابل توجهی از آن ها در مزرعه تلف می گردد. بنابراین اگرچه ممکن است که این بذور درصد جوانه زدن بالایی داشته باشند اما درصد سبز نهایی آن ها پایین است و کشاورز خسارت می بیند.

جنین موجود در بذر باید سالم باشد. بذوری که تحت کشت آبی به دست می آیند نسبت به بذوری که تحت شرایط دیم کاری به عمل می آیند، مقاومترند.

شرایط تولید بذر بر روی جوانه زنی بذر می تواند مؤثر باشد. حتی شرایطی که مزرعه دارد می تواند تأثیرگذار باشد. مثلاً در مزرعه، خشک و تر شدن متوالی برای بذرهایی که حالت خواب دارند باعث جوانه زنی می شود و باعث ایجاد مقاومت در برابر خشکی می گردد.

بذوری که در حالت خواب هستند نیز درصد جوانه زدن و سبز پایینی دارند. بایستی توجه داشت که شرایط جوانه زدن در آزمایشگاه با شرایط سبز شدن در مزرعه از لحاظ رطوبت، اکسیژن و درجه حرارت، وجود میکروبها و مقاومت خاک فرق داشته و این عوامل تفاوت زیادی را بین درصد سبز شدن

و جوانه زدن ایجاد می کند. مثلاً خشک و تر شدن متناوب خاک ممکن است پوسته غیرقابل نفوذ بذور در حال خواب را نفوذپذیر سازد و یا گیاه را به خشکی مقاومتر سازد.

کیفیت های ضروری بذر

بذر سالم:

کامل بودن و سلامت اجزای تشکیل دهنده ی بذر برای سبز شدن بذور ضرورت دارد. چناچه جنین بذری هنگام برداشت محصول آسیب ببیند از درصد جوانه زدن آن به شدت کاسته می شود. بذوری که جنین آنها سالم اما قسمتهای دیگر بذر آسیب دیده باشد نیز درصد جوانه زدن پایینی داشته و یا گیاهچه های ضعیفی تولید خواهند کرد. بطور کلی بذوری که گیاهچه های طبیعی تولید می کنند نسبت به امراض و عوامل نامساعد محیطی حساس می باشند.

بلوغ بذر:

بذوری که بلوغ جنین در آنها کامل نیست درصد جوانه زدن کمی دارند. بذوری که جنین آنها بالغ اما قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی برداشت شده باشند نیز درصد سبز پایینی داشته و گیاهچه های ضعیفی تولید خواهند کرد.

رسیدگی فیزیولوژیک مرحله ای است که رشد دانه تکمیل شده باشد و زمانی است که جنین رشد کافی کرده و از این مرحله به بعد پس از تشکیل لایه ی سیاه در بذر رطوبت بذر کاهش می یابد.

بذور کوچکتر از معمول دارای جنین کوچک و مواد ذخیره ای کمی بوده و قدرت سبز شدن کمتری دارند و گیاهچه های کوچکی ایجاد می کنند. بذور بزرگتر، گیاهچه های بزرگتری تولید می کنند و نسبت به شرایط نامساعد محیطی مقاومترند. اندازه بذر در تولید نهایی گیاهان وجینی مانند ذرت مهم می باشد اما احتمالاً در تولید نهایی گیاهان غیر وجینی اهمیت کمتری دارد. به طور کلی بذوری که کمتر از نصف اندازه معمول همان رقم باشند، مناسب کاشت نیستند.

عمر بذر:

حداکثر عمر بذر در گیاهان زراعی حتی در بهترین شرایط نگهداری ۲۵ سال می باشد. بذور چاودار و گیاهان روغنی پس از چند سال قوه ی نامیه ی خود را از دست می دهند چون مقداری چربی دارند که اکسید می شود و رشد جنین را تحت تأثیر قرار می دهد.

بذور گندم، جو، یولاف مدت طولانی تری نسبت به بذر ذرت دوام می آورند اما به طور کلی هرچه بذر مسن تر گردد، درصد جوانه زنی بذر و قدرت رشد گیاهچه کاهش پیدا می کند. دوام کیفیت فیزیولوژیکی بذر بستگی به شرایط نگهداری بذر دارد. قدرت جوانه زنی و قدرت رشد گیاهچه ی بذوری که در درجه حرارت های بالا و مخصوصاً در حالت مرطوب نگهداری شده اند، بسیار کاسته می شود. بهترین شرایط برای ذخیره ی بذر محیطی است بدون اکسیژن با رطوبت کمتر از ۶۰ درصد و درجه حرارت بین ۵- تا ۵ درجه ی سانتی گراد.

در نواحی گرم و مرطوب بایستی بذور را کاملاً خشک و در انبارهای خنک نگهداری کرد. حتی تحت این شرایط فقط یک تا چند فصل می توان بذر را به طور زنده نگهداری کرد. قوه ی نامیه ی بذر در نواحی سرد، سال های زیادتری دوام می آورد. بذور بعضی از علفهای هرز قوه ی نامیه خود را در اعماق خاک های مرطوب تا ۵۰ سال یا بیشتر حفظ می کنند.

خلوص بذر:

ارزش بذر به خلوص ژنتیکی و فیزیکی آن بستگی دارد. برای اطمینان از خلوص ژنتیکی بذر بایستی از بذور اصلاح شده ای که توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه ی نهال و بذر تهیه می شوند، استفاده کرد. ناخالصی های فیزیکی از جمله بذر علفهای هرز، بذور سایر ارقام، ذرات شن و خاک، کاه و کلش، تخم حشرات بر روی تعیین میزان بذر مهم می باشند. میزان بذر را بایستی برای ناخالصی های آن اصلاح نمود. درجه خلوص بذر بطورکلی نباید کمتر از ۹۸٪ باشد.

خلوص ژنتیکی:

بذر مادری و پایه در مؤسسه تولید می شود و بذر گواهی شده تحت شرایط کنترل شـده کشـت داده می شود و در اختیار کشاورز قرار می گیرد. بذور را برای جلوگیری از حمله و توسعه وخسارت امـراض خاکزاد، بذرزاد و یا حشرات طی دوران سبز شدن و استقرار گیاهچه ضدعفونی می کنند. ماده ای کـه برای ضدعفونی بذر استفاده می شود باید یک سری مشخصات را داشته باشد:

- علیه آفات و بیماری ها مؤثر باشد.
- برای گیاه غیرسمی باشد.
- برای انسان و حیوان سمیت بسیار کمی داشته باشد.
- اثر سم در طول مدت ذخیره بذر باقی بماند (البته نه در انبار بلکه زمانی که ضدعفونی شـده و برای کشت آماده می شود)
- به راحتی قابل استفاده باشد.
- از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

از جمله سمومی که برای ضدعفونی بذر بکار می روند می تـوان اپتـام، لینـدین، کربوفـوران، تیـرام و ویتاواکس را نام برد.

از نظر حفظ قدرت جوانه زدن بذر و احتیاط های لازم از نظر مسمومیت انسان و دام بهتر اسـت تنهـا مقدار بذری را که کاشته می شود، ضدعفونی نموده و از ذخیره طـولانی مـدت بـذر ضـدعفونی شـده خودداری کرد. بذر ضدعفونی شده را نباید در محل مرطوب ذخیره نمود زیـرا ممکـن اسـت کـه بـذر شروع به جوانه زنی نماید و با سم بذر آغشته گشته و به تدریج به قوه ی نامیه بذر آسیب بزند.

انتخاب محصول:

تنها یک مجموعه خاص از شرایط محیطی است که حداکثر بهره گیری از گیـاه (بـه صـورت حصـول بالاترین عملکرد ممکن) امکان پذیر می گردد.

ارقام مختلف یک گونه گیاهی تفاوتهای بسیاری را در سازگاری با محیط از خود نشان می دهند. هرچه سازگاری کمتر باشد به فعالیت ها و عملیات زراعی بیشتری در جهت افزایش عملکرد نیاز می باشد. در انتخاب محصول باید عوامل آب و هوایی، خاک، آب آبیاری، ماشین آلات زراعی، آفات و امراض و عوامل اجتماعی و اقتصادی را مورد توجه قرار داد.

شرایط آب و هوایی:

منظور، مجموعه ای از تغییرات دراز مدت نور، حرارت، رطوبت و باد است. این عوامل خود تابعی از عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از دریا و جریان هوا می باشد.

نور:

گیاهان از نظر طول روز به ۳ دسته تقسیم می شوند. بلندترین روز در شمالی ترین ناحیه ی ایران نزدیک به ۱۵ ساعت و در جنوبی ترین ناحیه ی ایران به حدود ۱۴ ساعت می رسد. به همین ترتیب کوتاه ترین روز نیز به ترتیب حدود ۹ و ۱۰/۵ ساعت خواهد بود. بنابراین تغییرات طول روز در جنوب ایران کمتر از شمال ایران می باشد. بنابراین گیاهان یا ارقامی که برای گلدهی به روزهای طویل تری نیاز دارند برای نواحی شمال ایران مناسب تر می باشند.

طولانی تر بودن روز در نواحی شمال ایران تا حدی جبران کوتاهی فصل رشد را از طریق تسریع در شروع گلدهی گیاهان روز بلند می نماید. دوره ی رشد گیاهان روز بلند با طولانی تر شدن روز، کوتاه تر گشته و محصول، زودتر می رسد. اما گیاهان یا ارقامی برای نواحی جنوبی ایران مناسب ترند که عکس العمل کمتری نسبت به طول روز داشته و اکثر دوره رشد خود را با درجه حرارت، تطبیق می دهند. دوره ی رشد این گیاهان با افزایش درجه حرارت نقصان می یابد و در انتخاب گیاه برای طول روز خاصی بایستی هدف تولید را مد نظر داشت. گیاهان به شدت نور نیز عکس العمل نشان می دهند. شدت نور با زاویه ی تابش خورشید رابطه ی مستقیم دارد. بطور کلی شدت نور در نواحی جنوبی ایران شدیدتر از نواحی شمال می باشد. ارزن، نیشکر و پنبه به نور زیادی برای رشد خود نیاز

دارند اما توتون در نور کم بهتر رشد می نماید. حتی عکس العمل ارقام مختلف یک گونه نسبت به شدت نور فرق می کند.

درجه حرارت:

مهمترین مراکز تولید محصول زراعی در دنیا دارای درجه حرارت متوسط ماهانه بین ۱۰ تا ۲۰ درجه ی سانتی گراد برای ۴ الی ۱۲ ماه از سال است. اغلب گیاهان زراعی بهاره ۴ الی ۶ ماه از سال رشد خود را تکمیل می نمایند.

طول فصل رشد مورد نیاز برای هر گیاه تابعی از درجه حرارت متوسط روزانه و سایر عوامل رشد است. تکمیل رشد این گیاه به تجمع مقدار معینی حرارت بستگی دارد. بنابراین *GDD* نقش بسیار مهمی را ایفا می کند. در انتخاب گیاه و رقم باید به امکان اتمام رشد گیاه طی فصل رشد دقت کرد. البته همیشه کفایت گرمای هوا مورد نظر نیست. بلکه برخی از گیاهان برای ورود به دوره ی زایشی نیاز به یک دوره سرما دارند. حتی کیفیت مصرفی برخی از گیاهان به هوای خنک وابسته است. اختلاف درجه حرارت شب و روز هم عاملی برای انتخاب محصول در یک منطقه است. این مسئله در اراضی واقع در کف دره ها به خصوص در اوایل و اواخر دوره ی رشد مهم است.

در این نواحی باید گیاهانی را انتخاب کرد که فصل رشد کوتاهی داشته باشند و بتوانند از دوره ی تغییرات شدید حرارتی فرار کنند و یا نسبت به این تغییرات، مقاوم باشند.

رطوبت:

تغییرات حرارتی هوای مرطوب بسیار کمتر از هوای خشک است. وجود هوای مرطوب به طول مؤثر فصل رشد می افزاید و از تغییرات شدید حرارتی شبانه روز و خسارات ناشی از آن می کاهد. اما هوای مرطوب، رشد و توسعه ی بسیاری از آفات و امراض را تحریک می کند. بنابراین امکان شیوع بیماری و یا آفت نیز بایستی در انتخاب محصول مورد توجه قرار گیرد. از طرفی رشد و تولید مثل برخی از گیاهان به هوای آفتابی وابسته است. تولید بذر برخی از گیاهان دگرگشن به فعالیت حشرات وابسته است.

حشرات نیز در هوای ابری و بارانی فعالیت مؤثری ندارند اما رطوبت هوا برای گـرده افشـانی برخـی از گیاهان مانند ذرت الزامی است. توزیع، شدت، مدت و نوع نزولات آسـمانی در انتخـاب نـوع محصـول مؤثر است. توزیع و میزان بارندگی تعیین کننده امکان دیم کاری موفق بعضی از محصولات است. رگبارهای شدید نیز در تعیین نوع محصول مؤثرند. در این شرایط بایستی گیاهانی را انتخاب نمود که پوشش کافی در سطح خاک برجای گذاشته و یـا بـا داشـتن ریشـه هـای افشـان از فرسـایش خـاک جلوگیری کنند. در ضمن بایستی امکان وقوع تگرگ و احتمال همزمانی آن با تولید گل و دانـه را مـد نظر داشت.

باد:

وجود باد در انتخاب نوع محصول مؤثر است. تبخیر شدید ناشی از بادهای گرم و خشک می توانـد بـه گیاهان حساس آسیب برسند. گیاهان حساس به خوابیدگی نیـز از وزش بادهـای شـدید آسـیب مـی بینند.

خاک:

یکی دیگر از عوامل مؤثر در انتخاب محصول، خاک اسـت. خصوصـیاتی از خـاک کـه در تعیـین نـوع محصول مؤثرند عبارتند از باروری، اسیدیته، مقدار و نوع نمک، بافـت، ظرفیـت نگهـداری آب و عمـق خاک. اراضی رسی برای گیاهان غده ای واراضی رسی شنی برای گیاهان بذرریز مناسب نیستند. برنج، اراضی رسی و بادام زمینی، اراضی شنی را می پسندد. حداقل عمق خـاک زراعـی بـرای تولیـد موفـق محصولات زراعی ۵۰ سانتی متر است. اراضی را که عمق خـاک آنهـا کمتـر از ۵۰ سـانتی متـر باشـد بایستی به کاشت علفهای مرتعی خانواده ی غلات اختصاص داد.

ماشین آلات و امکانات زراعی:

وجود ماشین آلات کاشت، داشت و برداشت در یک ناحیه نقش مهمی در انتخـاب محصـول دارد. بـه طور کلی محصول انتخاب شده در یک منطقه بایستی از نظر مکانیزاسیون مورد نیاز، عملیات زراعـی،

تناوب بندی و امکانات موجود با سایر محصولات مورد کاشت سازگاری داشته و تولید سایر گیاهـان را دچار مشکل نسازد.

آفات و امراض:

کشت مداوم یک محصول و یا یک رقم خاص از یک محصول در یک ناحیه ممکن است باعث توسـعه آفات و امراض خاصی شود وکشت آن محصول را در آن ناحیه دچار مشکل کند. مثال بارز این نمونـه توسعه کرم خاردار پنبه در خوزستان است. اطلاع از مکان توسعه بیماری یا آفت خاص در یک ناحیه، مستلزم توجه به اطلاعات موجود، تجارب گذشتگان و یا مطالعه دقیق بیولوژی ناحیـه اسـت. چنانچـه محصول جدیدی در یک منطقه کشت شود بایستی از کاشت یکباره آن در سطح وسیع خودداری کرد ودقت لازم برای کنترل آفات و امراض آن بعمل آورد.

عوامل اجتماعی و اقتصادی:

جمعیت، تقاضا، حمل و نقل، وجود کارگر و رقابت سایر محصولات تعیین کننده مراکز تولید محصـول خاص می باشد. وجود جمعیت کافی و تقاضا از جمله عوامل مهم بشمار مـی رود. معمـولاً محصـولات گران قیمت و فاسد شدنی مانند سبزیجات و میوه جات را در اطراف شهرها و محصولات فاسد نشدنی مانند گندم و جو را در نواحی دور دست می کارند. هزینه حمل و نقل باید با قیمـت فـروش محصـول منطبق باشد. تولید برخی محصولات به کارگر زیادی نیاز دارد. گاهی تجربه و عـادت زارع نیـز عـاملی تعیین کننده می باشد. به طور کلی بازده اقتصادی یک محصول تنها با ترکیب و تلفیق صـحیح کلیـه عوامل زراعی قابل حصول می باشد. در هر منطقه محصولی ارجحیت دارد که در مجموع، مقـرون بـه صرفه تر باشد. لزوم تناوب زراعی واستفاده صحیح و دراز مدت از منابع تولیدی، ضرورت کشـت چنـد محصول را در یک واحد زراعی پیش می آورند. اداره موفق یک واحد زراعی به بینش صحیح مـدیر آن واحد بستگی دارد.

تهیه بستر بذر:

خاک بخشی از محیط فیزیکی است و از دو نظر در کشاورزی حائز اهمیت است:

الف) خاک محل استقرار گیاه است که با فرو بردن ریشه های خود در درون آن پا برجا ایستاده و در حال تعادل قرار می گیرد.

ب) خاک تأمین کننده احتیاجات غذایی گیاه از قبیل آب، عناصر معدنی و هوا است.

لازمه ی تولید محصول بیشتر و بهتر به کمک مدیریت مناسب خاک امکان پذیر می گردد و یکی از اهداف مدیریت خاک آن است که حتی الامکان برای زندگی و رشد و نمو گیاهان زراعی، شرایط یا ساختمان خاک مطلوبی ایجاد نماییم.

هدف نهایی از تهیه ی بستر بذر:

- از بین بردن بقایای گیاهی محصول قبلی و علفهای هرز به صورتی که مواد آلی خاک حفظ و یا اضافه گردد.
- بهبود ساختمان خاک، حفظ ساختمان خاک از عوامل فرسایش و نقصان تلفات آب
- تأمین شرایط خوب و لازم برای سبز شدن بذر و در نتیجه حصول تراکم بوته متعادل
- کنترل حشرات از طریق دفن عمیق آنها و کنترل امراض از طریق دفن بقایای گیاهی آلوده و در معرض هوا و آفتاب قرار دادن خاکهای عمقی
- بهبود تهویه ی خاک و تسریع اکسیداسیون مواد آلی تجزیه نشده برای تشکیل هوموس
- افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا و ایجاد محیطی مناسب از نظر آب و هوا و مواد غذایی برای رشد ریشه
- آماده سازی زمین برای انجام عملیات کاشت، آبیاری، وجین، سله شکنی، کودپاشی، سم پاشی و برداشت
- تأمین ساختمان مطلوب خاک و حفظ این ساختمان از نکات مهم و اولیه در انتخاب عملیات تهیه بستر است.

بستر بذر بایستی به اندازه ی کافی پوک و در عین حال آنقدر فشرده باشد که ذرات خاک در تماس مستقیم با بذر قرار گیرند. قطعات درشت خاک نمی توانند تماس مستقیمی با بذر داشته باشند.

چنین قطعاتی بر یکدیگر تکیه نموده و ایجاد محفظه هائی در خاک می نمایند و بر روی بذر پل می زنند. خاک پودر شده نیز شدیداً در معرض فرسایش باد است. چنین خاک هایی به دنبال اولین آبیاری یا بارندگی به شدت سله بسته و نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا از بین می رود.

بستر مطلوب بذر خاکی است که قسمت اعظم واحدهای ساختمانی آن دارای ابعادی به قطر چند میلی متر باشند. چنین ذراتی تماس کافی با بذر داشته و نفوذپذیری آب و هوا را برای سبز شدن بذر تأمین می کنند. تهیه ی بستر بذر تنها برای تأمین شرایط مطلوب سبز شدن بذر نیست، تعیین فرم و شکل زمین برای ایجاد تراکم بوته مطلوب و یکنواخت و همچنین انجام عملیات کاشت، داشت و برداشت محصول ضرورت اساسی دارد.

تهیه ی فیزیکی خاک:

تهیه ی فیزیکی خاک جزء اولین عوامل مدیریت متناسب آن به شمار می رود. مهمترین عملیات تهیه ی فیزیکی خاک توسط شخم صورت می گیرد. شخم مشتمل بر عملیاتی است که منجر به زیر و رو کردن، خرد کردن کلوخه ها و نرم کردن خاک می گردد. اهداف شخم عبارتند از:

- ایجاد شرایطی در خاک که جوانه زنی بذر، سبز شدن گیاهچه و توسعه ی ریشه را فراهم نمایند.
- بالا بردن نفوذپذیری خاک نسبت به هوا، حرارت و رطوبت و ایجاد شرایط لازم برای ذخیره بیشتر آب در خاک
- فراهم کردن محیط مناسب برای فعالیت موجودات زنده و مفید خاک و از بین بردن موجودات رقابت کننده مانند علفهای هرز، آفات و عوامل بیماری زا
- زیر خاک کردن بقایای گیاهی یا کودهای مختلف مورد مصرف با خاک مزرعه و به رو آوردن مواد غذایی موجود در خاک که در اثر شستشو به قسمت های زیرین خاک منتقل و از دسترس گیاه خارج شده اند.

تهیه ی زمین علاوه بر تأمین نیازمندیهای گیاه زراعی باعث فراهم شدن محیطی گسترده از ذخایر معدنی، نفوذپذیری آب و تهویه در خاک شده و منجر به خاکسازی و تحول آن نیز می گردد. عملیات تهیه زمین ممکن است درست پیش از کاشت محصول یا مدتها قبل از کاشت صورت پذیرد که مشتمل بر عملیات خاک ورزی زیر هستند:

- **عملیات خاک ورزی اولیه *(Primary tillage)***

به عملیات خاک ورزی شامل کندن و زیر و رو کردن خاک که در زمین شخم نخورده به اجرا در می آید، گفته می شود. این عملیات به کمک انواع گاوآهن برگردان دار یا سوک دار به عمق ۱۰ الی ۳۰ سانتی متر یا بیشتر صورت می گیرد.

- **عملیات خاک ورزی ثانویه *(Secondary tillage)***

اشاره به عملیات خاک ورزی دارد که پس از انجام عملیات اولیه تهیه زمین جهت خرد کردن کلوخه ها، نرم کردن خاک، تسطیح زمین، ریشه کن کردن علفهای هرز، دفن بقایای گیاهی، مخلوط کردن کودهای آلی و معدنی با خاک، شکستن سله خاک، تهیه ی جوی و پشته، ایجاد نهرهای آبیاری و زهکشی انجام می پذیرد. ادواتی همچون گاوآهن، دیسک، دندانه، غلتک، ماله، کولتیواتور، جوی پشته بند و در مواردی از این قبیل مورد استفاده قرار می گیرند.

- **عملیات خاک ورزی در مرحله داشت**

به عملیات خاک ورزی بعد از کاشت محصول در داخل مزرعه گفته می شود و مشتمل بر کولتیواتور زدن، دیسک، وجین کن ها، خاک دادن پای بوته و... می باشد. خاک ورزی در طول دوره ی رشد گیاه به جوانه زنی و رشد بهتر گیاهچه ها، کنترل علفهای هرز، حذف بوته های اضافی، مخلوط کردن کودهای سرک با خاک، نرم کردن قسمت سطحی خاک و سله شکنی کمک خواهد نمود.

- **ادوات آماده سازی زمین**

گاوآهن:

گاوآهن وسیله ای است که برای بریدن، برگردانیدن و خرد کردن کامل یا ناقص لایه ای از خاک به منظور آماده سازی زمین جهت کشت و کار به کار گرفته می شود. گاوآهن ها را به گونه های مختلف طبقه بندی می کنند:

- از نظر نیروی کشش: گاو آهن سنتی، گاوآهن تراکتوری
- از نظر اتصال به تراکتور: گاو آهن سوار شونده
- از نظر ساختمان: گاوآهن برگردان دار یا سوک دار، گاوآهن دوار، گاوآهن بشقابی، گاوآهن زیرشکن
- از نظر طرزکار: گاوآهن یک طرفه، گاوآهن دوطرفه

گاوآهن برگردان دار *(Mold board plough)*:

وسیله ای است که خاک را بطور کامل زیرورو می کند و خاک عمقی را به سطح می آورد. این دستگاه بهترین وسیله برای دفن بقایای گیاهی و باز کردن ذرات خاک از یکدیگر است. در عین حال استفاده از این گاوآهن نتایجی را در بردارد که ممکن است در بعضی شرایط مطلوب نباشد. آوردن خاک عمقی به سطح سبب اتلاف رطوبت اعماق خاک می گردد. چنین وضعی مناسب شرایط دیمکاری و یا محدودیت دسترسی به آب آبیاری نیست. گاوآهن سوک دار، خاک را به صورت ذرات کوچکی در می آورد که در معرض فرسایش آب و باد قرار می گیرد. هزینه کار آن زیاد است. بطور کلی از این گاوآهن زمانی استفاده می شود که نرم بودن خاک تا عمق زیادی ضروری بوده و بخواهند زمین را به فاصله کوتاهی زیر کشت ببرند.

گاوآهن دوار:

با تیغه های نوک تیز و حرکت دورانی تیغه ها خاک را نرم می کنند.

گاوآهن بشقابی:

که خیش در آنها به شکل دیسک یا بشقاب توگود می باشد. در خاکهایی بسیار سخت، پـر از ریشـه و سنگ مناسبند زیرا که خاصیت نچسبی ضعیف و یا خیلی ساینده دارند ولی بقایای گیاهی را به خوبی گاوآهن برگردان دار نمی پوشانند.

گاوآهن زیرشکن یا سوسلز یا ساب سویلر:

خیش در آنها بصورت مثلث و به شکل اسکنه است. زمانی که یـک لایـه ی غیرقابـل نفـوذ در خـاک بوجود می آید از این گاوآهن استفاده می شود.

گاوآهن های سوارشونده:

گاوآهن هایی هستند که از ۳ نقطه به تراکتور متصل می شوند.

گاوآهن های یک طرفه:

گاوآهن هایی هستند که خاک را به یک طرف (معمولاً سمت راست) می ریزند.

گاوآهن های دو طرفه:

گاوآهن هایی هستند که خاک را به دو طرف می ریزند.

ادوات زیرشکن *(Subsurface plough)*:

این ادوات که معمولاً بدون برگردان هستند، موقعی به کار می روند که بقایای گیاهی نبایستی به زیـر خاک برده شوند و خاک را بدون برگردان کردن، خرد و نرم می نمایند مانند:

ساب سویلر: خردکننده محکم و قوی هستند که برای شکستن لایه های سخت خاک تا عمق زیاد و نرم کردن خاک بکار می روند.

چیزل ها *(Chisel)*: خردکننده چند شاخه ای که برای اعماق ۳۰ – ۲۵ سانتی متری بکار می روند و معمولاً از دندانه های نوک باریک آنها استفاده می شود.

از نوع پنجه غازی *(Sweep)* آنها بیشتر برای از بین بردن علفهای هرز و آماده سازی خاک در عمق کم (۱۲-۷ سانتی متری) استفاده می شود.

روش های مختلف شخم زدن

شخم زدن زمین ممکن است با نرم کردن خاک، بدون برگرداندن آن به کمک ادواتی کششی با حرکت مستقیم و رو به جلو یا با برگرداندن خاک توسط ادواتی با صفحه برگردان یا دیسک با حرکت چرخشی انجام گیرد و سطح زمین به صورت جوی و پشته های صاف یا ناهموار باقی بماند. اجزای شخم ممکن است به یکی از روش های شخم از کنار به مرکز یا از مرکز به کنار و پیرامونی و... صورت بگیرد.

شخم کناری:

در مزارعی که شکل نامنظم یا دایره ای دارند، عملیات شخم ممکن است از یک طرف مزرعه شروع و رفته رفته به سمت مرکز زمین ادامه یابد. این روش شخم به ویژه در اراضی که کنارهای مرتفع تری نسبت به مرکز دارند یا در یک طرف بلند تر هستند، مناسب می باشد زیرا خاک مزرعه از کنار به سمت گودی یا مرکز هدایت شده و کم کم زمین، مسطح خواهد شد. شخم کناری را همچنین **شخم ازهم** می گویند *(Spiliting type)*. در این روش شخم با حرکات گردشی از طرفین به مرکز زمین سطح پخش شخم نخورده و رفته رفته کوچکتر می شود و در آخرین مرتبه شخم زنی در شیار باز به هم چسبیده در وسط زمین باقی خواهد ماند که بر این اساس آن را **شخم جوی درست کن** نیز می نامند.

شخم میانی:

این روش شخم، عکس شخم کناری است. یعنی اجرای شخم از مرکز زمین آغاز و با حرکات رفت و برگشتی به طرفین و بیرون مزرعه ادامه می یابد. این روش شخم به ویژه در اراضی که در وسط سطح بلندتر یا برآمدگی بیشتری نسبت به کناره های زمین وجود دارد، مناسب می باشد و موجب خواهد شد مزرعه ترجیحاً مسطح گردد. شخم میانی را **شخم برهم** *(Cathering type)* نیز می گویند. در این روش شخم، خاک شیار اول و شیار دوم در بخش مرکزی زمین بر روی هم ریخته شده و یک پشته در وسط باقی خواهد ماند که بر این اساس آن را **شخم پشته درست کن** نیز می نامند.

شخم پیرامونی یا مرکزی:

این روش شخم در مزارعی که سطح نسبتاً صاف و یا شکل منظمی دارند، قابل اجرا است. نخست زمین را مطابق روش های دیگر در طول یا عرض قطعه زمین اصلی به قطعات کوچکتر فرضی تقسیم می کنیم. سپس قسمت میانی (شخم زدن از وسط) و یا از قسمت خارجی (شخم زدن از کنار مزرعه) شخم زدن به طور پیرامونی آغار می شود. تا قطعه زمین مورد نظر به اتمام برسد و بعد به همین طریق به شخم سایر قطعات پرداخته می شود. در این روش شخم زدن چون جوی و پشته ای تشکیل نمی شود از هدر رفتن رطوبت خاک جلوگیری شده بنابراین روش مناسبی برای شخم مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود.

شخم پیوسته:

شخم به کمک ادوات بزرگ خاک ورزی یا در اراضی وسیع می تواند به صورت پیوسته صورت گیرد. در این روش زمین بزرگ را به قطعات متناسب با عرض کار گاوآهن و تعداد واحدهای خیش تقسیم بندی می کنند. در شخم پیوسته، چنانچه تقسیم بندی قطعات به دقت صورت گیرد، وقت تلف شده ای برای دور زدن های تراکتور به وجود نمی آید، ضمناً تعداد جوی و پشته های ایجاد شده در این روش کم و در نتیجه عمل برگردان خاک خیلی محدود خواهد بود.

شخم جوی و پشته:

برای کشت بعضی از محصولات وجینی یا صیفی پس از انجام شخم و تسطیح زمین لازم است که به احداث جوی و پشته اقدام شود. حال چنانچه با گاوآهن یک طرفه بر طبق روش جوی و پشته شخم بزنیم، نیازی به عملیات اضافی نخواهد بود.

شخم با گاوآهن دوطرفه:

در این روش شخم، جوی و پشته ای ایجاد نمی گردد و سطح شخم خورده یکنواخت تر خواهد بود.

پیش نیاز های قبل از شخم:

- رطوبت مناسب خاک

- عاری بودن مزرعه از مواد زائد
- امکانات تکنیکی مناسب
- شرایط آب و هوایی مناسب
- شکل و اندازه مناسب مزرعه

۱- رطوبت مناسب خاک:

خاک مزرعه نبایستی خیلی خشک و سخت و یا خیس باشد زیرا اصطکاک و مقاومت زیادی در مقابل ادوات به هنگام اجرای شخم ایجاد کرده و بر میزان عمق شخم نیز تأثیر خواهد داشت. رطوبت مناسب خاک در هنگام اجرای شخم بایستی در حد ظرفیت زراعی خاک باشد و خاک مزرعه نباید به چرخ های تراکتور و یا سایر ادوات بچسبد که اصطلاحاً گویند زمین باید گاورو باشد.

۲- عاری بودن مزرعه از مواد زائد:

موادی نظیر کلوخ سخت، سنگ و بقایای گیاهی زیاد، حرکت گاوآهن را کند نموده و ممکن است باعث شکستن تیغه ی خیش یا برخی قسمت های دیگر شود.

۳- امکانات تکنیکی مناسب:

برای شخم یک مزرعه تمیز و مسطح با رطوبت مناسب ممکن است گاوآهن ایرانی و یا گاوآهن برگردان دار اروپایی بکار رود. در مواقعی که رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی بوده و هرگونه به هم زدن خاک باعث اتلاف رطوبت گردد بهتر است از ادوات بدون برگردان خاک استفاده شود. یا در مزرعه ای که از علفهای هرز و بقایای گیاهی پوشیده شده بهتر است از گاوآهن بشقابی برای شخم زدن کمک گرفته شود.

۴- شکل و اندازه مناسب مزرعه:

مزارع بسیار بزرگ و یا کوچک مشکلاتی را در اجرای شخم یکنواخت بوجود می آورند و آماده سازی آنها مستلزم صرف وقت و انرژی زیادی است. در حد امکان مزرعه بایستی ابعاد هندسی منظمی داشته

باشد. زیرا در اراضی با شکل نامنظم دور زدن های زیاد تراکتور موجب بالا رفتن هزینه شخم و عملیات آماده سازی زمین می گردد.

۵- عملیات تکمیلی تهیه فیزیکی و مکانیکی:

معمولاً پس از اجرای عملیات شخم اولیه، زمین آماده بذرکاری نبوده و لازم است بر روی آن عملیات دیگری صورت بگیرد تا:

۱) کلوخه های بزرگ و کوچک ایجاد شده و به هنگام شخم، خرد و نرم شوند.

۲) پستی و بلندی های سطح خاک هموار و برای بذرکاری مهیا گردد.

۳) عمق خاک حدود ۵-۱۰ سانتی متر بالای خاک نرم شود.

۴) ریشه های علف های هرز و بقایای گیاهی از زمین جمع آوری و خارج گردد.

۵) امکانات آبیاری مزرعه از طریق احداث نهرها، جوی و پشته ها، کرت بندی و مرزکشی و... فراهم گردد.

دیسک:

مهمترین وسیله برای عملیات تکمیلی زمین است که جهت تسطیح زمین شخم خورده، خرد و نرم کردن کلوخه ها، از بین بردن علفهای هرز و ساقه های باقی مانده ی برخی گیاهان، مخلوط کردن کودهای شیمیایی یا کود سبز قبل ازکاشت، پوشاندن بذوری که به صورت دستپاش روی خاک ریخته شده اند و در مواردی برای خرمن کوبی و شخم سطحی به کار برده می شود.

دندانه یا هرس:

اغلب پس از انجام عملیات آماده سازی زمین در موقع بذرکاری مشاهده می گردد که هنوز مقداری از ریشه علفهای هرز و بقایای گیاهی در خاک باقی مانده و قسمتی از کلوخ ها نیز به خوبی خرد نشده اند. همچنین برای مخلوط کردن کود شیمیایی، سموم، علف کش ها و یا بذر نیاز به بر هم زدن مکانیکی و سطحی خاک می باشد و در مواردی برای سله شکنی مزارع غلات و خارج نمودن پنجه یا بوته های اضافی در مراحل اولیه رشد گیاه عمدتاً از آن استفاده می گردد.

غلتک ها *Roller*:

از غلتک برای تسریع در نشست خاک بالا آمده بر اثر شخم و یا یخبندان زمستان، خرد کردن کلوخه ها و چسبانیدن ریشه و برخی طوقه گیاهان زراعی مانند گندم و جو که در بهار بر اثر یخ زدن به سطح خاک آمده اند، استفاده می شود.

ماله *Leveller*:

زمین زراعی در نتیجه عملیات مختلف و مداوم آماده سازی زمین از حالت تراز خارج شده و نیاز به تسطیح مجدد دارد. از این وسیله برای تسطیح اراضی شخم خورده استفاده می شود.

نهرکن *Ditchers*:

وسیله ای است جهت احداث جوی و نهرهای اصلی در مزرعه.

مرزبند یا مرزکش *Ridger*:

وسیله ای است برای قطعه بندی و ساختن کرت در کشت غرقابی که بسته به نوع محصول قبل و یا بعد از کاشت بکار می رود.

کولتیواتور *Cultivators*:

وسیله ای است که برای تکمیل شخم پاییزه جهت نرم کردن زمین در کشت بهاره و یا بطور کلی برای نرم کردن خاک استفاده می شود.

کاشت بذر:

کاشت عبارت است از قرار دادن بذر در عمق مناسبی از خاک، بطوریکه بذر با ذرات خاک تماس کافی داشته و ضخامت پوششی از خاک که بر روی بذر واقع می شود، مطلوب باشد. چگونگی انجام کاشت به نسبت وسایل موجود و گیاه بستگی دارد.

روش دست پاش از ساده ترین و ابتدائی ترین روش های کاشت است. پاشیدن با ماشین نیز امکان پذیر است که از آن جمله می توان به بذرپاش سانتریفیوژ اشاره کرد. بعد از پاشیدن بذر باید آنها را با خاک مخلوط کرد. این عمل به وسیله ی دیسک زدن سبک یا دندانه در زراعت مکانیزه انجام می

شود. بطوریکه ماشین های کاشت را می توان در ۳ گروه ردیف کار غلات، ردیف کار گیاهان علوفه ای و ردیف کار گیاهان وجینی مورد مطالعه قرار داد.

روش های کاشت:

کاشت گیاهان زراعی به دو صورت پشته ای و مسطح انجام می شود. انتخاب روش کاشت هر محصولی به شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، وضعیت تسطیح زمین، میزان نزولات آسمانی و بالاخره روش آبیاری بستگی دارد.

روش پشته ای:

برای تهیه ی جوی و پشته از شیارساز استفاده می شود. فاصله ی بین وسط دو جوی متوالی را فاصله پشته ها می گویند. روی پشته ها را یک ردیف گیاه مانند سیب زمینی و توتون و یا در دو ردیف گیاه مانند چغندر، سورگوم، حبوبات و ذرت شیرین می کارند. ممکن است در شرایط دیم کاری، بوته ها را در داخل جوی بکارند. روش کاشت پشته ای در مواردی معمول است که گیاه نسبت به تراکم زیاد خاک، سله بستن و تهویه خاک حساس بوده و یا مرطوب ماندن طوقه در توسعه و تشدید بیماری های طوقه ای مناسب باشد. کاشت ۲ ردیفه در روی پشته های عریض در مورد گیاهانی انجام می شود که ارتفاع و حجم زیادی ندارند و می توان آنها را با تراکم بیشتری کاشت. این روش کاشت در خاکهای شور بسیار مفید است زیرا اصلاح خاک همراه با رطوبت به بالا و وسط پشته حرکت می کند. چون گیاهچه ها در کنار پشته قرار دارد از خسارت تمرکز اصلاح مصون می ماند.

روش مسطح:

بیشتر در مورد گیاهانی معمول است که حساسیت زیادی نسبت به تهویه و همچنین سله بستن خاک نداشته و خیس شدن طوقه گیاه در توسعه و تشدید بیماری های طوقه ای نقش مؤثری نداشته باشد. هم در شرایط دیم کاری و هم در شرایط کشت آبی (در موارد استفاده از آبیاری بارانی) می توان کاشت را بصورت مسطح انجام داد.

روش های کاشت:

در حقیقت هیچ نوع گروه بندی گیاهان براساس روش کاشت موجود نیست و شرایطی از قبیل آب و هوا، ماشین آلات، خاک و نوع آبیاری است که تعیین کننده بهترین روش کاشت برای هر گیاه در یک ناحیه است.

کاشت مسطح را براساس روش آبیاری به دو وضعیت تقسیم می کنند:

- وضعیت تخت که برای آن هیچ گونه مرزبندی ضرورت ندارد و زمین به همان شکلی که هست، کاشته و با روش بارانی، آبیاری می شود.
- وضعیت کرتی یا نوار که در آن زمین را به صورت قطعاتی که ابعاد آن قطعات کاملاً به شیب زمین و مقدار آب آبیاری بستگی دارد، تقسیم می کنند.

آیش:

زمینی را آیش گویند که برای یک یا چند فصل زراعی کشت نگردد. هدف های آیش عبارتند از:

- ذخیره رطوبت خاک: افزایش رطوبت خاک با آیش گذاری در شرایطی امکان پذیر است که میزان نزولات آسمانی از کل تبخیر سالیانه بیشتر باشد.
- بهبود باروری و رفع مسمومیت های خاک: زنجیره غذایی در خاک برقرار می شود و از تشکیل فیتوتوکسین ها جلوگیری می کند.
- کنترل علفهای هرز
- کنترل آفات و امراض
- کنترل فرسایش خاک: آیش باعث توسعه ساختمان خاک گفته و فرسایش را محدود می کند.
- تأمین زمان برای تهیه ی زمین: فرصت تهیه ی بستر مطلوب بذر را پیش می آورد. بخصوص در مناطقی که بین برداشت محصول در اواخر تابستان و کاشت محصولات پائیزی کوتاه است.

- محدودیت ماشین آلات و آب آبیاری

تناوب زراعی:

کشاورزان اغلب براساس نیاز و امکانات موجود، چند گیاه مختلف را مطابق عادت کشت می کنند. اما لازم است که اطلاعات بیشتری راجع به آن بدانند. چنانچه زارعی به کشت دائمی فقط یک گیاه و حتی اغلب کشت گیاهان یک خانواده گیاهی در مزرعه بپردازد، بنا به دلایل متعدد، این طریق کشت اصولی نبوده و موجب نقصان تدریجی محصول طی سال های متمادی خواهد شد. مهمترین دلایل کاهش عملکرد، خستگی زمین می باشد که در نتیجه، مجموعه عواملی نظیر کم شدن حاصلخیزی و باروری خاک، افزایش و توسعه آفات و بیماری های گیاهی، کاهش ذخایر آب در خاک، افزایش جمعیت علفهای هرز، سخت شدن خاک زراعی در عمق خاص در نتیجه انجام شدن شخم یکسان و سایر عوامل بوجود می آید. زارع بایستی برای دوری از این مشکلات، تولید دو یا چند محصول را مورد توجه قرار دهد و از کاشت مداوم یک محصول در یک قطعه زمین خودداری نماید. توالی زمان کاشت محصولات مختلف را در یک قطعه زمین، تناوب زراعی گویند.

اصول تناوب زراعی:

- گیاهان زراعی با ریشه های عمودی و عمیق بایستی به دنبال گیاهانی که سیستم ریشه افشان دارند، کشت شوند. این ترتیب به مصرف یکنواخت عناصر غذائی خاک کمک می کند.
- گیاهان خانواده لگومینوز باید بعد از گیاهان غیرلگوم کاشته شوند زیرا نیتروژن جو را در خاک تثبیت می کنند و به مواد آلی خاک می افزایند. در حالیکه غیرلگوم ها، گیاهان تخلیه کننده حاصلخیزی خاک به شمار می روند. به غیر از این، نیاز غذائی این گیاهان متفاوت است.
- گیاهان زراعی مثل گیاهان علوفه ای، نیشکر، سیب زمینی، ذرت و... که نیاز فراوان تری به نهاده های کشاورزی دارند بایستی قبل از گیاهان زراعی مثل گیاهان وجینی، گیاهان روغنی،

حبوبات و... در تناوب زراعی قرار بگیرند زیرا نیاز نسبتاً کمتری نسبت به گیاهان ذکر شده در بالا دارند.

- بعد از گیاهان وجینی، کاشت غلات دانه ریز و بعد از غلات، آیش نکاشت در صورت ضروری بودن، جهت حفظ رطوبت و تجدید حاصلخیزی خاک مناسب می باشد.

فواید تناوب زراعی:

- عملیات کشاورزی برای همه ی گیاهان بعلت رقابت کمتر، به موقع انجام می شود.
- حاصلخیزی خاک افزایش و خصوصیات فیزیکی – شیمیایی خاک حفظ می گردد. همچنین زمین از خسارت فرسایش در امان می ماند.
- باعث کنترل بهینه ی آفات، امراض و علفهای هرز می گردد.
- با رعایت گردش زراعی در منطقه، درآمد کشاورزان با بالا رفتن قیمت محصول تولید شده به دلیل تقاضای بیشتر در بازار یا منطقه، افزایش خواهد یافت و احتمال آسیب پذیری از عوامل اقتصادی در سیستم تک محصولی کمتر خواهد شد.

تاریخ کاشت:

هدف از تعیین تاریخ کاشت، پیدا نمودن زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است، بطوریکه مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه، مناسب باشد و ضمن اینکه هر مرحله از رشد گیاه با شرایط مطلوب خود روبرو می شود، با شرایط نامساعد محیطی نیز روبرو نگردد. بهترین تاریخ کاشت منجر به حصول حداکثر عملکرد محصول در مقایسه با سایر تاریخ های کاشت می گردد. تاریخ کاشت هر رقم را برای هر فصل کاشت با توجه به شرایط محیطی (درجه حرارت، رطوبت خاک، وجود آفات و امراض، علفهای هرز) خصوصیات رقم و هدف کاشت می توان تعیین نمود. معمولاً ارقام یک گیاه را به گروه های زودرس، دیررس و میان رس تقسیم می کنند.

تراکم کاشت:

هدف از فاصله میان بوته ها آن است که ترکیب مناسبی از عوامل محیطی برای حصول حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب تأمین گردد. مقدار بذری را که برای حصول تراکم مطلوب بوته می کارند، میزان بذر گویند. تراکم مطلوب بوته عبارت است از تراکمی که در نتیجه آن تمامی عوامل محیطی (آب، نور، هوا، خاک) مورد استفاده کامل گیاه قرار گرفته و در عین حال رقابت های برون بوته ای (بین بوته های مختلف) و درون بوته ای (رقابت قسمتهای مختلف یک بوته با یکدیگر مانند رقابت بین برگهای یک گیاه) حداقل باشند. از طرف دیگر این تراکم، فضای کافی را برای انجام عملیات داشت، تأمین و کیفیت محصول نیز مهیا کند.

عوامل مؤثر بر انتخاب تراکم بوته:

- **حجم گیاه:** گیاهانی که حجم زیادی دارند بایستی با فاصله زیادی از هم کاشته شوند مانند سیب زمینی و ذرت. در ضمن حجم گیاه با طول دوره ی رشد رابطه ی مستقیمی دارد. تراکم بوته گیاهانی را که دوره رشد آنها طویل تر است، کمتر می گیرند.
- **قدرت ترمیم فضا:** بعضی از گیاهان مثل یونجه و گندم قدرت تولید ساقه یا پنجه از طوقه داشته و قادرند فضای خالی را پر نمایند. در عین حال هر ساقه این گیاهان حجم زیادی را اشغال نمی نماید. تراکم بوته این گیاهان با تعداد مطلوب ساقه در هکتار مشخص می شود که این خود تحت تأثیر عوامل باروری هر ساقه مشخص می شود. بعضی از گیاهان بعلت قدرت تولید تعداد زیادی پنجه، قابلیت انعطاف زیادی داشته و در صورتی که عوامل محیطی رشد، مساعد باشند تا حد زیادی اثرات ناشی از کمی یا زیادی میزان بذر را ترمیم می کنند. هرچه قدرت ترمیمی گیاه کمتر و یا شرایط رشد، نامساعدتر باشد، نقش تعداد بوته ها در عملکرد، بیشتر خواهد گردید. در رابطه با کاشت دیرهنگام غلات پاییزه و کاشت زودهنگام بهاره، میزان بذر بالاتر می تواند مفید واقع گردد. علفهای گندمیان چندساله که دارای ساقه های

رونده زیرزمینی و خزنده هستند، قدرت توسعه ی زیادی داشته و میزان بذر در این گیاهان را بسیار کم می گیرند و نیز در اغلب موارد از قطعات ساقه برای تکثیرشان استفاده می نمایند.

- **هدف تولید:** بعضی از محصولات برای هدفهای متفاوتی قابل تولید هستند. تراکم گیاهان دانه ای با گیاهان علوفه ای فرق می کند. تراکم بوته نقش مهمی در تولید بذر گیاهان دگرگشن مانند یونجه دارد. تراکم بوته این گونه محصولات بایستی کم باشد تا علاوه بر اینکه رشد و توسعه زیاد هر بوته امکان پذیر گردد، حشرات گرده افشان نیز به اکثر گلها دسترسی داشته باشند.
- **عادت گیاه:** تراکم گیاهان آفتاب دوست را از گیاهان سایه دوست و تراکم گیاهان چهارکربنه را از گیاهان سه کربنه کمتر می گیرند. گیاهان سه کربنه نیز از یکدیگر متفاوتند. بطور مثال حساسیت جو در مقابل کمبود نور بیش از گندم است. کشت متراکم جو منجر به خوابیدگی شدید آن می گردد.
- **رقابت علفهای هرز:** هرچه فضای اشغال شده به وسیله محصول بیشتر باشد توسعه علفهای هرز محدودتر می گردد.
- **شرایط خاک:** در شرایطی از خاک (به علت سختی و سله بستن خاک، کمبود رطوبت و یا کاشت عمیق بذر) درصد سبز شدن بذر کم است. در این حالت تراکم کاشت را زیاد می گیرند.
- **ظرفیت تولیدی محیط رشد:** هرچه ظرفیت تولیدی محیط کمتر باشد، تراکم بوته در واحد سطح را کمتر می گیرند. این عامل هنگامی مؤثر خواهد بود که توزیع بوته در واحد سطح یکنواخت باشد. پایین بودن تراکم بوته نیز حدی دارد. بهترین تراکم بوته آن است که عامل محیطی بی مصرف نمانده و نیز بوته ها برای آن عامل رقابت نداشته باشند.

عمق کاشت:

ضخامت لایه ای از خاک که بر روی بذر قرار می گیرد را عمق کاشت گویند. عمق کاشت تعیین کننده تغییرات رطوبتی و حرارتی خاک بوده و معیاری از نیروی مقاومت خاک در برابر خروج جوانه اولیه از خاک است. عمق کاشت مناسب هر محصول تعیین کننده بهترین شرایط خاک برای شروع جوانه زدن، خروج گیاهچه و توسعه ی ریشه هاست. از جمله عوامل مؤثر در تعیین عمق کاشت عبارتند از عامل خاک و عامل گیاه.

عامل خاک:

خاکهای رسی سخت تر و مقاوم تر از خاک های شنی بوده و مقاومت فیزیکی بیشتری را در برابر خروج جوانه از خود نشان می دهند. در نتیجه بایستی عمق کاشت بذر را در خاک های سنگین کمتر از خاکهای سبک گرفته، بعلاوه خاکهای شنی مقدار آب کمی را در خود نگه داشته و سطح آنها به سرعت خشک می شود. بنابراین عمق کاشت را در خاکهای شنی بیشتر در نظر می گیرند. سرعت جوانه زدن و درصد سبز شدن بذر تابع درجه حرارت خاک می باشد. به همین دلیل عمق کاشت را در خاک های سرد کمتر می گیرند تا طول زمان لازم برای سبز شدن بذر را نقصان دهند و از شدت سرما بکاهند.

روش کاشت نیز در انتخاب عمق کاشت تأثیر می گذارد. در کاشت کرتی محصول در خاکهای نیمه سنگین و سنگین که سله می بندند بایستی عمق کاشت بذر را کمتر گرفت تا سبز شدن بذر با مقاومت کمتری روبرو شود. چنانچه کشت بر روی پشته انجام شود، مسئله ی مقاومت خاک وجود نخواهد داشت و می توان بذر را عمیق تر کاشت. چون در این شرایط خاک بهترگرم می شود و بذر از رطوبت خاک استفاده کرده و به سرعت سبز می شود.

عامل گیاه:

اندازه بذر در عمق کاشت مؤثر است. هرچه بذر بزرگتر باشد، اندوخته ی غذائی زیادتر و گیاهچه ی بزرگتر داشته و می تواند از اعماق بیشتری سبز شود.

در صورتی که وضعیت خاک تعیین کننده عمق کاشت خاصی نباشد (خاک با بافت متوسط، رطوبت کافی و درجه حرارت مناسب برای جوانه زدن) عمق کاشت بذر بعضی از گیاهان را می توان به طور تقریبی مشخص نمود. بدین صورت که عمق کاشت بذوری که بسیار ریزند مانند شبدر و یونجه، حدود ۱ تا ۱/۵ سانتی متر، عمق کاشت بذر در گیاهانی مانند کتان، کنجد، سویا و چغندقند ۲ تا ۳ سانتی متر، عمق کاشت بذر در گیاهانی مانند گندم، جو، سورگوم، خلر، بادام زمینی، عدس و لوبیا حدود ۳ تا ۵ سانتی متر و عمق کاشت بذر در گیاهانی مانند ذرت، آفتابگردان، نخود و پنبه در حدود ۵ تا ۷ سانتی متر و برای سیب زمینی حدود ۱۰ تا ۱۲ سانتی متر می باشد.

وجین و سله شکنی:

از بین بردن علفهای هرز را به وسیله دست یا با استفاده از وسایل مکانیکی، وجین گویند. وجین گیاهانی مانند غلات دانه ریز و گیاهان علوفه ای که بطور متراکم کشت می شوند بخصوص زمانی که ارتفاع زیادی داشته باشند، عملاً مشکل است. کنترل علفهای هرز این محصولات با انجام عملیات صحیح طی دوره ی آیش تهیه ی بستر عاری از علفهای هرز، تهیه ی شرایط مطلوب رشد گیاه و یا استفاده از علف کش ها انجام می شود. عملیات وجین بیشتر در مورد گیاهانی که بطور ردیفی و با فاصله نسبتاً زیاد بین ردیف ها، بیش از ۴۰ سانتی متر کاشته می شوند، انجام می گیرد. که این گونه گیاهان را گیاهان وجینی می گویند مانند ذرت و سیب زمینی.

خاکدانه ها براثر برخورد قطرات باران به روش سطحی باز و متلاشی گردیده و ذرات رس جا به جا می شوند. ذرات رس آزاد شده همراه با آب به داخل خاک وارد و نفوذپذیری لایه ی سطحی را نقصان می دهند. لایه نفوذپذیری که به این طریق در سطح خاک تشکیل می شود را **سله** می گویند.

نفوذپذیری سله خیس نسبت به آب حدود ۲۰۰ برابر کمتر از خاک تغییر نیافته در زیر آن است. سله پس از خشک شدن بسیار سخت می شود و مانع خروج جوانه ها و سبز شدن بذر می گردد. کمبود ماده ی آلی خاک، جایگزین شدن کلسیم به وسیله ی سدیم و زیادی رس ها از عوامل اصلی در حساسیت خاک برای تشکیل سله هستند.

سله شکنی خاک های رسی در مناطق خشک را دو بار انجام می دهند. به این صورت که سله شکنی اول را پس از تنک کردن و سله شکنی دوم را در اواسط فصل رشد و قبل از آنکه توسعه ی عمودی یا افقی گیاه محدود کننده شود و یا همزمان با مصرف کود سرک انجام می دهند. معمولاً وجین و سله شکنی بطور همزمان و با استفاده از یک وسیله انجام می شود که به وسیله کولتیواتور یا چنگک گردان این کار را انجام می دهند.

تنک کردن:

گیاهان برای رسیدن به حداکثر رشد و توسعه خود و تولید محصول بیشتر می بایست نور کافی، دمای مطلوب، تهویه مناسب، عناصر غذایی و سایر موارد را طی مرحله داشت تا برداشت در اختیار داشته باشند. برای دستیابی مطلوب در مزرعه یا بایستی میزان بذر کاشته شده به دقت تنظیم و مصرف شود و یا اینکه با حذف بوته های اضافی و کاهش بوته ها در مراحل اولیه رشد یا پس از استقرار کامل گیاهچه ها به تعداد کافی بوته در مزرعه دست یافت. به چنین عملیاتی تنک کردن گفته می شود.

پس از عملیات تنک کردن آبیاری لازم است. تنک کردن در مورد گیاهان وجینی طی دو یا سه مرحله انجام می گیرد و پس از عمل تنک کردن، آبیاری لازم است.

واکاری *Gap filling*:

گاهی اوقات در مزرعه در اثر وقوع سرما و تگرگ بی موقع عدم رطوبت کافی در خاک، حمله برخی از آفات گیاهی و... تعدادی از بوته های جوانه زده از بین می روند یا ممکن است بر اثر سله بستن و سختی سطح خاک پس از آبیاری تعدادی از بذور جوانه زده نتوانند از خاک خارج شوند و بالاخره ممکن است به علت تنظیم نبودن دستگاه بذرکار و یا کمی قوه ی نامیه ی بذور، تعداد بوته کافی در سطح مزرعه وجود نداشته باشد. در نتیجه برای رفع این مشکلات و ایجاد تراکم مطلوب اقدام به کاشت مجدد بذر می شود که آن را واکاری می گویند.

واکاری نبایستی آنقدر دیر انجام شود که اختلاف رشد خیلی زیادی بین بوته های قبلی و بوته هایی که پس از واکاری، سبز خواهند شد، بوجود آید. البته کاشت بذر در مورد گیاهانی انجام می شود که

رشد بطئی دارند (یا کند). در مورد گیاهان سریع الرشد، انتقال بوته از یک مکان به مکان دیگر مزرعه انجام می شود که این عمل نیز در همه ی موارد صد در صد جوابگو نخواهد بود. پس از واکاری، آبیاری مزرعه ضروری است.

خاک دادن پای بوته *Earthing up*:

بدین ترتیب که خاک بین خطوط کاشت به دو طرف و در پای بوته ها ریخته می شود و باعث استقامت بیشتر گیاه می گردد. حتی خاک دادن پای بوته باعث ایجاد پنجه های جدید در غلات یا نیشکر می گردد. در برخی از گیاهان که به وسیله ی ریزوم و غده تکثیر می شوند موجب حفاظت و تحریک رشد بیشتر آنها می گردد که برای اینکار می توان از کولتیواتور و یا دندانه های سبک استفاده کرد.

دندانه زدن زمین *Harrowing*:

به هنگام داشت باعث نرم شدن قسمت سخت و سطحی خاک شده و به خروج جوانه ها یا پنجه کمک می نماید. همچنین کلوخه های سطحی خاک را خرد نموده، علف های هرزی که ریشه سطحی دارند از بین برده، کود سرک را با خاک مخلوط می نماید.

آبیاری:

آبیاری یعنی تأمین تفاضل آبی گیاه و نزولات جوی به خصوص در دوره ی رویش. چنانچه مقدار رطوبت خاک کاهش یابد، گیاه قادر به جذب آب و مواد غذائی نیست و کمبود آب باید به وسیله ی آبیاری جبران گردد. منظور از آبیاری تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه بعد از جوانه زدن بذر تا هنگام رسیدن است و در طول دوره ی رویش گیاه نباید در معرض تنش خشکی قرار گیرد تا رشد آن کامل شده و محصول خوب تولید نماید. تعیین مقدار آب و مراحل آبیاری برای گیاهان مختلف با توجه به بافت خاک، نوع گیاه و شرایط اقلیمی بسیار متفاوت است.

روش های مختلف آبیاری:

انتخاب روش آبیاری به بافت خاک، پستی و بلندی زمین، کمیت و کیفیت آب مورد استفاده، روش کاشت، شرایط محیطی و سرمایه گذاری اولیه برای آب رسانی بستگی دارد. آبیاری در مزارع به روش های زیر انجام می شود:

۱) **آبیاری غرقابی یا کرتی *Flooding Irrigation*:**

در این روش کرتهای نسبتاً تراز به شکل مربع یا مربع مستطیل آماده ساخته و آب را از جوی مجاور وارد کرت می کنند که پس از پر شدن کرت، آب را قطع می کنند. در آبیاری کرتی خاک، بذر و مواد غذائی در معرض شستشو قرار گرفته و خاک نیز سله می بندد. برای کاهش فرسایش زمین باید به صورتی تسطیح گردد که شیب آن کم بوده و آب با سرعت در درون کرت جریان نیابد. علاوه بر این چون طوقه و ساقه ی گیاهان نیز در تماس با آب هستند ممکن است دچار بعضی از بیماری ها شوند.

۲) **آبیاری نشتی:**

برای آبیاری نشتی زمین را به صورت جوی و پشته در آورده و گیاه زراعی را روی پشته می کارند. آب از جوی اصلی وارد جوی های فرعی می شود. در آبیاری نشتی، آب پای بوته ها را نمی گیرد و در نتیجه روی بذر و گیاه سله نمی بندد و گیاه بهتر رشد می کند. هرچه خاک سبک تر و نفوذپذیری آن بیشتر باشد، فاصله جویچه ها کمتر می شود زیرا نفوذ جانبی کمتر است. در آبیاری نشتی آب در جویچه های اطراف پشته ها جریان داشته و در نتیجه پشته ها سله نمی بندد و علاوه بر این، عمق خاک زراعی روی پشته ها بیشتر شده و عملیات داشت به آسانی صورت می گیرد و به دلیل عدم تماس بوته ها با آب، گیاه کمتر در معرض حمله بیماری های قارچی قرار می گیرد. در این روش، مصرف آب کمتر ولی زمان آبیاری طولانی تر از روش غرقابی است. در روش نشتی برای نفوذ بهتر آب در انتهای جویچه ها باید مدتی آب از جویچه ها خارج شود که باعث هدر رفتن آب می شود.

۳) آبیاری بارانی *Sprinkler Irrigation*:

روش آبیاری بارانی که آب به زمین پاشیده می شود برای بسیاری ازگیاهان و در تمام وضعیت خاک از نظر بافت، پستی و بلندی و شیب قابل استفاده است. مقدار آب مصرفی در این روش قابل کنترل و اندازه گیری است و تلفات آب در آن پایین است. با استفاده از آبیاری بارانی ضمن صرفه جویی در مصرف آب تا حدود ۵۰٪ نسبت به آبیاری سطحی، شستشو و فرسایش در خاک نیز ایجاد نخواهد شد. تلفات آب نسبت به روشهای آبیاری سطحی خیلی کمتر است. این روش آبیاری در اراضی شنی و زمین هائی که هموار کردن آنها مشکلاتی در بر خواهد داشت، کاملاً مناسب می باشد. آبیاری بارانی برای خنک کردن گیاهان به هنگام دمای بالا و یا کنترل شبنم به هنگام دمای زیر صفر و جلوگیری از یخ زدگی گیاه قابل استفاده است. از معایب آبیاری بارانی به هزینه ی زیاد تأسیسات اولیه، اشکال در آبیاری به هنگام وزش باد، تبخیر بخشی از آب پاشیده و همچنین رشد و تکثیر بیشتر علفهای هرز و بیماری های گیاهی می توان اشاره کرد.

۴) آبیاری قطره ای *Drip or trickle Irrigation*:

در این روش آب از طریق موتور پمپ به داخل لوله های سوراخ دار (مشبک) که در زیر یا روی زمین نصب شده اند، حرکت کرده و در ناحیه ی ریشه ی گیاهان به وسیله قطره چکان هائی به صورت قطره قطره و یکنواخت به آهستگی می ریزد. در آبیاری قطره ای، آب به طور اقتصادی و کارآمدی مورد مصرف قرار می گیرند زیرا که از نفوذ به اعماق خاک و تبخیر سطحی آب به شدت کاسته می شود. این سیستم برای کشت موفق گیاهان باغی حتی در خا ک های شور امکان پذیر بوده و از آن در اراضی شیب دار یا برای کودپاشی به صورت محلول همراه با آب آبیاری می توان استفاده نمود. راندمان آبیاری در روش قطره ای حدود ۹۵ درصد بوده و به علت مکش کم درخاک همیشه آب کافی در اختیار گیاه قرار دارد، لذا رشد بسیار خوب و محصول زیادی خواهد داشت.

۵) آبیاری زیرزمینی *Subsurface Irrigation*:

در این روش آب در زیر خاک سطحی و در منطقه نفوذ ریشه تأمین می شود. هدایت آب از طریق لوله های سفالی یا فلزی مشبک که در زیر سطح خاک نصب شده اند، صورت می گیرد و آب از این سوراخ های مشبک در خاک نفوذ کرده و آن را مرطوب می سازد. در روش دیگری از این نوع آبیاری سعی می شود که ارتفاع آب ایستابی در خاک بالا آورده شود بنابراین خاک تحت الارض می بایست غیرقابل نفوذ باشد تا آب به پائین نشت نکند و برعکس خاک سطح الارض باید قابلیت نفوذ خوبی داشته باشد تا رطوبت به منطقه نفوذ ریشه و به بالا حرکت کند. نوعی از این روش آبیاری در مناطق خشک و کم آب ایران و به طریقه ی سنتی به نام **آبیاری کوزه ای** مورد استفاده قرار می گیرد.

زمان بندی آبیاری:

برای آبیاری مزرعه ملاحظات گوناگونی چون خاک و شرایط آن، نوع گیاه و مرحله رشد و نمو آن، روش کاشت، شرایط جوی و... می بایست در نظر گرفته شود. آبیاری سبک قبل از کاشت (هیرم کاری) به جوانه زنی یکنواخت و استقرار بهتر گیاهچه ها کمک خواهد کرد. عمق آبیاری ممکن است با جلو رفتن مراحل رشد و نمو گیاه تا یک مرحله معین بیشتر گردد یا در مراحل پایانی رشد گیاه، آبیاری سبک با فواصل طولانی تر به رسیدن زود و یکنواخت محصول کمک می نماید. آبیاری سبک ولی مکرر باعث کاهش صدمات ناشی از شوری خاک خواهد شد. به طور کلی محصول در حال رشد نیاز پیوسته ای به آبیاری دارد اما میزان آب مصرفی بسته به نوع گیاه، سن آن، رطوبت خاک و سایر شرایط محیطی متفاوت خواهد بود.

عناصر غذائی مورد نیاز گیاه:

گیاهان عناصر غذائی مورد نیاز رشد و توسعه خود را از دو طریق هوا و خاک جذب می کنند. تغذیه اصلی گیاهان، تغذیه ریشه ای می باشد که عناصر غذائی به کمک آب به شکل محلول درآمده و جذب می گردند. تاکنون حدود ۲۰ عنصر شیمیائی را برای ادامه حیات گیاهان ضروری شناخته اند که می توان آنها را به شرح زیر طبقه بندی کرد:

الف) عناصر غذائی اصلی یا پرمصرف *(Macronutrients)*:

این عناصر به مقدار زیادی مورد نیاز گیاه بوده و به اشکال مختلف جذب می شوند مانند:

کربن	C	CO_2
اکسیژن	O	CO_2
هیدروژن	H	H_2O
نیتروژن	N	NH_4 ،NO_3^-
فسفر	P	$H_2PO_4^-$ ،HPO_4^{2-}
پتاسیم	K	K^+
کلسیم	Ca	Ca^{2+}
منیزیم	Mg	Mg^{2+}
سولفور	S	SO_4^{2-} و SO_2

ب) عناصر غذائی فرعی یا کم مصرف *(Micronutrients)*:

عناصری که برای حیات گیاه از اهمیت کمتری برخوردار هستند و به میزان کمتری نیـز در دسـترس گیاهان قرار می گیرند مانند:

Fe	آهن	Fe^{2+}
Mn	منگنز	Mn^{2+}
Zn	روی	Zn^{2+}
Cu	مس	Cu^{2+}
B	بر	$H_2BO_3^-$
Mo	مولیبدن	MoO_4^{2-}
Co	کبالت	Co^{2+}
Cl	کلر	Cl^- و Cl_2

ج) عناصر غذائی ناچیز ضروری *(Trace nutrients)*:

لزوم این عناصر در تغذیه گیاهان به اثبات نرسیده و جزء عناصر غیرضروری و پاره ای اوقات مضـر بـه شمار می روند مانند:

S	سیلسیوم	SiO_2
Al	آلومینیوم	Al^{3+}
Na	سدیم	Na^+
F	فلوئور	F

تأثیر عناصر غذائی بر رشد و نمو گیاهان:

عناصر اصلی و ضروری معدنی نقش بسیار مهم ولی متفاوتی در رشد و نمو گیاهان و عمکرد دارند. به طور کلی نقش عمده عناصر غذائی در گیاهان عبارتند از:

الف) بخش ساختمانی و ترکیبات سلولی گیاه را تشکیل می دهند و در فعالیت های متابولیسمی آن مؤثر هستند.

ب) در حفظ و نگهداری سازمان و نظم سلول دخالت دارند

ج) در انتقال و تولید انرژی گیاه

د) در فعالیت های آنزیمی نقش بسزائی دارند.

- **نیتروژن**

این عنصر در ترکیب شیمیائی گیاهان مثل پروتئین اسید نوکلئیک، کلروفیل، آنزیم ها و ویتامین ها و... اهمیت بسزائی دارد. وقتی نقصان نیتروژن در گیاه رخ می دهد رشد اندام های رویشی متوقف شده، برگها سبز مایل به زرد به خود گرفته و در عمل فتوسنتز اختلال به وجود می آید. هنگامی که تأمین نیتروژن در گیاهان عادی باشد برگها سبز و شاداب بوده و برگ و شاخه ی زیادی تولید می شود و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتر و بازده محصول زیادتری به دست خواهد آمد. زیادی نیتروژن در برخی گیاهان مانند غلات باعث نامتناسب شدن برگها و پنجه ها، بلند شدن ارتفاع بوته و نتیجتاً خوابیدگی (ورس) محصول خواهد شد. همچنین تولید کاه بیشتر و تأخیر در رسیدن محصول و حساسیت بیشتر گیاه نسبت به آفات و بیماری های گیاهی نیز در نتیجه زیادی نیتروژن پیش خواهد آمد. بالعکس، کمبود نیتروژن باعث کم رنگ شدن سبزی گیاه، محدود شدن سیستم ریشه، کوتاه ماندن بوته ها، ریزش برگها، زودرسی محصول و نقصان عملکرد می شود.

- **فسفر**

اثرات فسفر روی گیاهان بسیار متنوع بوده و به طورکلی در ترکیب پروتئین های مرکب، تولید چربی، تقسیم سلولی و تبادل انرژی اندام های مختلف نقش بسزائی دارد. فسفر در دوره های اولیه نمو

گیاهان با سرعت بیشتری از خاک جذب می شود و پس از آنکه گیاه بـه رشـد مطلـوب خـود رسـید، جذب فسفر تقریباً متوقف می گردد. فسفر در رشد و تکامل ریشه هـا، اسـتقامت و پایـداری گیـاه در مقابل خوابیدن ساقه (در غلات) کیفیت محصول، افزایش مقاومت گیـاه در مقابـل امـراض گیـاهی در تلقیح گل و تشکیل میوه و دانه اثرات مهمی دارد. کمبود فسفر در جذب سایر عناصر لازم توسط گیاه مؤثر بوده و موجب اختلال در تبادل انرژی و مواد، کندی و کمی رشد گل آذین، کاهش میوه و دانه و افت کمی و کیفی محصول خواهد شد. کاهش حجم بوته، تیره شدن رنگ شـاخ و بـرگ و تمایـل بـه رنگ ارغوانی پیدا کردن، ریزش بی موقع برگهای پائین بوده و بالاخره کم شدن محصول دانـه غـلات، سیب زمینی و چغندرقند برخی از عوارض کمبود فسفر در گیاهان زراعی است.

- **پتاسیم**

پتاسیم در ساخت و انتقال کربوهیدرات ها، جـذب و نگهـداری آب و امـلاح در سـلولها و بافـت هـای گیاهی، افزایش مقاومت گیاهان به شرایط نامساعد محیطی (سرما کم آبی)، بیماری ها و آفـات نقـش مهمی به عهده دارد. پتاس در رنگ و طعمه میوه، همچنین در جلوگیری از ریزش آنهـا مـؤثر اسـت. کمبود پتاسیم در خاک های اسیدی آبرفتی بیشتر از سایر خاکها به وجود می آید. نقصان پتاسـیم در حاشیه برگها و تغییر رنگ به زرد متمایل به نارنجی، به ویژه در برگهای زیرین حتی با وجـود رطوبـت کافی در مزرعه مشهود می گردد. همچنین کمبود آن باعث کاهش خاصیت انبـارداری محصـول مـی گردد.

- **کلسیم**

وظایفی که کلسیم در گیاه انجام می دهد متفاوت و عبارتند از:

الف) کلسیم در ساختمان جدار سلولها و استحکام گیاه دخالت دارد.

ب) در فتوسنتز و انتقال کربوهیدرات ها و فرآیند جذب نیتروژن در گیاهان مؤثر است.

ج) تأثیرات ناشی از مسمویت جذب زیاد پتاسیم و سدیم را از بین برده و مانع از جـذب زیـاد ایـن دو عنصر توسط گیاه می گردد.

د) زیادی و کمی کلسیم در رشد و نمو گیاهان مؤثر بوده و از این لحاظ گیاهان را به دو دسته گیاهان آهک دوست (چغندرقند – جو) و آهک گریز (پنبه – سیب زمینی) می توان تقسیم نمود.

کمبود کلسیم موجب توقف رشد ریشه و پوسیدگی آن، همچنین موانع رشد برگها، زردی و پژمردگی آنها می گردد. در خاک های اسیدی و شنی (بافت سبک) نقصان کلسیم بیشتر رخ می دهد. کم شدن دائمی کلسیم در زمین اثرات فوق العاده بدی بر ساختمان و خصوصیات شیمیائی و حاصلخیزی خواهد گذاشت.

- **عناصر غذائی کم مصرف یا میکرو**

در سالهای اخیر با پیشرفت علم تغذیه گیاهی در تشخیص موارد کمبود عناصر کم مصرف، اهمیت این عناصر غذائی در تغذیه، رشد و نمو عملکرد محصولات زراعی آشکارتر شده است. برخی از عناصر میکرو مانند مس، آهک و منگنز به عنوان ناقل الکترونها در سیستم های آنزیمی گیاهان دخالت دارند. مولیبدن و منگنز برای تغییر و تبادل نیتروژن در عمل تثبیت نیتروژن همزیستی لازم به نظر می رسند. کمبود بر باعث کاهش سرعت و میزان جذب آب و انتقال مواد گلوسیدی در گیاه می گردد. آهن برای تشکیل کلروفیل و ساخته شدن پروتئین های موجود در کلروپلاست لازم می باشد. روی در تشکیل بعضی از هورمون های رشد در بعضی از گیاهان دخالت دارد و کبالت برای تثبیت نیتروژن زیستی ضرروی می باشد.

- **علل کاهش عناصر غذائی از خاک**

1) توسط برداشت مکرر محصول از زمین و رشد و نمو علف های هرز
2) شستشوی خاک از عناصر غذائی در زراعت های آبی و در مناطق پرباران
3) فرسایش و رواناب
4) تثبیت و رسوب شدن به شکل های غیرقابل جذب
5) تغییر شکل به حالت گاز و متصاعد شدن به جو

- **منابع تأمین عناصر غذائی مورد نیاز گیاهان**

1) کاشت گیاهان سبز
2) کودهای آلی (حیوانی، کمپوست، کنجاله و کودسبز و...)
3) کودهای تجارتی (آلی و معدنی)
4) بقایای گیاهی و جانوری
5) اصلاح خاکها به کمک مواد شیمیائی به غیر از کودها مثل آهک یا گوگرد
6) آب باران ها و آبهای گل آلود رودخانه ها در فصل بهار

برای اینکه گیاهان خوب رشد نمایند و محصول مرغوب و فراوانی تولید کنند، خاک بایستی حاصلخیز و بارور باشد.

حاصلخیزی خاک *(Soil fertility)* به توانائی آن در فراهم نمودن همه ی عناصر غذائی لازم برای گیاهان به مقدار مناسب و متعادل و به شکل قابل جذب گفته می شود.

باروری خاک *Soil productirity* به ظرفیت آن برای تولید یک محصول یا تعدادی از محصولات زراعی در یک سیستم مدیریتی ویژه یا به عبارت دیگر به ظرفیت خاک برای تولید در واحد سطح گفته می شود.

- **کودها و عناصر حاصلخیز کننده**

کودها از نظر منشأ به دو دسته کودهای طبیعی (آلی) و کودهای مصنوعی (معدنی) تقسیم بندی می شوند.

- **کودهای آلی *(Manures)*:**

منظور از کودهای آلی مجموعه ای از فضولات که توسط انواع چهارپایان، پرندگان، انسان و همچنین کنجاله، تفاله، بقایای پوسیده و تخمیر شده اغلب گیاهان و بالاخره به کمپوست حاصل از زباله ها گفته می شود. اثرات مفید کودهای آلی بر روی رشد گیاهان برای مدت طولانی در خاک باقی می ماند (حدود ۳ تا ۴ سال)، همچنین در تغذیه و رشد و نمو موجودات زنده خاک نقش بسزائی دارند.

الف) کود حیوانی یا دامی *Farm yard manure*:

کودهای حیوانی که معمولاً در مزارع تهیه و مصرف می شوند دارای ترکیبات بسیار متغیری بوده و عوامل متعددی در میزان عناصر غذائی موجود و مرغوبیت آنها دخالت دارند مانند: نوع دام، سن و تغذیه و شرایط نگهداری دام، نوع مواد پوشالی که درتهیه بستر دام مورد استفاده قرار می گیرد، نحوه انبار کردن، تخمیر و پوسیدن کود و همچنین نحوه به کار بردن آنها در مزرعه و... معمولاً هر چند سال یک بار (۴-۳ سال) بسته به نوع تناوب زراعی مزرعه مقدار ۴۰-۳۰ تن کود دامی در هکتار مورد استفاده قرار می گیرد. کودهای دامی را به دو صورت تازه و پوسیده در مزارع مورد استفاده قرار می دهند. لیکن کود دامی تازه محتوی بذر علف هرز زیادی می باشد و زمین زراعی را آلوده می سازد. از طرف دیگر وجود مواد خشبی مثل شاخ و برگ و پوشال در داخل توده کود تازه، در موقع مصرف کود دامی در داخل خاک باعث بالا رفتن نسبت کربن به نیتروژن خاک شده و عمل تبدیل نیتروژن آلی به نیترات کند یا مختل می گردد. مصرف کود دامی در مناطق سردسیر پیش از بارش پائیزه معمولاً ۴-۳ ماه قبل از کاشت محصول همراه با شخم پائیزه صورت می گیرد در حالی که در مناطق گرم یا در اراضی سبک پخش کود نزدیک به زمان کاشت یا همراه با شخم بهاره می تواند انجام گیرد. جابجا کردن کودهای دامی به منظور پخش در مزرعه و زیر خاک کردن آنها اغلب با از بین رفتن مقداری مواد نیتروژنه و تجزیه بیشتر آن همراه می باشد. بنابراین در موقع مصرف باید کودهای دامی به سرعت به مزرعه منتقل گردیده و در روی زمین به طور یکنواخت توسط کارگر یا ماشین کودپاش پخش شده و توسط شخم، کولتیواتور و یا دیسک فوراً در زیر خاک دفن شوند.

ب) کود سبز *Green manure*:

برگردانیدن مواد گیاهی پوسیده شده به خاک را کود سبز دادن گویند. شخم کردن مواد گیاهی سبز در خاک نه تنها مواد آلی بلکه مقداری نیتروژن به خاک اضافه می کنند. البته در صورتی که از گیاهان خانواده بقولات به عنوان کودسبز استفاده شود. گیاهانی که به منظور کود سبز کشت می شوند اثر محافظتی بر روی عناصر غذائی دارند زیرا گیاه طی دوره ی رشد و نمو خود با جذب عناصر

غذائی محلول در خاک از آبشوئی و هدر رفتن این عناصر جلوگیری می کند، همچنین وجود آنها به عنوان پوششی روی خاک، در بعضی از فصول که زمین عاری از هرگونه پوشش محافظتی است، از فرسایش جلوگیری کرده و از این لحاظ یک نوع گیاه پوششی محسوب می شوند. از اثرات دیگر کودهای آلی سبز افزایش قابلیت انحلال آهک و فسفر در خاک و بالا بردن قابلیت جذب عناصری از جمله پتاس، منیزیم و آهن می باشد.

گیاهانی که به عنوان کودسبز کشت می شوند خصوصیات عمده زیر را بایستی دارا باشند:

- رشد و نمو سریع داشته باشند
- شاخ و برگ فراوان، نازک و آبداری تولید کنند تا پس از برگردانیدن در خاک سریعاً پوسیده شوند
- گیاه قادر به رشد در خاکهای فقیر بوده و نیاز به آبیاری زیاد نداشته باشد
- کشت گیاهان خانواده بقولات نسبت به سایر گیاهان غیرلگوم به عنوان کودسبز ترجیح دارد، زیرا علاوه بر مواد آلی هوموسی، مقداری نیتروژن نیز به خاک اضافه کرده و فعالیت ریز جانداران خاک را بهبود بخشند.

زمان برگردانیدن کودسبز در خاک معمولاً هنگامی است که گیاه شاخ و برگ فراوان و کافی تولید کرده و به مرحله چوبی نرسیده (تقریباً مرحله نیمه بلوغ یا اوایل گلدهی). در مناطق سردسیر و پرباران، شخم پائیزه کودسبز در خاک مناسب تر است زیرا در فصل بهار و تابستان، مواد آلی آن به صورت نیترات در دسترس گیاهان کشت شده قرار خواهد گرفت. در مناطق گرمسیر که زمستان کوتاه و ملایمی دارند شخم در اواخر زمستان و یا اوایل بهار مناسب تر می باشد.

ج) کمپوست *(Compost)*:

در مزارعی که به کودهای حیوانی دسترسی ندراند به ویژه مناطق کشاورزی در حاشیه شهرها می توان از زباله های خانگی، فاضلاب عمومی، کاه و بقایای گیاهی، بقایای حیوانی، لجن و... پس از تخمیر به عنوان موادآلی برای تقویت باغ ها، چمنزار، سبزیکاری و... استفاده نمود. امروزه کمپوست، کاربرد و

مصرف گسترده و متنوعی در صنایع پیدا کرده و در کشاورزی نیز در خاک هـای گونـاگون از آن مـی توان بهره گرفت، چون مزایای زیر را دارا هستند:

- افزایش توانائی جذب و نگهداری آب در خاک
- افزودن مواد غذائی اصلی و مورد نیاز، هوموس و عناصر کمیاب به خاک
- موجب حجیم و متخلل شدن خاک شده و تهویه مناسب را برای رشد ریشـه هـا فـراهم مـی سازد
- مقاومت خاک را در برابر ادوات کشاورزی کم می کند، همچنین از فرسایش بادی می کاهد
- شرایط مناسب برای زندگی و فعالیت ریز جانوران خاک ایجاد می کند.

د) کودهای شیمیایی *(Fertilizers)*:

به مواد غیر آلی (معدنی) که دارای یک یـا چنـد عنصـر لازم بـرای تغذیـه ی گیاهـان هسـتند، کـود شیمیایی گفته می شود. این کودها اکثراً شامل ترکیباتی از عناصر سه گانه نیتـروژن، فسـفر و پتـاس می باشند و جهت افزایش تولید محصول به خاک اضافه می شوند. کودهای شیمیائی تأثیرات چندانی در بهبود خاصیت فیزیکی خاک مثل کودهای آلی طبیعی ندارند، لیکن به لحاظ مشخص بودن عناصر غذائی موجود در آنها و حجم کم، حمل و نقل و نگهداری آسان، اثر فـوری در رفـع کمبودهـای آن و عناصر غذائی گیاهان، قابلیت حل زیاد و جـذب سـریع و بـالاخره کـاربرد و مصـرف بسـیار سـاده، در تولیدات کشاورزی رواج و توسعه ی زیادی یافته اند. فعل و انفعالات کودهـای شـیمیایی در خاکهـا و شرایط مختلف، متفاوت است. برای مثال در کودهای نیتروژنه نیتراتی، عنصر غذائی به صـورت آنیـون محلول می باشد و جذب کلوئیدهای خاک نمی شوند. بنابراین خطر آبشوئی آنها زیاد اسـت. آمونیـاک مایع و محلول آمونیوم در خاکهائی که واکنش آنها بیش از ۸ می باشد نبایستی به کار برده شوند زیرا نیتروژن به صورت گاز آمونیاک آزاد می گردد. کودهای آهکی را نباید در خاکهـای خنثـی یـا قلیـائی مصرف نمود. برخی کودهای دیگر مانند سولفات آمونیوم و گوگرد، خاک را اسیدی می کنند.

کودهای فسفاته را بایستی در ناحیه ی نزدیک به ریشه (معمولاً $5cm$) قرار داد. مواد فسفره بـه علـت تحرک، خطر شسته شدن ندارند اما مواد نیتروژنه و تا حدودی پتاسـیم در خـاک بـه آسـانی حرکـت نموده و از امکان اولیه قرارگرفتن در خاک دور می شوند. کودهای نیتروژنه را نباید در یـک دفعـه بـه خاک اضافه نمود زیرا این عمل باعث تشدید شستشوی زیاد آن از خاک می گـردد. بـه همـین دلیـل جهت مصرف کودهای نیتروژنه به صورت سرک مؤثرتر خواهد بود.

در مناطق دیم و خشک و نیمه خشک به علت کمبود بارندگی و رطوبت خاک، جذب عناصر غذائی به ویژه فسفر و پتاسیم توسط ریشه گیاهان به کندی و به سختی صورت می گیرد. بنابراین بهتـر اسـت این نوع کودها را پس از توزیع در سطح خاک به کمک دیسک یا دندانه به طـور یکنواخـت بـا خـاک مخلوط نموده تا در نزدیکی ریشه در دسترس آنها قرار گیرند. نتایج تحقیقـات نشـان داده اسـت کـه کاربرد کودهای فسفاته به صورت نواری به طور مستقیم در زیر بذر باعث افزایش محصول می شود. در مناطق پرباران خصوصاً در مناطق که خاک، بافت سبک دارد و یا برای گیاهانی که مرتباً آبیـاری مـی شوند، مصرف کودها در چند نوبت توصیه می گردد.

انواع کودهای شیمیایی

از جمله کودهای نیتروژن دار می توان به نیترات سدیم، نیتـرات کلسـیم، سـولفات آمونیـوم، فسـفات آمونیوم، کلرو آمونیوم، آمونیاک مایع و اوره (کودشکری) اشاره کرد.

از جمله کودهای فسفردار می توان به سوپرفسفات معمولی، سوپرفسـفات تریپـل، فسـفات آمونیـوم و سنگ فسفات اشاره کرد.

از جمله کودهای پتاسیم دار می توان به کلرورپتاسیم و سولفات پتاسیم اشاره کرد.

۱) **کودهای مخلوط *Compound fertilizers***

کودهای شیمیائی مخلوط معمولاً محتوی دو یا سه عنصر اصلی و گاهی نیز گوگرد بـه عنـوان عنصـر چهارم می باشند و اصطلاحاً کودهای کامل نامیده می شوند.

۲) کودهای میکرو

معمولاً به صورت سرک بر روی گیاهان محلول پاشی می شوند مانند براکس و مولیبدات سدیم. عناصری مانند آهن، مس، منگنز و روی را می توان به صورت ترکیبات کلات دار *Chelate fertilizer* استفاده کرد. این مواد بخصوص در خاکهائی با واکنش بالا که ترکیبات عناصر میکرو به فوریت تثبیت و غیرقابل جذب می شوند، مؤثرند و به علت هزینه ی زیاد، این مواد در مقادیر کم اغلب به صورت محلول پاشی روی برگ به کار می روند.

- **عوامل خسارت زا در محصولات زراعی**

به طور کلی مجموعه عوامل خسارت زا در محصولات زراعی و مضر را می توان به سه گروه عمده تقسیم نمود:

۱) آفات گیاهی:

به کلیه جانورانی از قبیل حشرات، کنه های گیاهی، نرم تنان، جوندگان، پرندگان، پستانداران و... که دارای قطعات دهانی گزنده – مکنده و یا جونده می باشند و به قسمت های مختلف گیاهان و محصولات کشاورزی حمله کرده و به آنها زیان می رسانند، آفت گفته می شود.

۲) بیماری های گیاهی:

عوارض ناشی از صدمه قارچها، باکتری ها، ویروسها، نماتدها و گیاهان گلدار انگل و عوامل نامساعد جوی و حوادث سوء مانند سرمازدگی، تگرگ و... و بالاخره کمبود یا زیادی مواد غذائی را بیماری های گیاهی می گویند.

۳) علف های هرز:

گیاهان خودروئی که به طور ناخواسته در مزارع و باغات می رویند و رقیبی برای محصولات کشت شده محسوب می شوند، علف های هرز نامیده می شوند.

الف) آفات گیاهی و کنترل آنها

حشرات به وسیله تغذیه از قسمت های مختلف گیاهان مانند برگ، گل و... یـا مکیـدن شـیره گیـاهی اغلب نابودی کامل و یا ضایع شدن نسبی محصولات کشاورزی را باعـث مـی گردنـد. همچنـین از راه انتقال و انتشار بیماری های مختلف از جمله بیماری های ویروسی، باکتریائی و قـارچی موجـب بـروز عوارض وخیمی در گیاهان زراعی می شوند که به نوبه ی خود حائز اهمیت است.

عواملی از جمله:

- ضعف گیاهان
- فراوانی و گستردگی گیاه میزبان
- مقاوم شدن آفات در برابر سموم مصرفی
- بر هم خوردن تعادل محیط و از بین رفتن دشمنان طبیعی آفات
- آلوده بودن منطقه کاشت
- عوامل محیطی نامساعد
- علفهای هرز و تضعیف گیاه اصلی

از جمله زمینه های مساعد کننده بروز آفات محسوب می شوند. بهترین روش کنترل آفات، پیشگیری است که شامل حذف محل زمستان گذرانی و تخم ریزی حشرات بر روی بقایای گیاهی و علـف هـای هرز، تغییر تاریخ کاشت و برداشت محصولات زراعی برای کاهش میزان خسارت و... می باشد.

- **روش های مبارزه**

۱) مبارزه زراعی:

اجرای عملیات زراعی منظم و به موقع نظیر شخم دیروقت پاییزه، یخ آب زمستانه، تقویت زمین توسط کودهای مختلف و مناسب، انتخاب ارقام مقاوم، تعیین زمان کاشـت مناسـب، رعایـت برنامـه آیـش و تناوب، اجرای روش های مناسب کاشت و رعایت فاصله بین خطوط و بوته ها، آبیاری به موقع و کافی

و بالاخره دفع علف های هرز مزرعه و اطراف آن جهت پیشگیری از خسارت و یا از بین بردن بسیاری از آفات مؤثر خواهند بود.

۲) **مبارزه فیزیکی و مکانیکی:**

در این روش با سوزاندن بقایای گیاهی و محصولات آفت زده، ضدعفونی بذور آلوده به نماتد به وسیله آب گرم، همچنین جمع آوری بعضی از آفات به هنگام اجرای شخم و از بین بردن آنها می توان کانون های آلودگی و بسیاری از آفات را نابود ساخت.

۳) **مبارزه ی بیولوژیکی:**

از بین بردن آفات توسط موجودات زنده را مبارزه بیولوژیکی می نامند. این حشرات مفید را در محل های مناسبی پرورش و سپس رها می سازند. مثلاً برای کنترل سن گندم، زنبور تلنموس را بر علیه تخم سن به کار می برند.

۴) **مبارزه ی شیمیایی:**

در این روش از سموم مختلف شیمیائی و سمپاشی بر روی گیاه قبل از حمله و یا هنگام بروز آفات استفاده می شود.

۵) **مبارزه قرنطینه ای:**

در این روش برای جلوگیری از سرایت و نفوذ آفات مهم گیاهی از کشور یا منطقه ای به نقاط دیگر مرزهای کشور، مقررات ویژه ای از جمله بازرسی، ضبط و گاهی انهدام گیاهان و محصولات آلوده وارداتی و مشکوک اعمال می گردد.

۶) **مبارزه تلفیقی:**

کاربرد روش های مختلف مبارزه برای کنترل آفات بخصوص استفاده توأم از دو یا چند روش را مبارزه تلفیقی نامند.

۷) مبارزه روانی:

در این روش با جلب حشرات، به دام انداخت و انهدام آنها به وسیله ی نور، جریان الکتریکی، اسانس های مختلف و... مورد استفاده قرار می گیرند.

- **بیماری های گیاهی**

عوامل بیماری زا یا بعضی شرایط محیطی، اختلالاتی را در فرآیند های رشد و نمو و فیزیولوژیک گیاه ایجاد می کنند، موجب تغییراتی در ظاهر هر گیاه و کم شدن محصول آن می شوند. بروز بیماری به وسیله عوامل بیماری زا در گیاه که به بیماری های واگیردار یا انگلی موسومند، به یکی از صور زیر رخ می دهد:

الف) جذب و مصرف محتویات سلولهای میزبان در اثر تماس با آنها

ب) از بین بردن یا ایجاد اختلال در متابولیسم سلولهای میزبان در اثر ترشح مواد سمی، آنزیمی و مواد هورمونی

ج) مسدود نمودن راه انتقال شیره خام و پرورده در بافت های هادی میزبان بیماری هائی که در نتیجه شرایط غیر مطلوب محیطی بروز می کنند یا در اثر عدم تعادل در جذب مواد شیمیائی ضروری و یا جذب عناصر غیر ضروری به وجود می آیند،به بیماری های غیر واگیر یا فیزیولوژیک موسومند، نظیر:

الف) کمبود مواد غذائی

ب) مسمومیت مواد غذائی

ج) کمبود یا فزونی رطوبت خاک

د) گرما یا سرما

ح) نور کم یا شدید

و) فقدان اکسیژن و آلودگی هوا

ز) واکنش اسیدی یا قلیائی خاک

از جمله بیماریهای گیاهی میتوان به بیماریهای قارچی، بیماریهای باکتریائی، بیماریهای ویروسی، بیماریهای عالی بیماری زا اشاره کرد.

- **روشهای مبارزه با بیماریهای گیاهی**

روشهای مبارزه با بیماریهای گیاهی بسیار متنوع و به نوع عامل بیماریزا، میزبان وروابط این دو و به طور عموم بسته به طبیعت آنها دارد.

۱) **اقدامات بهداشتی:**

با جمع آوری و از بین بردن بقایای آلوده گیاهی، قطع شاخه های مریض و سوزاندن آنها، همچنین شخم عمیق بعد از برداشت و زیر خاک کردن بقایای گیاهی کمک زیادی به کم شدن آفات و بیماریها می نماید. تمیز نگاهداشتن انبارها، وسایل حمل و نقل و ادوات زراعی، جلوگیری از زخم شدن میوه ها به هنگام برداشت و جدا نمودن میوه های زخمی و پوسیده از میوه ها ی سالم در موقع بسته بندی و... موجب کاهش آلودگی های بعدی خواهد شد.

۲) **روش های قانونی:**

اجرای مقررات قرنطینه گیاهی می تواند از دخول یا عبور عوامل بیماری زا که وجودشان در کشور ثابت و یا مشکوک مانده، جلوگیری نماید.

۳) **روش های زراعی:**

روش هائی که با کاربرد صحیح اصول زراعی حاصل می شوند مانند استفاده از کود مناسب، زهکشی مزرعه، آبیاری، رعایت فاصله کاشت مناسب و مبارزه با علفهای هرز، رعایت تناوب زراعی و ایجاد آیش، اصلاح خاک، غرقابی کردن مزرعه، تهویه مرتب فرآورده های انبار شده و... نیز از جمله روش های زراعی به شمار می روند.

۴) **روش های فیزیکی:**

عوامل فیزیکی مانند حرارت و انواع مختلف اشعه در کنترل عوامل بیماری زای گیاهی مؤثرند. استفاده از گرما برای ضدعفونی خاک، ضدعفونی اندامهای ازدیاد گیاهان، عاری ساختن گیاهان از ویروس ها،

خنک سازی محصولات نرم و آبدار بعد از برداشت و انواع مختلف اشعه های الکترومغناطیسی (نور ماوراء بنفش، اشعه X و...) در کنترل و غالباً ممانعت از انتشار بیماری های گیاهی موفقیت آمیز بوده اند.

۵) روش های بیولوژیکی:

استفاده از موجودات زنده مانند گیاهان تله، حشرات شکارچی و... در کنترل بسیاری از بیماری های گیاهی مؤثر هستند.

۶) روش های شیمیائی:

استفاده از سموم شیمیائی که در مزرعه، گلخانه و انبارها مورد استفاده قرار می گیرد.

- **علفهای هرز**

علف های هرز به لحاظ قدرت زندگی و مقاومت در شرایط نامساعد نسبت به گیاهان زراعی برتری دارند و این به دلایل زیر می باشد:

) علفهای هرز قادر هستند بدون کشت شدن در هر جائی ظاهر شده و رشد نمایند.

) رشد علفهای هرز سریعتر از گیاهان زراعی است و در استفاده از محل زندگی خود کارائی زیادتر دارند.

) علف های هرز بسیار کم توقع تر از گیاهان زراعی کشت شده می باشند و در شرایط نامساعد خاک و آب و هوائی، قادر به رویش و مقاومتر از گیاهان زراعی هستند و ممکن است در چنین شرایطی به خواب بروند.

) علف های هرز معمولاً مقدار خیلی زیادی بذر تولید می کنند. برخی از انواع آنها چندین نسل در سال دارند و با توجه به قدرت تکثیر و باروری آنها از طریق ریزوم، استون، غده و... طبیعت رقابت کننده ای دارند.

- **روش های کنترل علفهای هرز**

۱) پیشگیری:

با استفاده از بذور خالص و عاری از بذر علف های هرز، کود دامی کـاملاً پوسـیده و... از ورود علفهـای هرز و مستقر شدن آنها در مزرعه جلوگیری به عمل می آید.

۲) کنترل مکانیکی:

شامل وجین، غرقاب، سوزاندن، استفاده از مالچ ها و شخم می باشد.

۳) کنترل زراعی:

شامل عملیات مختلف زراعی از جمله شخم و عملیات تهیه ی زمین، رعایت تناوب زراعی، آیش، سـله شکن، کولتیواتور زدن، انتخاب ارقام سازگار، انتخاب تاریخ کاشت و... است.

۴) کنترل فیزیکی:

مانند استفاده از گرما، پرتوها، امواج صوتی و...

۵) کنترل بیولوژیکی:

کنترل بیولوژیکی مستلزم استفاده از آفات و امراض گیاهی است که جنس بخصوصی از علف های هرز نابود یا کنترل می کنند.

۶) کنترل شیمیایی:

در این روش با استفاده از مواد شیمیایی به طور انتخابی از بین بردن انواع بخصوصی از علف های هرز اقدام می شود. به طور کلی علف کش ها یا قبل از کاشت، یا قبل از سبز شدن و یا بعد از سـبز شـدن مورد استفاده قرار می گیرند.

- **رسیدگی محصول**

هنگامی که رشد یک اندام به طور طبیعی کامل شده و دیگر به وزن خشک آن اضافه نمی شود، گویند رسیدگی فیزیولوژیکی اندام حاصل شده است. رسیدگی محصول پس از نقصان رطوبت تا حـد تعـادل با محیط حادث می گردد. علائم رسیدگی فیزیولوژیک محصول در گیاهـان مختلـف فـرق مـی کنـد.

رسیدگی فیزیولوژیک در غلات دانه ریز با زرد شدن گلوی سنبله مشخص می گردد. در این زمان دانه در مرحله خمیری سخت بوده و حدوداً ۴۰٪ رطوبت دارد. از آن پس رطوبت دانه کم شده تا به حد تعادل با محیط برسد. بایستی توجه داشت که رسیدگی فیزیولوژیکی اندام قابل برداشت در یک زمان انجام نمی شود. باروری رطوبت خاک و رطوبت خاک و سایر عوامل آب و هوائی نقش مهمی در این مورد دارند.

- **برداشت محصول**

برداشت صحیح محصول مستلزم شناخت کافی از فیزیولوژی و رشد گیاه، تغییرات گیاه در زمان برداشت یا پس از آن، روش ها و ماشین آلات برداشت و بالاخره تغییرات قیمت ها و بازاریابی است. کیفیت و کمیت محصول به برداشت به موقع بستگی دارد. برداشت غلات قبل از رسیدگی کامل بوته باعث پائین رفتن عملکرد و کیفیت محصول می گردد. بذوری که رشد کامل نکرده باشند چروکیده و کم وزن بوده و نشاسته آنها پائین تر از معمول است. تأخیر در برداشت غلات نیز باعث خشک شدن بیش از حد دانه شده و در نتیجه درصدی از بذور طی خرمن کوبی شکسته می شوند. رها کردن طولانی محصول رسیده در مزرعه باعث ریزش بذر، خوابیدگی بوته ها و افزایش خسارت پرندگان می گردد. وقوع بارندگی در این زمان ممکن است باعث سبز شدن بذور درون سنبله گردد و یا موجب ریزش بذور یا تغییر رنگ آنها شود. به طور کلی حبوبات را هنگامی برداشت می کنند که قسمت اعظم غلافها زردرنگ گردیده باشند. در صورتی که رسیدگی محصول یکسان باشد و بخواهند محصول را مستقیماً کمباین نمایند بایستی به انتظار زرد شدن تمامی غلاف ها بود. زمان برداشت علوفه در نقطه ی تعادلی بین عملکرد و کیفیت تعیین می گردد. گیاهان علوفه ای تولید کننده بذر زیاد (مانند ذرت، سوقوم، لوبیا روغنی) هنگامی برداشت می کنند که دانه ها در مرحله ی شیری باشند. گیاهان علوفه ای با مصرف بافتهای سبزینه ای (یونجه، شبدر،...) را معمولاً از اوایل تا اواخر دوره گل دادن برداشت می کنند. چنانچه تولید علوفه با کیفیت عالی مورد نظر باشد، محصول را قبل از تشکیل گل برداشت می نمایند.

توجه به این نکته ضرورت دارد که گیاهان علوفه ای چندساله از طوقه، رشد می کنند. پس بایستی برداشت علوفه را از ارتفاع ۱۰ سانتی متری خاک انجام دهند. بایستی حدود ۱ هفته قبل از برداشت آبیاری ننمود. ولی بلافاصله پس از برداشت محصول نسبت به آبیاری اقدام شود تا رشد مجدد علوفه با کم آبی برخورد نکند.

برداشت سیب زمینی از زمانی که غده به اندازه قابل قبول بازار رسیده باشد، امکان پذیر است. غدد سیب زمینی تا هنگامی که اکثر برگها زرد شده باشند به رشد خود ادامه می دهند و معمولاً در این زمان است که سیب زمینی را برداشت می کنند. یا به عنوان مثال معمولاً چغندرقند را هنگامی برداشت می کنند که برگهای کناری آن قهوه ای و برگهای وسطی زردرنگ باشند.

- **شاخص برداشت**

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیکی}} \times 100$$

منظور از عملکرد اقتصادی، اندام قابل استفاده و قابل برداشت (دانه، میوه) و منظور از عملکرد بیولوژیکی، اندام رویشی گیاه زراعی است.

- **روش ها و ماشین آلات برداشت**

نحوه ی برداشت محصولات زراعی به نوع محصول بستگی زیادی دارد. اغلب محصولات را می توان پس از حصول رسیدگی فیزیولوژیک با دست برداشت نمود.

در روش سنتی برداشت غلات دانه ریز از داس استفاده می شود. برداشت غلات در زراعت های مکانیزه با ماشین آلات انجام می گیرد. از ماشین آلاتی که در برداشت غلات مورد استفاده قرار می گیرد، دستگاه **درو بسته بند** *(Binder)* است. چنانچه گندم با دست یا دستگاه درو بسته بند برداشته شده باشد می توان از دستگاهی به نام **خرمن کوب** استفاده کرد و آن را خرمن کوبی نمود. زمان خرمن کوبی گندم هنگامی است که رطوبت دانه به ۱۴٪ یا کمتر رسیده باشد. کاملترین وسیله برداشت غلات دستگاهی است به نام **کمباین** که در اراضی بزرگ از آن استفاده می شود.

برای برداشت بذر محصولاتی مثل بقولات و گیاهان علوفه ای که فاقد یکنواختی رسیدگی بوده و ساقه ها هنگام برداشت مرطوب هستند از دستگاه ***Wind rower*** استفاده می شود. این وسیله برای برداشت غلاتی که دارای علفهای هرز سبز زیادی هستند نیز قابل استفاده می باشد.

بعضی از محصولات مانند ذرت و ذرت خوشه ای را برای سیلو کردن برداشت می کنند. موادی که برای سیلو شدن آماده می شوند بایستی به صورت قطعات کوچکی به طول چند سانتی متر بریده شوند. برای این منظور از **دستگاه خردکننده** *(Chopper)* استفاده می شود. برای برداشت مکانیزه ی یونجه نیز از **موئر** *(Mower)* استفاده می شود.

- **ذخیره محصولات زراعی**

از راه های جلوگیری از فساد محصول طی دوران ذخیره می توان نقصان رطوبت، حرارت و تغییر خصوصیات شیمیائی محصول و محیط آن مانند تغییر اسیدیته و ترکیب گازهای محیط، ضدعفونی محصول و بالاخره اضافه کردن مواد شیمیایی به محصول را نام برد.

الف) ذخیره محصولات دانه ای

به طور کلی ساختمان های نگهداری دانه را می توان به انبارها و مخازن مسدود (سیلوها) تقسیم نمود.

ب) ذخیره محصولات زراعی غده ای

نحوه ی ذخیره به شرایط محیطی و امکانات موجود بستگی دارد. ساده ترین نوع ذخیره زمستانه در نواحی سردسیری، قرار دادن غدد در گودالهائی در زمین های مرتفع است که کف آن را با کاه پوشانده اند. البته این گودالهای به اندازه ای شیب دارند که آب باران بر روی آن باقی نماند. در نواحی معتدل تر ممکن است محصولات غده ای را در کیسه گونی و در انبارهای خنک نگهداری کنند. البته بایستی مدنظر داشت که رطوبت نسبی زیاد بالا نباشد.

ج) ذخیره محصولات علوفه ای

محصولات علوفه ای را پس از خشک کردن ذخیره می کنند و یا به حالت تر و تازه سیلو می نمایند. ذخیره علوفه خشک به انبار خاصی نیاز ندارد. همان اندازه که علوفه از آفتاب، باران و باد در امان باشد، کافی است.

برای حفظ علوفه به حالت مرطوب برای تغذیه دام در زمستان آن را سیلو می کنند. معمولاً مواردی را سیلو می کنند که حفظ آنها به صورت های دیگر موجب تلفات زیاد محصول می گردد و یا کیفیت آن پائین می رود و یا شرایط محیطی یا عوامل اقتصادی برای خشک کردن و تهویه سایر فرمهای علوفه مساعد نیستند. محصولاتی که برای سیلو شدن به کار می روند بایستی دارای مقدار زیادی کربوهیدارت باشند و نسبت کربوهیدرات به پروتئین در آنها بیش از دو به یک باشد.

علفهای خانواده بقولات مانند یونجه و شبدر را هنگامی برای سیلو کردن برداشت می کنند که در مراحل اولیه گل دادن باشند. بقولات دانه ای را در زمانی که دانه ها تشکیل شده باشند برای سیلو برداشت می کنند که خوشه ها ظاهر شده باشند. محصولات علوفه ای خانواده ی گندمیان مانند ذرت علوفه ای را هنگامی جهت سیلو برداشت می کنند که دانه ها شیری شده باشند.

در صورتی که رطوبت محصول برداشت شده بیش از ۷۰٪ باشد بایستی چند ساعتی آن را در مزرعه رها نمود تا رطوبت آن متعادل گردد. سپس نسبت به قطعه کردن آن اقدام می کنند. طول قطعات نبایستی از چند سانتی متر بیشتر باشد. سپس آنها را در داخل سیلو می ریزند. سیلوی خوب در مدتی کمتر از دو هفته بهره برداری می شود. کیفیت خوب سیلو ناشی از فعل و انفعالات و تغییرات است که در آن به وجود می آیند.