

## اهمیت شناخت قانون حداقل لیپیگ در رشد گیاهان

قانون حداقل (مینیمم) لیپیگ که اغلب به اختصار قانون لیپیگ و یا قانون حداقلی نیز نامیده می شود یکی از یافته های اصلی علوم کشاورزی است که توسط کارل اسپیرینگل (۱۸۴۰) عنوان و سالها بعد توسط جاستین وان لیپیگ عمومیت یافت. این قانون بیان می دارد که رشد گیاه فقط توسط کل منابع در دسترس صورت نمی گیرد بلکه فاکتورهای محدود کننده همان منابعی که به میزان بسیار کم مورد نیاز گیاه هستند نیز در رشد تعیین کننده می باشند. این قانون در مورد جمعیت های زیستی و اکوسیستم ها برای مثال در مورد فاکتورهایی مانند نور و یا مواد مغذی معدنی نیز صادق است.

### کاربرد

این قانون عموماً در مورد گیاهان و رشد گیاهان بکار می رود. با بالا رفتن مقدار عناصر غذایی رشد به صورت خطی ادامه نمی یابد. فقط با افزایش مقدار عناصر محدود کننده (عناصر نادری که به مقدار بسیار کم مورد نیاز گیاه هستند) رشد گیاه بهبود پیدا می کند. این اصل را می توان به این صورت نیز خلاصه بیان کرد: دسترس بودن فراوان ترین عناصر غذایی در خاک به اندازه دسترسی یافتن به عناصر غذایی نادر در خاک مفید نیست. و یا به بیان صریح تر: یک زنجیر فقط به اندازه سست ترین حلقه خود استحکام دارد! اگرچه تشخیص فاکتورهای محدود کننده برای عملکرد گیاهان زراعی در مطالعات زیادی مورد بررسی قرار گرفته است اما روش تعیین آنها مورد انتقاد و بحث واقع گردیده است.

### کاربردهای علمی

قانون لیپیگ به جمعیت های بیولوژیکی نیز تعمیم داده شده است (و معمولاً در مدلسازی اکوسیستم ها مورد استفاده قرار میگیرد). برای مثال رشد یک ارگانیزم مانند یک گیاه ممکن است به فاکتورهای متعددی مانند نور و یا مواد غذایی بستگی داشته باشد (بعنوان مثال نیترات و یا فسفات). دسترسی به این فاکتورها نیز ممکن است متفاوت باشد مثلاً هریک از این فاکتورها در زمان خاصی نسبت به بقیه محدودکننده تر خواهد بود. قانون لیپیگ بیان می دارد که رشد فقط با میزان محدودترین فاکتور تعیین می شود (به میزان کمترین ترین فاکتور موجود رشد صورت میگیرد).

بعنوان مثال در معادله زیر رشد جمعیت (O) تابعی از حداقل سه اصطلاح میکائیل-منتون است که نشاندهنده عوامل محدودکننده (I, N, P) میباشد.

$$\frac{dO}{dt} = O \left( \min \left( \frac{\mu_I I}{k_I + I}, \frac{\mu_N N}{k_N + N}, \frac{\mu_P P}{k_P + P} \right) - m \right)$$

استفاده از این معادله تنها در زمانی که شرایط پایدار است و برهمکنش فاکتورها به شدت تحت کنترلند صحیح است.

در تغذیه انسان قانون لیبیگ توسط ویلیام کامینگ رز برای تعیین آمینو اسیدهای ضروری استفاده گردید. در سال ۱۹۳۱ آقای کامینگ مطالعات خود ( آزمایشات تغذیه ای با مخلوط آمینو اسیدهای تخلیص شده) را منتشر ساخت. دانستن آمینواسیدهای ضروری گیاهخواران را قادر می سازد تا تغذیه پروتئینی خود را با مصرف منابع مختلف گیاهی بهبود بخشند. آقای نوین اس. اسکریمشا با کمبود پروتئین در هند و گواتمالا مبارزه میکرد. فرانسیس مور لپه رژیمی را در سال ۱۹۷۱ برای تامین پروتئین با ترکیب غلات، لگوم ها و محصولات لبنی منتشر نمود.

### کاربردهای دیگر

اخیرا قانون لیبیگ در مدیریت منابع طبیعی نیز راه خود را باز کرده است به طور خلاصه رشد در بازارهای وابسته به نهاده های منابع طبیعی توسط محدودترین نهاده (ورودی) محدود میگردد. از آنجا که منابع طبیعی که رشد به آن وابسته است بخاطر ماهیت کره زمین محدود است قانون لیبیگ، دانشمندان و مدیران منابع طبیعی را تشویق می کند تا کمبود منابع ضروری را محاسبه نمایند تا نسل های آینده نیز بتوانند از منابع طبیعی بهره ببرند.

تئوری اقتصاد نئوکلاسیک سعی کرده تا محدودیت و کمبود منابع طبیعی را با کاربرد قانون قابلیت جایگزینی و قانون نوآوری فناوری رد کند. قانون جایگزینی بیان می دارد: هنگامیکه یکی از منابع تمام شد و قیمت در نتیجه فقدان مازاد بالارفت بازارهای جدید براساس جایگزینی منابع برای تامین تقاضا با قیمت های مشخص ایجاد می گردند. نوآوری در فناوری به این معنی است که انسان ها قادرند برای پرکردن خلا های موجود در منابع که قابل جایگزینی هم نیستند از فناوری استفاده کنند.

یک نظریه مبتنی بر بازار بستگی به قیمت گذاری مناسب دارد. جایی که منابعی مانند هوای پاک و آب بحساب نیاید بازار با شکست مواجه می گردد. این شکست را می توان با مالیات و یارانه مانند مالیات کربن برطرف نمود. درحالیکه نظریه ی قانون قابلیت جایگزینی قانونی سودمند است برخی منابع ممکن است بسیار اساسی باشند بطوریکه هیچ جایگزینی برایشان وجود نداشته باشد. بعنوان مثال آیزاک اسیمو خاطرنشان میکند که: ما ممکن است قادر باشیم انرژی هسته ای را جایگزین انرژی ذغال سنگ نماییم و یا پلاستیک را جایگزین چوب کنیم ... اما فسفر هیچ جایگزینی ندارد و هیچ چیز نمی تواند بجای آن بکار رود.

وقتی که هیچ جایگزینی وجود نداشته باشد مانند مثال فسفر، بازیافت (بازگردانی) ضروری است. در این صورت برنامه ریزی های بلند مدت با دقت بالا و مداخله دولت ، ایجاد مالیات برای ایجاد امکان تخصیص کارآمد منابع بازار ، رفع سایر نارسایی های (شکست) بازار مانند تخفیف بیش از حد در زمان الزامی می باشد.

دوبنکس برای توضیح قانون لیپیگ از تصویر یک بشکه کمک گرفته است اغلب به آن قانون بشکه لیپیگ نیز می گویند. همانطور که میدانید گنجایش یک بشکه بستگی به طول کوتاهترین چوب دارد بنابراین رشد گیاه توسط مواد مغذیی که کمترین مقدار قابل دسترس را دارند محدود میگردد.



اگر یک سیستم از قانون حداقل پیروی کند سازگاری، بار عوامل مختلف را برابر می سازد ( اثر عوامل مختلف برابر می شود) زیرا منبع سازگاری برای جبران کمبود تخصیص می داده می شود. سازگاری سیستم بعنوان کوپلر (سازنده و تعمیرکننده) بشکه لیپیگ عمل می کند؛ بلند تر شدن کوتاه ترین چوب باعث افزایش گنجایش بشکه می شود. در عوض در سیستم های بخوبی سازگار شده فاکتور محدود کننده باید تا حد ممکن جبران شود. این مشاهدات جنبه های جبران منبع و حداکثر سازگاری را نشان می دهد.

باتوجه به قانون پارادوکس حداقل ها، ما قانون حداقل را در سیستم های مصنوعی مشاهده میکنیم، ولی در شرایط طبیعی سازگاری، بار عوامل مختلف را یکسان میکند و ما می توانیم بپذیریم که قانون حداقل نقض شده است. برعکس اگر یک سیستم مصنوعی نقض معنی دار قانون را نشان دهد ما می توانیم بپذیریم که در شرایط طبیعی سازگاری می تواند این نقض را جبران کند. در سیستم های محدود زیستی در طی تکامل تنظیم با توجه به اتفاقات گذشته صورت میگیرد.