

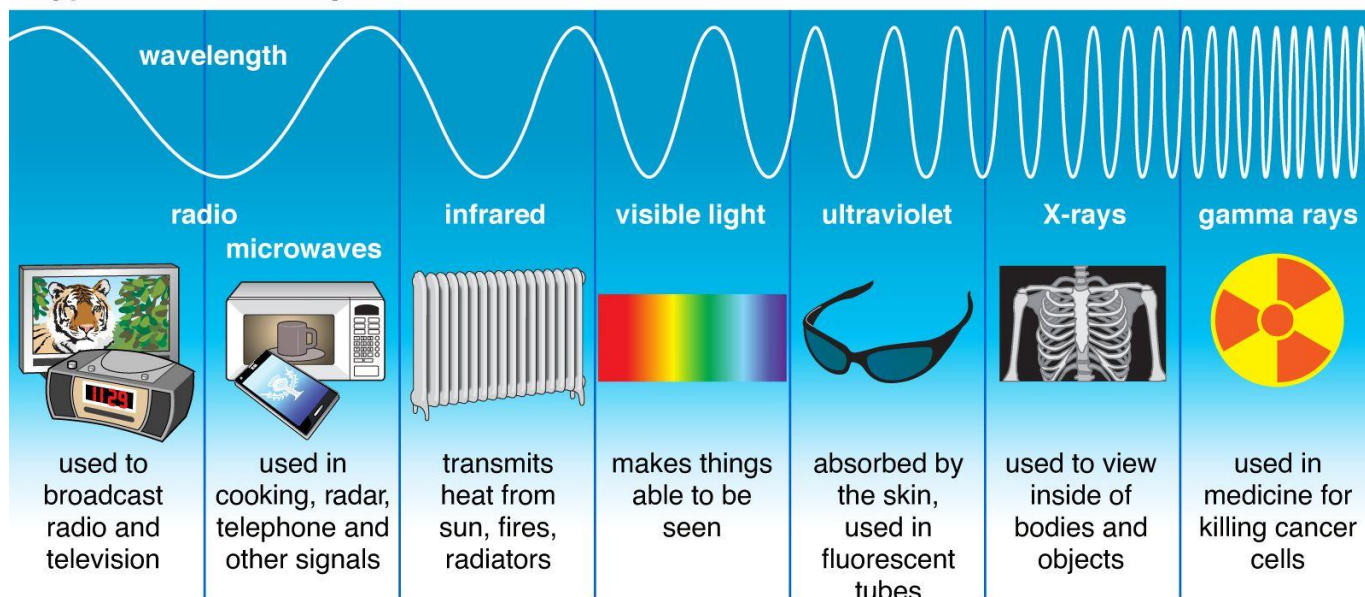
با خواندن این مقاله خواهید فهمید:

- چرا آسمان به رنگ آبی دیده می شود.
- چرا در غروب و طلوع آفتاب آسمان به رنگ قرمز و نارنجی دیده می شود.
- چرا با اینکه طول موج نور فرابنفش کم و انرژی و قدرت نفوذ آن بیشتر است، اما نمی تواند به داخل زمین نفوذ کند.
- چرا با اینکه نور آبی قدرت نفوذ بیشتر دارد ولی سطح دریاها آبی است
- چرا در بخش های عمیق دریاها و اقیانوس ها همه چیز آبی و سبز بنظر می آید.
- چرا علیرغم انرژی کمتر، نفوذ نور قرمز در خاک بیشتر از نور آبی است.
- چرا برای رشد بذر به نور آبی نیاز داریم،
- چرا تصویربرداری باکیفیت از بدن توسط نور با طول موج کمتر صورت می گیرد.
- چگونه نور UVC باعث ضدعفونی می شود.



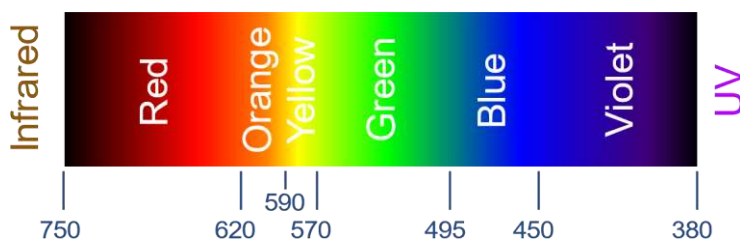
امواج الکترومغناطیس رنج طول موج وسیعی را از امواج گاما (پایین ترین طول موج) تا امواج رادیویی (بالا ترین طول موج) شامل می شود که نور مرئی در محدوده ۴۰۰ نانومتر تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارد.

Types of Electromagnetic Radiation



شکل ۱- رنج وسیع طول موجی امواج الکترومغناطیس

نور قرمز و نور آبی هر دو اشکال نور مرئی هستند که نوعی تابش الکترومغناطیسی محسوب می شوند. آنها بخشی از طیف الکترومغناطیسی هستند که در محدوده نزدیک، دارای انواع دیگری از نور مانند نور ماوراء بنفش (UV)، نور مادون قرمز (IR) و غیره هستند.



شکل ۲- محدوده رنج نور مرئی و نورهای نزدیک به آن

Color	Wavelength Range (nm)
Red	620–750
Orange	590–620
Yellow	570–590
Green	495–570
Blue	400–495
Violet	380–450

از نظر انرژی، نور آبی انرژی بیشتری نسبت به نور قرمز دارد. انرژی فوتون نور با فرکانس آن نسبت مستقیم و با طول موج آن نسبت معکوس دارد. نور آبی فرکانس بالاتر و طول موج کوتاه تری نسبت به نور قرمز دارد، به این معنی که انرژی بیشتری به ازای هر فوتون حمل می کند. طول موج کمتر انرژی بیشتر.

$$\lambda \downarrow \quad E \uparrow$$

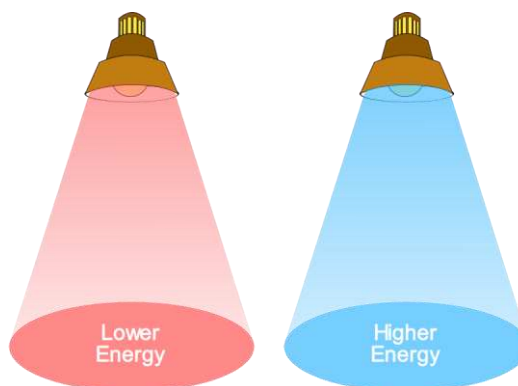
The Relationship between Energy
(E), Frequency (ν), Wavelength
(λ), and Planck's Constant (h)

$$E = h\nu$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$



شکل ۳- طول موج کمتر، انرژی بیشتر

* برای روشن شدن نور آبی نیاز به انرژی بیشتری نسبت به نور قرمز دارد.

* نور آبی طول موج کوتاهتر و فرکانس بالاتری نسبت به نور قرمز دارد.

* نور آبی انرژی بیشتری نسبت به نور قرمز دارد، به این معنی که می تواند به طور موثرتری نسبت به نور قرمز به مواد خاصی نفوذ کند. این ویژگی اغلب در کاربردهای مختلف علمی و فناوری مورد استفاده قرار می گیرد.

به عنوان مثال، در تصویربرداری پزشکی و میکروسکوپ، از نور آبی می توان برای نفوذ و روشن کردن بافت ها یا نمونه های خاصی استفاده کرد که ممکن است به طور موثر نور قرمز به آنها نفوذ نکند. نور آبی همچنین در برخی از انواع بازرسی های صنعتی و فرآیندهای کنترل کیفیت استفاده می شود، جایی که انرژی بالاتر امکان تفکیک بهتر و تشخیص جزئیات دقیق را فراهم می کند.

نور آبی و قرمز در تصویربرداری

در تصویربرداری پزشکی، از نور با طول موج مختلف برای اهداف مختلف استفاده می‌شود. انتخاب رنگ نور و طول موج به نوع مورد نظر تصویربرداری و اهداف مطلوب بستگی دارد. این تصاویر می‌توانند با استفاده از انواع مختلف تجهیزات تصویربرداری پزشکی به دست آیند. در ادامه تعدادی از مثال‌های شائع از رنگ‌ها و طول‌های موج مورد استفاده در تصویربرداری پزشکی آورده شده است:

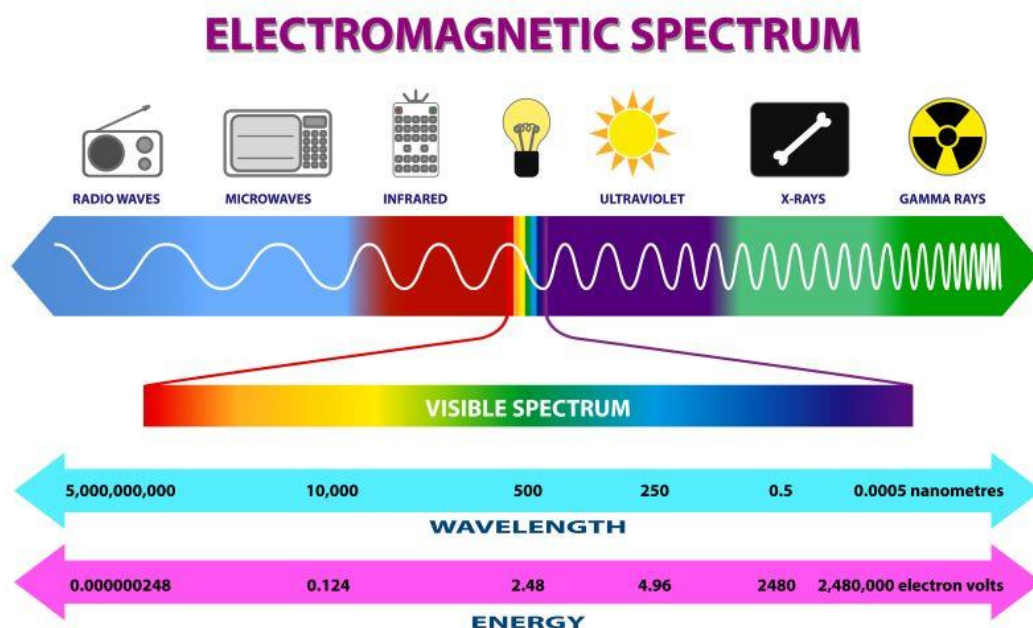
- **اشعه X:** این اشعه‌ها با طول موج کوتاه‌تر از نور مرئی (کمتر از 0.01 نانومتر) استفاده می‌شوند. آن‌ها به عنوان یکی از ابزارهای مهم در تصویربرداری پزشکی برای تشخیص بیماری‌ها و مشاهده ساختارهای داخلی بدن مانند استخوان‌ها و دندان‌ها به کار می‌روند. امواج نور می‌توانند تصاویری با وضوح بالا ایجاد کنند. طول موج اشعه X کمتر از نور فرابنفش است لذا انرژی بیشتری دارد. پرتوهای ایکس پارانرژی با نفوذ به اعماق بافت و ایجاد تصاویری با وضوح بالا، حالت خاصی را تشکیل می‌دهند.

- **اشعه ماورای بنفش (UV):** این نوع نور دارای طول موج کوتاه‌تر از نور مرئی است و معمولاً در تصویربرداری دندان پزشکی برای تشخیص مشکلات دندانی استفاده می‌شود.

- **نور مرئی:** در بسیاری از تصویربرداری‌های پزشکی، نور مرئی با انواع مختلف رنگ‌ها به کار می‌رود. مثلاً در اسکوپ گوارشی، نور سفید یا نور مونوکروم رنگی مختلف استفاده می‌شود تا بازتاب از بافت‌های داخلی بدن را نمایان کند.

- **نور مادون قرمز (IR):** این نوع نور با طول موج بلندتر از نور مرئی (بین 700 تا 1000 نانومتر) به کار می‌رود و معمولاً در تصویربرداری ترموگرافی برای اندازه‌گیری دما و تغییرات گرمایی در بدن انسان استفاده می‌شود.

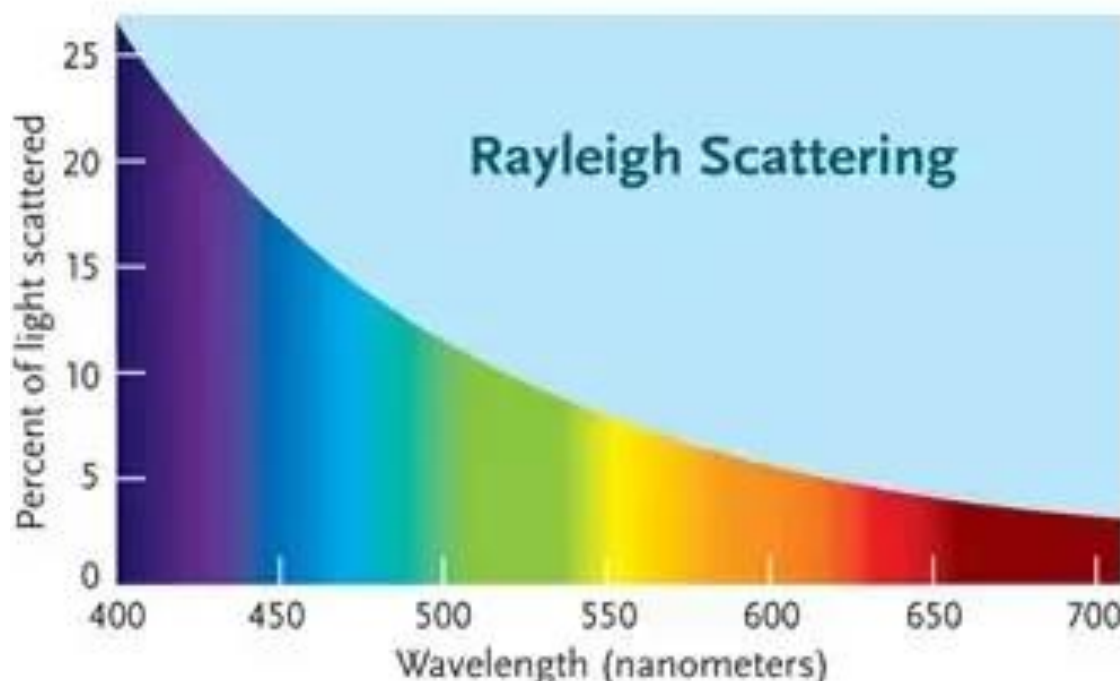
انتخاب رنگ و طول موج نور در تصویربرداری پزشکی به اهداف خاصی که می‌خواهید، بستگی دارد. هر نوع نور می‌تواند اطلاعات مختلفی را از بدن انسان یا نمونه‌های دیگر نشان دهد و در تشخیص بیماری‌ها و مشکلات بهداشتی مفید باشد.



شکل ۴- امواج ایکس و فرابنفش در تصویربرداری استفاده می‌شوند

نکته مهم- با این حال، توجه به این نکته مهم است که توانایی نور برای نفوذ به یک ماده نه تنها به انرژی (طول موج) آن، بلکه به عوامل دیگری مانند ترکیب، ضخامت و خواص نوری ماده نیز بستگی دارد. در برخی موارد، بسته به این عوامل، نور قرمز حتی ممکن است در نفوذ به مواد خاص در مقایسه با نور آبی موثرتر باشد (در شرایط معمولی نور آبی انرژی بیشتر و نفوذ بیشتری دارد).

در سناریوهای روزمره، مانند عبور نور از آب، خاک یا هوا، نور قرمز و آبی هر دو می توانند به درجات مختلفی نفوذ کنند. توجه به این نکته بسیار مهم است که نور آبی به دلیل طول موج کوتاه تر، عموماً بیشتر پراکنده می شود. به همین دلیل است که آسمان در طول روز آبی به نظر می رسد، زیرا طول موج های کوتاه تر نور آبی بیشتر توسط جو پراکنده می شود. منحنی زیر درصد پراکندگی نورهای مختلف را نشان می دهد.



شکل ۵- درصد پراکندگی انواع نور

بنابراین، در حالی که نور آبی انرژی بالاتری دارد و می تواند به طور موثرتری نسبت به نور قرمز به مواد خاصی نفوذ کند، ویژگی های نفوذ خاص می تواند تحت تأثیر ترکیبی از عواملی فراتر از طول موج نور باشد.

پراکندگی نور در طول موج آبی به پدیده ای اشاره دارد که نور با طول موج کوتاه تر (معمولاً در محدوده طیفی آبی) توسط مواد مختلفی پراکنده می شود. این پراکندگی نور آبی به علت اختلاف سرعت نور در محیط های مختلف و انکسار نور در مواد مختلف ایجاد می شود.

در پراکندگی نور، نور وارد یک ماده می شود و به سطوح و ذرات مختلف در محیط برخورد می کند. این برخوردها باعث تغییر جهت نور می شود. بیشتر مواد در مقابل نور آبی بیشتر از نور قرمز و سایر طول موج ها پراکنده می شوند، این به این دلیل است که نور آبی دارای طول موج کوتاه تر است و انرژی بیشتری دارد.

یکی از نمونه های روزمره پراکندگی نور آبی می تواند آسمان آبی در روزهای آفتابی باشد. ذرات کوچک در جو زمین، مانند ذرات گرد و غبار یا مولکول های هوا، نور آبی را بیشتر پراکنده می کنند که به ایجاد آسمان آبی و رنگ آسمان در طول روز کمک می کند.

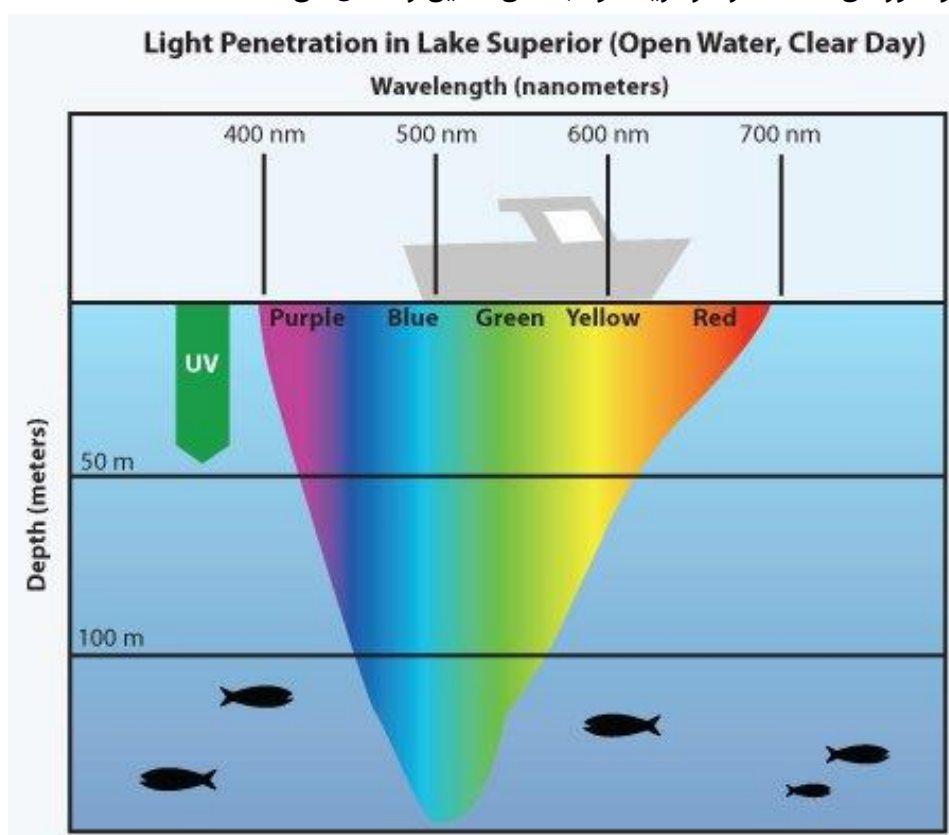
در فیزیک، این پدیده به نام پراکندگی رایلی (Rayleigh Scattering) نیز شناخته می شود و به عنوان یکی از پدیده های مهم در علم نورپردازی و فیزیک مطالعه می شود.

اثر تیندال: پدیده پراکندگی نور توسط گرد و غبار، ذرات، دود و قطرات آب معلق در هوا به صورت کلوئیدی به عنوان "اثر Tyndall" یا "Tyndall Scattering" شناخته می شود. اولین بار توسط جان تیندال در سال 1859 توضیح داده شد. شرایط اثر Tyndall، زمانی که قطر ذرات پراکنده کمی کوچکتر از طول موج نور استفاده شده باشد. نور با طول موج بلندتر بیشتر منتقل می شود در حالی که نور با طول موج کوتاه تر پراکنده تر است

رنگ دریا عمدتاً به دلیل پراکندگی نور خورشید توسط مولکول ها و ذرات آب، آبی به نظر می رسد. در حالی که رنگ آب تحت تأثیر ترکیبی از عوامل از جمله جذب و پراکندگی نور است، رنگ آبی دریا در واقع با طول موج و انرژی نور آبی مرتبط است.

نور در آب به طور selective پراکنده می شود و طول موج های خاصی از نور مرئی را جذب می کند. طول موج های بلند طیف نوری مانند قرمز، زرد و نارنجی می توانند به ترتیب تا 15، 30 و 50 متر (49، 98 و 164 فوت) نفوذ کنند، در حالی که طول موج های کوتاه طیف نوری مانند بنفش، آبی و سبز می تواند بیشتر نفوذ کنند و تا مرزهای پایینی زون افوتیک بروند. آبی در عمیق ترین قسمت های دریاها نفوذ می کند، به همین دلیل است که آب های عمیق و شفاف اقیانوس و برخی از آب های گرمسیری در بیشتر مواقع آبی به نظر می رسند. علاوه بر این، آب های شفاف تر ذرات کمتری برای تأثیرگذاری بر انتقال نور دارند و پراکندگی توسط آب خود رنگ را کنترل می کند. آب در مناطق کم عمق ساحلی دارای مقدار بیشتری از ذرات است که طول موج های نور را به طور متفاوتی پراکنده یا جذب می کنند، به همین دلیل است که آب دریا در نزدیکی ساحل ممکن است رنگ سبز یا قهوه ای بیشتری داشته باشد.

منحنی زیر میزان نفوذ نورهای مختلف را در دریاها و آب های عمیق را نشان می دهد.



شکل ۶- میزان نفوذ انواع نور در دریا

در اینجا نحوه تعامل نور با آب دریا آمده است:

1. پراکندگی نور: هنگامی که نور خورشید وارد آب می شود، طیفی از رنگ ها (طول موج ها) از بنفش تا قرمز را در بر می گیرد. با این حال، مولکول ها و ذرات آب، نور را پراکنده می کنند و این پراکندگی برای طول موج های کوتاه تر (آبی و سبز) در مقایسه با طول موج های بلندتر (قرمز و زرد) بیشتر است و لذا سطح دریاها آبی بنظر می آید.

2. انعکاس نور آبی: طول موج های آبی و سبز به احتمال زیاد پراکنده می شوند و به چشمان ما منعکس می شوند و هنگامی که از بالا مشاهده می شود، ظاهر آبی به آب می دهند. به همین دلیل است که ما رنگ دریا را آبی می بینیم.

4. عمق آب: رنگ آب بسته به عواملی مانند عمق آب، شفافیت و وجود ذرات می تواند متفاوت باشد. در آب های کم عمق، جایی که بستر دریا می تواند نور را بازتاب دهد، ممکن است رنگ بیشتر فیروزه ای یا آبی مایل به سبز به نظر برسد. در آب های عمیق تر و شفاف تر، رنگ آبی می تواند بارزتر باشد. به علاوه، عواملی مثل پلانکتون و آلگها نیز می توانند به تغییر رنگ دریاها کمک کنند. برای مثال، وجود جلبک ها و پلانکتون ها می تواند در تغییر رنگ دریا تأثیر داشته باشد.

5. انرژی و طول موج: نور آبی در مقایسه با طول موج های بلندتر مانند قرمز و زرد دارای طول موج نسبتاً کوتاه و انرژی بالاتری است. در حالی که این در فرآیند پراکندگی نقش دارد، رنگی که ما درک می کنیم نتیجه فعل و انفعالات پیچیده ای است که هم پراکندگی و هم جذب نور را شامل می شود.

به طور خلاصه، رنگ آبی دریا تحت تأثیر موضوع پراکندگی در نور خورشید است، با طول موج های کوتاه تر مانند آبی که بیشتر پراکنده می شوند و به چشمان ما منعکس می شوند و ظاهر آبی خود را به آب می دهند. در حالی که انرژی و طول موج نور آبی به این پدیده کمک می کند، ترکیبی از عوامل است که در نهایت رنگ دریا را تعیین می کند.

اگر در عمق دریا یا اقیانوس دچار ویریزی شوید چون نور قرمز به داخل اعماق دریا نفوذ نمی کند لذا نور قرمزی وجود ندارد که از خون به چشم انسان منعکس شود و در نتیجه به رنگ سبز دیده می شود.



شکل ۷- عدم وجود نور قرمز در اعماق دریا

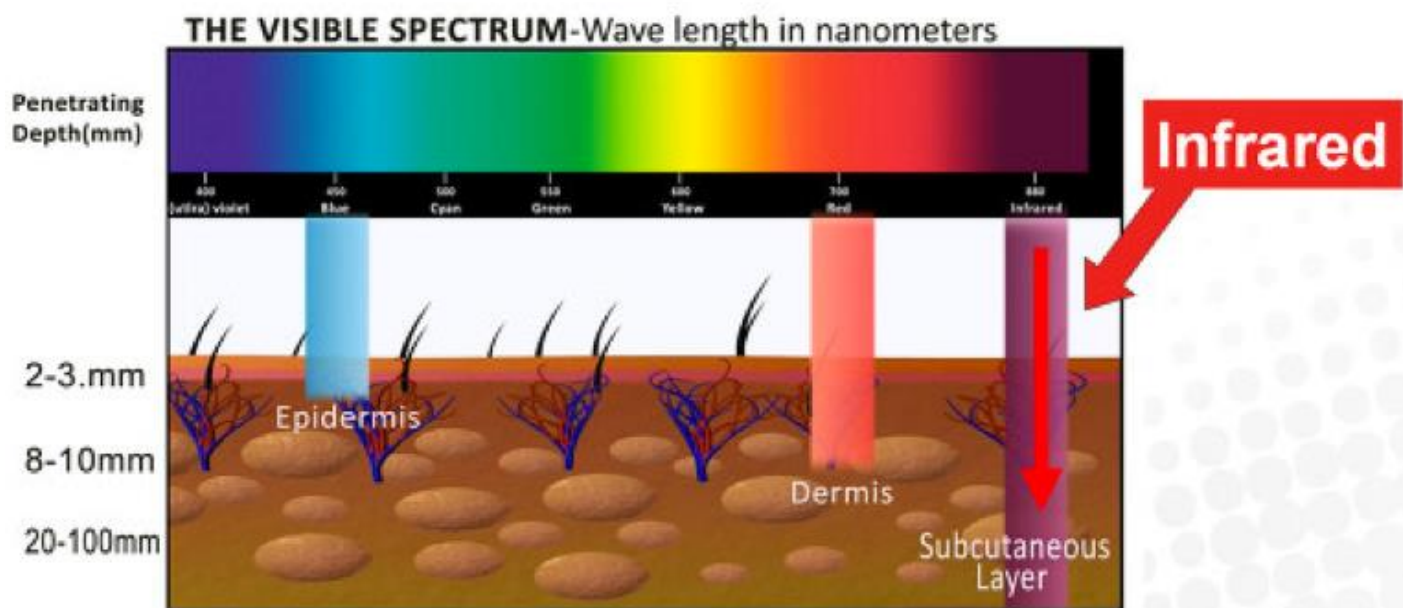
پس:

۱- سطح دریاها بدلیل پراکندگی نور با طول موج پایین، آبی دیده می شوند .

۲- نور آبی همچنین به دلیل طول موج کم انرژی بیشتری داشته و بیشتر در اعماق نفوذ می کند و به همین دلیل اجسام در عمق بالا نزدیک رنگ آبی و سبز دیده می شوند.

وقتی صحبت از نفوذ خاک به میان می آید، برهمکنش بین نور و خاک پیچیده است و به عوامل متعددی از جمله ترکیب خاک، رطوبت، اندازه ذرات و محتوای مواد آلی شدت و طیف نور و سایر شرایط محیطی بستگی دارد.

به طور کلی، رنگ های مختلف نور به دلیل سطوح مختلف انرژی و نحوه تعامل آنها با ذرات خاک، به اعماق مختلف نفوذ می کند. نور آبی انرژی بالاتر و طول موج کوتاه تری دارد که می تواند در مقایسه با نور قرمز منجر به نفوذ بهتر در خاک شود. با این حال، توجه به این نکته مهم است که حتی نور آبی نیز ممکن است به عمق خاک نفوذ نکند، به خصوص در مواردی که خاک های متراکم تر یا فشرده تر هستند.



شکل ۸- میزان نفوذ انواع نور در خاک

به طور کلی مطابق شکل فوق، طول موج های بلند (far red) طیف نور مرئی، عمیق تر به خاک نفوذ می کنند، طول موج های کوتاه (آبی) در سطوح کم عمق تر از بین می روند. فوتون های نوری با طول موج های قرمز و far red می توانند عمیق تر از فوتون های نور آبی نفوذ کنند. دلایل اصلی این امر به شرح زیر است:

- **میزان جذب:** مواد خاکی معمولاً نور آبی را بیشتر جذب می کنند تا نور قرمز. این به معنای این است که نور آبی با سرعت بیشتر توسط مواد خاکی جذب می شود و به صورت انرژی حرارتی منتقل می شود. این تغییر جذبی باعث می شود که نور آبی به میزان کمتری به عمق خاک نفوذ کند.

- **طول موج:** نور آبی دارای طول موج کوتاه تری نسبت به نور قرمز است. طول موج کوتاه تر نور آبی باعث انکسار بیشتری می شود و در نتیجه با سرعت بیشتر از مسیر مستقیم خود منحرف می شود. این انکسار باعث کاهش میزان نفوذ نور آبی به عمق خاک می شود.

- **ویژگی های مواد خاکی:** خاک ها معمولاً دارای مواد معدنی و آلی مختلفی هستند که هر کدام ویژگی های خاصی نسبت به نور دارند. برخی از مواد خاکی ممکن است به نور قرمز بیشتری اجازه نفوذ دهند و برخی دیگر به نور آبی.

در کل، ترکیب عواملی مانند جذب نور توسط مواد خاکی، طول موج نور، و ویژگی های طیفی نور باعث می شود که میزان نفوذ نور قرمز در خاک بیشتر از نور آبی باشد. این ویژگی مهمی برای فهم رفتار نور و حرارت در محیط خاک و باغبانی است.

در اینجا یک نمای کلی از نحوه تعامل رنگ های مختلف نور با خاک رشد و کشاورزی آورده شده است:

1. نور آبی: نور آبی به دلیل انرژی بالاتر می تواند تا حدی به لایه های بالایی خاک نفوذ کند. بسته به خواص خاک ممکن است بتواند به عمق چند سانتی متری یا بیشتر برسد.

2. نور سبز: نور سبز نیز نور مرئی است، اما تا حد زیادی توسط کلروفیل برگ های گیاه جذب می شود. ممکن است تا عمق محدودی مانند نور آبی در خاک نفوذ کند.

3. نور قرمز: نور قرمز توسط کلروفیل گیاهان جذب می شود و ممکن است مانند نور آبی یا سبز به خاک نفوذ نکند.

4. نور مادون قرمز و قرمز دور: نور مادون قرمز و قرمز دور نسبت به نور مرئی دارای طول موج بیشتر و انرژی کمتری هستند. آنها اغلب در سنجش از دور و کاربردهای کشاورزی برای تجزیه و تحلیل خواص خاک استفاده می شوند، اما معمولاً به عمق خاک نفوذ نمی کنند.

5. نور فرابنفش (UV): نور ماوراء بنفش انرژی بالاتری نسبت به نور مرئی دارد، اما به طور معمول توسط مواد آلی در لایه های بالایی خاک جذب می شود و خیلی عمیق نفوذ نمی کند.

به خاطر داشته باشید که فعل و انفعالات خاص بین نور و خاک می تواند بر اساس ویژگی های خاص خاک، مانند محتوای مواد معدنی، سطح رطوبت و تراکم آن متفاوت باشد. رنگ های مختلف نور ممکن است در مطالعات علمی یا اقدامات کشاورزی برای بررسی خواص خاک مورد استفاده قرار گیرد، اما عمق نفوذ در نهایت به ویژگی های منحصر به فرد خاک بستگی دارد.

نور آبی در مراحل اولیه رشد گیاه از جمله جوانه زنی، استقرار نهال و رشد رویشی اهمیت ویژه ای دارد. نقش مهمی در شکل دادن به رشد اولیه گیاه و ایجاد یک پایه قوی برای مراحل بعدی رشد دارد. این ترجیح برای نور آبی نسبت به نور قرمز در این مراحل بر اساس نحوه واکنش گیاهان به طول موج های مختلف نور از طریق فرآیندی به نام فوتومورفوژنز است. در ادامه مراحل رشدی که در آن نور آبی اهمیت ویژه ای دارد آورده شده است.

نور آبی در مراحل اولیه رشد گیاه و شکل دهی به رشد اولیه مهم است

در طول مرحله رشد بذر، به دلایل زیر نور آبی مفید است:

1. فتومورفوژنز، جوانه زنی و رشد گیاهچه: نور آبی یک محرک کلیدی فتومورفوژنز است که به فرآیندی اشاره دارد که طی آن گیاهان به نور پاسخ می دهند و رشد و نمو خود را بر این اساس اصلاح می کنند. در طول جوانه زنی و مراحل اولیه گیاهچه، نور آبی به تنظیم فرآیندهای مهم مانند افزایش طول هیپوکوپل، رشد ریشه و معماری کلی گیاه کمک می کند. نور آبی به تحریک آنزیم هایی کمک می کند که مواد مغذی ذخیره شده در دانه را تجزیه می کنند و منجر به جوانه زدن و ظهور گیاهچه می شود.

2. ازدیاد طول هیپوکوتیل و رشد ساقه: نور آبی از کشیدگی هیپوکوتیل (ساقه جنینی) جلوگیری می کند و نهال های کوتاه تر و فشرده تر را ترویج می کند. این به جلوگیری از بلند شدن و ضعیف شدن بیش از حد نهال ها کمک می کند. نهال های فشرده برای بیرون آمدن از خاک و مقاومت در برابر استرس های محیطی مجهزتر هستند.

3. رشد ریشه: نور آبی همچنین بر رشد ریشه تأثیر می گذارد و به رشد یک سیستم ریشه قوی و سالم کمک می کند. این برای نهال ها برای ایجاد پایه ای پایدار برای جذب مواد مغذی و آب از خاک بسیار مهم است.

4. فتوتروپیسم: فتوتروپیسم رشد جهت دار گیاهان در پاسخ به نور است. نور آبی به ویژه در تأثیرگذاری بر نورتروپیسزم مؤثر است و به گیاهچه ها کمک می کند تا رشد خود را به سمت منبع نور هدایت کنند. این برای بهینه سازی جذب نور در مراحل اولیه زمانی که نهال ها از خاک بیرون می آیند مهم است. در مرحله نهال، نور آبی برای تقویت رشد ریشه قوی، رشد فشرده و محکم ساقه، و استقرار کلی گیاه جوان ضروری است. این گیاهچه را تشویق می کند تا به سمت منبع نور رشد کند و شانس فتوسنتز و بقای آن را بهینه می کند.

5. تنظیم روزه: نور آبی در تنظیم روزه نقش دارد و بر تبادل بخار آب و تعرق تأثیر می گذارد. کنترل روزه ای مناسب برای تعادل آبی نهال ها، به ویژه در هنگام بیرون آمدن از خاک، حیاتی است. علاوه بر این، نور آبی باز شدن روزه ها را تنظیم می کند، که منافذ ریز روی برگ ها هستند که هم از دست دادن آب و هم جذب دی اکسید کربن را کنترل می کنند. به طور کلی، برای فتوسنتز کاملاً کاربردی، تنها به شدت کم آبی در طیف نور نیاز است.

6. تولید کلروفیل: نور آبی نقش مهمی در ترویج تولید کلروفیل در گیاهان دارد. کلروفیل برای فتوسنتز ضروری است، فرآیندی که طی آن گیاهان انرژی نور را به انرژی شیمیایی تبدیل می کنند تا رشد و نمو خود را تامین کنند. تولید کافی کلروفیل برای نهال های قوی و سالم ضروری است.

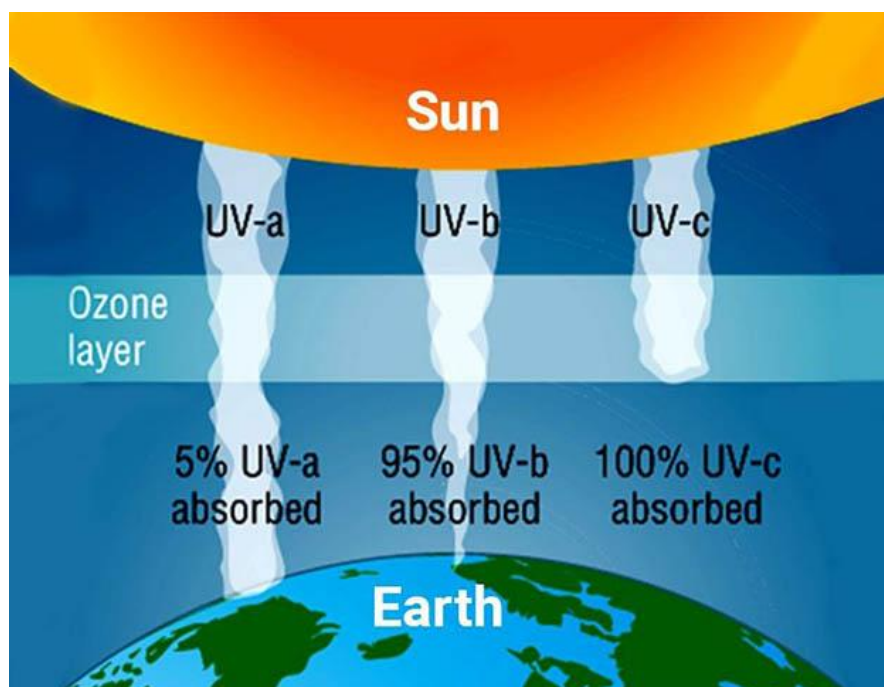
7. رشد فشرده و رشد برگ: نور آبی باعث رشد کوتاه تر و فشرده تر می شود که منجر به نهال های فشرده تر و محکم تر می شود. این می تواند در جلوگیری از ساق پا یا ضعیف شدن نهال ها مفید باشد، که در صورت دریافت نور کافی یا نور با طیف نامناسب ممکن است اتفاق بیفتد.

8. گسترش و ضخامت برگ: نور آبی می تواند به رشد برگ های ضخیم تر و افزایش انبساط برگ کمک کند. این برای به حداکثر رساندن سطح گیاه برای جذب نور و فتوسنتز مهم است.

شایان ذکر است که گیاهان از ترکیبی از طول موج های مختلف نور از جمله آبی و قرمز برای رشد و نمو خود استفاده می کنند. نور قرمز در مراحل فتوسنتز، گلدهی و میوه دهی نیز نقش کلیدی دارد. اهمیت نسبی نور آبی و قرمز بسته به نیازهای خاص گونه های گیاهی و شرایط رشد می تواند متفاوت باشد. در واقع، طیف نور ایده آل برای رشد گیاه اغلب شامل ترکیب متعادلی از نور آبی و قرمز، همراه با طول موج های دیگر مانند سبز و قرمز دور است. این طیف متعادل نور طبیعی خورشید را تقلید می کند و جامع ترین محیط نور را برای رشد بهینه گیاه فراهم می کند.

در کشت های سرپوشیده یا محیط های کنترل شده، مانند هیدروپونیک، کشاورزی عمودی، یا اتاق های رشد، پرورش دهندگان اغلب طیف نور را برای ایجاد تعادل مناسب نور آبی و قرمز برای هر مرحله رشد تنظیم می کنند. این به آنها اجازه می دهد تا رشد گیاه را بهینه کنند و به نتایج مطلوبی مانند سرعت رشد سریع تر، رشد بهتر ریشه و گیاهان سالم تر دست یابند.

نور خورشید در واقع شامل طیف گسترده ای از طول موج ها از جمله اشعه ماوراء بنفش (UV)، مرئی و مادون قرمز است. توانایی طول موج های مختلف نور برای نفوذ به جو زمین تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله برهمکنش نور با مولکول ها و ذرات جو است.



شکل ۹- جذب باندهای نور فرابنفش در جو زمین

1. **UV-A، UV-B و UV-C**: اشعه ماوراء بنفش (UV) بر اساس طول موج آنها به باندهای مختلفی طبقه بندی می شود. UV-A طولانی ترین طول موج، UV-B و UV-C کوتاه ترین طول موج ها می باشند. UV-C پراورزی ترین است و در واقع به شدت توسط جو زمین جذب می شود، به ویژه توسط مولکول های ازن در لایه اوزون. در نتیجه، تقریباً تمام UV-C قبل از رسیدن به سطح جذب می شود.

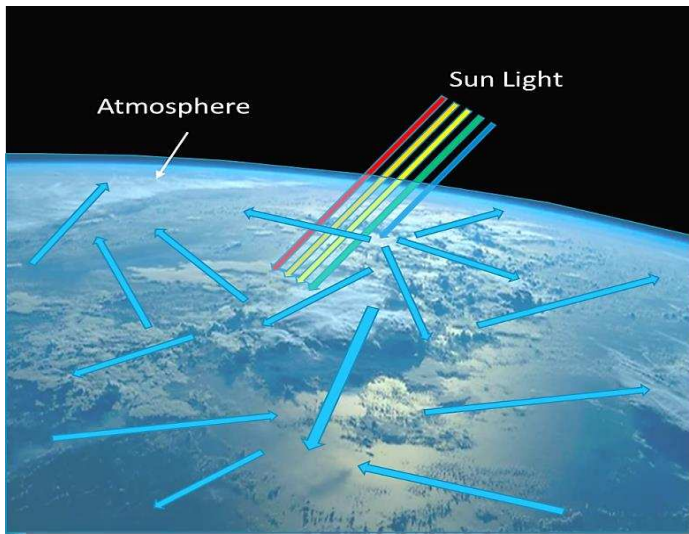
UV-B نیز تا حدی توسط جو جذب می شود، اما مقداری از آن به سطح زمین می رسد. UV-A با طول موج های طولانی تر و انرژی کمتر، کمتر تحت تأثیر جذب جوی قرار می گیرد و برای رسیدن به سطح به اتمسفر نفوذ می کند.

نور آبی با طول موج کمتر از نور قرمز، انرژی بیشتری دارد و به همین دلیل قدرت نفوذ بیشتری دارد. با این حال، نور فرابنفش با طول موج کوتاه تر از نور آبی، به دلیل جذب شدید توسط اکسیژن و ازن در جو، قادر به عبور از جو نیست. در عین حال، نور قرمز با طول موج بلندتر از نور آبی، کمتر جذب شده و به راحتی از جو عبور می کند. این لایه، حاوی غلظت بالایی از گاز ازن است که به دلیل جذب نور فرابنفش، مانع ورود بخش قابل توجهی از پرتوهای مضر خورشید به سطح زمین می شود. نور قرمز با طول موج بلندتر از نور آبی، کمتر جذب شده و به راحتی از جو عبور می کند.

2. **نور مرئی**: نور مرئی، از جمله طول موج های آبی و قرمز، نسبتاً خوب در جو زمین نفوذ می کند. به همین دلیل است که می توانیم در طول روز آسمان آبی را ببینیم (به دلیل پراکندگی نور آبی) و نور روز را تجربه کنیم. نور قرمز با داشتن طول موج بلندتر و انرژی کمتر در مقایسه با نور ماوراء بنفش، حتی کمتر تحت تأثیر جذب اتمسفر قرار می گیرد.

3. **لایه اوزون**: لایه ازن در استراتوسفر زمین نقش مهمی در جذب بخش قابل توجهی از اشعه UV-B و UV-C ایفا می کند. این جذب برای محافظت از موجودات زنده روی سطح زمین از اثرات مضر اشعه ماوراء بنفش بیش از حد مهم است.

به طور خلاصه، تفاوت در توانایی طول موج های مختلف نور برای نفوذ به جو زمین به دلیل برهمکنش نور با مولکول ها و ذرات جو است. UV-C توسط ازن جذب می شود و از رسیدن آن به سطح جلوگیری می کند در حالی که UV-B تا حدی جذب می شود. نور مرئی، از جمله طول موج های آبی و قرمز، کمتر تحت تأثیر جذب اتمسفر قرار می گیرد و می تواند در جو نفوذ کند تا به سطح برسد.



شکل ۱۰- پراکندگی نور آبی در جو زمین

نور آبی به دلیل پدیده ای به نام پراکندگی رایلی بیشتر از نور قرمز پراکنده می شود، به دلیل تعامل بیشتر نور آبی با هوا. این پدیده پراکندگی مسئول رنگ آبی آسمان در طول روز است و نقش مهمی در نحوه درک و تعامل ما با نور در جو دارد. نور آبی در تعامل با هوا بیشتر از نور قرمز پراکنده می شود و باعث ایجاد رنگ آبی آسمان می شود.

وقتی نور خورشید وارد جو می شود، پراکنده می شود. طول موج نور قرمز بیشترین است و بنابراین کمترین پراکندگی را دارد. پرتوهای بنفش به ترتیب آبی، سبز، زرد و نارنجی بیشترین پراکندگی را دارند همچنین چشم ما به نور آبی حساس تر است بنابراین آسمان را آبی می بینیم.

در زمان طلوع یا غروب خورشید، موقعیت خورشید از زمین بسیار دور است. نور خورشید مسافت بیشتری را در جو طی می کند. پراکندگی نور آبی بیشتر از نور قرمز است. در نتیجه نورهای قرمز بیشتر از نور آبی به چشم ما می رسد. از این رو طلوع و غروب خورشید قرمز به نظر می رسد.

ابرها به سطح زمین نزدیکتر هستند و حاوی ذرات غبار و مولکول های آب به اندازه های بزرگتر از طول موج نور مرئی هستند. این ذرات تمام رنگ های نور سفید فرودی از خورشید را به همان میزان پراکنده می کنند و از این رو وقتی نور پراکنده به چشم ما می رسد، ابرها سفید دیده می شوند



شکل ۱۱- رنگ قرمز و نارنجی غروب و طلوع خورشید

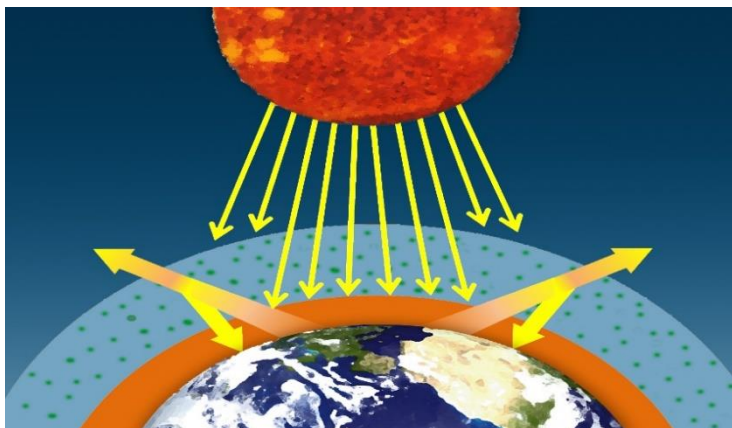
پراکندگی رایلی زمانی اتفاق می‌افتد که نور با ذرات یا مولکول‌هایی که بسیار کوچک‌تر از طول موج خود نور هستند، تعامل می‌کند. چرا نور آبی بیشتر از نور قرمز پراکنده می‌شود:

1. وابستگی به طول موج: پراکندگی رایلی در طول موج‌های کوتاه‌تر نور مؤثرتر است. مقدار پراکندگی با توان چهارم طول موج نسبت عکس دارد. این بدان معناست که طول موج‌های کوتاه‌تر، مانند نور آبی و بنفش، بیشتر از طول موج‌های بلندتر مانند قرمز و زرد پراکنده می‌شوند.

2. ذرات اتمسفر: جو زمین حاوی ذرات ریز مانند مولکول‌های نیتروژن و اکسیژن است. این ذرات بسیار کوچک‌تر از طول موج نور مرئی هستند. هنگامی که نور خورشید وارد جو می‌شود، با این ذرات برهم‌کنش می‌کند و در همه جهات پراکنده می‌شود.

3. زاویه پراکندگی: طول موج‌های کوتاه‌تر، مانند نور آبی، در همه جهات، از جمله به طرفین و به سمت بالا، پراکنده می‌شوند. به همین دلیل است که آسمان از هر جهت به چشم ما آبی به نظر می‌رسد.

4. حساسیت چشم: علاوه بر این، چشم‌های ما به نور آبی حساس‌تر هستند، که به درک ما از آسمان به عنوان آبی کمک می‌کند. سیستم بینایی ما در تشخیص طول موج‌های کوتاه‌تر نور بهتر است و این حساسیت با افزایش پراکندگی نور آبی هماهنگ است.



پدیده پراکندگی رایلی به این دلیل است که آسمان در طول روز آبی به نظر می‌رسد. هنگامی که خورشید در بالاترین سطح آسمان قرار دارد، نور مسیر کوتاه‌تری برای عبور از جو دارد که در نتیجه پراکندگی بیشتر طول موج‌های کوتاه‌تر و ظاهر آبی غالب می‌شود. با نزدیک‌تر شدن خورشید به افق، نور آن باید از قسمت بیشتری از جو عبور کند، که باعث می‌شود طول موج‌های کوتاه‌تر پراکنده شوند و طول موج‌های بلندتر (مانند قرمز و نارنجی) برجسته‌تر شوند که منجر به طلوع و غروب‌های رنگارنگ خورشید می‌شود.

نور آبی به دلیل ماهیت پراکندگی رایلی وابسته به طول موج و اندازه کوچک ذرات اتمسفر نسبت به طول موج‌های نور مرئی، بیشتر از نور قرمز پراکنده می‌شود.

به طور خلاصه:

- طول موج‌های کوتاه‌تر مانند آبی که بیشتر پراکنده می‌شوند و به چشمان ما منعکس می‌شوند و ظاهر آبی خود را به آب می‌دهند، نور آبی بیشتر از نور قرمز در آب دریاها نفوذ می‌کند.
- نور آبی در مقایسه با نور قرمز مؤثرتر در خاک نفوذ می‌کند، که می‌تواند بر رشد و نمو گیاه تأثیر بگذارد، به ویژه از نظر رشد ریشه و ویژگی‌های مورفولوژیکی خاص، اما نور قرمز بیشتر در خاک نفوذ می‌کند.
- نور آبی در تعامل با هوا بیشتر از نور قرمز پراکنده می‌شود و باعث ایجاد رنگ آبی آسمان می‌شود و مواد تشکیل دهنده لایه ازن با جذب نور فرابنفش، جلو ورود نور با طول موج کمتر از آبی را می‌گیرد.

1. طول موج کوتاهتر و انرژی بیشتر: نور آبی عمیق در مقایسه با رنگهای دیگر در طیف مرئی، از جمله نور قرمز دور، در واقع طول موج کوتاهتر و انرژی بالاتری دارد.

2. نفوذ: نور آبی، از جمله Deep Blue، می تواند به طور موثرتری نسبت به نور با طول موج بلندتر به مواد خاصی نفوذ کند. این به دلیل انرژی بالاتر آن است که به آن اجازه می دهد تا راحت تر با مولکول ها و ذرات تعامل داشته باشد. در زمینه رشد گیاه، نور آبی عمیق می تواند به برگ ها نفوذ کند و به فتوسنتز در لایه های پایینی بافت های گیاهی کمک کند.

3. پراکندگی: نور آبی، از جمله آبی عمیق، در مقایسه با نور با طول موج بلندتر مانند قرمز و قرمز بسیار بیشتر در جو پراکنده می شود. به همین دلیل است که آسمان در طول روز آبی به نظر می رسد - نور آبی توسط ذرات اتمسفر در همه جهات پراکنده می شود و آن را از زوایای مختلف قابل مشاهده می کند.

4. نور Far Red: از طرف دیگر نور قرمز دور در مقایسه با نور آبی عمیق طول موج بیشتری دارد و انرژی کمتری دارد. این به دلیل نقشش در تنظیم رشد گیاه، از جمله تأثیر آن بر فتومورفوزن گیاهان (نحوه رشد و تکامل گیاهان در پاسخ به نور) شناخته شده است.

به طور خلاصه توجه به این نکته مهم است که اصطلاحات "نفوذ" و "پراکندگی" می توانند بر اساس زمینه ای که در آن استفاده می شوند تأثیرات متفاوتی داشته باشند. در زمینه نور و برهمکنش آن با جو یا مواد، پراکندگی به تغییر جهت نور در جهات مختلف و نفوذ به توانایی نور برای عبور یا جذب توسط یک ماده اشاره دارد. علاوه بر این، اثرات رنگ های مختلف نور، از جمله آبی تیره و قرمز دور، بسته به فرآیندهای بیولوژیکی، شیمیایی یا فیزیکی خاصی که در نظر گرفته می شوند، می توانند متفاوت باشند.

در کاربردهای پزشکی، نور مادون قرمز (IR) و اشعه ماوراء بنفش (UV) کاربردها و مزایای خاصی دارند:

نور مادون قرمز (IR)

1. **تسکین و التیام درد:** درمان با نور مادون قرمز که به عنوان لیزر درمانی سطح پایین (LLLT) یا photobiomodulation نیز شناخته می‌شود، برای ترویج بهبود بافت، کاهش التهاب و تسکین درد برای شرایطی مانند آرتریت، آسیب‌های اسکلتی عضلانی و درد مزمن استفاده می‌شود.
2. **التیام زخم:** نور مادون قرمز می‌تواند با افزایش جریان خون، تحریک تولید کلاژن و تسريع ترميم بافت، بهبود زخم را افزایش دهد. برای زخم‌های دیابتی، زخم‌های فشاری و زخم‌های جراحی استفاده می‌شود.
3. **پوست:** از نور مادون قرمز برای درمان‌های پوستی مانند بهبود رنگ و بافت پوست، کاهش چین و چروک و رفع آکنه استفاده می‌شود. اغلب در روش‌های زیبایی و درمان‌های آبگرم گنجانده می‌شود.
4. **تصویربرداری تشخیصی:** تصویربرداری مادون قرمز، همچنین به عنوان ترموگرافی شناخته می‌شود، برای تصویربرداری غیر تهاجمی از تغییرات دمای بدن استفاده می‌شود. می‌تواند به تشخیص بیماری‌هایی مانند سرطان سینه و اختلالات عروقی کمک کند.

اشعه ماوراء بنفش (UV)

1. **خواص ضد عفونی:** طول موج UVC کوتاه‌ترین طول موج را دارد که معمولاً بین 100 تا 280 نانومتر (nm) متغیر است. به دلیل طول موج کوتاه، پرتوهای UVC در مقایسه با پرتوهای فرابنفش با طول موج بلندتر مانند UVA و UVB انرژی بیشتری را حمل می‌کنند. اشعه UVC به دلیل طول موج کوتاه‌تر، انرژی بالاتر و توانایی آن در آسیب رساندن به مواد ژنتیکی DNA و RNA میکروارگانیسم‌ها، از جمله باکتری‌ها، ویروس‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا، به ویژه در ضد عفونی موثر است. هنگامی که نور UVC توسط مواد ژنتیکی این میکروارگانیسم‌ها جذب می‌شود، می‌تواند باعث جهش یا اختلالاتی شود که مانع از تولید مثل و عملکرد صحیح آنها می‌شود. این نور UVC را به ابزاری قدرتمند برای ضد عفونی سطوح، هوا و آب تبدیل می‌کند. نور UVC برای ضد عفونی سطوح، هوا و آب در محیط‌های مختلف از جمله بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌ها، تاسیسات تصفیه آب و فضاهای عمومی حتی محصولات مصرفی استفاده می‌شود. دستگاه‌های UVC برای سطوح دوزهای کنترل شده اشعه UVC برای هدف قرار دادن و خنثی سازی موثر میکروارگانیسم‌های مضر طراحی شده‌اند.
 2. **فتوتراپی:** نور UV در درمان‌های فتوتراپی برای بیماری‌های پوستی مانند پسوریازیس، اگزما و ویتیلیگو استفاده می‌شود. قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش کنترل شده می‌تواند با کاهش التهاب و بهبود پوست به مدیریت این شرایط کمک کند.
 3. **تولید ویتامین D:** نور UVB برای تولید ویتامین D در پوست ضروری است. قرار گرفتن در معرض UVB کنترل شده برای درمان کمبود ویتامین D و شرایط مرتبط استفاده می‌شود.
 4. **تست تشخیصی:** نور UV در تست‌های تشخیصی مانند میکروسکوپ فلورسنت و طیف سنجی UV برای شناسایی و تجزیه و تحلیل مواد مختلف از جمله بیومولکول‌ها و پاتوژن‌ها استفاده می‌شود.
- توجه به این نکته مهم است که نور IR و UV هر دو دارای خطرات و مزایای بالقوه هستند و کاربرد آنها باید توسط متخصصان پزشکی واجد شرایط نظارت و مدیریت شود تا ایمنی و کارایی آن تضمین شود.
- در حالی که اشعه UVC برای ضد عفونی بسیار موثر است، اما می‌تواند برای پوست و چشم انسان نیز مضر باشد. بنابراین، هنگام کار با دستگاه‌های UVC برای جلوگیری از قرار گرفتن در معرض مستقیم، اقدامات احتیاطی ضروری است.

در نورپردازی باغبانی، هم نور قرمز دور و هم نور فرابنفش (UV) کاربردها و اثرات خاصی بر رشد و نمو گیاهان دارند:

نور قرمز دور

1. **تحریک گلدهی:** نور قرمز دور (طول موج حدود 700-750 نانومتر) نقش مهمی در تنظیم گلدهی دارد. اغلب برای القای گلدهی در گیاهان خاص، به ویژه گیاهانی که به طول روز حساس هستند (گیاهان دوره نوری) استفاده می شود. افزایش مدت زمان قرار گرفتن در معرض نور قرمز دور در طول دوره تاریکی می تواند گلدهی را تقویت کند و برای کنترل زمان گلدهی در باغبانی تجاری مفید باشد.

2. **تکمیل طیف نور:** نور قرمز دور گاهی در ترکیب با طول موج های دیگر مانند نور آبی و قرمز برای تنظیم دقیق طیف نور برای رشد و نمو مطلوب گیاه استفاده می شود. این می تواند بر مورفولوژی گیاه، از جمله افزایش طول ساقه و گسترش برگ تأثیر بگذارد.

اشعه ماوراء بنفش (UV)

1. **دفاع گیاهی و تولید فیتوشیمیایی:** نور UV، به ویژه UV-B (280-315 نانومتر)، می تواند تولید متابولیت های ثانویه مانند فلاونوئیدها و فنول ها را در گیاهان تحریک کند. این ترکیبات اغلب به عنوان مکانیسم های دفاعی در برابر عوامل استرس زای محیطی مانند اشعه ماوراء بنفش، آفات و عوامل بیماری زا عمل می کنند. قرار گرفتن در معرض UV-B می تواند منجر به افزایش طعم، عطر و کیفیت غذایی در محصولات خوراکی شود.

2. **جوانه زنی و رشد بذر:** قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش کنترل شده می تواند بر جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه تأثیر بگذارد. نور UV-A (315-400 نانومتر) به ویژه می تواند بر پاسخ های فتومورفونیک و رشد بافت های گیاهی تأثیر بگذارد.

3. **پاسخ به تنش گیاهان:** نور UV می تواند واکنش های استرسی را در گیاهان ایجاد کند و بر انعطاف پذیری و سازگاری کلی آنها تأثیر بگذارد. از درمان های UV می توان برای بررسی نحوه واکنش گیاهان به شرایط مختلف استرس استفاده کرد.

توجه به این نکته ضروری است که هم نور قرمز دور و هم نور فرابنفش فواید و اثرات بالقوه ای بر رشد گیاه دارند، اما باید با دقت و بر اساس نیازهای خاص گونه های گیاهی و اهداف رشد اعمال شوند. قرار گرفتن در معرض بیش از حد یا کنترل نشده اشعه ماوراء بنفش می تواند اثرات منفی داشته باشد و استفاده از اشعه ماوراء بنفش در باغبانی اغلب به دانش و تجهیزات تخصصی برای اطمینان از نتایج مطلوب نیاز دارد.

در انتهای مقاله خرسندیم که اعلام کنیم، بخوبی تعامل نور در محیط های مختلف را دیدید و نیاز به آنها در صنایع مختلف را متوجه شدید.

