نور و حیات

دکتر ناصر سعادت لاجوردی
و مهندس روبینا گرجیان

یکی از مهمترین عوامل بوجود آورنده حیات و تنها منبع بوجود آورنده انرژی در دنیای گیاهان نور خورشید است . در نتیجه، وجود آمدن گیاه تغذیه انسان نیز مستقیما" و یا غیرمستقیم تامین می‌گردد .

بطور کلی وجود عوامل . حرارت ، هوا (CO_2) نور و مواد معدنی برای تولید گیاه (تغذیه مستقیم و غیرمستقیم انسان)ضرورت داردو وجود هر یک از عناصرمذکور عامل محدود کننده تولید است . طبق محاسبات انجام شده کره زمین هر سال معادل $18 \times 10^{1/5}$ کیلو وات ساعت از خورشید انرژی نورانی دریافت می‌دارد . (۶)

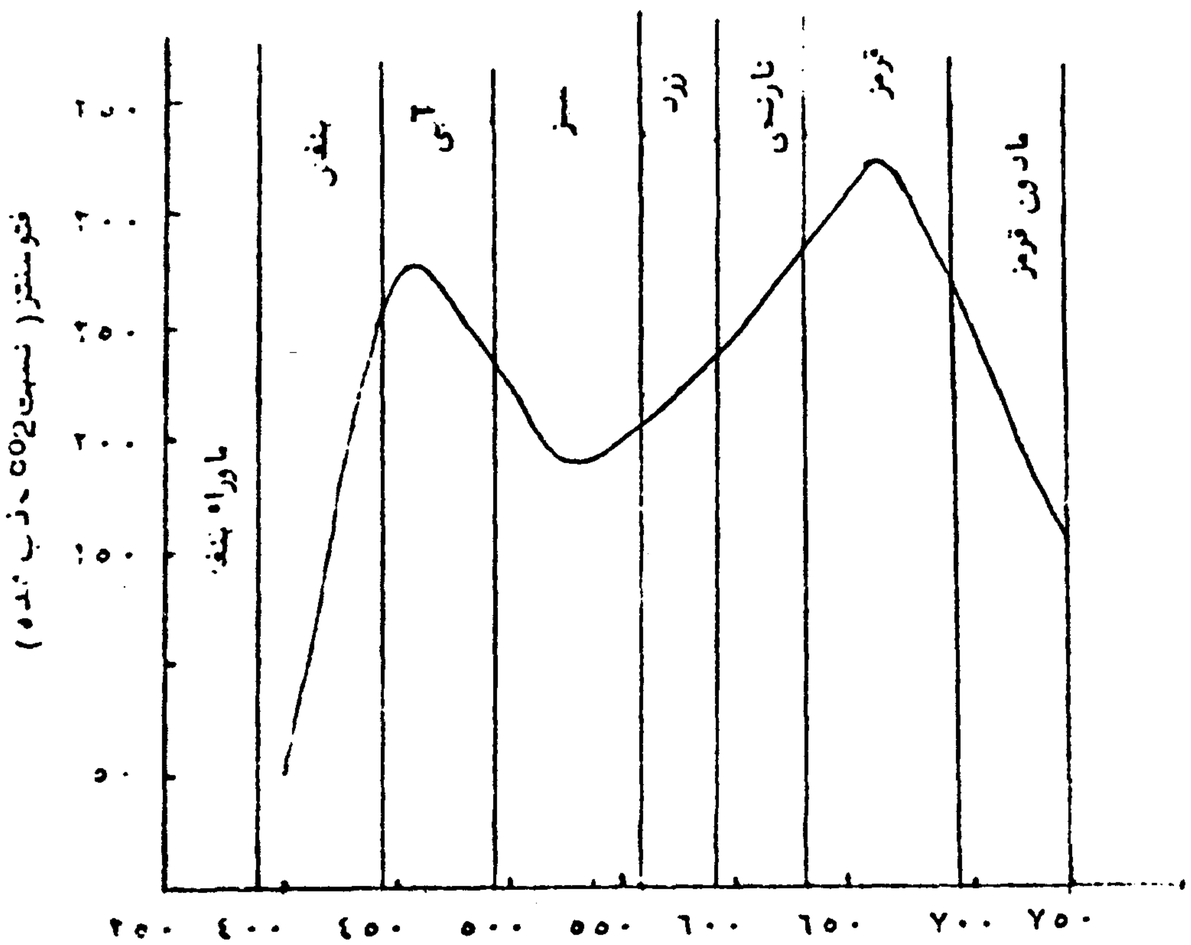
تاثیر نور بر اندامهای گیاهی با در نظر گرفتن موءلفه‌های مختلف آن از چندی پیش مورد مطالعه قرار گرفته است :

سه موءلفه: طول مدت روشنائی ، شدت روشنائی وکیفیت روشنائی (طیف نورانی)هریک بنحوی بارز روی سلول‌های مختلف جانداران تاثیر می‌گذارد . برخی از گیاهان روز بلند هستند و برخی دیگرروز کوتاه و دسته سوم بی‌تفاوت ، بعبارت دیگرعکس العمل گیاهان درمورد طول مدت روشنائی به سه دسته فوق تقسیم می‌گردد . درمورد روز بلندها بایستی متذکر شد که گیاهها زمانی

به گل می‌رود که روزها به سوی بلند شدن می‌روند . این کیفیت و شدت روشنائی تکمیل کننده عامل حرارت می‌باشند (۷)و اگر در منطقه‌ای حرارت کافی برای دوره کاشت تا برداشت یک گیاه وجودنداشته‌باشدولی‌شدت‌نورو طول مدت روشنائی کافی‌باشد ، می‌تواند تا اندازه‌ای جبران کمبود حرارت را بنماید ، و اکثرا" کمپلکس (حرارت ــ نور) در نظر گرفته می‌شود .

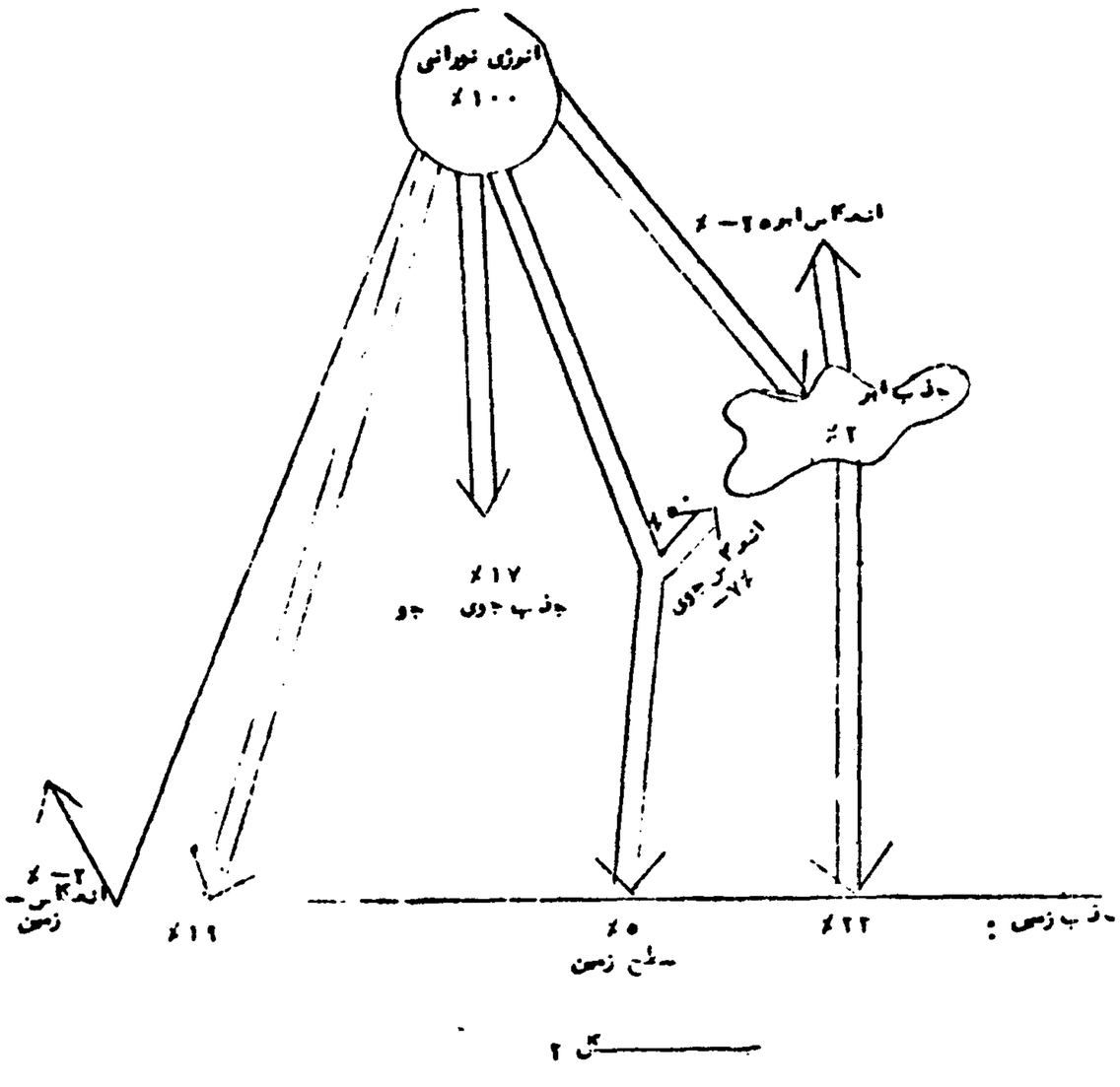
در مورد کیفیت روشنائی بایستی به‌اختصار متذکر شوم که کلیه اجزای طیف نورانی به مصرف فتوسنتز نمی‌رسند (یکی از دلائل‌کوچک بودن‌ضریب مفید استفاده‌ازانرژی نورانی خورشید مثلا" در مورد گندم) نور قابل رویت با طول موج بسیار مشخص حداکثر بهره دهی را دارد (۴) .

شکل زیر نشان دهنده پدیده مذکور است .



شکل ۱ ــ استفاده از اول موجهای مختلف نور در عمل فتوسنتز گیاهی

حدود۱۷%از انرژی نورانی خورشید توسط‌آتمسفر وحدود ۲%آن توسط‌ابرها جذب شود . ۲۵% از انرژی نورانی توسط ابرها و ۷% توسط‌اتمسفر منعکس می‌شود ، سطح زمین نیز ۲%از تابش را منعکس می‌کند و بطور کلی می‌توان اظهار داشت که‌تنها ۴۷% ازانرژی نورانی‌خورشید جذب سطح زمین می‌شود (شکل۲)



شکل ۲

محاسبات‌دقیق‌مؤیداین حقیقت است‌که میزان پرتوافکنی خورشید به زمین با مقدار تشعشع مصرف شده مساویست . بعبارت دیگر زمین از لحاظ‌کسب گرما در وضعیت یکسان قرار داشته و میانگین سالیانه گرما از سطح آن تقریبا" عدد ثابتی است . مگر درمواردی‌که‌به‌دلائلی‌آلودگی محیط‌زیست باعث کم شدن‌شدت

تابش و یا زیاد شدن ان کردد که البته عوارض بیشماری به بار خواهد آورد که بعدا" اشاره‌ای به آن خواهد شد .

پس همانطور که مذکور افتاد میانگین سالیانه گرما تقریبا" عدد ثابتی است . این عبارت نشان‌دهنده‌واقعیت زیر است‌که : اولا"امکان‌زیاد و یا کم شدن انرژی نورانی وجود داردودرثانی تابش نور وحرارت ایجاد شده تابعی از فصل است و رابطه‌ای با طول‌مدت‌روشنائی‌دارد ،رابطه مزبور برای برخی از مناطق‌ایران بصورت نمودار شکل ۳ و ۴ دیده می‌شود .

دراواخراسفند و اوائل فروردین از یکطرف و اواخرشهریور واوائل مهر از طرف دیگر طول مدت روز ۱۲ ساعت است . میزان متوسط تابش نورانی تقریبا" مساوی و برای ایستگاه محاسبه شده حدود ۴۵۰ کالری / سانتیمترمربع است . در صورتیکه میانگین‌حرارت در روزهای مذکور حدود ۱۲ درجه در اواخر اسفند ماه و اوائل فروردین ماه و حدود ۲۰ درجه در اواخر شهریور و اوائل مهر ماه است و این امر نشان دهنده موازی نبودن عرض‌های تابش و حرارت‌است .

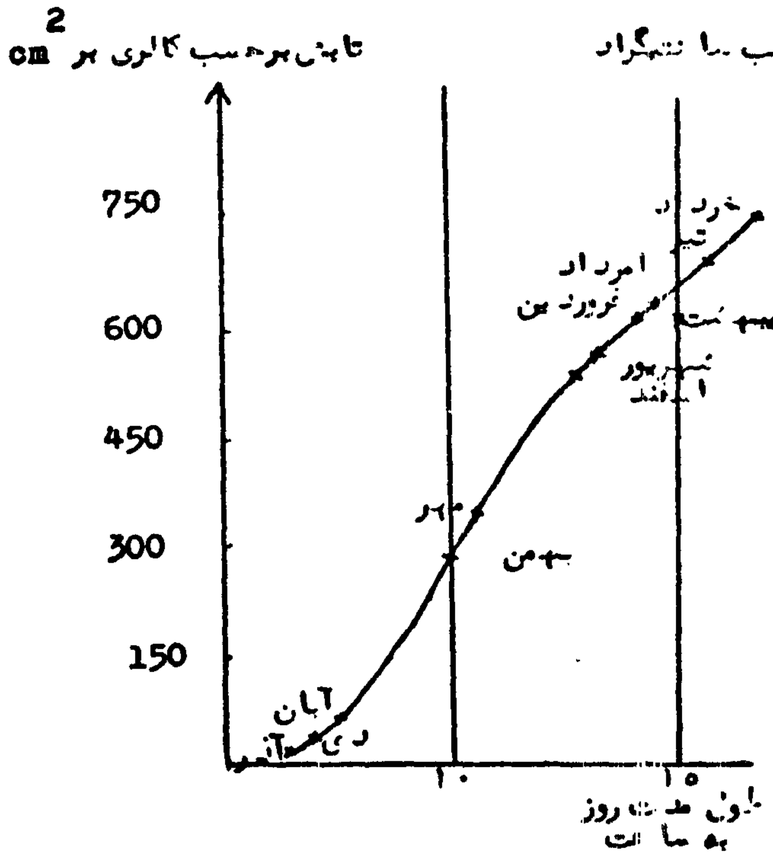
اثر نور در فیزیولوژی گیاه :

نور در فیزیولوژی گیاه به‌چهار گونه تاثیر می‌گذارد :

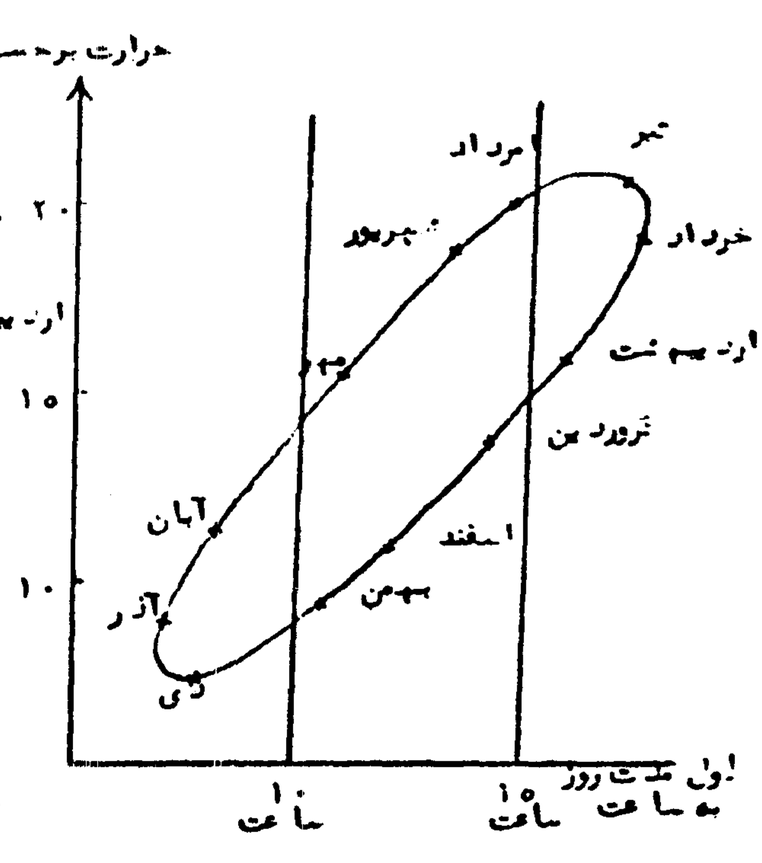
۱ ــ **جوانه زدن** :حدود ۷۰ درصد از گیاهان برای جوانه زدن نسبت به نور بی‌تفاوت هستند ، از ۳۰ درصد بقیه برخی حساسیت مثبت و برخی دیگر حساسیت منفی دارند .

۲ ــ **تنفس** : تنفس نیز با نور بستگی ضعیفی دارد . اثر نور به ویژه به دلیل یونیزه کردن هوا برای تنفس گیاهان مهم است .

۳ ــ **تعرق** : این‌پدیده شدیدا" به نور بستگی دارد ونوع همبستگی مثبت است .



شکل ۳



شکل ۴

۴ ــ فتوسنتز: جذب کربن نیز از پدیده‌هائی است که به انرژی نورانی احتیاج دارد و منتهی به جذب و تثبیت اسید کربنیک و بوجود آمدن ترکیبات آلی بشرح زیر می‌شود :

$$n(Co_3H_2) + \text{نور} \longrightarrow n(CH_2o) + n\,o_2$$

یا

$$nCo_2 + n\,H_2o + \text{نور} \longrightarrow n(CH_2o) + O_2$$

بعبارت‌دیگر ۴۴گرم دی‌اکسیدکربن (انیدریدکربنیک) در جزیان فتوسنتز با ۱۸ گرم آب ترکیب شده و ۳۰ گرم هیدرات کربن‌و۳۲ گرم اکسیژن بوجود می‌آورد . عملی شدن این واکنش مستلزم ۴۰۰ کیلوکالری انرژی است که منبع تامین آن انرژی نورانی خورشید است .

وجود ۴۰۰ کیلوکالری انرژی* ضروری است ، ولی‌حداکثر ۲%از انرژی نورانی در واکنش‌های گوناگون حیاتی ذخیره‌میشود و می‌توان اظهار داشت که ضریب مفید استفاده از انرژی نورانی حداکثر حدود ۳% است و باز به‌عبارت دیگر اگر تابش خورشید درمنطقه $\frac{\text{۱۵۰ کیلو کالری}}{\text{سانتیمترمربع}}$ باشد تنها $\frac{\text{۴۵% کیلوکالری}}{\text{سانتیمترمربع}}$ آن در گیاه ذخیره می‌شود و بقیه در این تبدیل‌انرژی نورانی‌به انرژی شیمیائی تلف می‌گردد .

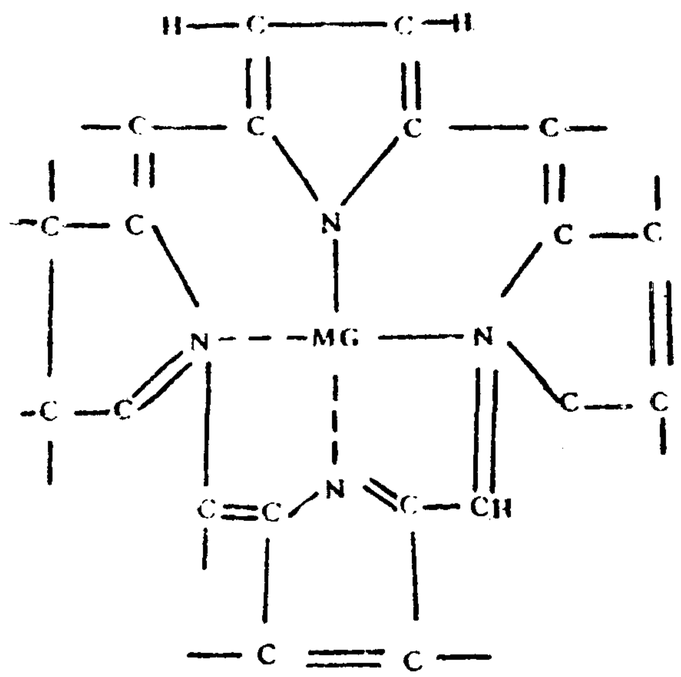
بنابراین نتیجه واکنش فوق پدید آمدن هگزوزهاست که‌از آن نشاسته ، کلروفیل ، صمغ ، پکتین و غیره مشتق می‌شود و تشکیل‌پروتئین‌درنبات‌من غیر مستقیم نیز از همین رابطه‌بدست می‌آید ،زیراکه‌بوجود آمدن آن بستگی به‌بوجود آمدن‌گلوسیدها دارد وپدیده‌پروتئین‌سازی احتیاج بد مداخله همزمان کلروفیل ،

(*) ــ یک گرم کالری = ۴/۱۸ ژول
یک گرم کالری = ۴۱/۸ میلیون ارگ
یک کیلووات ساعت= ۸۶۰ کیلوکالری
۱ تن ذغال‌سنگ= ۱۴۰۰ کیلووات‌ساعت

نور و پروتوپلاسم سلولی دارد .

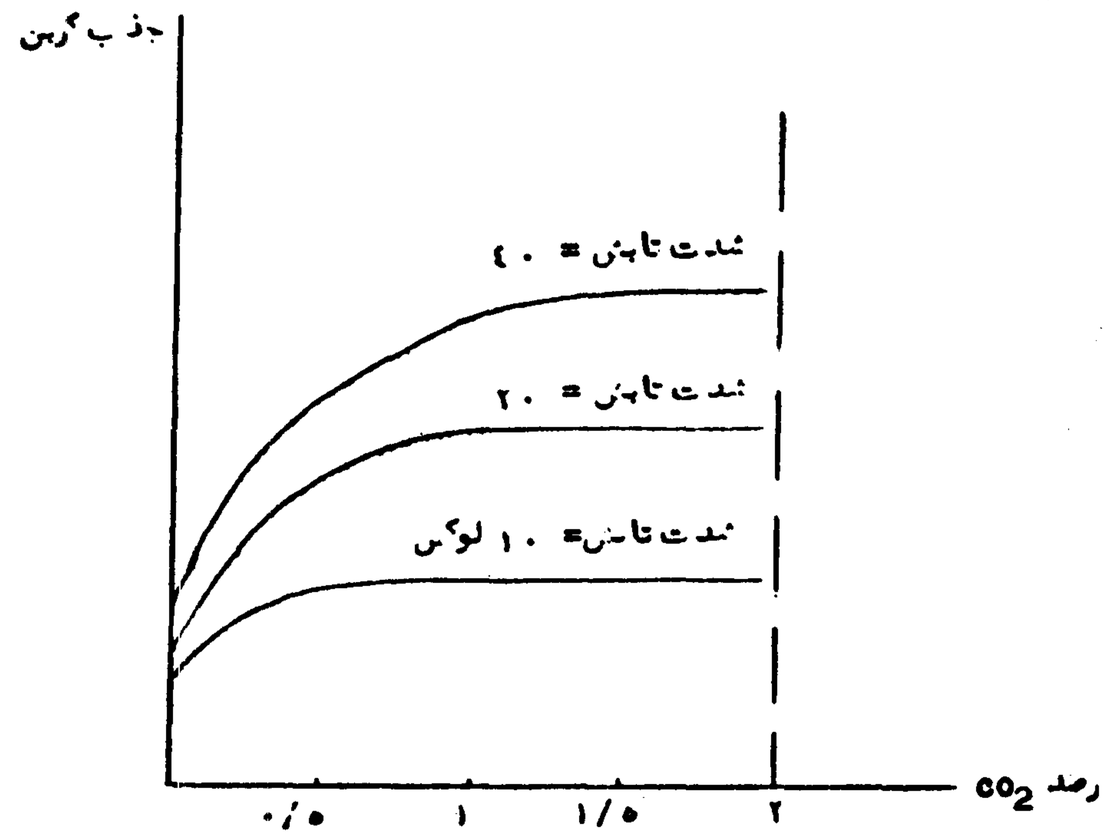
کلروفیل‌همراه‌باسایرپیگمان‌ها (گزانتونیل ، کاروتئوئیدها و غیره) در کلروپلاست‌ها جایگزین می‌شود . هر کیلوگرم برگ جوان بین ۱ تا ۳ گرم کلروفیل دارد . کلروفیل دارای هسته‌ای پیرولیک Pyrrolic و۲/۷ درصد Mg مرتبط با Fe N میباشد درتشکیل‌آن‌رل‌کاتالیزر رابازی‌می‌کند.

هسته تتراپیرولیک کلروفیل



همانطور که تابش نور در جذب کربن و تشکیل موجودآلی دخالت‌دارد شدت‌تابش‌ومیزانCo_2 موجود درمحیط نیزتغییراتی در عمل کربن گیری مطابق شکل ۵ بوجود می‌آورد .

شکل ۵ ــ تغییرات تابش درصد درکربن‌گیری



شکل ۵ تغییرات شدت تابش و درصد CO_2 محیط در کربن گیری

حداکثر انرژی خورشیدی که در دقیقه به سطح زمین میرسد = $\frac{\text{۱/۷۵ گرم کالری}}{\text{سانتیمتر مربع}}$ است و این مقدار اگر برای سطح یک هکتار و به مدت یکسال مورد محاسبه قرار گیرد معادل با حراتی است که ازسوختن حدود ۱۵۰۰ تن ذغال سنگ نتیجه می‌شود و به عبارت دیگر معادل ۱۸۰۰ کیلووات ساعت انرژی است .

اگراعدادقبلی‌را با حرارتی که از سوزش ماده خشک‌بدست آمده‌ازگیاهان‌مقایسه‌کنیم (زیرا که انرژی نورانی خورشیدباعث بوجودآمدن‌آن شده است) ملاحظه خواهیم کرد که ضریب‌مفید استفاده از انرژی خورشید در حد بی‌نهایت کوچکی است . مثلا" یک‌هکتار جنگلی که سالانه ۴ تن چوب خشک تولید می‌کند تنها از ۱/۴ در هزار انرژی نورانی‌خورشید استفاده می‌کند (۱) و یا درمورد محصول گندمی که ۳ تن دانه و ۵ تن کاه در هکتار ایجاد کرده‌است ۱/۶ درهزارازانرژی مذکور استفاده کرده‌است و ضریب مفید استفاده از انرژی نورانی برای تولید ۲۰ تن سیب زمینی ۲% است . بالاترین اعداد مربوط به مناطقی است که هر هکتار آنها ۳۰بیلیون کالری انرژی دریافت می‌دارند و تنها ۳ درهزار از انرژی مذکور صرف تولید ، رشد و نمو گیاه می‌شود .

(البته در این تغییر و تبدیلات عامل فصل را نمی‌توان‌از نظر دور داشت) پس قسمتی از انرژی نورانی که‌به‌صورت انرژی پتانسیل‌درگیاه‌ذخیره می‌شود بسیار ناچیز است ، زیراکه‌مقداری ازآن‌توسط جذب برگی از دست می‌رود ، قسمتی دیگر درتبخیر و تعریق حیف و میل می‌شود و از طرف دیگر قسمت محدودی از طیف نورانی در نمو دخالت دارد .

بعنوان مثال حرارت متوسط سوخت بر حسب کیلوکالری‌بر کیلوگرم برای برخی‌از تولیدات کشاورزی بشرح زیر است :

غلات :	دانه ۳۰۰۰	کاه= ۱۶۰۰
چغندر علوفه‌ای	۴۰۰	
" " قند	۸۰۰	
سیب‌زمینی (غده)	۹۶۰	
" " " (شاخ‌وبرگ)	۲۲۰۰	

نتیجه گیری : کاه = ۱۶۰۰

بطور خلاصه اگر میزان انرژی را ۱۰۰ فرض نمائیم توزیع آن بشرح زیر خواهد بود :

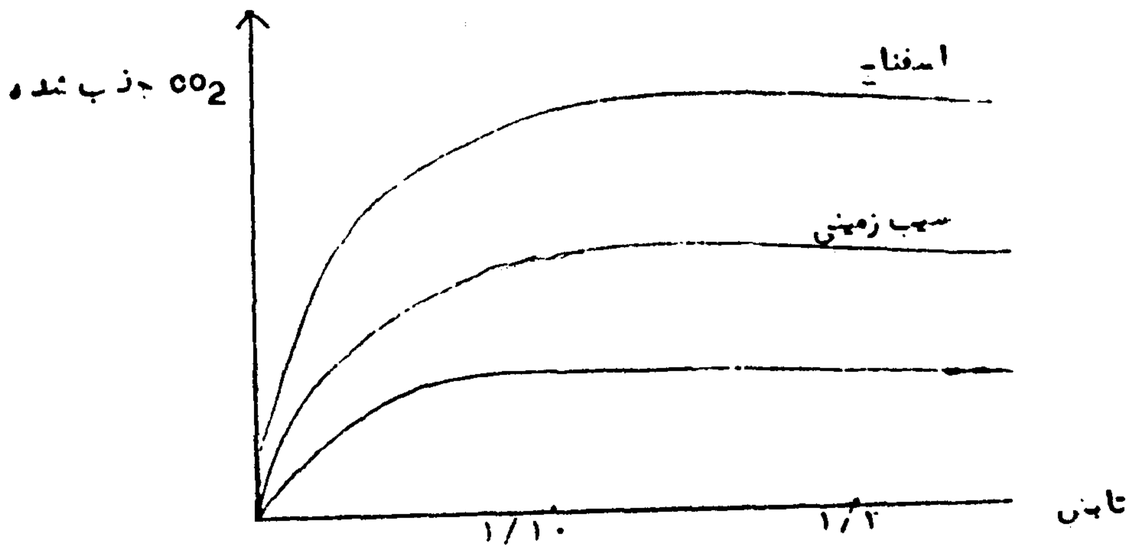
انرژی مصرف شده برای فتوسنتز	۰/۶۶
" " " " " تعرق	۴۸/۳۹
" " منتقل شده توسط برگها	۳۱/۴۰
" " از دست رفته بوسیله تابش	۱۹/۵۵
جمع	۱۰۰

اگرطول‌موج‌های‌مختلف‌نوردر اعمال فتوسنتزوفتوپریودیسم درنظرگرفته شود ملاحظه می‌شود که طیف نورانی به یکسان‌مورد استفاده قرار نمی‌گیرد :

طیف	اشعه x	ماوراءبنفش	بنفش	آبی	زرد	قرمز	ماودن قرمز
طول‌موج برحسب میکرون	۰/۱۲	۰/۲۵ ۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۹	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۷۴ ۲
			تابش قابل رویت				
مهمترین اثر زیستی	مخرب	نامعین	فتوپریودیسم		فتوسنتز		اثر حرارتی

شدت‌تابش با ارتفاع رابطه مستقیم دارد و به همین‌دلیل شدت‌تابش در ارتفاع ۱۸۰۰ متری دو برابر شدت تابش درسطح دریاست .

هر چه شدت تابش بیشتر باشد عمل‌کربن‌گیری بیشتراست و پس از میزان اپتیممی به سمت مجانب میل می‌کند و هر گاه میزان شدت تابش از تعداد معینی تجاوز کرد ممکن‌است که روی گیاهان اثر سوئی نداشته باشد ولی روی تک سلولی‌هاو روی سلولهایی با اعمال ظریف و دقیق (نظیرسلولهای بینائی) اثر نامطلوب خواهد گذاشت .



درنتیجه‌هرچه‌میزان‌ان Co_2 محیط وشدت‌تابش* (۱) بیشتر باشدعمل‌کربن‌گیری بیشتر خواهد بود و اگر میزان Co_2 نیزازحد اپتیمم تجاوز کرد عمل جذب کربن ثابت مانده و کم کم نیز رو به کاهش می‌رود این پدیده در حفظ محیط‌زیست بسیار حائز اهمیت‌است‌زیرا وجود عناصر آلوده‌کننده هوا باعث‌پائین‌آمدن شدت‌تابش‌می‌شود و در نتیجه کربن‌گیری مختل خواهدشدکمبود و یا زیاد بود Co_2 نیز در عمل‌کربن‌گیری دخالت داشته و در هر دومورد‌آلوده‌کننده‌محیط زیست‌نبات‌است‌جلوگیری ازتسطیح‌های بی‌رویه بمنظور شهرسازی و ایجاد فضاهای سبز از عوامل کنترل کننده Co_2 هوابوده‌که در تقریرهای آینده به بحث‌گذاشته‌خواهد شد .

---

(۱) (*) شدت نوری‌که‌ازیک شمع استاندارد در فاصله یک‌متری دیده‌می‌شود واحدتابش‌نامید و یک لوکس آیند کاملی واحدشدت نور L متر/ شمع Meter Candle Bougienmetre نامند .

منابع مورد استفاده:

1. A. Demolon. Croissanse des vegelaux cultives, P. 45, Ed. Dunod, 1956.
2. A. Dufrenoy. C. R. AC. Sc. 1952p. 639-640. Shirley Amer. J. Bot 1931 P. 725.
3. Ch Maurin Etude pratique des rayonnements solaire, atmosphrique , et terrestre, Ed. Gautier - Villard 1967.
4. Wilsic C.P. Crop Production and Distribution, P. 222 - 242 Ed. Freeman. 1962.

۵ ــ میمندی‌نژاد ــ محمد جواد ۱۳۵۴ بوم شناسی زراعی ــ انتشارات دانشگاه تهران شماره ۱۷۶۰

۶ ــ مجله دانشمند ۱۳۵۴ شماره ۱۱ صفحه ۱۱ و ۱۴۳

۷ ــ عطائی ــ منصور ۱۳۴۶ زراعت عمومی ــ انتشارات دانشگاه تهران .