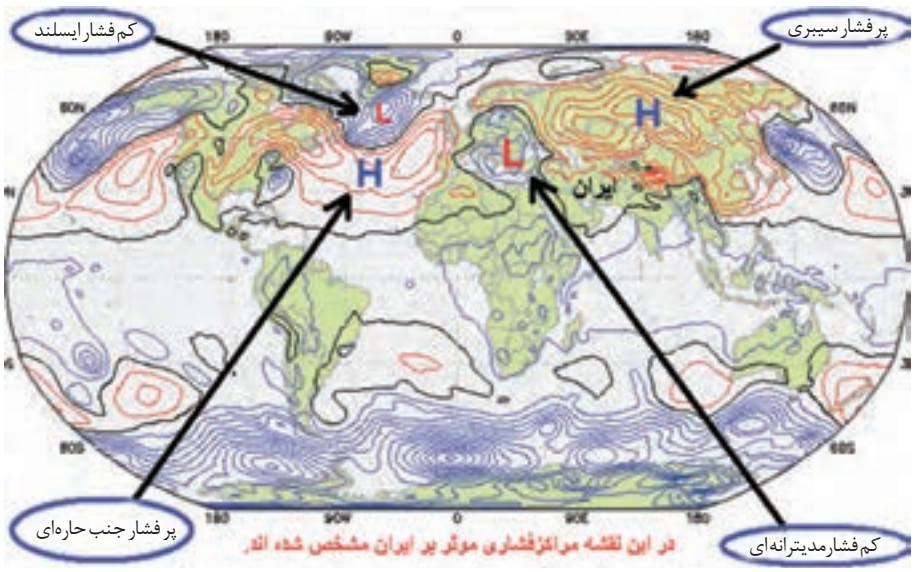
# پودمان ۴

# هواشناسی کشاورزی



# واحد یادگیری ۶

## هواشناسی و اقلیم

### اقلیم کشاورزی، شاخص‌های اقلیم کشاورزی و نواحی اقلیم کشاورزی:

**مقدمه:** در سال ۱۹۷۸ سازمان خواروبار جهانی (FAO)[۱] به‌منظور بهینه‌سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع، مدلی را تحت عنوان (A.E.Z)[۲] سامانه منطقه‌ای کشاورزی-اکولوژیکی یا پهنه‌بندی اکولوژیکی-کشاورزی ارائه کرد. فائو پس از تحقیقات و آزمایش‌های فراوان در سال ۱۹۸۳ بهره‌گیری از این مدل را برای تمامی کشورها توصیه نمود. از آن به بعد چندین برنامه به‌منظور پشتیبانی از مطالعاتی که امکان ارائه پیش‌بینی و یا برآوردهایی در زمینه چگونگی توسعه کشاورزی در قرن ۲۱ را داشتند و یا اینکه چه مکان‌هایی پتانسیل لازم جهت امنیت غذایی در کشورهای در حال توسعه را دارا هستند به انجام رساند. این مدل شامل سه بخش اصلی به شرح زیر است:

۱ شناسایی ویژگی‌های محلی مرتبط با تولیدات کشاورزی نظیر اقلیم، منابع آب، خاک و شرایط فیزیکی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[۳] و پهنه‌بندی مناسب آنها.

۲ شناسایی نیازها و محدودیت‌های محصولات کشاورزی باتوجه به منابع فوق‌الذکر و هماهنگ کردن آنها با شرایط مدیریتی و شرایط فرضی تغییر اقلیم.

۳ ارائه ساختاری مناسب درراستای کاربری اراضی، نظیر تعیین ویژگی‌های حاصل‌خیزی زمین، توسعه منطقه با کشت آبی یا دیم، نیاز آبیش، تخمین گنجایش جمعیتی و بهینه‌سازی کاربرد منابع زمین و آب.

پروژه اصلی پهنه‌بندی اکولوژیکی-کشاورزی فائو، آخرین تلاش در زمینه کاربرد آمایش سرزمین در یک مقیاس قاره‌ای بود. روش به‌کاررفته در این طرح در کمی‌نمودن پارامترهای اقلیم، خاک و سایر پارامترهای فیزیکی که در برآورد حاصل‌خیزی محصولات تعیین کننده هستند، بسیار مؤثر خواهد بود. نواحی اکولوژیکی- کشاورزی به نواحی گفته می‌شود که دارای خصوصیات اقلیمی، خاکی و ویژگی‌های طبیعی یکسان هستند. در حالی که مفهوم AEZ در اصل مفهومی‌ساده است. اما روش انجام آن توسط فائو در قالب رایانه، نرم افزار و سخت افزارهای رایانه‌ای طراحی شده است. اساس تحلیل‌ها که شامل ترکیب لایه‌های اطلاعات فضایی به‌منظور تعیین نواحی مستعد کشاورزی است، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) امکان‌پذیر می‌گردد. بیشترین تحقیقات پیشرفته AEZ از به‌هم پیوستن مجموعه‌ای از پایگاه‌های داده مرتبط با (GIS) و مدل‌های ویژه رایانه‌ای که قابلیت استفاده همزمان را در مدیریت منابع طبیعی و تخصیص کاربری اراضی دارد، شکل گرفته است. تعیین پتانسیل اقلیم مناسب برای رشد یک محصول، مقدمه و پیش‌نیاز آمایش سرزمین و مطالعات الگوی کشت منطقه‌ای نیز محسوب می‌گردد. گیاهان زراعی برای رشد و نمو و تکامل مراحل رشدی خود نیازمند

---

۱ـ Food and Agriculture Organization
۲ـ Agro - Ecological zones
۳ـ Geographic information systems

شرایط مناسب محیطی، هوا، آب و خاک می‌باشند. تنوع شرایط مطلوب گیاهان باعث گسترش انواع گونه‌ها در جهان گردیده است. طبقه بندی اقلیمی- کشاورزی (Bioclimatic) مدلی کاربردی است که مطالعات آن به امکانات وسیعی نیاز ندارد. در این روش ابتدا مناطق باتوجه به آمار بلند مدت پارامترهای جوی مؤثر بر رشد و نمو محصولات موردنظر، کمینه و بیشینهٔ دما، بارندگی و رطوبت نسبی طبقه‌بندی شده و آن‌گاه با درنظر گرفتن شرایط مورد نیاز محصول، نظیر آستانه‌های گرمایی، طول دوره رشد و نیاز آبی، پهنه‌های مساعد و مناسب کشت محصول خاص مشخص می‌گردد.

## فوائد ناحیه‌بندی اقلیمی کشاورزی از دیدگاه هواشناسی کشاورزی

- عدم تمرکز فعالیت‌ها در سازمان مرکزی
- تعیین محصولات غالب در هر ناحیه
- ارائه آیین‌نامه‌های یکسان برای هر ناحیه
- گسترش شبکه خودکار هواشناسی کشاورزی بر اساس قانون «نخست کشاورز»
- برگزاری جلسات در هر ناحیه و بررسی راهکارهای کمک به کشاورز
- ایجاد مراکز تخصصی هواشناسی کشاورزی

قانون نخست: شناسایی ویژگی‌های محلی مرتبط با تولیدات کشاورزی نظیر اقلیم، منابع آب، خاک و شرایط فیزیکی به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و پهنه‌بندی مناسب آنها.

## ناحیه هواشناسی کشاورزی

اقلیم کشاورزی به‌عنوان مجموعه شرایط اقلیمی که امکان کاشت اقتصادی گونه‌های گیاهی را فراهم می‌سازد، تعریف می‌گردد و هدف از آن تعیین مقادیر شدت، مدت، فراوانی و لحظه وقوع شرایط و یا اثرات تدریجی شرایط اقلیمی بر روی موجودات زنده و خاک را بیان می‌کند. شاخص‌های اقلیم کشاورزی بیان کمی رابطه بین اقلیم و تولیدات کشاورزی است این مفهوم توسط متخصصین اقلیم کشاورزی که طبقه‌بندی‌های اقلیمی مرسوم را ارزیابی و آنها را به علت نارسایی‌های زیادی در حل مسائل علمی کشاورزی رد کردند، مطرح گردید. بر اساس این شاخص‌ها، نواحی اقلیم کشاورزی بر مبنای مناطق همگن زراعی تعیین می‌شوند و نواحی اقلیم کشاورزی و مسائل آن را روشن می‌سازد. هدف از ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی تعیین نواحی آگروکلیمائی و ارزیابی این نواحی بر مبنای مطلوبیت نسبی آنها جهت کاشت انواع مختلف محصولات کشاورزی است. این کار شامل جداسازی واحدهای آگروکلیمائی (کمربندها، مناطق، بخش‌ها و نواحی) است که منابع اقلیمی متفاوتی دارند. ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی در دو قالب ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی عام و خاص انجام می‌پذیرد. در ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی عام بدون درنظر گرفتن نیاز اقلیمی گیاه خاص، نسبت به شناسایی قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیم کشاورزی و پهنه‌بندی آنها در مقیاس قاره‌ای، کشوری و محلی اقدام می‌گردد. در ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی خاص، این پهنه‌بندی براساس نیاز اقلیمی هر یک

از گیاهان، نسبت به پهنه‌بندی قابلیت‌ها و محدودیت‌های اقلیم کشاورزی آن گیاه اقدام می‌شود. شاخص‌های اقلیم کشاورزی اثر شرایط جوی را در مراحل مختلف رشد و نمو محصول منعکس می‌سازد. شاخص‌های آگروکلیمائی همچنین در ارزیابی منابع آگروکلیمائی در مقیاس‌های مختلف فضایی، در برنامه‌ریزی‌های کاشت محصول، میزان ریسک کاشت محصولات و تعیین فصول رویشی محصول سودمند است، بنابراین درک و فهم کاربردهای شاخص‌های مختلف آگروکلیمائی در تعیین ویژگی‌های مطلوبیت اقلیم کشاورزی برای فعالیت‌های کشاورزی بسیار ضروری است. ناحیه‌بندی اقلیم کشاورزی در برنامه‌ریزی‌های توسعه یکنواخت کشاورزی در سطح استان‌ها، طرح‌ریزی مناسب‌ترین الگوی زراعی، تولید تخصصی محصولات زراعی، تکنیک‌های مدیریت خاک و تعیین عملیات زراعی سودمند به متخصصان و فعالان بخش کشاورزی و باغداری کمک می‌نماید.

به‌ایستگاه‌ها و ادارات هواشناسی کشاورزی که در یک ناحیه اقلیمی قراردارند و بر روی محصولات مشترک مطالعه می‌نمایند ناحیه هواشناسی کشاورزی گفته می‌شود.

## روش تعیین نواحی

برای تعیین نواحی هواشناسی کشاورزی از شاخص‌های دما، بارش، ارتفاع از سطح دریا، نوع محصول و نظرات کارشناسی بهره گرفته شده است. بر این اساس کشور ایران به شش ناحیه تقسیم می‌شود.

### تصویر نواحی ۶ گانه

جهت این امر بر اساس پارامترهای بارش، دما و ارتفاع و با استفاده از روش‌های درون‌یابی اقدام به پهنه‌بندی این فاکتورها در ایران گردید. در نهایت با استفاده از شاخص‌های مذکور و نظریات محلی و کارشناسی ۶ ناحیه در ایران تفکیک گردید:

در بسیاری از کاربردها در مهندسی و علوم پایه تعدادی نقاط معلوم در دسترس است، مانند داده‌های به‌دست آمده از آزمایش یا نمونه‌برداری. در چنین مواردی سعی می‌شود تابعی یافت که حتی‌المقدور به داده‌ها نزدیک‌تر باشد. یکی از روش‌های یافتن چنین تابعی درون‌یابی می‌باشد که وجه مشخصه این روش آن است که تابع یافت شده از این روش از تمامی نقاط داده شده می‌گذرد.

**ناحیه۱:** استان‌های واقع در این ناحیه عبارت‌اند از: شمال استان فارس، کهگیلویه و بویر احمد، چهار محال و بختیاری، شرق خوزستان، غرب اصفهان، همدان، مرکز به سمت غرب استان مرکزی، مرکز به سمت شرق کرمانشاه، لرستان، کردستان، قزوین، قسمتی از زنجان، آذربایجان‌های شرقی و غربی و مرکز به سمت جنوب اردبیل. در این ناحیه اقلیمی ۱۲ مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی وجود داردکه همگی فعال می‌باشند.

**ناحیه ۲:** این ناحیه در کناره دریای خزر واقع بوده و بیشتر استان‌های گیلان، مازندران و گلستان را در بر می‌گیرد. در این ناحیه ۴ مرکز هواشناسی کشاورزی وجود دارد.

**ناحیه ۳:** این ناحیه در غرب کشور واقع بوده و بیشتر در شمال خوزستان، استان‌ایلام و غرب کرمانشاه پراکنده بوده و در این ناحیه ۲ مرکز هواشناسی کشاورزی وجود دارد.

**ناحیه ۴:** این ناحیه در حاشیه خلیج فارس واقع بوده و در مرکز به سمت جنوب خوزستان، استان بوشهر، قسمتی از غرب و جنوب فارس، کل استان هرمزگان و جنوب سیستان و بلوچستان را شامل می‌شود. در این ناحیه ۲ مرکز

هواشناسی کشاورزی وجود دارد.
**ناحیه ۵:** در این ناحیه که بیشتر در جنوب استان فارس، مرکز به سمت غرب کرمان و مرکز به سمت غرب استان یزد مرکز اصفهان قسمتی از استان مرکز، مرکز سمنان و قسمت‌های وسیعی از استان خراسان رضوی و شمال خراسان جنوبی پراکنده است ۸ مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی وجود دارد.
**ناحیه ۶:** این ناحیه بیشتر در شرق و جنوب کرمان، قسمت‌های وسیعی از سیستان و بلوچستان، جنوب خراسان جنوبی، شرق استان یزد، شرق اصفهان و جنوب استان سمنان مشاهده می‌گردد. در این ناحیه کویری از کشور ۱ مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی وجود دارد.

## پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو

هدف از پهنه‌بندی اگروکلیمای ایران با روش یونسکو، ارائه تصویری گویا از نقش کلیدی اقلیم در تولیدات زراعی به دست‌اندرکاران بخش کشاورزی از جمله تولیدکنندگان، محققان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران است. نقشه‌های ترسیمی با استفاده از میانگین داده‌های دراز مدت (۹۸ـ ۱۹۷۳) بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، تشعشع و سرعت باد ایستگاه‌های هواشناسی اصلی داخلی و کشورهای هم‌جوار از منابع متعدد جمع‌آوری و به محیط GIS وارد شدند. تبخیر و تعرق مطلق (ETP) از داده‌های هواشناسی جمع‌آوری، محاسبه و به اطلاعات قبلی اضافه شد. با استفاده از نرم‌افزارهای محیط GIS و مدل رقومی ارتفاع (DEM) نقشه‌های انفرادی و تلفیقی (هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی) در یک مدل اقلیم ـ مکان تهیه شدند. نتایج نشان داد که بر مبنای سه معیار اصلی طبقه‌بندی یونسکو یعنی رژیم رطوبتی، تیپ زمستان و تابستان، ۲۸ پهنه اقلیمی در ایران قابل تشخیص می‌باشد که نشانگر تنوع قابل ملاحظه آب و هوایی ایران می‌باشد. از این تعداد ۶ ناحیه (منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان گرم، منطقه خشک با زمستان خنک و تابستان خیلی گرم، منطقه خشک با زمستان معتدل و تابستان خیلی گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان خنک و تابستان گرم، منطقه نیمه‌خشک با زمستان سرد و تابستان معتدل) بیش از ۹۰ درصد کشور را شامل می‌شود. این مطالعه نشان داد که استفاده از روش یونسکو برای تهیه نقشه‌های آب و هوایی کاربرد داشته و اطلاعات آن برای بهره‌برداران و تصمیم‌گیران قابل استفاده می‌باشد.
مطالعه اثرات تغییر اقلیم بر محصولات کشاورزی و شاخص‌های اقلیمی کشاورزی می‌تواند موجب بهبود و توسعه راهبردهای مدیریتی در ارتباط با نیازهای مهم کشاورزی در دهه‌های آینده و اتخاذ روش‌های سازگاری و کاهش اثرات سوء تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی گردد.

**جدول اقلیم پنج‌گانه ایران و درختان قابل کشت در هر منطقه**

| ردیف | نوع اقلیم | درختان قابل کشت | مناطق و شهرستان‌های مربوط به اقلیم |
|---|---|---|---|
| ۱ | سردسیر شمالی و ارتفاعات بالای ۱۵۰۰ متر | سیب، گلابی، به، هلو، آلو، گوجه، گیلاس، آلبالو، زردآلو، گردو، بادام و فندوق (انگور نیز در این اقلیم به مقیاس زیاد کشت می‌شود) | الف) منطقه شمالی غربی: حومه تبریز، مرند، اردبیل، سراب، آذرشهر، زیرج‌رود، حومه مراغه، میاندوآب، مهاباد، ارومیه، سلماس، خوی، ماکو، اهر، مشکین‌شهر، مغان و قسمتی از اردبیل و سراب<br>ب) منطقه شمال شرقی: درگز و اطراف مشهد، نیشابور، تربت حیدریه، شاهرود، شیروان، قوچان، بجنورد، اسفراین، درگز<br>ج) منطقه شمال مرکزی: شامل قزوین، زنجان، ابهر، کرج، شهریار، دماوند، طالقان و شمیرانات<br>د) منطقه غرب: شامل همدان، ملایر، تویسرکان، نهاوند و اطراف کرمانشاه، پاوه کرند، ایلام، خرم‌آباد، بروجرد، سنندج، بیجار، سقز، بانه و مریوان<br>هـ) منطقه جنوب مرکزی: شامل اطراف اصفهان، گلپایگان، خوانسار، شهرضا، کاشان، نطنز، سمیرم، شهرکرد، کوهستانات یزد<br>و) منطقه جنوب شرقی و فارس: شامل آباده، اقلید، ابرکوه، اردکان، لوانات کهگیلویه، بافت، جبال بارز ساردویه، راین، اطراف زاهدان و اطراف تفتان (خاش) |
| ۲ | نیمه‌سردسیری و خشک فلات مرکزی | انگور، انار، انجیر، پسته | اطراف قم، کاشان، گرمسار، ورامین، ساوه، یزد، رفسنجان، زرند، سیرجان، اطراف کرمان، سمنان، دامغان، تربت‌جام، مه‌ولات، اطراف سرخس، اصطهبانات، نیریز، فسا و اطراف شیراز |
| ۳ | نیمه گرمسیری ساحلی و جلگه‌های خاص داخلی | انواع مرکبات: لیمو، پرتقال، نارنگی، گریپ‌فروت، نارنج و دیگر انواع میوه‌جات نیمه گرمسیری از قبیل خرمالو (خرما در جنوب این اقلیم نیز وجود دارد) | الف) قسمت‌های ساحلی بحر خزر از آستارا تا گرگان شامل رشت، رودبار، رامسر، آمل، بابل، ساری، بهشهر و قسمتی از گرگان<br>ب) جلگه خوزستان: شامل دزفول، شوش، اطراف اهواز و رامهرمز<br>ج) قسمت‌های جنوبی فارس: شامل کازرون، قیر، کارزین، جهرم، داراب<br>د) جلگه‌های جنوبی کرمان و بلوچستان شامل: جیرفت، حاجی‌آباد، ارزوئیه، سیاهو، ایرانشهر، پیک‌شهر، قصر قند |
| ۴ | گرمسیری و خشک | خرما | حوزه ساحلی خلیج فارس از ساحل اروندرود تا گواتر بلوچستان شامل خرمشهر، آبادان، بهبهان، شوشتر تا بوشهر، برازجان و جلگه‌های داخلی ساحل خلیج فارس و بحر عمان تا لنگه و بندرعباس |
| ۵ | گرمسیری مرطوب | خرما، موز، انبه، پاپایا، گوآوا و غیره | حوزه میناب، رودان، چابهار و تیس، جلگه دشتیاری و راسک و باهوکلات تا دره سرباز |

## کشاورزی در جهان و ایران

کشاورزی از مهم‌ترین فعالیت‌های اقتصادی انسان در سطح کره زمین است که با روی‌آوردن انسان به این فعالیت فصل جدیدی از زندگی در تاریخ بشری آغاز شد. (یک‌جانشینی و تمدن)
کشاورزی هم‌اکنون مهم‌ترین فعالیت اقتصادی در جهان است و یک سوم کل خشکی‌های روی زمین را در بر می‌گیرد؛ ۴۵ درصد جمعیت شاغل را به‌کار گرفته است.که این مقدار در کشورهای در حال توسعه بیشتر است و بیشترین سهم از درآمدملی را تشکیل می‌دهد.
طبق بر آوردهای به عمل آمده بیش از ۲۵۰ میلیون نفر در سراسر جهان به کار کشاورزی اشتغال دارند و گیاهان بسیار متنوعی (حداقل ۱۰۰۰ گونه) را با بهره‌گیری ازشیوه‌های متفاوت کشت وکار می‌نمایند.
کشاورزی تنها فعالیتی است که کمترین آسیب را به طبیعت وارد می‌سازد، اما از شرایط طبیعی به ویژه آب و هوا به شدت تأثیر می‌پذیرد.

**عمده زمین‌های زراعی در ایران:** ایران از نخستین کشورهایی در جهان است که کشاورزی و زراعت در آن آغاز گردیده‌است. در قرن اول پیش از میلاد ایرانی‌ها همه درختان میوه‌ای را که در یونان کشت می‌شده (به استثنای زیتون کشت می‌کرده‌اند). با هجوم اسکندر، کشاورزی ایران رو به زوال گذاشت و بسیاری از مزارع از بین رفت و این وضع تا زمان به حکومت رسیدن اردشیربابکان ادامه یافت. ساسانیان به بازسازی قنات‌ها و تشویق و گسترش کشاورزی، باغبانی و دامپروری پرداختند. پس از ساسانیان تا حمله مغول، کشاورزی ایران به تناوب دچار رکود (در زمان بنی‌امیه و پیشرفت در زمان بنی‌عباس و حکومت‌های محلی) گردید. دانشمندان این سرزمین در خلال مطالعه درباره ویژگی دارویی گیاهان به امور کاملاً فنی نیز می‌پرداختند و دستگاه‌هایی برای بهره‌برداری از آب تهیه دیدند که از آن جمله می‌توان حفر قنوات را نام برد. تقریباً یک سوم زمین‌های ایران قابلیت کشاورزی دارند؛ اما به دلیل نامناسب بودن توزیع آب در بیشتر نواحی، در اکثریت زمین‌های قابل کشت در ایران کشت و زراعت انجام نمی‌شود. فقط ۱۲ در صد از آن تحت عملیات کشاورزی می‌باشد (شامل باغات، تاکستان‌ها و زمین‌های قابل کشت) اما کمتر از یک سوم از زمین‌های قابل کشت تحت آبیاری بوده و مابقی تحت کشاورزی خشک می‌باشند. همچنین شمال و شمال‌غرب ایران دارای خاک حاصل‌خیز هستند.
با وجود اینکه ایران کشور وسیعی است، روی هم رفته خاک ایران برای کشاورزی در ابعاد بزرگ آن‌چنان مناسب نیست. و تنها کمتر از ۲۰۰ هزار کیلومتر مربع تحت عملیات کشاورزی می‌باشد. هنوز ۶۳ درصد زمین‌های با ظرفیت کشت و زرع دست‌نخورده هستند. در ایران از ۵۰ تا ۶۰ در صد ظرفیت و استعداد زمین‌هایی که تحت عملیات کشاورزی است (۱۸۵ هزار کیلومتر مربع) استفاده می‌گردد. در ایران هم زمین‌های نیاز به آبیاری و هم زمین‌های باران سیر وجود دارد. زمین‌های زیرکشت ایران در حدود شانزده میلیون هکتار برآورد می‌شود و از این زمین‌ها حدود نیمی‌از آن کشت آبی و نیمی‌دیگر به‌صورت دیم کشت می‌شود.
افزایش عملکرد تولیدات زراعی و باغی در واحد سطح، به‌کارگیری بذور مقاوم به خشکی و کم‌آبی، اجرای طرح الگوی کشت متناسب با وضعیت خاک و آب، توسعه باغ‌ها در اراضی شیب‌دار، توسعه کشت‌های متراکم و گلخانه‌ای و انتقال کشت سبزی و صیفی به گلخانه‌ها از جمله اولویت‌های وزارت جهاد کشاورزی بوده است. با تأمین به موقع و با کیفیت نهاده‌ها (کود، بذر، تسهیلات، مکانیزاسیون و...) در دو سال منتهی به سال ۹۳ تولیدات

زراعی از ۶۸ میلیون تن در سال ۹۲ با رشد ۸ درصدی به بیش از ۷۳ میلیون تن در سال ۹۳ افزایش یافته است. همچنین، تولیدات باغی نیز از ۱۵ میلیون و ۹۵۰ هزار تن با افزایش ۲ درصدی به ۱۶ میلیون و ۳۰۰ هزار تن رسیده است.در مجموع، تولیدات کشاورزی از ۹۶/۸ میلیون تن در سال ۱۳۹۲ با ۶/۶ درصد رشد به بیش از ۱۰۳ میلیون تن درسال ۱۳۹۳ رسیده است.

## هواشناسی کشاورزی:

هواشناسی کشاورزی مهم‌ترین فراموش‌شده بخش کشاورزی است. خشکسالی در سال‌های اخیر تجاری زیادی را به مسئولان آموخت. شاید یکی از مهم‌ترین آنها این بود که اگر به مبحث هواشناسی کشاورزی بیش از این بها داده می‌شد و تنها به یک پیش‌بینی اشتباه بسنده نمی‌شد، اکنون بسیاری از تمهیدات برای گذراندن این دوره و تأمین مایحتاج به قیمت ارزان‌تر فراهم می‌شد. اما این اتفاق نیفتاد تا عملاً نه تنها برنامه‌های خودکفایی محصولات استراتژیک صورت نگیرد، بلکه درست با یک شوک بزرگ در تأمین موادغذایی جامعه مواجه شویم.

هواشناسی کشاورزی، شاخه‌ای از هواشناسی کاربردی است که بررسی و مطالعه اثرات مختلف عناصر آب و هوایی، هیدرولوژیکی و خاک را بر تولیدات کشاورزی اعم از زراعی، باغی، دامی، مرتع، جنگل و آبزیان مورد تحلیل قرار می‌دهد. هواشناسی کشاورزی، علمی میان رشته‌ای شامل علوم جوی و خاکی است که مرتبط با محیط شیمیایی و فیزیکی بوده و دربرگیرنده علوم گیاهی و جانوری (شامل بیماری شناسی، حشره شناسی، پارازیت شناسی و...) است که مرتبط با بیوسفر هستند.

موضوع عمده هواشناسی کشاورزی ارتباط بین محیط فیزیکی و پاسخ‌های بیولوژیکی تحت شرایط طبیعی است. دامنه مطالعات هواشناسی کشاورزی از اعماق خاک جایی که ریشه گیاهان جهت جذب آب و عناصر غذایی توسعه می‌یابند تا کیلومترها بالاتر از سطح زمین جایی که که گرده‌های گیاهی وجود دارد را در برمی‌گیرد. کاربردهای عملی علم هواشناسی کشاورزی، در حفاظت یا اجتناب از خطرات نامطلوب اقلیمی است.

امروزه اطلاعات مربوط به وضع رویش گیاهان، پیش‌بینی مقدار عملکرد، مقدار و دوره آبیاری، تهیه دستور العمل‌های مربوط به حفاظت گیاهان در مقابل پدیده‌های نامساعد جوی (یخ بندان‌های دیررس، بادهای شدید، خشک‌سالی، دماهای زیاد) در ارتباط با هواشناسی کشاورزی می‌باشد. تحقیق در مورد تعدیل مصنوعی آب وهوا (ایجاد کمربندهای حفاظتی، آبیاری، گلخانه‌ها) و همچنین شرایط میکروکلیمائی ایجادشده در پناهگاه‌ها و فضاهای سربسته توسط متخصصین هواشناسی کشاورزی صورت می‌گیرد.

جهت دست یابی به اهداف فوق‌الذکر سازمان هواشناسی کشور از سال‌ها قبل اقدام به تأسیس مراکز تحقیقاتی هواشناسی کشاورزی نموده که عمدتاًدر مراکز تحقیقات کشاورزی کشور مستقر می‌باشند و اهم فعالیت‌های این نوع ایستگاه‌ها تحقیقاتی عبارت‌اند از:

۱. انجام دیدبانی‌های جوی
۲. انجام دیدبانی‌های رشد و نمو محصولات (فنولوژی و بیومتری)
۳. تعیین میزان رطوبت در اعماق مختلف خاک
۴. تعیین وضعیت سله، پوکی و عمق و شدت یخبندان خاک
۵. تهیه بولتن‌های ده روزه، ماهانه و فصلی محصولات تحت مطالعه
۶. تهیه بولتن‌های علمی و ترویجی محصولات مختلف
۷. انجام طرح‌ها و پروژه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی

۸ اندازه‌گیری بارش و دما در ایستگاه‌های خرد اقلیم

باتوجه به تغییر نیازهای کاربران این بخش این سازمان اقدام به تدوین برنامه پنج ساله هواشناسی کشاورزی نموده که این برنامه دارای ۳ محور اصلی به قرار زیر می‌باشد:

۱ اصلاح امور پایه هواشناسی کشاورزی

۲ ارتقای خدمات‌رسانی به کاربران

۳ تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی هواشناسی کشاورزی در این برنامه علاوه بر اندازه‌گیری‌های زمینی، تکنیک‌های جدید و فناوری‌های نوین نیز جهت ارائه بهتر خدمات به کاربران گنجانده شده است. در این برنامه سازمان هواشناسی کشاورزی با تلفیق سطوح ماکرو (تصاویر ماهواره‌ای)، مزو (ایستگا ه‌های هواشناسی اصلی و تکمیلی) و میکرو (ایستگاه‌های هواشناسی کشاورزی) در جهت استفاده بهتر از اقلیم و افزایش عملکرد برنامه ۵ ساله دارد.

**اهداف هواشناسی کشاورزی:** میدان عمل این علم از لایه خاکی که در عمیق‌ترین ریشه‌های گیاهی قرار دارد تا لایه هوایی که در نزدیکی سطح زمین است و در آن محصولات زراعی و درختان میوه می‌رویند و حیوانات زندگی می‌کنند و دارای بالاترین اهمیت از نظر بیولوژی کشاورزی است، گسترش می‌یابد.

**کاربرد هواشناسی کشاورزی:**

۱ ایجاد رابطه با سایر علوم

۲ کسب اطلاعات دقیق از وضع جوی و آب و هوایی برای تولیدات کشاورزی

۳ لزوم تنظیم سیستم زراعی با عوامل محیطی هواشناسی کشاورزی و وضع خاک

۴ تعیین نیازهای آبیاری محصولات کشاورزی، تاریخ کشت آنها، کود دادن، کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی

**وظیفه هواشناسی کشاورزی:** وظیفه اصلی هواشناسی کشاورزی عبارت است از تقویت تولیدات کشاورزی و حیوانی به‌منظور تطبیق کلیه عملیات زراعی با ویژگی‌های شرایط جوی و در نتیجه استفاده از منابع اقلیمی به بهترین وجه.

**اهمیت آمار وضع جوی آب و هوا در تعیین نیازهای آبیاری:** تعداد دفعات آبیاری و میزان آنها بستگی به نیازهای اکولوژیکی و فیزیولوژیکی محصولات دارد. نیازهای آبیاری را در فصول مختلف می‌توان با اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی که با تبخیر و تعرق بالقوه ارتباط دارد؛ تعیین نمود. آبیاری برای تنظیم دمای سطح خاک و دمای لایه هوای بالای آب و برای اجتناب از گرم شدن بیش از اندازه ریشه‌ها و برگ‌ها استفاده می شود، آبیاری را باید اغلب در موقع شب و هنگامی که هوا نسبتاً آرام است؛ انجام داد. زیرا هوای گرم و حرکت شدید و متلاطم هوا و تشعشع شدید آفتاب در روز، اتلاف آب را از طریق تبخیر تشدید می‌نماید. لازم است ثبت دقیق پارامترهای هواشناسی در طی دوره‌های قبل از آبیاری و همچنین در فواصل بین آبیاری‌ها صورت گیرد.

**تأثیر وضع جوی بر روی تاریخ کاشت:** دوره‌های بحرانی یک نوع گیاه، توزیع ناحیه ای آن نوع را تعیین می‌نماید. هر یک از گیاهان در کد ژنتیک خود دارای آستانه‌های تحمل نسبت به مقادیر گرمایی انتهایی و ابتدایی مقدار معینی از رطوبت می باشند. اپتیمم بیولوژیکی، بین این مقدار ابتدایی و انتهایی قرار دارد. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک‌ها در طی دوره برداشت محصول و تکامل مراحل اولیه فنولوژیکی بر روی قدرت حیاتی گیاه در تمام دوره رویشی تأثیر می‌گذارد.

پژوهش‌هایی تحت شرایط مصنوعی یا طبیعی در مورد پیش‌بینی رشد و نمو اندام‌ها تحت تأثیر درجات مختلف استرس انجام شده که توسط عوامل هواشناسی و همچنین اثرات جمعی وضع جوی بر رشد و نمو و قابلیت

محصول دهی نباتات و قدرت تولیدی حیوانات متمرکز بوده‌اند. با درنظر گرفتن اثر شدید عوامل اقلیمی بر گیاهان و حیوانات انتظار می‌رود که کشاورزی نوین بتواند ارقام جدید گیاهان و نژادهای انتخابی حیوانات را که به بهترین وجهی با محیط مطابقت داشته باشند، تولیدکند.

تغییر الگوی کشت کشاورزان یکی از راهکارهایی است که اکثر کارشناسان برای کاهش خسارات ناشی از خشکسالی پیشنهاد و بر اجرای آن تأکید دارند. باتوجه به اینکه امروزه عملکرد محصولات زراعی به ظرفیت پتانسیل خود نزدیک می‌شوند تولیدات کشاورزی در مقابل آب و هوا آسیب‌پذیرتر شده‌اند. از طرفی تأثیر آب و هوا بر عملکرد هر گیاه متفاوت است. عملکرد غلات، گیاهان علوفه‌ای و میوه‌ها هر کدام از طریق خاصی تحت تأثیر آب و هوا قرار می‌گیرند. الگوی کشت در زراعت دیم می‌تواند باتوجه به میزان بارندگی از طریق تغییر کشت‌های پرمصرف به کشت‌های کم‌مصرف و جایگزین‌کردن محصولاتی مثل کنجد و آفتابگردان انجام شود. در ایران در زمینه تغییر الگوی کشت محصول ذرت اتفاق خوبی که افتاد جایگزین کردن ارقام میان‌رس به‌جای ارقام دیررس بود. استفاده از دانش بومی و تجربه پیشینیان در بسیاری موارد حائز اهمیت است چرا که آنها بی‌دلیل گیاهانی مثل گندم و جو و زیره سبز را انتخاب نکردند بلکه تجربه چندین هزار ساله به آنها این مطلب را دیکته کرده که این گیاهان در شرایط خشکسالی می‌توانند با حداقل نیاز آبی، تولید داشته باشند. همچنین بر اساس نتایج مطالعات مختلف می‌توان ارقام هیبرید و واریته‌هایی را تولید نمود که قادر به تحمل ژنتیکی تنش‌های اقلیمی از قبیل خشکی، گرما و نظایر آن باشند. بنابراین لازم است به منظور بهره‌برداری مناسب از عوامل تولید و حصول بازده اقتصادی مطلوب، از کشت و زرع محصولاتی برای کاشت در مزرعه انتخاب شوند که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشند. تغییرات آب و هوایی و به‌طور کل گرم شدن زمین در بسیاری از مناطق الگوی کاشت محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار داده است و مطالعات نشان می‌دهد که ۲ درجه افزایش میانگین دمای مطلوب سبب کاهش عملکرد برنج تا ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار شده و همچنین ۰/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش میانگین دمای زمستان سبب کاهش عملکرد گندم تا ۰/۴۵ تن در هکتار خواهد شد و احتمالاً تا چند سال آینده به علت کوتاه شدن فصل رشد در بعضی از مناطق برخی از محصولات از الگوی کاشت حذف خواهند شد

## هواشناسی کشاورزی

هواشناسی کشاورزی یکی از علوم هواشناسی است، این علم از تأثیر متقابل عوامل هواشناسی و کشاورزی اعم از باغبانی و دامپروری بحث می‌نماید.توسعه بسیار زیاد پژوهش در دهه‌های اخیر منتهی به پیدایش علوم حاشیه‌ای شده است که با اتکا به پیشرفت‌های رشته‌های مربوط، میدان را برای پژوهش‌ها و روش‌های مناسب آماده نموده‌اند. هواشناسی کشاورزی یا اگرومتئورولوژی یکی از این علوم حاشیه‌ای است که از تأثیر متقابل عوامل هواشناسی و کشاورزی (گیاه و دام) بحث می‌نماید. هدف علم هواشناسی کشاورزی، کشف و تعریف چنین اثرها و لذا کاربرد دانش هواشناسی در کشاورزی عملی است. وظیفه اصلی هواشناسی کشاورزی و حیوانی (کمی و کیفی) به‌منظور تطبیق کلیه عملیات زراعی با ویژگی‌های شرایط جوی و در نتیجه استفاده از منابع اقلیمی به بهترین وجه می‌باشد.

## علوم مرتبط با هواشناسی

هواشناسی کشاورزی در انجام وظایف خود با رشته‌های زیر ارتباط نزدیکی دارد که عبارت‌اند از:

۱ هواشناسی عمومی و اقلیم شناسی که از مطالعه پدیده‌های جوی بحث می‌کند.

۲ بیولوژی کشاورزی (Agrobiology) و فیزیولوژی گیاهی که از عکس‌العمل گیاه نسبت به شرایط فیزیکی محیط بحث می‌نماید.

۳ زراعت یا Agronomy که از نقش فنون کشاورزی در اصلاح شرایط رویشی و اکولوژیکی گفت‌وگو می‌کند.

۴ پدولوژی (Pedology) که از رژیم هیدروترمال (آبی ـ حرارتی) خاک بحث می‌کند.

۵ فنولوژی (Phenology) که از مراحل مختلف رشد و نمو گیاه (مراحل رویشی گیاه) و سیکل‌ها یا چرخه‌های بیولوژیک از قبیل (جوانه زدن، سبز کردن، گل کردن، رسیدن، تولد و تناسل حیوانات اهلی و مراحل مختلف آفات و امراض دامی و گیاهی) که تمام آنها توسط آب وهوا تعیین می‌شوند؛ مورد مطالعه قرار می‌دهد.

۶ جغرافیای کشاورزی که با توسعه تاریخی انواع محصولات و تجزیه و تفکیک ناحیه‌ای آنها و منطقه‌بندی کشاورزی ارتباط دارد. (که درباره ناحیه‌بندی اقلیمی با استفاده از داده‌های هواشناسی بحث می‌کند.)

با استفاده از اطلاعات لازم که از سایر رشته‌ها فراهم می‌گردد، هواشناسی کشاورزی این رشته‌ها را با نتیجه گیری‌های حاصل در تحقیقات خود تکمیل و توسعه می‌دهد. در بین این اقدامات انجام شده به منظور برآورده کردن نیازهای مذکور تعیین منطقی مناطق مناسب تولیدات کشاورزی با استفاده از Pedoclimatic (درنظرگرفتن خصوصیات خاک و آب و هوا) و مشخص نمودن منطقی عملیات زراعی مناسب بر اساس شرایط اکولوژیکی موجود حائز اهمیت خاص می‌باشد

درهر حال یکی از مفیدترین گرایش‌های علم هواشناسی، هواشناسی کشاورزی است که کاربرد آن در بخش کشاورزی از مرحله کاشت تا برداشت محصول و انبار کردن آن بسیار زیاد می‌باشد و در واقع کشاورزی نوین بدون مطالعه دائمی شرایط کشاورزی و اقلیمی و خاک‌شناسی قابل تصور نیست.

## اهمیت وضع جوی و آب و هوایی در تولیدات کشاورزی نوین

یکی از عوامل مهم افزایش محصولات کشاورزی، انطباق تکنولوژی با پارامترهای اقلیمی خاص در نواحی کشت می‌باشد. دانستن وضع جوی و اقلیمی و تغییرات دوره‌ای سالانه و چند ساله پدیده‌های هواشناسی و انحرافات آنها از مقدار عادی از جمله نیازهای عمده در کشاورزی مدرن است. در هر مرحله از رشد ونمو و توسعه، موجودات زنده تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرند. وضع جوی بر روی محصولات کشاورزی قبل و بعد از کشت و در دورهٔ رشد و نمو و دورهٔ رسیدن و زمان برداشت محصول و حتی در مدت انبار کردن تأثیر می‌نماید. عملیات بعد از برداشت محصول از قبیل خشک کردن بذرهای میوه‌ها سبزیجات و سایر محصولات کشاورزی انبار شده، تحت تأثیر وضع جوی قرار می‌گیرد. وضع جوی در تغذیه و رشد و نمو و سلامتی و قدرت باروری حیوانات و همچنین در توزیع جغرافیایی آنها مؤثر است. وضع جوی علاوه بر اثر مستقیم بر روی حیوانات به‌طور غیرمستقیم از طریق علف‌هایی که حیوانات تغذیه می‌کنند و خاکی که روی آن زیست می‌کنند، بر روی آنها تأثیر دارند. شرایط جوی نه

تنها در سیکل یا دورهٔ توسعه و رشد و نمو آفات و بیماری‌ها اثر دارد بلکه در اقدامات کنترل کننده آنها نیز مؤثرند.
توزیع منطقه‌ای و برنامه‌ریزی و احداث ساختمان‌هایی که برای حیوانات وگیاهان طرح ریزی‌شده یا برای ذخیرهٔ تولیدات کشاورزی درنظر گرفته شده است بایستی هماهنگی کامل با شرایط اقلیمی داشته باشد.
در پاییزهای خشک بدون باران، هر نوع تأخیر در کاشت گندم متحمل خسارات کمتری در مقایسه با وضع اپتیمم نسبت به خسارتی که احتمالاً در پاییزهای سرد و مرطوب به محصول وارد می‌شود، دارد.کاشت گندم بعد از برداشت محصول ذرت‌های دیررس هیبرید در پاییزهای توأم با بارندگی‌های فراوان باعث تنزل قابل ملاحظهٔ عملکرد و حتی از بین رفتن کامل آن خواهد شد.

## عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر بر فعالیت‌های کشاورزی

نور، دما، بارش، رطوبت نسبی هوا و باد عوامل و عناصر اقلیمی مؤثر بر فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند. این عوامل خود تابعی از عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، مجاورت با کوه‌ها، فاصله از حجم‌های وسیع آب (دریاچه، دریا، اقیانوس)، جریان‌های هوای دریایی و کویری شدت و جهت باد می‌باشند. تغییرات دراز مدت نور، دما، باران، رطوبت نسبی هوا و باد در هر منطقه محدود بوده و طیف مشخصی دارند و بر روی هم اقلیم آن منطقه را مشخص می‌سازند.دما یکی ازعوامل تعیین کننده اصلی در جغرافیای گیاهان زراعی است.گیاهان که محور اصلی فعالیت‌های کشاورزی می‌باشند تنها در محدوده درجه حرارت‌های مطلوب که با ساختمان ژنتیکی و فیزیولوژیکی آنها سازگار باشد، می‌توانند رشد خود را آغاز و سپری نمایند. درجه حرارت‌هایی که رشدگیاهان را کند یا متوقف می‌سازند به درجه حرارت‌های بحرانی معروف‌اند که می‌توانند در دوره رشد گیاه صدمات فراوانی به بافت‌های گیاهان زراعی وارد کنند. اکثرگیاهان در منطقه معتدله تا زمانی که درجه حرارت بالاتر از ۶ درجه سانتی‌گراد نرسد، رشد نخواهند کرد. درمورد گیاهان گرمسیری این آستانه بالاتر است.

**دمای مورد نیاز برای کشاورزی**

۱ متوسط درجه حرارت سالانه
۲ متوسط درجه حرارت ماهانه و روزانه
۳ میانگین درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر
۴ میانگین درجه حرارت‌های حداقل وحداکثر مطلق (حداکثر و حداقل دمایی که گیاه موردنظر می‌تواند تحمل کند)

دما می‌تواند تحت تأثیر عوامل عرض جغرافیایی و تغییر زاویه خورشید، مسیر حرکت مراکز پر فشار و کم فشار، جابه‌جایی توده‌های هوا و..... قرار گیرد.
بارش یک عنصر آب و هوایی غالب می‌باشد که تراکم و محل استقرار سیستم‌های زراعی و انتخاب عملیات کشاورزی زارع را تحت تأثیر قرار می‌دهد و زمانی‌که با مقدارکم، تمرکز، نوسان و عدم اطمینان همراه باشد به خطری اقلیمی برای کشاورزی تبدیل می‌گردد.

شناخت دوره‌های بارانی و خشک نیز حائز اهمیت است زیرا این عوامل نقش مهمی در کشاورزی هر منطقه داشته و عامل ایجاد بی‌نظمی‌های فراوان در بارندگی می‌باشد.
میانگین بارش ماهانه، فصلی، سالانه و رژیم بارندگی (فصول وماه‌های بارش) در زمان رشد گیاه باید مورد بررسی قرار گیرد.

## عرض جغرافیایی

عرض جغرافیایی عوامل دیگری را مانند دما، تابش و طول روز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. باتوجه به تأثیر این عوامل نوع پوشش گیاهی نسبت به عرض جغرافیایی تغییر می‌کند.
محدوده‌های قطبی گیاهان زراعی منتخب (درجه عرض جغرافیایی، نیم‌کره شمالی)

| نوع گیاه | عرض جغرافیایی | نوع گیاه | عرض جغرافیایی |
|---|---|---|---|
| درخت نارگیل | ۱۵ | سویا | ۴۵ |
| نخل روغنی | ۱۶ | زیتون | ۴۵ |
| سیسال | ۱۹ | انگور | ۵۱ |
| کاکائو | ۲۲ | نیشکر | ۵۱ |
| موز | ۲۳ | توتون | ۵۳ |
| کائوچو | ۲۵ | ذرت | ۵۴ |
| سیب زمینی شیرین | ۳۵ | گندم | ۶۳ |
| پنبه | ۳۸ | جو،سیب زمینی | ۷۰ |
| نیشکر | ۳۹ | | |

## ارتفاع

ارتفاع تأثیر زیادی بر نوع کشاورزی دارد. در نواحی کوهستانی فرصت کشت برای کشاورزی محدود است، در حالی که اکثر مناطق بزرگ کشاورزی در دشت‌های کم ارتفاع قرار دارند. افزایش ارتفاع، اثرات نامطلوبی در کشاورزی دارد. همگام با افزایش ارتفاع درجه حرارت کاهش می‌یابد و فصل رشد گیاه کوتاه‌تر می‌شود. نوسانات دمایی، افزایش ابر باعث کاهش دریافت انرژی خورشیدی می‌شود.ارتفاع در کیفیت نور تأثیرگذار می‌باشد؛ بدین ترتیب که در اثر افزایش ارتفاع از سطح دریا، افزایش قابل توجه‌ای در طول موج ماوراء بنفش (۲۸۰ تا ۳۱۵ میلی میکرون) است. شدت تشعشع ماوراء بنفش طی روزهای بلند تابستان (خرداد و تیر) نیز با افزایش عرض جغرافیایی زیاد می‌شود. افزایش نور ماوراء بنفش در این طول موج ممکن است سبب کاهش اندازه منفذ روزنه، نقصان فتوسنتز و کاهش رشد گیاه گردد. این واکنش‌ها، با سایر اثرات فیزیکی ناشی از افزایش ارتفاع مانند نقصان دما و کاهش پتانسیل تبخیر و تعرق اثر متقابل نشان داده و واکنش گیاهان مختلف را پیچیده می‌سازد.

## باد (Wind)

تفاوت فشار هوا یا حرارت در دو نقطه جغرافیایی موجب حرکت هوا گشته و باد به‌وجود می‌آید. همچنین باد، به جریان هوا گفته می‌شود، به‌طور کلی‌تر، به حرکت گاز در اتمسفر باد گفته می‌شود؛ به‌طور ساده‌تر، باد از طریق گرم شدن نابرابر سطح زمین در اثر تابش خورشید پدید می‌آید.

باد نقش مهمی‌در انتقال، اختلاط و تسریع توزیع گازها دارد. به‌طوری که بدون وجود باد، تراکم گازها و بخار آب در یک نقطه از فضا به حدی می‌رسید که حیات غیر ممکن می‌گشت.

بادها عموماً براساس میزان قدرت شان، سرعت، نوع نیرویی که موجب به وجود آوردن شان است و محل جغرافیایی که رخ می‌دهند یا اثر می‌گذارند دسته بندی می‌شوند. باد یک کمیت بُرداری است که دارای دو مشخصه سمت و سرعت می‌باشد. سمت و سرعت یا از طریق مشاهده یا با استفاده از ابزارهای ویژه اندازه‌گیری می‌شوند.

باد می‌تواند تأثیراتی به‌صورت مثبت یا منفی بر روی محصولات کشاورزی بگذارد.

**اثرات مثبت باد: مفید برای عمل گرده افشانی**

**اثرات منفی:** جریان شدید می‌تواند خسارت‌زا باشد و مشکلاتی مانند ریزش میوه‌ها، شکستن شاخه‌های درخت و یا حتی خود درخت یا گیاه را ریشه کن سازد.

**توان باد:** منظور از توان بادی تبدیل انرژی باد به نوع سودمندی از انرژی مانند انرژی الکتریکی است که این کار به وسیله توربین‌های بادی صورت می‌گیرد. در آسیاب‌های بادی از انرژی باد مستقیماً برای خردکردن دانه‌ها یا پمپ کردن آب استفاده می‌شود.

**انواع بادها:**

□ بادهای غربی بین عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۶۰ درجهٔ شمالی و جنوبی، این بادهای شدید که در جهت چرخش زمین می‌وزند.

□ بادهای قطبی در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۶۰ درجه به‌وجود آمده و در اثر انتشار توده‌های هوای سرد از مناطق پرفشار قطبی به مناطق نسبتاً گرم‌تر شکل می‌گیرد. جهت این بادها در نیم کرهٔ شمالی، به طرف جنوب غربی و در نیم کرهٔ جنوبی، به طرف شمال غربی است.

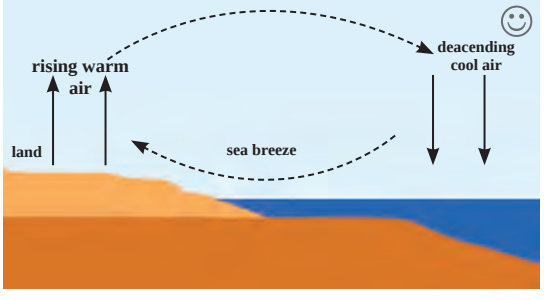
□ بادهای موسمی بادهایی هستند که به واسطهٔ اختلاف درجهٔ حرارت دریاها و قاره‌ها در زمستان و تابستان تولید می‌شوند. این بادها معمولاً در قارهٔ آسیا اتفاق می‌افتد زیرا وسعت این قاره زیاد بوده و در وسط آن دریایی وجود ندارد، در نتیجه زمستانی بسیار سرد و تابستانی بسیار گرم دارد. در نیم کرهٔ شمالی در تابستان جهت باد به سمت شمال شرقی می‌وزد و در زمستان به سمت جنوب غربی است.

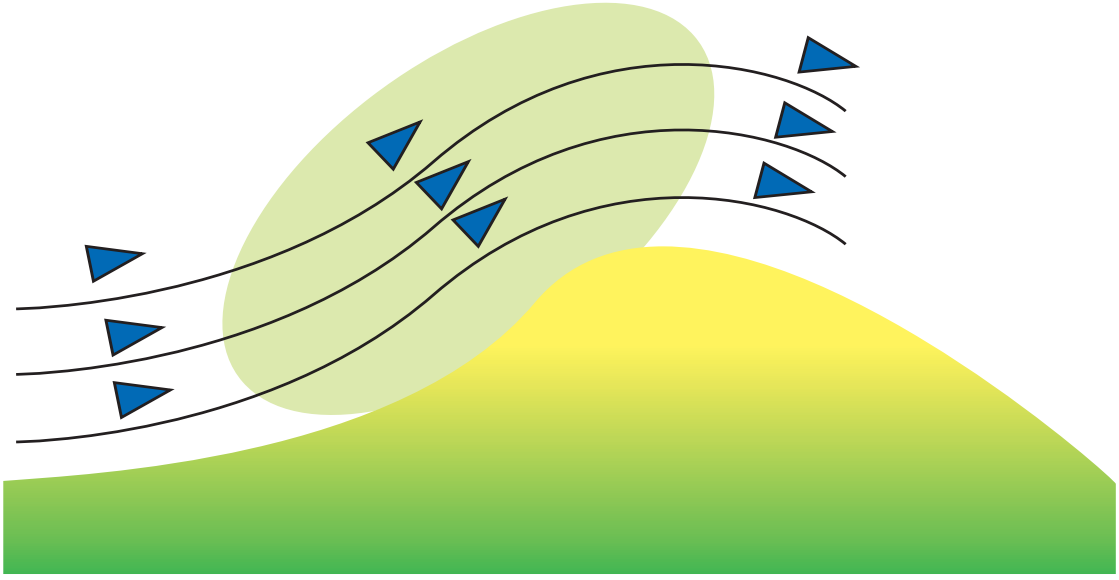
**اندازه گیری باد:** بادسنج نیم کروی از نوعی که جان توماس رامنی رابینسون اختراع نموده است.
برای اندازه‌گیری جهت و سرعت باد از چند نوع جهت نما و سرعت سنج یا انمومتر استفاده می‌کنند که از جملهٔ آنها سرعت سنج رابینسون است؛ این دستگاه از چهار نیم‌کره توخالی که روی یک بازو نصب شده تشکیل شده است. دوران دستگاه در اثر وزش باد به‌وسیله تعدادی چرخ‌دنده به صفحهٔ نشان‌دهندهٔ سرعت منتقل می‌شود.

**باد سنج فشاری:** یکی دیگر از انواع بادسنج‌ها «بادسنج فشاری» است که برای اندازه‌گیری باد در سرعت‌های زیاد به کار می‌رود. در بادسنج‌های فشاری صفحه‌ای، فشار حاصل از باد بر روی صفحه سبب انحراف آن شده، میزان انحراف باتوجه به شدت و سرعت باد روی صفحهٔ قوسی‌شکلِ مدرجی نشان داده می‌شود.

**اندازه‌گیری باد در سطح بالا:** اندازه‌گیری جهت باد از جنبه‌های مختلف واجد اهمیت به سزایی می‌باشد زیرا از این طریق می‌توان از شرایط توده‌های هوا و شرایط پرواز و جهت حرکت ابرها و طوفان‌ها و شرایط هوای آینده اطلاع حاصل نمود.

**حرکت ابرها:** به‌طور کلی جهت حرکت ابرها نشان‌دهنده جهت حرکت هوا در لایه‌های اتمسفر می‌باشد. از طرف دیگر با اینکه باتوجه به ارتفاع ابر می‌توان میزان سرعت و حرکت آن را تخمین زد. ولی چون اغلب ابرها در لایه‌های زیرین اتمسفر یعنی تروپوسفِر تشکیل می‌گردند، برای اطلاع از میزان جریان هوا در لایه‌های فوق باید به طریق دیگری اقدام نمود.





## اثرات باد در کشاورزی

باد به روش‌های مختلف و بطور مستقیم و غیر مستقیم بر گیاه به شکل‌های زیر تأثیر می‌گذارد:

۱ باد روی تعرق (Transpiration) گیاه تأثیر گذاشته باعث تعرق بیشتری می‌شود.

۲ در انتقال دانه گرده و روی گرده افشانی تأثیر می‌گذارد چون گیاهان آنموفیل گل‌های خوش رنگ ندارند که حشرات جذب شوند و به‌وسیله باد تلقیح می‌شوند مثل ذرت.

۳ انتقال سموم در حین سمپاشی

۴ انتقال گازها و آب (در آبیاری بارانی)

۵ وزش مداوم باد از یک‌طرف مانع از تشکیل جوانه‌های رویشی در همان سمت گیاه می‌شود و گیاه حالت یک‌طرفه به‌خود می‌گیرد. زمانی که گندم به مرحله دانه بندی می‌رسد وزش باد مخصوصاً بادهای گرم مانع از تشکیل دانه می‌شود و اگر دانه تشکیل شده باشد، مانع از انتقال مواد غذایی به آن می‌شود که دانه گندم لاغر و چروکیده می‌شود

۶ باد همچنین دارای نیرو بوده، به‌طور مکانیکی بر گیاهان فشار وارد آورده و باعث خوابیدگی یا شکستگی ساقه آنها می‌گردد.

۷ اندام‌های گیاه در اثر تابش نور آفتاب گرم می‌شوند و باید این گرما را از طریق تبادل با محیط از دست بدهند. همچنین سطح اندام‌های گیاه از هوای اطراف مرطوب تر است که موجب پیدایش شیب رطوبت برای دفع رطوبت گیاه می‌گردد. درصورتی که باد نوزد و هوا ساکن باشد، تبادل حرارت و رطوبت فقط تحت تأثیر شیب این دو انجام می‌گیرد. وجود باد این شیب را بر هم می‌زند. و بر سرعت تبادل می‌افزاید. به همین جهت باد ملایم عامل مهمی در نقصان دمای گیاه می‌باشد. باد غالباً هوای خشک تری را در مجاورت اندام‌های گیاه قرار می‌دهد و از این طریق باعث افزایش تعرق و در نتیجه خنک تر شدن گیاه می‌شود. باد ممکن است هوای خنک تری را در مجاورت اندام‌های گیاه قرار دهد و باعث خنک تر شدن گیاه شود.

۸ باد سبب تلاطم هوا در نزدیکی اندام‌های گیاه می‌گردد. از آنجایی که هوای ساکن عایقی قوی در مقابل انتشار است، تلاطم هوا مقاومت هوا را در مقابل انتشار حرارت کاهش داده و باعث تعادل بهتر دمای گیاه با محیط اطراف آن می‌گردد. اما باد شدید، به‌خصوص که داغ باشد، با افزایش میزان تعرق باعث نقصان میزان آب گیاه و بسته‌شدن روزنه‌ها می‌گردد. کاهش سرعت فتوسنتز، افزایش دمای گیاه و بالاخره پژمردگی گیاه به‌دنبال کمبود آب پیش می‌آید. بعضی از گیاهان مکانیسم‌هایی را برای مقابله با اثرات نامطلوب باد دارند. بسیاری از این مکانیسم‌ها همانند مکانیسم‌های مقاومت در مقابل خشکی هستند.

۹ باد در انتقال خاک نیز عمل می‌کند و عامل مهمی‌در فرسایش خاک می‌باشد. باد با دارا بودن ذرات گرد و خاک می‌تواند موجب‌ایجاد خراش یا سائیدگی در برگ‌ها گردد. خراش‌هایی که به این طریق روی سطح برگ‌ها به وجود می‌آیند؛ ممکن است در نفوذپذیری برگ نسبت به علف‌کش‌ها یا عوامل بیماری‌زا مؤثر باشند. بادهای دائمی‌با تغییر در خصوصیات کوتیکول و یا بشره موجب تغییر در حساسیت گیاهان نسبت به سموم شیمیایی و بیماری‌ها می‌شوند. تغییردر خصوصیات برگ‌ها بر کیفیت مصرفی آنها نیز اثر می‌گذارد. کاشت گیاهانی که قسمت‌های سبزینه آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد در نواحی دارای بادهای شدید و دائمی بدون وجود بادشکن توصیه نمی‌شود.

## بادشکن

برای نقصان اثر باد می‌توان از بادشکن استفاده نمود. بادشکن باید دیواری مشبک و یا ردیف‌هایی از درختان بوده و نفوذپذیری کافی داشته باشد. عدم نفوذپذیری بادشکن موجب سقوط هوا در پشت بادشکن و در نتیجه از بین رفتن خصوصیات بادشکن می‌گردد. یک بادشکن خوب سرعت باد را تا مسافتی حدود ۲۰ برابر ارتفاع خود به میزان مؤثر و قابل توجهی نقصان داده و می‌تواند موجب افزایش عملکرد محصولات زراعی و باغی حفاظت‌شده گردد، هرچند که حداکثر اثر بخشی بادشکن تا فاصله‌ای حدود ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن مشاهده می‌شود.

برای مقابله با عمل مکانیکی باد ممکن است ردیف‌های کاشت گیاهان را در جهت وزش بادهای دائمی گرفت تا باد از میان ردیف‌های کاشت عبور نماید و باعث افتادن و خوابیدگی گیاهان نگردد. لازم است که جهت ردیف‌های کاشت گیاهان معمولاً توسط جهت شیب زمین و مسیر حرکت آب آبیاری تعیین می‌گردد. درصورتی که در ناحیه‌ای بادهای شدیدی از جهت خاصی می‌وزند، باید هنگام تسطیح زمین و طراحی سیستم آبیاری، جهت باد را درنظر گرفت.

یک نوار باد شکن (Wind break) از یک یا چند ردیف از درختان تشکیل شده است که به‌طور متناوب و با فاصله‌ای از نوار بعدی، متناسب با ارتفاع درخت و ضرورت‌های عملیات زراعی و باغی، در حاشیه مزرعه و در جهت عمود بر مسیر بادهای غالب منطقه کاشته شده است. نوع درخت و تعداد ردیف‌های آن در هر نوار به شدت باد، عرض مزرعه در فاصله بین دو ردیف بادشکن و اهداف جانبی بادشکن بستگی دارد. بادشکن سرعت باد را در مسیر افقی به میزان بیش از ۱۰ برابر ارتفاع خود به‌طور معنی‌داری کاهش داده و ضمن نقصان فرسایش بادی، شرایط مساعدتری را برای رشد محصول به وجود می‌آورد.

می‌توان درختان را به فاصله خطوط ۳۰ متر از هم و ۲ متر بکاریم که درختان بلند قد (۳ متر به بالا) تا ۹ برابر طول خودشان را در اطراف، از انتشار قارچ‌ها و خطر باد محافظت می‌کند.کاشت گز در مناطق کم آب و چنار در مناطق پرآب برای بادشکن مناسب است. استفاده از شاخه‌های خشک گیاهان در تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از اثرات زیان‌بار باد را چپرکشی می‌گویند.

## بادهای خارجی

به‌طور کلی بادهای خارجی ایران به سه دسته تقسیم می‌شوند:
- بادی که از طرف عربستان می‌وزد که باعث‌ایجاد گرما می‌شود.
- بادی که از طرف دریای مدیترانه می‌وزد که باعث‌ایجاد بارندگی می‌شود.
- بادی که از طرف سیبری و دریای سرخ می‌وزد و باعث‌ایجاد سرما می‌شود.

وزش بادهای گرم زمستانی خصوصاً زمانی که زمین یخ زده باشد باعث خشک‌شدن درختان و نباتات علفی مثل گندم و غیره می‌شود.

**هواکشی:** در مناطق کوهستانی در شب هوای سرد کوهستان به‌دلیل سنگین‌تر بودن به سمت دشت می‌لغزد و باعث سردشدن کف دره و دشت می‌شود، به این پدیده هواکشی می‌گویند.

بنابراین گیاهانی که در کف دره هستند از سرما خسارت می‌بینند. مثال بارز این پدیده مرکبات شمال کشور می‌باشد و مرکبات را باید در دامنه کوه (۱۰ متر ابتدای دره) نباید کاشت که در این حالت یا اصلاً خسارت ندیده یا خسارت کم می‌باشد (جهت باد در مناطق کوهستانی در روز، از دره به کوه است.)

# واحد یادگیری ۷

# نیاز گیاه به عوامل محیطی

## نزولات جوی

کشور ما از مناطق خشک کره زمین است و به جز حاشیه دریای خزر و دامنهٔ کوه‌های البرز و زاگرس، اغلب دارای آب و هوای خشک با نزولات آسمانی اندک می‌باشد. استفاده از آب باران برای تأمین آب آشامیدنی انسان‌ها و حیوانات و مصارف کشاورزی از قرن‌ها پیش در مناطق خشک کشور رایج بوده است. به‌طور کلی مردم خاورمیانه به علت نیاز مبرم به آب همان‌طور که در سایر رشته‌های آبیاری از پیشروترین مردم جهان بوده‌اند، در استفاده از باران نیز از پیشگامان و مبتکرین محسوب می‌شده‌اند.

نحوهٔ پراکنش، شدت، مدت و نوع نزولات جوی در انتخاب نوع محصول مؤثرند. هنگامی‌که مقدار کافی باران با توزیع مناسبی ببارد ، این نوع بارندگی برای کشاورزی مناسب خواهد بود. باران‌های پراکنده کمتر از ۱۲ میلی‌متر در تابستان و کمتر از ۵ میلی‌متر در زمستان اهمیت زیادی نداشته و غالباً در افزایش رطوبت خاک مؤثر نیستند. این‌گونه بارندگی‌ها فقط از طریق نقصان دما و افزایش رطوبت هوا بر رشد گیاه اثر می‌گذارند. هرچه میزان بارندگی بیشتر و توزیع آن با فصل رشد گیاه انطباق بیشتری داشته باشد برای کشاورز مطلوب‌تر خواهد بود.

رگبارهای شدید نیز در تعیین نوع محصول مؤثرند. بعضی از محصولات درصد قابل توجهی از سطح خاک را نمی‌پوشانند و خاک در معرض فرسایش قرار دارد. در این شرایط، باید محصولاتی را انتخاب نمود که طی دوران وقوع رگبارها پوشش کافی بر سطح خاک‌ایجاد نموده و یا با داشتن ریشه‌های افشان سطحی، خاک را نگهداری کنند. خطر مستمر و همه ساله تگرگ نیز نقش مهمی‌در تولید بعضی از گیاهان دارد. بعضی از گیاهان در مقابل تگرگ آسیب‌پذیرند. باید امکان وقوع تگرگ و احتمال همزمانی آن با تولید گل و دانه را در انتخاب گیاه درنظر گرفت.

تعدادی از متخصصین اقلیم شناسی، بر اساس مقدار و توزیع نزولات جوی، دما و رطوبت نسبی هوا و در نتیجه تعادل کلی بارندگی با پتانسیل تبخیر و تعرق، نسبت به طبقه‌بندی مناطق به نواحی اقلیمی خشک، نیمه خشک، نیمه مرطوب، مرطوب و بسیار مرطوب اقدام نموده‌اند. البته ضوابط به‌کارگرفته شده توسط متخصصین مختلف برای طبقه‌بندی اقلیمی متفاوت بوده و در نتیجه تعاریف ارائه شده تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارند.

**تهویه:** اکسیژن کافی برای رشد بهتر گیاه باید در خاک وجود داشته باشد. معمولاً در خاک به‌دلیل تنفس ریشه، و فعالیت موجودات ذره‌بینی و تجزیه مواد آلی تولید $CO_2$ زیاد است پس این $CO_2$ تولید شده باید از خاک خارج شود و به‌جای آن اکسیژن وارد خاک بشود در بعضی شرایط، خاک دارای تهویه ضعیف است اما چه عواملی باعث تهویه نامناسب در خاک می‌شوند؟ تهویه نامناسب می‌تواند دو عامل داشته باشد.

۱ زیادی رطوبت خاک، یعنی خاک از آب اشباع شده جایی برای هوا و اکسیژن باقی نمانده است.

۲ تراکم و فشردگی خاک، یعنی اکسیژن کافی در خاک نگهداری نمی‌شود.

**دما**

**تعریف دما:**

دما نشانه‌ای از سرعت متوسط مولکول‌های تشکیل‌دهنده یک جسم می‌باشد. در واقع می‌توان گفت که دما کمیّتی است که به‌دلیل اختلاف آن میان دو جسم متصل به هم و یا دو نقطه از یک جسم، باعث انتقال خود به خودی گرما از جسم با دمای بیشتر، به جسم با دمای کمتر می‌شود. به عبارت ساده‌تر می‌توان این‌گونه تعریف کرد که دما، معیاری برای گرمی یا سردی اجسام است. وقتی به جسمی گرما می‌دهیم جنبش مولکولی و انرژی جنبشی داخلی آن افزایش می‌یابد که به‌صورت افزایش دما نمایان می‌شود. برعکس گرفتن گرما از جسم باعث می‌شود سرعت مولکول‌ها و دمای جسم کاهش یابد. بر اساس نظریه جنبشی مولکولی اگر کاهش انرژی یک جسم تا به صفر ادامه داشته باشد حرکت مولکولی کاملاً متوقف می‌شود و دمای آن به صفر مطلق یعنی ۲۷۳/۱۵- می‌رسد.

**تفاوت گرما و دما:** گرما و دما دو کمیت مرتبط به یکدیگر هستند، اما این به معنای آن نیست که هر دو دارای یک کمیت و یک معنا باشند. دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است اشتباه گرفت. دما میزان سرعت مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد در حالی که گرما نه تنها نشان‌دهندهٔ سرعت حرکت مولکول‌ها است بلکه تعیین‌کننده تعداد مولکول‌هایی است که تحت تأثیر آن قرار گرفته‌اند. فرض کنید در یک اتاق که به‌طور کامل بسته و ایزوله است شمعی روشن نمایید. دماسنج نصب شده در اتاق با وجود اینکه دمای شعله شمع بالای ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد است تغییری نشان نمی‌دهد. ولی اگر یک شمش فولادی به وزن ۳۰۰۰ کیلوگرم و دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد داخل همان اتاق وارد شود دمای اتاق به‌سرعت افزایش می‌یابد. گرچه دمای شعله شمع خیلی بیشتر از دمای شمش است ولی شمش فولادی گرمای خیلی بیشتری دارد و به همین دلیل دمای اتاق را بالا می‌برد. همچنین انرژی می‌تواند منتقل شود، بدون اینکه تغییری در دمای جسم به‌وجود آید. مثلاً در تبدیل یخ صفر درجه به آب صفر درجه، انرژی افزایش می‌یابد در حالی که دمای آب ثابت است.

حرارت و برودت، در حقیقت از یک عامل ناشی می‌شوند؛ و در عرف بر حسب احساسی که از دمای هوا داریم آن را گرم یا سرد می‌نامیم. این عامل که از تابش خورشید ناشی می‌شود؛ اولین عامل مؤثر در رشد گیاهان و درختان محسوب می‌شود مقدار کم آن را اصطلاحاً سرما یا برودت زیاد آن را گرما یا حرارت می‌نامیم. برای هرنوع گیاه میزان سرما و گرمای مناسب، یک مقدار معین می‌باشد که از آن مقدار کمتر یا بیشتر موجب توقف رشد یا تباهی و حتی مرگ آن خواهد شد.

**اندازه‌گیری و واحدهای دما:** برای سنجش دما از «دماسنج» یا «ترمومتر» استفاده می‌شود. دماسنج شیشه‌ای بر اساس انبساط مایعات در اثر گرما عمل می‌کند. در دماسنج شیشه‌ای معمولاً از الکل یا جیوه استفاده می‌شود. زیرا دمای انجماد آنها پایین است و ضریب انبساط تقریباً ثابتی دارند. در دماسنج سلسیوس نقطه پایینی آن نقطه انجماد آب بوده و با $0^{\circ}$ نشان داده می‌شود و نقطه بالایی آن نقطه جوش آب بوده و با $100^{\circ}$ نمایش داده می‌شود. بین نقطه بالایی و پایینی به ۱۰۰ قسمت تقسیم شده و هر قسمت یک درجه سلسیوس (سانتی‌گراد) نامیده می‌شود. همان‌طور که گفته شد پایین‌ترین حد دما ۲۷۳،۱۵- درجه سانتی‌گراد است که صفر مطلق نامیده می‌شود. صفر مطلق نقطه پایین درجه‌بندی دیگری است که به آن درجه‌بندی مطلق می‌گویند. درجه‌بندی مطلق در سیستم SI درجه‌بندی کلوین (K) نامیده می‌شود و درجه آن معادل یک درجه سانتی‌گراد (C) است. یکی دیگر از واحدهای اندازه‌گیری دما درجه فارنهایت (F) می‌باشد. در این مقیاس نقطه ذوب یخ ۳۲ و نقطه جوش آب ۲۱۲ انتخاب شده است و فاصله بین آنها به ۱۸۰ قسمت مساوی تقسیم شده است.

**انواع دماسنج‌ها**

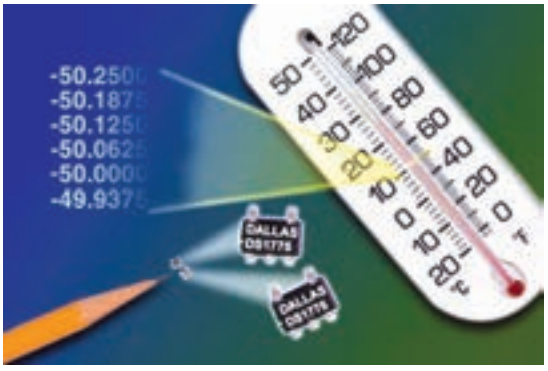
**دماسنج گازی:**

جنس، ساختمان و ابعاد دماسنج در ادارات و مؤسسات مختلف سراسر دنیا که این دستگاه را به‌کار می‌برند، تفاوت دارد و به طبیعت گاز و گستره دمایی که دماسنج برای آن درنظر گرفته شده است، بستگی دارد. این دماسنج شامل حبابی از جنس (شیشه، چینی، کوارتز، پلاتین ـ ایریدیم، بسته به گستره دمایی که دماسنج در آن به‌کار می‌رود) می‌باشد که به‌وسیله یک لوله موئین به فشارسنج جیوه‌ای متصل است. این دماسنج براساس دو قانون ذکر شده در مورد گاز کامل کار می‌کند.

**دماسنج با مقاومت الکتریکی:** دماسنج مقاومتی به‌صورت یک سیم بلند و ظریف است، معمولاً آن را به دور یک قاب نازک می‌پیچند تا از فشار ناشی از تغییر طول سیم که در اثر انقباض آن در موقع سردشدن پیش می‌آید، جلوگیری کند. در شرایط ویژه می‌توان سیم را به دور جسمی که منظور اندازه گیری دمای آن است پیچید یا در داخل آن قرار داد. دماسنج مقاومتی پلاتین را می‌توان برای کارهای خیلی دقیق در گستره ۲۵۳ـ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد به‌کار برد.

**ترموکوپل:** ترموکوپل وسیله دیگری است که برای اندازه‌گیری دما مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع دماسنج از خاصیت انبساط و انقباض اجسام جامد استفاده می‌گردد. گستره یک ترموکوپل بستگی به موادی دارد که ترموکوپل از آن ساخته شده است. گستره یک ترموکوپل پلاتینیوم ـ رودیوم که ۱۰ درصد پلاتینیوم دارد، از صفر تا ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد است. مزیت ترموکوپل در این است که به‌خاطر جرم کوچک، خیلی سریع با سیستمی که اندازه گیری دمای آن موردنظر است، به حال تعادل گرمایی در می‌آید. لذا تغییرات دما به آسانی بر آن اثر می‌کند، ولی دقت دماسنج مقاومتی پلاتین را ندارد.

**واحد اندازه گیری دما**




**کلوین:** کلوین مقیاس بنیادی دما در علوم است که سایر مقیاس‌ها بر حسب آن تعریف می‌شوند.

**سلسیوس یا سانتی‌گراد:** مقیاس سلسیوس براساس نقطه سه گانه آب می‌باشد. اگر t نشان‌دهنده دمای سلسیوس و T نشان‌دهنده دمای کلوین باشد، در این‌صورت داریم: $t = T - ۲۷۳,۱۵$

## شناسایی سرما و پیش‌بینی آن

**تعریف انواع سرما:** دو نوع سرما ممکن است در هر منطقه به شرح ذیل به‌وجود آید:

۱ سرمایی که در اثر هجوم یک جریان سرد قطبی و عبور آن از منطقه پیش می‌آید که موجب کاهش شدید و ناگهانی درجه حرارت و سقوط میزان الحراره به چندین درجه زیر صفر می‌شود. این جریانات اغلب توأم با نزولات

آسمانی بوده و خاصیت کلی آنها این است که همواره از یک جو دیگر به منطقه منتقل و نفوذ می کنند و محلی نمی‌باشند و بیشتر در دوران خواب درختان در دوره غیر فعال، یعنی زمستان بروز می کنند که درختان میوه سردسیری تا حد زیادی در مقابل آن مقاومت و دوام دارند. البته بندرت در بعضی سال‌ها چنین سرماهایی در اوایل فصل بهار و پاییز نیز دیده می‌شود و موجب خسارات سنگین کشاورزان می‌شود.

۲ سرمایی که کاملاً منطقه‌ای بوده و در یک محدوده معین و محیط محدود بدون اینکه هوای سردی از سایر جاها به منطقه نفوذ کند؛ در اثر تشعشع در خود محل به‌وجود می‌آید. این نوع سرما برخلاف سرمای نوع اول، همواره در شب‌های ساکت و آرام بدون ابر و باد و برف و بوران ظاهر می‌شود؛ و اگر در اواخر زمستان یا اوایل بهار بروز کند خطرناک محسوب می‌شود. در مقابل سرمای نوع اول، که بیشتر در فصل زمستان و گاهی نیز در اوایل بهار پدید می‌آید؛ بشر چاره زیادی ندارد و باید سعی کند؛ درختان و محصولات را با شرایط جوی محل تطبیق دهد. ولی با سرمای نوع دوم می‌توان تا حدی مبارزه کرد و از گزند آن مصون ماند.

**پیش‌بینی سرما**

البته بسیار مفید و مطلوب خواهد بود اگر شخص بتواند از چند ساعت پیش، احتمال بروز سرما را پیش‌بینی و تدارکات لازم را مخصوصاً در مناطقی که گرم کردن باغ‌ها از طریق روشن کردن بخاری‌ها مفید و عملی است؛ به‌عمل آورد. متأسفانه در شرایط امروز، این پیش‌بینی کاملاً میسر نیست. ولی طبق قاعده کلی، معمولاً باید در شب‌های صاف و ساکن از نصف شب به بعد، در انتظار بروز سرمای محلی بود. زیرا در هوای صاف، تشعشع شدید و زیاد است. بنابراین با تشعشع، حرارت سطوح مجاور زمین و سطوح گل‌ها و میوه‌های جوان به مقدار زیادی پایین می‌آید و نسبت به حرارت محیط سرد تر می‌شود. از طرف دیگر ثابت و ساکن بودن هوا موجب تراکم و نشستن این هوای سرد در محیط باغ می‌گردد؛ درصورتی که اگر هوا جریان داشته باشد؛ هوای سرد در یک جا متراکم نشده و با هوای گرم لایه‌های بالا مخلوط و در نتیجه ملایم‌تر و احتمال بروز سرمای محلی کمتر خواهد بود. در ضمن در شرایط هوای صاف و ساکن معمولاً فشارسنج هوا (بارو متر) فشار بیشتری را در جو نشان می‌دهد و این خود می‌تواند قرینه‌ای برای بروز سرمای محلی به حساب آید.

باتوجه به کلیه موارد فوق، تا حدی زمان بروز سرمای محلی را می‌توان حدس زد و تدارکات لازم را به‌موقع به‌عمل آورد.

**گرمای لازم برای شروع نمو:** هر نبات برای اینکه سیکل تکاملی رشد خود را در طول سال به حد کمال برساند؛ به مقداری حرارت احتیاج دارد. در مورد محاسبه جمع مقدار حرارتی که برای تکمیل یک سیکل حیاتی در نباتات لازم است؛ بین پژوهشگران اختلاف عقیده و روش وجود دارد. بعضی‌ها پیشنهاد می‌کنند که برای محاسبه حرارت مؤثر، باید حرارت از صفر به بالا را به حساب آورد. پاره‌ای دیگر پنج درجه بالای صفر سانتی‌گراد را ضرور می‌دانند. ولی اکثریت معتقدند، به‌طور کلی باید درجه حرارتی را مبدأ قرار داد که در آن درجه، نبات بتواند اولین فعالیت‌های حیاتی خود را اعم از نیش زدن بذر و یا بازشدن جوانه‌ها شروع کند. البته این حرارت بر حسب انواع گیاهان متفاوت می‌باشد. مثلاً حداقل حرارت ضرور برای جوانه زدن گندم بین صفر تا ۱ درجه سانتی‌گراد، پیاز و چغندر قند بین ۱ تا ۵ درجه، ذرت و آفتابگردان ۵ تا ۱۱ درجه، توتون و گوجه فرنگی ۱۱ تا ۱۶ درجه، خیار و خربزه ۱۶ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. این حداقل درجه حرارت برای شروع نمو هر نبات را «نقطه صفر نمو» می‌نامند. «نقطه صفر نمو» برای خرما بین ۸ تا ۱۰ درجه، مرکبات ۱۲ درجه، مو ۱۰ درجه، موز ۱۳ درجه و زرد آلو و سایر میوه‌جات هسته‌دار بین ۳/۵ تا ۴ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. جمع درجات حرارت از تاریخ شروع نمو تا زمان رسیدن میوه، عامل دیگری است که در تکامل رشد نبات باید

درنظر گرفته شود. این مقدار نیز بر حسب انواع و گونه‌ها و ارقام، متفاوت است.

**اثر گرما در ریشه:** بین پرورش‌دهندگان گل و باغبانان، تأثیر گرما در ریشه نباتات زینتی و قلمه‌ها کاملاً شناخته شده است. استفاده از شاسی که خاک را با ریختن کود تازه در زیر آن و یا روش‌های دیگری مانند گذراندن لوله آب گرم از پایین گرم می‌کنند، حاکی از این علم می‌باشد. زیرا بالا رفتن حرارت خاک در این شرایط، موجب رشد سریع ریشه‌ها و سهولت ریشه‌دار شدن قلمه‌ها می‌گردد. ولی این حرارت، مثل سایر موارد، برحسب انواع نباتات، دارای یک حد متوسط مطلوب و حداقل و حداکثر نامساعد یا مضر می‌باشد.

**اثرات مخرب گرمای هوا:** اثر بر روی تولید محصولات کشاورزی: در سال ۱۳۸۱ گرما و خشک‌سالی محصول غله هند، آمریکا و کانادا را به‌شدت کاهش داد. در نتیجه محصول غله جهان ۹۰ میلیون تن یا ۵ درصد کمتر از مصرف آن شد. در سال ۱۳۸۲ گرمای شدید اروپا موجب شد محصول غله کاهش یابد و بار دیگر تولید غله ۹۰ میلیون کمتر از مصرف آن بود. در سال ۸۳ بارندگی بهتر شد اما در سال ۸۴ خشک‌سالی در آمریکا محصول غله جهان را ۳۴ میلیون تن کاهش داد.

خسارت وارده بر محصولات کشاورزی عمده‌ترین عامل افت کمی و کیفی تعداد کثیری از محصولات کشاورزی می‌باشد که هرساله موجب ضرر و زیان‌های بسیاری برای کشاورزان می گردد.

سرماهای دیررس، برف‌های سنگین، سرماهای شدید زمستانه، نبود بارش‌های به‌موقع، بارندگی‌های زمان تلقیح،گرما،تگرگ،سیل و...بسیاری‌ازعوامل‌خسارت‌زای دیگر از جمله اتفاقاتی هستند که توسط آب و هوا و شرایط اقلیمی بر طبیعت حکم کرده و در اغلب موارد موجب خسارت‌های مادی کلانی برای کشاورزان عزیز می‌گردد.

در این راستا و باتوجه به این موضوع که بسیاری از مناطق کشاورزی در کشور ایران جزو مناطق پر خطر آب و هوایی هستند، بیمه نمودن محصولات کشاورزی تا حدودی در جبران خسارت وارده به محصولات کشاورزی نقش بسزایی داشته و می‌تواند به‌عنوان تنها راه مقابله با این نا فرمانی اقلیم باشد.

## رطوبت (humidity)

**میزان رطوبت:** به میزان بخار آب موجود در هوا گفته می شود. رطوبت نسبی، نسبت درصدی از بخار آب موجود در هوا در یک درجه حرارت معین، به میزان بخارآبی است کـه هوا در آن دمای معـیـن قـادر به نگهداری است. میزان بخار آبی که تودهٔ هوا می تواند در خود نگه دارد به درجه حرارت آن توده هوا بستگی دارد. هر قدر هوا گرم‌تر باشد، آب بیشتری نیز می تواند در خود جای دهد. رطوبت نسبی پاییـن به مفهوم آن است که هوا خشک بوده و قابلیت نگهداری رطوبت زیادی را نیز دارا است.

در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، هر متر مکعب هوا می‌تواند ۱۸ گرم (بخار) آب را در خود نگه دارد. در ۲۵ درجه سانتی‌گراد این مقدار به ۲۲ گرم آب افزایش می‌یابد. یعنی چنانچه دمای هوا ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد و یک متر مکعب هوا نیز محتوای ۲۲ گرم آب باشد، رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد است و اگر در برگیرنده ۱۱ گرم آب باشد، رطوبت هوا ۵۰ درصد است. چنانچه رطوبت هوا ۱۰۰ درصد باشد، آب دیگر نمی‌تواند تبخیر گردد. چرا که هوا تا آخرین ظرفیت خود از رطوبت اشباع گردیده است. مکانیسم خنک‌سازی بدن ما مبتنی بر تبخیر رطوبت (عرق)

از سطح پوست بدن می‌باشد. هر قدر رطوبت نسبی پایین‌تر باشد، رطوبت (عرق) بهتر تبخیر شده و ما احساس خنکی بیشتری خواهیم کرد. اما هنگامی که رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد باشد، ما احساس گرمای بیشتری (از دمای واقعی) خواهیم کرد، چرا که در این وضعیت عملاً عرق بدن تبخیر نمی‌شود تا ما بتوانیم احساس خنکی کنیم. شاخص حرارتی تأثیر رطوبت هوا بر گرمای حقیقی هوا را نشان می دهد، که حاصل آن گرمایی است که ما آن را احساس می‌کنیم. برای مثال در گرمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد چنانچه رطوبت نسبی هوا ۳۰ درصد باشد، گرمایی که ما احساس می‌کنیم ۴۴ درجه سانتی‌گراد و چنانچه رطوبت نسبی ۹۰ درصد باشد گرمایی که ما احساس خواهیم کرد ۹۴ درجه سانتی‌گراد است.

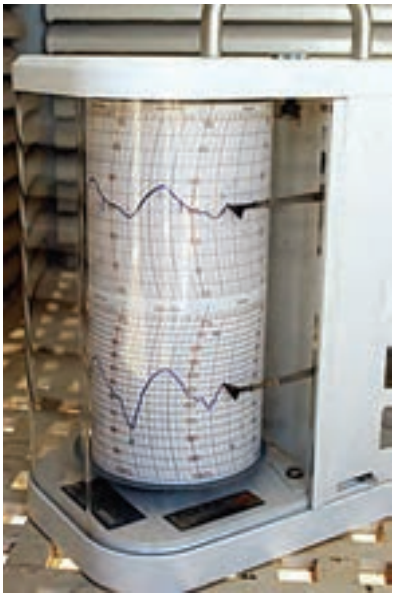
برای تبدیل یک گرم آب به بخار آب در حدود ۵۴۰ کالری حرارت لازم است و این مقدار گرما از محیط اطراف جذب می‌شود. بدین جهت عمل تبخیر گرماگیر یا سرمازا است. درصورتی که در عمل میعان حرارت آزاد شده موجب ازدیاد گرمای محیط می‌شود. هر چه هوا گرم‌تر باشد، بخار آب بیشتری می‌تواند در هوا ذخیره شود، ولی به هر حال ذخیره بخار آب در هوا محدود است.

## رطوبت و انواع آن

هوای بدون بخار آب را هوای خشک می‌گویند. این نوع هوا در جو وجود ندارد، حتی در جو روی بیابان‌ها و عرض‌های بالا. هوای خشک به‌علاوه رطوبت را هوای مرطوب می‌گویند. تبخیر که عامل مرطوب ساختن هوای خشک است، از سطح اقیانوس‌ها و آب‌های سطحی و تعرق، منبع رطوبت هوا،ایجاد ابرها و بارندگی است. حداکثر بخار آب موجود در جو ۴ـ۳ درصد است. میزان رطوبت را به‌وسیله رطوبت سنج اندازه‌گیری می‌کنند.

بخار آب موجود در جو در متعادل نگه داشتن درجه حرارت جو کره زمین نقش عمده‌ای دارد. زیرا بخار آب امواج تشعشعی با طول موج بلند را جذب می‌نماید. پس اگر در جو مقدار بخار آب کم باشد، اختلاف درجه حرارت بسیار زیاد می‌شود. پس بحث درمورد متغیرهای هوای مرطوب از جمله رطوبت نسبی حائز اهمیت است.

رطوبت، مقدار نم (بخار آب) موجود در هوا است. این رطوبت به صورت رطوبت مطلق و یا رطوبت نسبی بیان می‌شود.



### یک نم سنج

**رطوبت مطلق:** رطوبت مطلق، مقدار کل بخار آب موجود در حجم معینی از هوا است. در رطوبت مطلق، دما درنظر گرفته نمی‌شود. رطوبت مطلق موجود در جو می‌تواند از نزدیک به صفر گرم در هر مترمکعب تا تقریباً ۳۰ گرم در هر متر مکعب باشد. به عبارت دیگر، رطوبت مطلق، جرم بخار آب تقسیم بر یک واحد حجم از هوا (اغلب گرم آب، بر متر مکعب هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد) است.

**رطوبت نسبی**: رطوبت نسبی مقدار بخار آب موجود در هوا تقسیم بر حداکثر میزان رطوبتی است که هوا می‌توانسته در این دما داشته باشد. رطوبت نسبی به‌صورت درصد بیان می‌شود. اگر هوا با بخار آب اشباع

شود رطوبت نسبی ٪۱۰۰ است و اگر هیچ بخار آبی در کل هوا وجود نداشته باشد رطوبت نسبی ٪۰ است. بنا به تعریف، رطوبت نسبی، نسبت رطوبت مطلق در دمای t به رطوبت اشباع در همان دما می‌نامند. به عبارت دیگر نسبت بخار آب موجود در حجم معینی از هوا در دمای t به وزن ماکزیمم بخار آبی که می‌تواند در همین حجم در دمای t داشته باشد را رطوبت نسبی می‌گویند.

**تغییرات رطوبت نسبی**: تغییرات شبانه روزی رطوبت نسبی برعکس تغییرات شبانه روزی درجه حرارت است. ماکزیمم آن کمی‌قبل از طلوع آفتاب و مینیمم آن در حدود ساعت ۲ بعد از ظهر است. تغییرات سالانه رطوبت نسبی منظم نیست و نسبت به موقعیت منطقه تغییر می‌کند. رطوبت نسبی نسبت به ارتفاع نیز کاملاً نامنظم است و نمی‌توان قاعده خاصی برای آن بیان کرد. به‌طوری که ممکن است در اطراف یک ابر رطوبت نسبی صد در صد باشد و در فاصله کمی‌از آن خیلی کمتر از این مقدار باشد.

**رطوبت اشباع**: اگر مقدار حداکثر بخار آب در دمای ثابتی وارد هوا شود، گویند هوا در این درجه حرارت از بخار آب اشباع شده و دارای رطوبت اشباع می‌باشد. فشار یا کشش بخار آب را در این حالت فشار بخار اشباع شده در درجه حرارت مزبور می‌نامند.

**فشار بخار آب**: جو مخلوطی از گازهایی است که هر یک دارای فشار جزیی می‌باشند. فشار هوا در هر نقطه برابر مجموع فشارهای جزیی وارده از طرف هر گاز به انضمام بخار آب است. مقدار بخار آب موجود در هوا با مکان و زمان تغییر می کند. هر گاه فشار بالای سطح آب (یا زمین) در زمان معین و در دمای معین به‌صورت اشباع درآید، فشار جزیی بخار آب در آن زمان و دما را فشار اشباع گویند.

چنانچه هوا گرم‌تر شود موجب تبخیر مولکول‌های بیشتری می‌شود تا آنکه فضای بالایی سطح آب (زمین) به حالت اشباع در می‌آید. بنابراین فشار بخار جزیی آب به دما بستگی دارد و با افزایش دما، فشار بخار اشباع نیز افزایش می‌یابد. هر چه دما کمتر باشد، مقدار بخار آب لازم برای رسیدن به مرحله اشباع کمتر است.

**نقطه شبنم**: اگر دمای هوا به درجه‌ای برسد که در آن هوای مفروض صد در صد از بخار آب اشباع گردد (فشار ثابت)، چنین درجه‌ای به نقطه شبنم موسوم است. برای اندازه‌گیری ابتدایی نقطه شبنم در یک ظرف که جداره خارجی آن کاملاً صیقلی باشد، اختیار کرده و مخلوط آب و یخ در آن قرار می‌دهیم. هرگاه روی جدار خارجی ظرف با هوای موردنظر در تماس است. به تدریج ذرات بخار آب به‌صورت مایع (شبنم) پیدا شده، در دمای آب را به‌وسیله دماسنج تعیین می‌کنیم این دما درجه اشباع یا نقطه شبنم است.

**رطوبت خاص:** رطوبت خاص نسبت جرم بخار آب به جرم کل بخشی از هوا است و گاهی اوقات به آن «نسبت رطوبت» اطلاق می‌شود. رطوبت خاص تقریباً با «نسبت اختلاط» یا نسبت آمیختگی مساوی است. نسبت اختلاط به‌صورت نسبت جرم بخار آب در بخشی از هوا (بسته هوا) به جرم هوای خشک برای همان بسته هوا تعریف می‌شود.

**علائم تنش رطوبت در گیاهان:** هنگامی‌که علائم زیر را مشاهده کردید، رطوبت هوا را باید افزایش دهید تا گیاه را از تنش خارج کنید:

- □ حاشیه برگ‌ها قهوه‌ای شده اند
- □ گیاه پژمرده شده است
- □ شکوفه‌های گل بزرگ نمی‌شوند یا پیش از بازشدن می‌ریزند
- □ گل‌ها اندکی پس از بازشدن، چروکیده شده و خشک می‌شوند.

**عوارض ناشی از زیادی یا کمی رطوبت در درختان:**
با اینکه آب از عناصر یا مواد موردنیاز قطعی درختان می‌باشد ؛ مقداری که در اختیار نبات قرار می گیرد ؛ باید در حد متعادل باشد. کم یا زیاد بودن آن در محیط رشد، اعم از خاک یا هوا، در درختان عوارضی به‌وجود می‌آورد که باغ دار باید با آنها آشنا باشد و قبل از وارد آوردن خسارت چاره‌ای بیاندیشد.

**الف) عوارض ناشی از زیادی رطوبت:** زیادی رطوبت در خاک موجب می‌شود که رشد انساج به‌صورت ناموزنی انجام گیرد. در این شرایط رشد انساج پارانشیمی، به ضرر انساج مربوط به لوله‌های کشنده و منتقل کننده آب، توسعه بیشتری پیدا می کند که در اثر آن، نابسامانی‌هایی به صورت‌های ذیل به‌وجود خواهد آمد :

۱ شکافته شدن و ترکیدن میوه‌ها
۲ تاول زدگی
۳ پهن‌شدن شاخه‌ها
۴ زردی یا کلروز (Chlorose)
۵ سخت شدن یا پوسته پوسته شدن پوست
۶ حفره‌های پر از آب در نسج میوه
۷ گوموز یا صمغ زدگی= گوموز معمولاً به حالتی اطلاق می‌شود که پوست تنه یا شاخه درختان یا هسته میوه، یک نوع ترشحات صمغی از خود تولید و از درزها و شکاف‌های موجود در انساج فوق خارج می‌شود. این مرض در درختان میوه سرد سیری هسته دار و در انواع مرکبات بیشتر دیده می‌شود. بعضی اوقات این مرض در اثر حمله تعدادی از قارچ‌ها و باکتری‌ها، بخصوص در طوقه درختان بروز می کند.
۸ لکه تلخ (Bitter Pit)= در این بیماری که بیشتر در سیب دیده می‌شود؛ انساج مبتلا، خشک و اسفنجی شده و سلول‌ها متلاشی می‌شوند ولی هنوز پر از نشاسته هستند و جدارهای سلولی هیچ‌گونه علائمی از ضخیم شدن نشان نمی‌دهند.

**ب) عوارض ناشی از کمی رطوبت:** همان‌طوری که زیادی رطوبت عوارض نامطلوبی در درختان به‌وجود می‌آورد؛ کمی آن نیز باعث بروز مشکلاتی در باغ می گردد. در ذیل چند عارضه عمده که ناشی از کمی رطوبت خاک یا هوا می‌باشد؛ معرفی می گردد.

۱ سوختگی نوک برگ‌ها
۲ خزان بی‌موقع و زودرس شدن میوه‌ها
۳ خشک شدن سرشاخه‌ها
۴ تولید نسج چوب پنبه‌ای و نقطه‌های خشک در نسج میوه
۵ نوک سیاه شدن میوه= این حالت در گلابی پیش می‌آید و عبارت است از سیاه شدن قسمت رأس میوه توأم با خشک شدن نسج گوشتی زیر و ترک خوردن آن. این قبیل میوه‌ها بیشتر در مناطقی دیده می‌شوند که دارای هوای گرم و خشک می‌باشند.
۶ تولید ریگ در انساج میوه (لیتیاز_ Lithiasis)= خشکی، کمی‌قبل از رسیدن میوه در گلابی‌ها، موجب تشدید و زیاد شدن دانه‌های سخت و درشت شدن آنها در نسج میوه، به‌خصوص منطقه نزدیک تخمدان می‌شود. در این شرایط، خشکی باعث می‌شود که نسج اسکلروتینی ( Sclerotic ) در گوشت میوه به‌خصوص در قسمت مقابل به نور بیشتر تشکیل شود. ولی این حالت فقط موقعی که خشکی در این فصل خیلی زیاد باشد؛ به‌وجود می‌آید.

## نور

انرژی خورشید در همه ساختارهای گیاهی نقش دارد و نتیجه نهایی این فرایندها باعث رشد گیاه می‌شود که منجر به افزایش ماده خشک می‌گردد. در شرایطی که همه عوامل از جمله میزان دی اکسیدکربن, دما و رطوبت در حد مطلوب باشد. برای انجام فتوسنتز به شدت نور در حد مطلوب نیاز است. نور کم باعث کاهش فتوسنتز و رشد گیاه و نور بیشتر باعث صدمه به کلروپلاست‌ها و کاهش فتوسنتز می‌شود.

نور از فوتون تشکیل شده، به‌صورت امواج الکترو مغناطیسی انتشار می‌یابد و دارای انرژی می‌باشد. کیفیت، کمیت و طول دوره نوری (طول روز) سه خصوصیت مهم نور می‌باشند.

**مقدار نورمورد نیاز گیاهان:** گیاهان بر اساس نیاز نوری خود به میزان حداقلی از نور در طول یک روز نیاز دارند. پیشگیری بهتر از درمان است پس اگر گیاه شما علائم کمبود نور را نیز نشان نداده بهتر است از مناسب بودن نور دریافتی آن مطمئن شوید. اما مقدار نور دریافتی گیاه را نمی‌توان به وسیله چشم سنجید. چرا که به‌علت خود تطبیقی چشم با محیط، معمولاً محیط‌های نامناسب نوری نیز روشن به‌نظر می‌رسند. پس برای سنجش نور محیط به ابزار مخصوص این کار نیاز است. ابزارهای مخصوص نور سنجی وجود دارند اما برای نگهداری از یک گیاه خانگی نیازی به هزینه برای خرید چنین ابزاری نمی‌باشد. یک تلفن همراه هوشمند که به سنسور نور مجهز باشد نیز می‌تواند همان کار را برای شما انجام دهد. در این صورت تنها لازم است یکی از نرم افزارهای سنجش نور محیط را دریافت کرده و سنسور سنجش نور محیط تلفن همراه خود را در محل قرارگیری گیاه قرار دهید. معمولاً نور دریافتی بر اساس واحد lux بیان می‌شود. بر این اساس گیاهان را این‌گونه طبقه‌بندی می‌کنند.

□ **گیاهان با نیاز نوری کم:** گیاهان با نیاز نوری کم، معمولاً باید شدت نوری معادل ۵۰۰ تا ۲۵۰۰ لوکس دریافت کنند

□ **گیاهان با نیاز نوری متوسط:** این گیاهان به شدت نوری معادل ۲۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس برای رشد مطلوب نیاز دارند. نور بیشتر در رشد بهتر این گیاهان تأثیر خواهد داشت.

□ **گیاهان با نیاز نوری بالا:** این گیاهان باید از نور مستقیم خورشید استفاده کنند و با استفاده از نورهای مصنوعی معمول خانگی رشد خوبی نخواهند داشت. این گیاهان به حداقل ۱۰۰۰۰ لوکس شدت نور نیاز دارند.

**نشانه‌های کمبود نور در گیاه:** ممکن است گیاه شما نور موردنیاز خود را دریافت نکند که باعث‌ایجاد علائم کمبود نور درگیاه می‌شود. گیاهانی که نور کمی‌دریافت می‌کنند یا نور دریافتی آنها کیفیت مناسبی ندارد، علائم زیر را خواهند داشت:

□ ساقه‌های گیاه نازک و کشیده (مرتفع) خواهند شد.
□ گیاه به سمت نور متمایل می‌شود.
□ گیاه ضعیف شده و رشد آن بسیار کم می‌شود.
□ برگ‌ها زرد رنگ و کوچک خواهند شد.
□ در کناره برگ‌ها علایم قهوه‌ای دیده می‌شود.
□ برگ‌های پایینی خشک می‌شوند.
□ برگ‌های ابلغ رنگ متفاوت خود را از دست خواهند داد.

درصورتی که گیاه شما نور کمی‌دریافت می‌کرده و برگ‌های آن در سایه رشد کرده‌اند از انتقال ناگهانی آن به نور زیاد خودداری کنید چرا که این کار باعث سوختگی برگ‌های گیاه خواهد شد. با افزایش تدریجی نور، مقاومت به نور با شدت بالا افزایش می‌یابد و گیاه صدمه نخواهد دید.

**فتو پریود:** فتو پریود عبارت است از مدت زمانی از روز که نور به گیاه می‌تابد. طول روز بسته به فصل سال و عرض جغرافیایی تغییر می‌کند. در نیم‌کره شمالی طول روز در چهار روز از سال اهمیت ویژه دارد.

۱ **اول فروردین (۲۱مارس)**: که خورشید مستقیماً بالای خط استوا قرار می‌گیرد و در این روز طول روز و شب مساوی و برابر ۱۲ ساعت است. و به آن اعتدال بهاری می‌گویند.

۲ **سی و یکم خرداد (۲۱ ژوئن)**: که خورشید در شمالی‌ترین قسمت بالایی خط استوا قرار می‌گیرد و طولانی‌ترین روز و کوتاه‌ترین شب سال است و به آن انقلاب تابستانی می‌گویند.

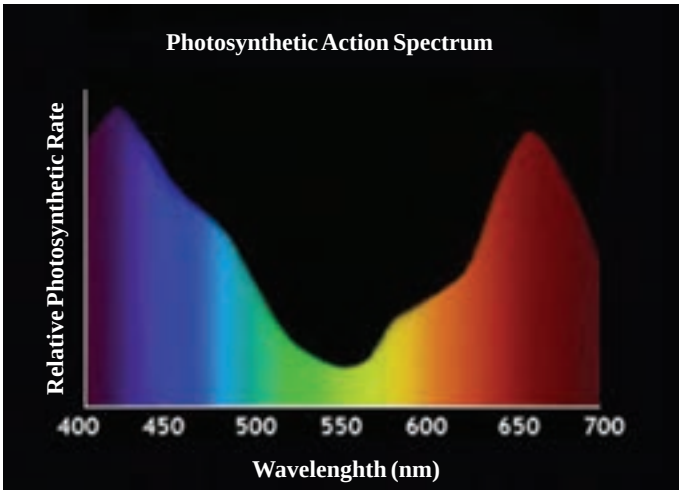
۳ **سی ام شهریور (۲۱سپتامبر )**: که خورشید مستقیماً بالای خط استوا است و طول روز و شب مساوی است و اعتدال پاییزی نامیده می‌شود.

۴ **سی ام آذر (۲۱ دسامبر )**: که خورشید در جنوبی‌ترین قسمت زیر خط استوا قرار می‌گیرد و کوتاه‌ترین روز و بلندترین شب سال است و انقلاب زمستانی نامیده می‌شود (شب یلدا).

**نقطه موازنه نوری (Light compensation point):** نقطه‌ای است که در آن شدت فتوسنتز برابر شدت تنفس است. در این نقطه تمامی‌مواد تولیدشده در فتوسنتز در تنفس به مصرف می‌رسد. نقطه موازنه نوری در گیاهان آفتاب پسند بیشتر از گیاهان سایه پسند است.

**نقطه اشباع نوری (Light saturation point):** نقطه‌ای که فتوسنتز در آن حداکثر است و با افزایش نور دیگر فتوسنتز افزایش نمی‌یابد که به آن نقطه اشباع نوری گویند.

**کیفیت نور:** کیفیت نور، به زبان ساده، به رنگ نوری که به سطح گیاه می‌رسد اطلاق می‌شود. رنگ نور بر اساس طول موج و طیف نور مشخص می‌شود. گیاهان قادر هستند طیف‌هایی از نور را بهتر از دیگر طیف‌ها جذب و استفاده کنند. نورهای قرمز و آبی بیشترین اثر را بر رشد گیاه دارند و نورهای سبز و زرد اهمیت کمی‌در رشد گیاه دارند. نورهای سبز و زرد معمولاً از سطح گیاه بازتاب شده و جذب گیاه نمی‌شوند، که رنگ سبز گیاهان نیز به علت بازتاب این رنگ‌ها از سطح گیاه می‌باشد.




گیاهان برای رشد مناسب به نسبت متعادلی از نور آبی و قرمز نیاز دارند که نور خورشید این نسبت متعادل را برای گیاه فراهم می‌آورد. نور آبی معمولاً در رشد شاخ و برگ گیاه نقش دارد، در حالی که رنگ قرمز به همراه آبی مشوق گلدهی در گیاه هستند.

اشعه ماورای بنفش با طول موج ۴۰۰ـ ۳۰۰ نانومتر باعث صدمه به گیاه شده و غیر قابل رویت با چشم انسان است. اشعه مادون قرمز با طول موج ۷۵۰ـ ۷۰۰ نانومتر خارج از حس بینایی انسان است و برای رشد گیاه ضروری است اما در فتوسنتز گیاه بی تأثیر است. طیف نوری (۷۶۰ـ ۳۸۰ نانومتر) در فتوسنتز نقش دارد. میزان فتوسنتز در نور قرمز و آبی حداکثر است. اگر گیاه فقط در معرض نور آبی قرار گیرد رشد کاهش و اندام‌های گیاه سفت و تیره می‌شود و اگر گیاه در معرض نور قرمز قرار گیرد؛ رشد گیاه افزایش و اندام‌های گیاه نرم و لصیف می‌شود. برای انجام فتوسنتز تمامی طول موج‌های نور لازم است.

در کنار کیفیت نور، کمیت آن نیز از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. چرا که بهترین نور هم درصورتی که شدت کافی نداشته باشد و به مدت مناسب به گیاه نرسد به رشد آن کمکی نخواهد کرد. همان‌طور که اشاره شد شدت و مدت تابش نور دو فاکتور تعیین کننده کمیت نور هستند.

**شدت نور:** شدت نور خورشید در بیرون جو ( ثابت خورشیدی ) حدود ۱۳۶۷ وات بر مترمربع است. طیف طول موج‌های نور خورشید در محدوده ۱۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی‌میکرون می‌باشد. نور خورشید طی عبور از جو و در اثر انعکاس، جذب و پراکنش توسط ازن، بخار آب، ملکول‌های اکسیژن، نیتروژن، گاز کربنیک و ذرات جامد معلق در هوا دچار تغییراتی از نظر شدت و کیفیت می‌گردد و به دو صورت پراکنده (نور پراکنده که از آسمان و منعکس شده از سطح زمین و برگ‌ها که به داخل اجتماع گیاهی وارد می‌شود) و نور مستقیم خورشید که به سطح زمین می‌رسد. شدت نور پراکنده بسیار کمتر از نور مستقیم خورشید است و برای رشد گیاهان کافی نیست، اما ممکن است برای رشد گیاهان سایه دوست (مثلاً آپارتمانی) کافی باشد. همچنین با افزایش عرض جغرافیایی، زاویه تابش خورشید و نیز طول مسیر حرکت نور در اتمسفر افزایش می‌یابد. بنابراین، میزان انعکاس، پراکنش و جذب نورها افزایش یافته و انرژی نورانی دریافتی توسط واحد سطح زمین کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، ضخامت اتمسفر و تراکم هوا در اراضی مرتفع کمتر است. در نتیجه کل شدت نور افزایش پیدا می‌کند. در یک روز روشن آفتابی، از نسبت نور پراکنده به کل نور کاسته می‌گردد؛ اما در روزهای ابری بر میزان شدت نور پراکنده نسبت به نور مستقیم افزوده می‌شود.

معمولاً هنگامی‌که شدت نور افزایش می‌یابد، میزان فتوسنتز و رشد گیاه نیز افزایش می‌یابد که این اهمیت تأثیر نور بر گیاهان و رشد را نمایان می‌سازد. در اکثر موارد نور داخل فضاهای خانگی برای رشد گیاهان کم بوده و کمبود نور شایع‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان خانگی می‌باشد. البته این مشکل در اتاق‌هایی با پنجره‌های دارای نورگیر خوب وگیاهان سایه پسند آپارتمانی کمتر دیده می‌شود.

باید توجه داشت که نور زیاد می‌تواند عامل محدودکننده‌ای به نام دما را نیز با خود به همراه داشته باشد. در مناطق گرمسیر، برخی گیاهان دارای نیاز نوری بالا، باید در محلی قرار بگیرند که از تابش مستقیم آفتاب در امان بمانند؛ و این در حالی است که باید نیاز نوری آنها نیز تأمین شود. در حالی که در مناطق معتدل می‌توان همین گیاهان را در نور مستقیم خورشید قرار داد.

**تأثیر نور بر گیاهان و رشد آنها:** قبل از هرچیز باید دانست که گیاه علاوه بر آب، مواد معدنی و مواد آلی، برای رشد و نمو خود نیاز به نور نیز دارد و هیچ گیاهی نمی‌تواند در تاریکی رشد کند و برای رشد و نمو خود باید تحت تأثیر نور قرار گیرد، در ضمن بسیاری از فرایندهای فیزیولوژی گیاه توسط نور انجام می‌شود.

تمامی موجودات برای رشد به انرژی نیاز دارند. کسب انرژی در گیاهان به وسیله فرایندی به نام فتوسنتز انجام می‌شود که نور در این فرایند نقش اساسی دارد.

فتوسنتز به معنای «ساخت نوری» می‌باشد که اهمیت نور را در این فرایند نشان می‌دهد. گیاهان با دریافت نور و استفاده از آن به همراه فاکتورهای دیگر انرژی مورد نیاز خود را تأمین کرده و مواد موردنیاز خود را می‌سازند.
نور عامل ادامه حیات در زمین است. در نتیجه تأثیر نور بر گیاهان قابل انکار نیست. اما چرا گیاهان به نور نیاز دارند؟

**مشخصه‌های نوری در رشد گیاهان:**

□ کیفیت نور
□ طول دورهٔ نور
□ کمیت نور

بر اثر دریافت نور قرمز گیاه به‌صورت طولی رشد کرده و ضعیف باقی می‌ماند و بالعکس اگر گیاه تحت تأثیر نور آبی قرارگیرد باعث کوتاه ماندن و ضخیم شدن شاخه و برگ‌های آنها می‌شود. به همین دلیل برای رشد مطلوب، گیاه به هر دو این طول موج‌ها نیاز دارد که به‌طور همزمان به گیاه تابیده شود.
طول دورهٔ رشد یکی دیگر از مشخصه‌های نوری است که در این رابطه با عامل نور طول دوره نوری یا فتوپریودیسم خصوصاً زمانی که هدف تولید گل‌های شاخه بریده شده می‌باشد؛ حائز اهمیت است.

□ طول دورهٔ روشنایی و تاریکی روی جوانه‌زنی بذر، ریشه‌زایی، رشد و نمو گیاه، زمان گلدهی و باردهی تأثیر زیادی دارد.

□ گیاهان از این نظر به ۳ دسته تقسیم می‌شوند: گیاهان روز کوتاه، گیاهان روز بلند وگیاهان خنثی یا بی‌تفاوت (بعضی از گیاهان واکنش قابل توجهی به طول روز ندارند و بی‌تفاوت می‌باشند. اما در هر حال این گیاهان نیز به‌طور طبیعی به یک جنس روز بلند یا روز کوتاه تعلق دارند. به عبارت دیگر گونه‌ای بی تفاوت به طول روز وجود ندارد.)

## گروه‌بندی گیاهان بر اساس واکنش به طول روز

در این گروه‌بندی، چگونگی واکنش گیاه نسبت به طول روز (یا طول شب) در رابطه با تبدیل مریستم رویشی به جوانه گل موردنظر است.

تأکید می گردد که روز بلندی و یا روز کوتاهی گیاه فقط در رابطه با طول دوره از سبزشدن تا زمان تشکیل جوانه گل می‌باشد و هیچ ارتباطی با طول دوره نوری برای سایر اعمال زیستی گیاه ندارد.

**گیاهان روز بلند:** انتقال از مرحله رشد رویشی به مرحله رشد زایشی در گیاهان روز بلند حساس به طول روز همراه با افزایش طول روز تسریع می گردد و روزهای کوتاه منجر به تأخیر در گلدهی آنها می‌شود. میزان واکنش ارقام مختلف یک گونه به طول روز یکسان نمی‌باشد.

این دسته از گیاهان برای ورود به رشد زایشی و به گل رفتن بین ۱۴ـ۱۰ ساعت به نور نیاز دارند. جوانه‌های گل، زمانی تشکیل می‌شود که شب‌ها کوتاه باشد.گاهی اوقات در اثر تیمار نور شکست تاریکی در شب و در فصول سرد، پاییز و زمستان که نور به اندازه کافی به گیاهان روز بلند نمی‌رسد توسط نورهای مصنوعی، به گیاه نور تابانده می‌شود تا نیاز گیاه برآورده شود.
گیاهانی نظیر اطلسی، مینا و میمون نمونه‌ای از گیاهان روز بلند هستند.گل مینا در شرایط شب‌های بلند فقط رشد رویشی داشته و ساقه‌های آن طویل می‌شود.در اثر افزایش دورهٔ تاریکی گیاهانی مثل ارکیده و رز، رشدشان متوقف می‌شود و اندازهٔ گل‌ها کوچک و ساقه‌ها ظریف و طول گیاه به‌طور غیر طبیعی کوتاه می‌شود که بر روی بازار پسندی این گیاه تأثیر منفی دارد.

**گیاهان روز کوتاه:** این گیاهان در نقطه مقابل گیاهان روز بلند قرار می‌گیرند و برای ورود به رشد زایشی خود و گلدهی به نور تابشی کمتر از ۱۲ساعت نیاز دارند، در واقع نیاز بیشتر آنها به تاریکی است. در کشور ایران به دلیل اینکه روزهای آفتابی بسیاری دارد باید نیاز نوری گیاهان مختلف شناسایی شود تا گیاه در طی روزهای بلند از رشد رویشی و زایشی خوبی برخوردار باشد لذا باپایین آوردن ساعات روشنایی و ایجاد سایه یا شب‌های طولانی توسط کشیدن حصیر یا پردهٔ تیره رنگ یا پاشیدن رنگ‌های قابل شست‌وشو بر روی گل‌ها و گلخانه‌ها، گیاهان روز کوتاه را وارد مرحلهٔ گلدهی یا زایشی می‌کنند.
نمونه گیاهان روز کوتاه گل داوودی است.

**گیاهان خنثی یا بی‌تفاوت**: این گیاهان حساسیتی نسبت به طول روز و شب ندارند و در تمام طول سال گلدهی می‌کنند و برای نگهداری در منزل بسیار مناسب‌اند. مانند گل حنا، بگونیا و...

## کمیت نور

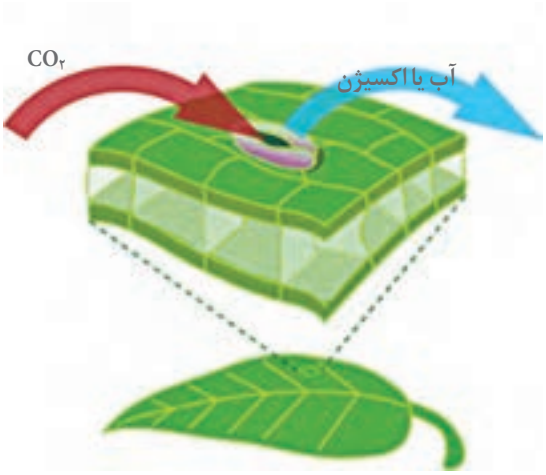
اهمیت کمیت نور در تولید محصولات غیرقابل انکار است. میزان فتوسنتز تابع کمیت و شدت نور است؛ اگر شدت نور کم یا زیاد شود فتوسنتز نیز کاهش یافته و رشد گیاه کم می‌شود. درصورتی که شدت نور زیاد باشد با کاهش فتوسنتز رو به رو می‌شویم و اگر شدت نور کم باشد فتوسنتز نیزکم می‌شود. گاهی اوقات با افزایش درجه حرارت به خصوص در مرحله گل‌دهی با سقط و ریزش گل‌ها روبه رو می‌شویم، در واقع با افزایش شدت نور فتوسنتز و تولید کاهش یافته و در موارد شدید متوقف می‌شود و این به دلیل خاصیت اشباع نوری گیاه می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت، ماکزیمم شدت نور هر گیاه منحصر به فرد است که میزان بالاتر از آن فتوسنتز را افزایش نمی‌دهد و این مقدار را نقطه اشباع نوری گیاه می‌گویند.
تا زمانی که شدت نور از مقادیر پایین تا نقطه اشباع برسد با افزایش فتوسنتز رو به رو هستیم ولی هنگامی که شدت نور از نقطه اشباع بالاتر رود عمل فتوسنتز با بسته شدن روزنه‌ها متوقف می‌شود. توصیه می‌شود در روزهای ابری و شدیداً آفتابی میزان کم یا زیاد بودن نور را در گلخانه‌ها توسط دستگاه‌هایی مانند نور سنج اندازه‌گیری کنند تا درصورت کم یا زیاد بودن نور مشکلات را برطرف کنیم.
گیاهان از نظر شدت نور به ۳دسته تقسیم می‌شوند: گیاهان آفتاب خواه، گیاهان سایه خواه وگیاهانی که به حدواسط بین این دو قرار دارند.

**گیاهان آفتاب خواه:** گیاهانی هستند که به شدت نوری زیادی برای رشد و نمو خود نیاز دارند و اغلب آنها دارای برگ‌های کوچک و ضخیم می‌باشند و معمولاً به‌صورت باریک وجود دارند مانند غلات. در این گیاهان باید تراکم گیاهی را درنظر داشت زیرا اگر به اندام‌های بعضی از آنها نور کافی نرسد، مشکلی برای سایر اندام‌ها به‌وجود می‌آید. به همین دلیل این گیاهان باید در نور کامل قرار بگیرند.

**گیاهان سایه خواه:** عموماً این گیاهان به شدت نوری کمی‌نیاز دارند و در شرایط سایه یا تاریکی رشد خوبی داشته و وارد مرحله زایشی می‌شوند. مانند گیاه کلم و نخودفرنگی که دارای برگ‌های پهن ولطیف هستند.گیاهانی که در حد واسط بین گیاهان آفتاب خواه و سایه خواه قرار دارند می‌توانند هم در سایه و هم در آفتاب رشد کنند. نور به‌طور معمول به شدت تعرق اثر مستقیم دارد، معمولاً در روز روزنه‌ها باز هستند و این امر سبب می‌شود که بخارآب موجود در برگ‌ها وارد جو شود.در شب روزنه‌ها بسته اند و میزان تعرق به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

**علت نورگرایی ساقه:**
تجمع بیش از حد مقدار اکسین در سمت نور ندیدهٔ اندام ساقه باعث می‌شود که بر اثر مقدار نور ورودی در یک محفظه تاریک یا مکانی، ساقه به سمت نور گرایش پیدا کند که به این امر نورگرایی می‌گویند.

**علت منفی بودن نور گرایی در ریشه:** سلول‌های ریشه نسبت به مقدار بسیار اندک اکسین واکنش نشان می‌دهد و رشد می‌کند. رشد آنها نسبت به مقدار بیشتر این هورمون کم یا متوقف می‌شود، در نتیجه تراکم اکسین زیاد در سمت نور ندیده ریشه سبب می‌شود که این قسمت نسبت به سمت نور دیده رشد کمتری داشته باشد و ریشه به سمت مخالف نور خم گردد.
علاوه بر توضیح‌های داده شده باید بدانیم نور در کجای چرخهٔ فتوسنتز قرار دارد و بر چه بخش‌هایی از گیاه تأثیر می‌گذارد. به‌طور کلی نقش نور شکستن مولکول‌های آب در کلروپلاست و آزاد کردن الکترون است که از الکترون آزاد شده برای تشکیل مواد پر انرژی (NADPH-ATP) و نهایتاً برای تشکیل قند ۶ کربنه به‌نام گلوکز استفاده می‌شود. قند تولیدشده صرف رشد و حیات گیاه می‌شود و مقدار اضافهٔ آن در بعضی گیاهان مثل سیب‌زمینی به‌صورت درشت مولکول نشاسته ذخیره می‌شود.




**چگونگی آزاد شدن الکترون و تولید انرژی آن:**
رنگیزه‌های درون برگ قدرت جذب نورهای سفید خورشید را داراست. رنگیزه‌های نوری این پرتوها را که مربوط به رنگ‌های بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز است جذب می‌کنند و پس از آن بعضی از پرتوهای نور خورشید به‌ویژه پرتوهای قرمز به‌وسیله رنگیزه کلروفیل جذب می‌شود و واکنشی در مولکول‌های آن به‌وجود می‌آید که به آنها واکنش‌های فتوشیمیایی می‌گویند.

**مدت زمان نوردهی:** به مدت زمانی که گیاه در طول یک روز در معرض نور قرار می‌گیرد؛ مدت زمان نوردهی گفته می‌شود. گیاهان معمولاً نمی‌توانند نور ۲۴ ساعته را تحمل کنند اما ساعت نوردهی بالا می‌تواند برای آنها مفید باشد.
به‌طور کلی گیاهان در مورد کمیت به گروه‌های کم نیاز یا سایه دوست، گیاهان با نیاز متوسط یا نیمه آفتابی و با نیاز بالا یا آفتابی تقسیم می‌شوند. در حالی که گیاهان آفتابی به حداقل ۸ ساعت نور مستقیم خورشید در روز نیاز دارند، ممکن است گیاهان سایه دوست به چند ساعت نور معمولی در روز اکتفا کنند.

## روشنایی و پرورش گیاه

نور برای رشد گیاه لازم است. نور خورشید ارزان‌ترین منبع در دسترس نور است ولی برای کشاورزی همیشه به میزان لازم در اختیار نیست. در نتیجه استفاده از نور مصنوعی به جهت افزایش تولید و کیفیت گیاه بسیار متداول شده است. گیاهان نسبت به انسان‌ها حساسیت کاملاً متفاوتی به رنگ‌های نور دارند. باتوجه به رشد گیاه، نور به‌صورت ذره‌های ریزی می‌باشند که فوتون یا کوانتوم نامیده می‌شوند. مقدار انرژی فوتون‌ها بسته به طول موج آنها (رنگ طیف نوری) تغییر می‌کند. برای یک انرژی نورانی نور قرمز تقریباً یک و نیم برابر فوتون بیشتر از نور آبی تولید می‌کند. یعنی اغلب منابع نور قرمز فوتون بیشتری از منابع نور آبی تولید می‌کنند. البته گیاهان دارای حساسیت متفاوت به رنگ‌های مختلف نور نشان داده و اثرات متفاوتی روی آنها می‌گذارد. درنتیجه استفاده از منبع نوری مناسب برای هر گیاه برای دستیابی به نتیجه بهینه در تولید آن مؤثر است.

**حساسیت گیاه براساس افزایش نور:** تنها قسمت از طیف تابش عمومی که می‌تواند توسط گیاهان برای عمل فتوسنتز مورد استفاده قرار گیرد بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است که به آن PAR (Photo synthetically Active Radiation) گفته می‌شود. تعداد فوتون‌ها در ناحیه PAR نور پرورش‌دهنده گفته می‌شود که به‌صورت میکرومول تعریف می‌شود. در نتیجه تقریباً ۴۵ درصد نور عمومی نور PAR است.

## جدول ارزشیابی پودمان

| عنوان پودمان | تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | استاندارد عملکرد (کیفیت) | نتایج | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی) | نمره |
|---|---|---|---|---|---|
| تحلیل هواشناسی و اقلیم | ۱ـ تحلیل هواشناسی و اقلیم | تحلیل هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی کشاورزی ـ تأثیر نور بر گیاهان و رشد آنها | بالاتر از حد انتظار | تحلیل روزآمد هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی | ۳ |
| | | | در حد انتظار | تحلیل هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی | ۲ |
| | ۲ـ تحلیل نزولات جوی | | پایین‌تر از انتظار | تحلیل نادرست هواشناسی و اقلیم ـ نزولات جوی ـ پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران با استفاده از روش یونسکو ـ آب و هواشناسی | ۱ |
| | نمره مستمر از ۵ | | | | |
| | نمره شایستگی پودمان از ۳ | | | | |
| | نمره پودمان از ۲۰ | | | | |