



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

# ارزیابی تولید سایت در جنگل های

## مرطوب حاره ای: مقاله ی مروری

### چکیده

برآورد های مطمئن از تولید سایت به منظور پیش بینی بهتر عملکرد الوار و نیز

برای مطالعات شبه سازی معنی دار ضروری است. تعدادی محدودی از فنون

مناسب برای جنگل های حاره ای مرطوب وجود دارند. شاخص های رایج نظیر

شاخص مکانی نمی تواند به طور مطمئنی برای پایه ها با بسیاری از گونه ها و با

سنین متوسط بیان شود. فنون نو ظهور شامل دو مرحله ی اساسی هستند: واسنجی و اعتبار سنجی با پلات های نمونه برداری دائم و همبستگی با پارامتر های سهل الاندازه گیری. یک شاخص مناسب برای جنگل های حاره ای مرطوب بر اساس افزایش قطر مورد انتظار تک تک درختان تعدیل شده از نظر اندازه گیری و رقابت است. شاخص های اندازه گیری ارتفاع پایه نظیر ماکسیمم ارتفاع پایه، ارتفاع تاج پوشش و رابطه ی قطر و ارتفاع همگی می توانند مفید باشند. شاخص های پیشنهادی بایستی بتوانند 4 معیار را توجیه کنند: ان ها بایستی قابل تکرار باشند و طی دوره های زمانی طولانی مدت پایدار بمانند. ان ها بایستی معرف سایت باشند و زیاد تحت تاثیر شرایط گونه یا تاریخچه ی مدیریت قرار

نگیرند. ان ها با پتانسیل تولید سایت همبستگی داشته باشند و حداقل از نظر

کیفیت برابر با شاخص های اندازه گیری تولید دیگر باشند.

## مقدمه

بدیهی است که برخی از سایت ها از یک سری جنگل های پر بازده پشتیبانی می

کنند و برخی دیگر قادر به پشتیبانی تنها جنگل های فقیر هستند. این می تواند

ناشی از حاصل خیزی، زهکشی، شرایط اقلیمی نظیر دما و الگوی

بارش، توپوگرافی (ارتفاع و جهت شیب) و دیگر عوامل باشد که در خود گونه

نهفته هستند. پیش بینی معنی دار رشد تولید نیازمند ارزیابی این تفاوت های

مکانی است. برآورد های کیفیت سایت همگی بر رشد مرگ و میر و زاد اوری

تأثیر گذاشته اند و بایستی به اندازه ی کافی صحیح باشد زیرا هر گونه ارزیابی در

ارزیابی سایت می تواند موجب ارزیابی در کل نتایج مدل سازی شود ( Vanclay,

1988b).

صحت هر گونه مدل سازی سیستم های جنگلی بستگی زیادی به دقتی دارد که

بر اساس آن سایت به واحد های همگن طبقه بندی می شود ( Gertner and

Smith and Burkhart, 1984، Dzialowy, 1984). یک سری روش

های اصلاح پذیر برای ارزیابی تولید سایت در جنگل های مرطوب حاره ای

وجود دارد. بیشتر مطالعات جنگل های مرکب را نادیده می گیرند. سایر مطالعات

حاکی از ان هستند که لایه بندی یا اشکوب بندی توسط نوع جنگل غالباً کارآمدترین روش است (Carron, 1968, p. 134). با این حال یک سری روش های نو ظهور مطمئن در حال ظهور هستند. این مقاله به بررسی این روش ها تاکید کرده با این حال تاکید بیشتری بر روش های مورد استفاده در انوانتوری عملیاتی الوار جنگل با سنین یکنواخت یا غیر همسال می پردازند. چنین روش هایی می توانند برآورد خوبی از شاخص سایت از داده های جمع اوری شده طی بازدید سایت طی لزوم انالیز آزمایشگاهی کمک کنند. شاخص های قابل کاربرد به پایه های همسال (شاخص مکانی) در نظر گرفته نشده و محققانی نظیر هاگلند اطلاعاتی در این خصوص ارائه کرده اند. برای این که معیار اندازه گیری تولید مفید باشد بایستی قابل تکرار و طی زمان پایدار باشد همچنین بایستی معرف

مکان بوده و تحت تاثیر شرایط نامطلوب تاریخیچه ی مدیریت و یا پایه قرار  
نگیرد همچنین بایستی با پتانسیل تولیدی سایت همبستگی داشته باشد و کارایی آن  
برابر با دیگر شاخص های اندازه گیری تولید در نظر گرفته شود.

## انواع طبقه بندی های مکانی

تعاریف ذیل بر اساس تعاریف فورد روبرتسون 1971 هستند که در این مقاله  
ارائه شده اند. شاخص مکانی ارتفاع راس پایه که بر اساس آن شاخص سنی  
برآورد می شود اغلب برای پایه هایی با سنین دیگر با استفاده از منحنی سنی  
ارتفاعی اندازه گیری می شود و شاخص اندازه گیری توصیف مکان تحت تاثیر  
اندازه گیری های ذهنی است و اغلب با ارزیابی چشمی نیز می توان یک سری

طبقه بندی های نسبی نیز انجام داد. کلاس سایت که یک طبقه بندی عینی تر در رابطه با تعداد کلاس هاست و تولید سایت یک اصطلاح عمومی برای پتانسیل یک سری گونه های خاص و محل یا سایت برای تولید الوار است. شاخص سایت کیفیت سایت و کلاس سایت همگی از شاخص های تقریبی برای اندازه گیری واقعی تولید سایت می باشد.

روش های ارزیابی تولید سایت را می توان بر اساس نوع شیوه های مورد استفاده به انواع پیش بینی کننده و توصیف کننده، یا روش های کیفی و کمی تقسیم بندی کرد. با این حال این تقسیم بندی ها حد و مرز مشخصی ندارند و یک



سری روش های دیگر در بین این روش ها قرار می گیرند. سیستم های توصیفی سیستم هایی هستند که نیاز به چندین سال اندازه گیری دارند و یا اندازه گیری ا به صورت فاصله دار در سال های مختلف به منظور رسیدن به برآوردی از سایت انجام می شوند سیستم های پیش بینی کننده سیستم هایی هستند که نیاز به اندازه گیری برخی سایت ها و یا خصوصیات درختان در یک نقطه ی خاص دارند تا بتوانند تولید سایت را پیش بینی کنند. سیستم های کیفی منجر به ایجاد کلاس های نسبی می شوند و ان ها را می توان به صورت عددی طبقه بندی کرد(کلاس 1،2،3).و یا در غیر این صورت(به صورت کیفی خوب بد) اندازه گیری می شوند.در سیستم های کمی از متغیر های پیوسته نظیر ارتفاع به عنوان شاخص اندازه گیری سایت استفاده می شود و شاخص ارتفاع حاصله ی سایت

را می توان به صورت یک عدد واقعی تقسیم بندی کرد و یا به کلاس های

مختلف دسته بندی کرد

کلاس های کمی نیازمند این هستند که حد و مرز کلاس ها کاملاً مشخص شود.

توسعه ی یک سیستم برای تشخیص کلاس های بیشتر (چه با حذف طیف ها و

چه با قرار دادن طیف های جدید) بسیار سخت است. بنابراین طبقه بندی منظم

بایستی با توجه به تعداد کلاس های شناسایی شده اعمال شود. به شرط این که

اختلاف رشد معنی دار باشد هیچ گونه مزیتی در داشتن کلاس های کمتر نسبت

به آن چه که به طور اطمینان حاصل می شود وجود ندارد (Lewis et al.,

1976). سیستم های کمی به طور کلی انعطاف پذیر و قابل توسعه هستند و

نیازی به حل و فصل مسائل مرزی نیست. با این حال ممکن است کمی دقت

پایین داشته باشند. روش های پیش بینی مستلزم اندازه گیری چندین صفت در یک مکان و یا یک پایه در یک زمان می باشد. این شاخص اندازه گیری را می توان برای برآورد تولید مکانی تبدیل کرد. چنین روش هایی شامل تعیین ارتفاع در سن مشخص و تبدیل آن به شاخص برآورد سایت و یا تولید حجمی مورد انتظار است. خصوصیات خاک را می توان برای برآورد تولید سایت استفاده کرد و مناطق جغرافیایی، زمین شناسی، تیپ و پوشش گیاهی و رخ نمون های سنگی را نیز می توان در این جا استفاده کرد.

برای مدیریت جنگل و اهداف ارزیابی عملیاتی، سیستم های پیش بینی امکان  
برآورد تولید سایت را بعد از یک بازدید در اختیار می گذارد. در حالی که  
سیستم های توصیفی نیازمند نگه داری و اندازه گیری پلات های دائم هستند . با  
این حال پلات های دائم معمولا برای توسعه و اعتبار سنجی سیستم های پیش  
بینی کارآمد تر مورد استفاده قرار می گیرند.

اگر رشد کلی یا مدل رشد برای داده های مربوط به پلات های دائمی با اندازه  
گیری های مکرر استفاده شود با مقادیر باقی مانده نشان دهنده ی تولید سایت  
پلات ها خواهد بود (Alder, 1980). مقادیر باقی مانده ی بزرگ تر نشان دهنده  
ی سایت های با عملکرد بهتر از میانگین هستند در مقادیر کوچک تر نشان دهنده  
ی سایت متوسط و مقادیر منفی نشان دهنده ی سایت های ضعیف تر از مقدار

متوسط هستند. باقی مانده های مناسب را تنها می توان به سادگی با ترسیم

نموندار های فراوانی سطح یقه در برابر سطح یقه ی پایه نشان داد (, e.g. Andel,

1975) و یا می توان از آنالیز های رگرسیون تک تک فراوانی تجمعی درختان

با پلات به صورت متغیر کمی استفاده کرد (Vanclay, 1989b) در هر دو

صورت اندازه گیری ها در یک دوره ی چند ساله قبل از برآورد تولید سایت

برای استفاده در پیش بینی عملکرد آینده لازم خواهد بود. اگر یک سری

عملکرد ها را بتوان بین باقی مانده ها و نیز پارامتر هایی که به اسانی اندازه گیری

می شوند کشف کرد، این سیستم نخستین گام برای رفتن به جهت سیستم پیش

بینی خواهد بود. اما اگر هیچ گونه همبستگی پیدا نشود میانگین منطقه ای این

برآورد های توصیفی از تولید سایت را می توان به صورت اندازه گیری متناوب در نظر گرفت.

لری 1985 به بحث راجع به طبقه بندی بر اساس روش (مستقیم یا غیر مستقیم) و

نقطه نظر (ژئوسنتریک یا فیتوسنتریک) اشاره کرد (جدول 1). ایده ی

فیتوسنتریک یا گیاه محور فرض می کند که حجم کل پایه ها یا تولید فیتون ها

شاخص اندازه گیری نهایی تولید سایت است. در حالی که ایده ی زمین محور

عنوان می کند که وابستگی تولید به خاک و شرایط اقلیمی بیشتر است. اگر چه

روش های مستقیم ارجح می باشند اما کمی سازی ان ها سخت است و این

منجر به تکثیر روش های غیر مستقیم شده است وضعیت روش های غیر مستقیم

گیاه محور حاکی از ان است که نمی توان برای برآورد تولید از روش های غیر

مستقیم و مستقیم استفاده کرد بلکه می توان از برآورد شاخص سایت بهره برد این خود می تواند بیانگر سالم یا ناسالم بودن وضعیت پوشش گیاهی باشد و امروزه به ان راه حلی برای مسائل اولیه نام برده می شود (Leary, 1985).

## ظاهر پایه

ظاهر پایه یا نوع پایه می تواند شاخصی در خصوص تولید سایت در اختیار بگذارد . لويس و همکاران 1976 گزارش کردند که نهالستان های Pinus radiate می توانند اختلافات فاحشی در پایه را از نظر قدرت رویشی و شکل رویش، تراکم تاج پوشش و طول برگ و رنگ آن، رنگ پوست، میزان سبزینگی و درجه ی تشکیل تاج پوشش در سن ارزیابی به خصوص قبل از تنک در اختیار

می گذارند. کلاس های کیفیت سایت استرالیای جنوبی 7 (کلاس) را می توان با

استفاده از خصوصیات کیفی مختلف تشخیص داد. این روش نسبتاً غیر متاثر از

تغییرات مشاهده شده در نهالستان های استرالیای جنوبی است.

(Vanclay 1989a) استفاده از ارزیابی چشمی را برای طبقه بندی جنگل های

بارانی مرطوب را در شمال کوئینزلند به کلاس های کیفی گزارش کرد. ارزیابی

های ذهنی همگی مطمئن هستند و آن ها را می توان با روش امتیاز بندی بر اساس

خاک گونه ارتفاع و حجم پایه ارزشیابی کرد. آنالیز های اماری سطح یقه نشان

می دهند که کلاس های دیگر مزیتی ندارند. این منعکس کننده ی توانایی طبقه

بندی مطمئن سایت ها و نه میزان تولید سایت در مطالعه می باشند.



## سطح یقه ی طبیعی

پینار و ترومبول 1973 مشاهده کردند که پایه های همسال با نسبت انبوهش

بالتر از استانه ، تقریباً یک سطح یقه ی مشابه را می پوشانند که توسط ظرفیت

سایت اندازه گیری می شوند. اگر فرض شود که سایت های تخریب نشده در

جهت تعادل هستند ان گاه تعادل یا سطح یقه ی طبیعی را می توان یک شاخصی

از تولید سایت نامید ( Assman, 1961; MacLean and Bolsinger,

1973b; Adlard 1980). این فرض در بسیاری از مدل های رشد به وضوح

دیده می شود ( Botkin et al., 1972; Alder, 1977; Brandt et al.,

1981 ) با این حال از آن جا که سطح یقه در طی زمان در نوسان است . این

رویکرد مستعد خطاست. در پایه های الواری اندازه گیری ها در دوره های طولانی مدت برای برآورد سطح یقه ی تعادل لازم هستند.

Havel (1980b) استفاده از سطح یقه ی طبیعی را به عنوان شاخص تولید

ساید در غرب استرالیا گزارش کرد. در پایه های ترکیبی سطح یقه ی طبیعی می

تواند بستگی به ترکیب گونه ای داشته باشد. سطح یقه ی طبیعی هر یک از سایت

ها برای گونه های نور پسند و با تاج پوشش زیاد پایین تر از گونه های متحمل به

سایه است. بنابراین سطح یقه ی طبیعی بستگی به وضعیت توالی پایه دارد.

**ارتفاع پایه**

ارتفاع حاصله توسط برخی از گونه ها در صورت توقف ارتفاعی رشد عملا

یک شاخص خوب از تولید سایت است (Westveld, 1933). اما اسمیت

1984 این سوال را مطرح کرد که آیا رشد ارتفاعی متوقف می شود و ادله ی

ایشان با داده های 40 پلات اندازه گیری شده ی مجدد در سوزنی برگان معتدله

با سن 180 سال این فرضیه را تایید کرد. ارتفاع پایه را می توان به عنوان

شاخصی برای برآورد تولید سایت در نظر گرفت. در صورتی که درختان ی که

در پایه وجود دارند به اندازه ی کافی بزرگ باشند و منعکس کننده ی ارتفاع

ماکسیمم در گونه های معرف قلمداد شود. این مفهوم مشابه با مفهوم شاخص

ساین با شاخص سایت بسیار بزرگ است.

Ogawa (1969) ماکسیمم ارتفاع پایه را به عنوان شاخصی مفید برای تولید

سایت در مناطق حاره ای ارزیابی کرد و گفت که ارتباط تنگاتنگی با تولید

بالای بیوماس دارد. (Havel (1975, 1980b) از ارتفاع سایت برای برآورد

تولید سایت در جنگل های (Eucalyptus marginata) در غرب استرالیا

استفاده کرد. ارتفاع متوسط کل درختان غالب و هم غالب بعد از الوار برداری

به عنوان شاخص اندازه گیری تولید جنگل های فیلیپین مورد استفاده قرار گرفت

. (Canonizado, 1978; Mendoza and Gumpal, 1987)

یکی از مشکلات استفاده از ارتفاع پایه و یا ارتفاع کل درخت این است که

راس درخت را معمولاً به سختی می توان در جنگل های مرطوب حاره ای

مشاهده کرد. در چنین مواردی نتایج مفید را می توان با استفاده از نسبت ارتفاع

به تاج پوشش به دست آورد (H.C. Dawkins, personal communication, 1989) و یا می توان

از ارتفاع قابل تجارت (Vanclay, 1989a) استفاده کرد. دیگر مسائل شامل وجود درختان نوظهور، حذف درختان بزرگ از طریق الوار برداری و یا آسیب بافت راسی درختان نامید. در صورتی که درختان بزرگ وجود نداشته باشند منحنی ارتفاع قطر را می توان برای برآورد ارتفاع درخت استفاده کرد. Ogawa

(1969) ماکسیمم ارتفاع درخت را با استفاده ی معادله ی ارتفاع به قطر پیش

بینی کرد

$$1/H_{max} = 1/H - b/DBH$$

که  $H_{max}$  ماکسیمم ارتفاع پایه.  $H$  و  $DBH$  جفت های ارتفاعی و اندازه

گیری قطر در تک تک درختان و  $b$  پارامتر برآوردی است. این معادله را می

توان با برازش معادله ی  $1/H = a - b/DBH$  با چند جفت از اندازه گیری های

ارتفاعی و قطری از تک تک درختان و برآورد متکسیمم ارتفاع درخت مشتق

کرد با این حال برون یابی از این قبیل می تواند گمراه کننده باشد و میان یابی از

ان ها نسبت به برون یابی ارجح تر است.

**رابطه ی ارتفاع و قطر**

برای برون یابی از اجتناب رابطه ی ارتفاع قطر ارتفاع در قطر شاخص معادل را

می توان به عنوان شاخص اندازه گیری تولید سایت استفاده کرد. پیشنهاد می

شود که این شاخص اندازه گیری برای اجتناب از اشفتگی از شاخص سایت

مشتق شده از رابطه ی ارتفاع سن استفاده شود (Vanclay and Henry,

1988). رابطه ی ارتفاع قطر نه تنها امکان ارزیابی کارآمد سایت را در مزرعه می

دهد بلکه می توان به ارزیابی سایت از عکس های هوایی استریو با برآورد عرض

تاج پوشش و ارتفاع درخت اندازه گیری شده بر روی عکس ها استفاده

کرد (Reinhardt, 1982).

McLintock و Bickford (1957) یک معادله ی ارتفاع قطر غیر همشکل را

بر اساس درختان انتخاب شده از پایه های موجود در سایت های مختلف استفاده

کردند. با این حال این پایه ها دارای رشد غیر معمول یا الوار برداری اخیر نبودند  
. Grimes و (1979) Pegg از منحنی های ارتفاع قطر برای تعیین شاخص

مکانی در جنگل های مختلف کوئیز لند استفاده کرد. هیچ یک از مطالعات این

منحنی را به شاخص سایت ربط ندادند بلکه از ارتفاع

مورد انتظار در قطر شاخص به عنوان شاخص اندازه گیری تولید سایت استفاده

کردند . Stout و (1982) Shumway و (1987) Lamson از معادلات

ارتفاع قطر برای پیش بینی شاخص سایت متناظر با معادلات ارتفاع سن استفاده

کردند. داده های آن ها از درختنا غالب و هم غالب به دست آمد با این حال از



پایه های همسان نیز استفاده شد . (Reinhardt 1982) به بررسی چندین

معادله در رابطه ی ارتفاع قطر سایت در جنگل های صنوبر غربی پرداختند و پی

بردند که این رابطه را می توان به صورت چند شکل نشان داد.

$$H = 1.3 + 8.23SI^{0.59} \times \left(1 - e^{-0.04DBH}\right)^{0.092SI}$$

که  $H$  ارتفاع درخت  $DBH$  قطر و  $SI$  شاخص سایت در 50 سال است.

(Reinhardt 1982, 1983) با داده های پایه های خالص و ترکیبی غربی

استفاده کرد و همچنین از منحنی های ارتفاع قطر برای پیش بینی شاخص سایت

سازگار با معادلات ارتفاع سن بریکال بهره برد. درختان در سایت های بهتر

ارتفاع بهتری نسبت به درختان سایت های فقیر داشتند اما این درجه ی تمیز یا

تفکیک تا این که قطر درختان به بیش از 50 سانتی متر برسد مشخص نبود و

داده های درختان بیش از این اندازه برای تثبیت برآورد مطمئن لازم بود.

Reinhardt (1983) عنوان کرد که صحت برآورد بستگی به تغییرات درون

پایه دارد. اما این که برآورد های مطمئن را بتوان با اندازه گیری 5 تا 15 درخت

در هر پلات به دست آورد دور از دسترس به نظر می رسد. وانگلی و هنری

1988 روشی را برای استفاده در جنگل های غیر همسال سوزنی برگ

Callitris در کوئیزلند با استفاده از معادله ی مونومولکولی یا میچر لیخ استفاده

کرد.

معادله ی 1

که H ارتفاع درخت، A ارتفاع پایه  $A = -10.87 + 2.46 S$  و S شکل

سایت یا ارتفاع مورد انتظار 25 DBH سانتی متر درخت است. برآورد کافی از

شکل سایت را می توان از رگرسیون خطی ساده ی ارتفاعی در قطر  $(H = b_0 +$

$b_1 D)$  برای درختان با 20 DBH تا 30 سانتی متر در معادله ی 1 تنها زمانی نیاز

است که درختان با این اندازه در اشکوب وجود نداشته باشند. برآورد های شکل

سایت برای جنگل های Callitris نسبتا به الوار برداری غیر حساس بوده و بقیه

در طی دوره های پلانی ثابت می مانند (Vanclay and Henry, 1988). الوار

برداری موجب ایجاد اشفتگی در برآورد شکل سایت برای چندین سال می شود

اما این برآورد در نهایت زمانی که پایه ها سالم باقی می مانند ثابت می شوند.

شکل سایت همبستگی مثبتی با افزایش سطح یقه دارد و همچنین همبستگی

مثبت با بازه های تجمعی قطری تک تک درختان (Vanclay, 1988a) و

چندین شاخص دیگر از تولید سایت نشان می دهد (جدول 2). کاربرد های

میدانی این روش حاکی از آنند که بهترین نتیجه در پایه های تک گونه ای و

یکنواخت به دست آمد.

رابطه ی ارتفاع قطر همچنین شاخص خوبی برای اندازه گیری تولید سایت در

جنگل ترکیبی اکالیپتوس نیمه حاره ای در کوئیزلند بوده و همبستگی قوی با

حجم تولید دارد(44 پلات در جنگل اکالیپتوس در جزیره ی فرازر در جنوب

کوئزلند همبستگی 0.77 درصدی بین سایت با افزایش تخمعی یکساله نشان

داد. استفاده از چندین گونه ی اکالیپتوس Myrtaceous برای برآورد شکل

سایت در هر پلات ظاهرا بر برآورد ها تاثیری نداشت.

برخی از نتایج مهم در خصوص این رویکرد را می توان از مقایسه ی روش

شاخص سایت حاصل کرد. (Heger (1973 و Curtis et al. (1974 اثر

سن شاخص را بر دقت برآورد شاخص سایت ثابت کردند با این حال این شرایط

تا حدودی برای رابطه ی ارتفاع قطر متفاوت بود زیرا بسیاری از جنگل های

طبیعی انتظار می رود که دارای طیف وسیعی از قطر های ساقه باشند. رابطه ی

ارتفاع قطر را می توان با حداقل خطا در صورتی تعیین کرد که قطر شاخص در

چارچوب قطر طبیعی مشاهده شده در پایه ها باشد . بنابراین Grimes and

Pegg (1979) از شاخص قطر 30 سانتی متر در مطالعه ی خود بر روی پایه

های اکالیپتوس استفاده کردند و Vanclay و Henry (1988) شاخص قطر

25 سانتی متر را در جنگل های Callitris استفاده کردند.

معادلات شاخص مکانی غالباً برای دو منظور جهت پیش بینی رشد ارتفاعی پایه

های شاخص رشد و برای برآورد شاخص سایت با سن مشخص و ارتفاع معین

استفاده می شوند . Bruce (1925), Strand (1964) and Curtis et al.

(1974) اهمیت استفاده از شکل صحیح معادله را در آنالیزهای رگرسیون ذکر

کردند. متغیر پاسخ

که در رابطه با آن خطا کمینه سازی می شود بایستی متغیر اختیار شده باشد که در این جا ارتفاع در قطر مرجع است. برخی از معادلات را می توان معکوس کرد و از این رو توابع پیش بینی مناسب را برای شکل سایت و برای ارتفاع ایجاد کرد. پارامتر های برآورد شده برای این فرمول ها معمولا از نظر ارتفاع ایجاد شده متفاوت است. پارامتر های برآورد شده برای فرمول های دیگر نیز متفاوت عنوان

شده است (Monserud, 1984, 1985). Beck and Trousdell

(1973) به بحث راجع به منابع خطای سیستماتیک در تعیین معادلت شاخص

سایت پرداختند و یافته های آن ها قابل تعمیم به روابط ارتفاع قطر است. رایج

ترین نقیصه در این خصوص عدم توجه به اریبی سن سایت در نمونه برداری

است و این که شکل منحنی ثابت در همه ی سایت ها فرض می شود. Beck

and Trousdell (1973) بر لزوم اطمینان از این که روش نمونه برداری

یکسان در اثبات معادلات استفاده شود تاکید کردند. دیگر روش در استفاده از

معادلات شاخص سایت مربوط به فرمولاسیون معادلات قطر ارتفاعی

است(Lloyd et al., Lloyd and Hafley, 1977; Lloyd, 1981);

(1982; Biging, 1985).

تولید حجمی

از آن که تولید حجمی معمولاً از مهم ترین پارامترهای رشدی برای مدیران

جنگل است ارزیابی تولید سایت به شکل حجم بسیار مطلوب است (Sammi,

1965). اتحادیه ی ایستگاه های آزمایشی جنگل های المان در 1888 اقدام به



طبقه بندی سایت بر اساس حجم در 100 هکتار کرد (Shrivasta and

Ulrich, 1976). سوئد نیز از سیستم مشابهی در 1914 استفاده

کرد (Johnston et al., 1967)، اما از سال 1980 به بعد حجم سالانه ی

میانگین به صورت تجمعی در قسمت تاج (Soderberg, personal

communication, 1991) برآورد شد. اتحادیه ی جنگل داران امریکا

اولویت سیستم را بر اساس MAI را عنوان کردند اما عنوان کردند که استفاده از

شاخص سائیت بر اساس روابط سنی و ارتفاعی بسیار راحت است. MAI را نمی

توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد بلکه بایستی از روابط ارتفاع سن ان را

برآورد کرد.

روش اندازه گیری حجم بایستی استاندارد باشد. حجم مورد استفاده معمولاً ناکافی است. زیرا استاندارد بهره برداری دارای تغییرات مکانی و زمانی هستند. برآورد های حجم بریده شده معمولاً غیر قابل اطمینان است (Wiant and Charlton, 1982). (Assman 1961) استفاده از حجم چوب سخت را به صورت حجم زیر ساقه عنوان کردند و مواد شاخه نبایستی دارای قطر بیش از 7 سانتی متر در زیر پوست باشند این برای گونه های سوزنی برگ بسیار راحت است زیرا استاندارد های بهره برداری در مصرف عموم برای آن تعریف شده است با این حال در درختان برگ ریز این مستلزم اندازه گیری حجم شاخه است که بسیار سخت است وزن همچنین خود برای نهالستان های تولید خمیر کاغذ در امریکای شمالی استفاده می شود. سایرین از تولید سایت به عنوان تولید خشک

متوسط در واحد گراویمتری و یا معادل کالوریفیک استفاده کردند (Shrivasta and Ulrich, 1976).

افزایش تجمعی سالانه در قسمت تاج پوشش مفهومی است که بیشتر اشاره به پایه های همسال دارد اما رشد تجمعی سالانه ی دوره ای بیشتر مناسب جنگل های غیر همسال است. متاسفانه پیچیدگی های جنگل های مرطوب حاره ای طوری است که حتی PAI بهره وری کمتری دارد. حتی اگر حجم چوب جامد و یا برخی دیگر از استانداردهای مناسب به طور مطمئنی تعیین شوند مسئله ی پیش بینی این PAI از برخی پارامترهای قابل اندازه گیری ممکن است مبهم بماند. حجم MAI در نهالستان های صنعتی تک گونه ای معنی دار است با این حال جنگل های مرطوب حاره ای دارای گونه های بسیاری هستند که از نظر

تولید و تراکم چوب متفاوت هستند. تولید بیوماس 1-1 year ha-1 tonnes)

(dry weight) بهترین مبنا برای مقایسه است. با این حال ایا PAI اشاره به یک

گونه دارد و یا این که ترکیبی از گونه های را شامل می شود. در جنگل های

مرطوب حاره ای شاخص سایت بسیار مفید تر از شاخص گونه ها در همان سایت

است. با توجه به همین تولید حجم جنگل های مدیریت شده می توان شاخص

مناسبی از تولید سایت با معیار خوبی برای اعتبار سنجی شاخص های دیگر تولید

باشد.

اندازه گیری مستقیم PAI حجمی نیازمند اندازه گیری پلات های نمونه برداری  
دائم در طی چندین سال است. (Schmoldt et al. 1985) یک رویکرد  
جایگزین را با برآزش معادلات تولید با داده های پلات نمونه ی دائم ارائه کردند و  
به بررسی سرعت رشد ماکسیمم و حجم متقارن پرداختند ان ها پی بردند که  
جهت شیب و عناصر مغذی خاک همبستگی معنی داری با سطح یقه ماکسیمم و  
حجم درخت دارد با این حال همبستگی با رشد حجمی ماکسیمم در سایت  
نداشت. ان ها پیشنهاد کردند که شاخص سایت در جنگل های سخت چوب  
امریکای شمالی مطمئن نیست و ضرایب مربوط به معادلات تولید برآزش شده با  
داده های پلات نمونه برداری دائم می تواند جایگزین خوبی باشد.

## شاخص رشد

Andel (1975) یک سری منحنی های دستی را ایجاد کرد که به توصیف

رشد سطح یقه ی مورد انتظار برای یک سطح یقه ی پایه می پردازد. شاخص

رشد او افزایش تجمعی سطح یقه را برای پایه هایی با سطح یقه ی شاخص نشان

داد. Andel (1975) برآورد های رشد را برای توجیه ترکیب گونه ای پایه در

محاسبه ی این شاخص وزن کرد گرچه این خود شاخصی از تولید سایت است

با این حال تولید را برای پایه های غالب توسط گونه های پیشاهنگ و نور پسند

بیش از مقدار واقعی و برای گونه های سایه دوست و کم رشد کمتر از مقدار

واقعی برآورد می کند.

Vanclay (1989b) شاخص سایت را ایجاد کرد که طیف وسیعی از گونه ها

و تراکم های پایه ای را لحاظ می کند و نیازی به سن یا ارتفاع ندارد و از مسئله

ی ترکیب گونه ای (Andel (1975) نیز اجتناب می کند. این شاخص از

اطلاعات اندازه گیری تاریخی یک سری پلات های نمونه برداری دائم گرفته

شده است. بعد های متغیر های زنده و غیر زنده ی همبسته با شاخص برای پیش

بینی شاخص رشد در دیگر سایت ها و پلات های موقتی استفاده شد. شاخص

Vanclay's (1989b) بر اساس افزایش تجمعی قطر تک تک درختان بود تابع

تجمعی به طور همزمان به همه ی گونه ها برآزش داشت و شناساگر پلات به

صورت متغیر کیفی در نظر گرفته شد (شکل 3). سطح یقه توانست اختلاف در

تراکم پایه را توجیه کند. کیفیت سایت از داده های تحقیقات بیولوژیکی برآورد شد.

$$GI = \frac{\sum_{ij} \text{Log}(DI_{ij} + \alpha) - \sum_{ij} (\beta_{0i} + \beta_{1i} DI_{ij} + \beta_{2i} \text{Log}(DI_{ij}) + \beta_{3i} \text{Log}(BA) + \beta_{4i} OBA_{ij})}{0.08808 \times \sum_{ij} \text{Log}(DI_{ij})} \quad (2)$$

که GI شاخص رشد پلات.  $DI_{ij}$  قطر(ارتفاع سینه در پوست بر حسب سانتی متر) در درخت زدر گونه ی  $i$ .  $DI_{ij}$  افزایش قطر،  $OBA_{ij}$  سطح یقه ی راس، سطح یقه ی درختان درون پلات که بیش از درخت  $ij$  است.  $BA$  سطح یقه ی پلات و  $\beta$  اس پارامترهای برآوردی توسط رگرسیون خطی است.

این معادله شاخص رشد را به صورت معیار اندازه گیری شاخص سایت بر اساس قطر اندازه گیری شده برای تعدیل درخت و رقابت برآورد می کند که در همه ی



18 گونه ی رفرنس ( Acronychia acidula, Alphitonia whitei,

،Argyrodendron trifoliolatum, Cardwellia sublimis

Castanospora alphandii, Cryptocarya angulata, C.

Elaeocarpus ،mackinnoniana, Darlingia darlingiana

largiflorens, Endiandra sp. aff. E. hypotephra, Flindersia

F. pimenteliana, Litsea ، bourjotiana, F. brayleyana

، leefeana, Sterculia laurifolia, Syzygium kuranda

با (Toechima erythrocarpum, Xanthophyllum octandrum

استفاده از همه ی شاخص های اندازه گیری برای پلات بررسی شد(به جز پلات

های اندازه گیری شده به طور مکرر اندازه گیری ها در بازه های زمانی 5 ساله

انجام شد) (بتا اس با برازش معادله ی ذیل برای همه ی گونه های مرجع در

مجموعه داده های رشد برآورد شد. 80 پلات که 64 پلات برای مطالعات اعتبار

سنجی استفاده شد).

$$\begin{aligned} \text{Log}(DI_{ijk} + \alpha) = & \sum_{i=1}^{18} \beta_{0i} Spp_i + \sum_{i=1}^{18} \beta_{1i} D_{ijk} Spp_i \\ & + \sum_{i=1}^{18} \beta_{2i} \text{Log}(D_{ijk}) Spp_i \\ & + \sum_{i=1}^{18} \beta_{3i} \text{Log}(BA_k) Spp_i + \sum_{i=1}^{18} \beta_{4i} OBA_{ijk} Spp_i \\ & + \sum_{k=1}^{80} \gamma_k \text{Log}(D_{ijk}) Plot_k \end{aligned}$$

که  $D_{ijk}$  و  $OBA_{ijk}$  همگی قطر بر حسب سانتی متر بر سال، قطر اولیه و

سطح یقه ی فوقانی برای درخت از گونه ی  $k$  در پلات  $k$ .  $BA_k$  سطح یقه ی پایه

در پلات  $k$ .  $Spp_i$  متغیر ظاهری (0,1) است که مقدار 1 را برای

گونه های  $i$  و  $0$  را برای گونه های دیگر شامل می شود. پلات  $k$  متغیر ظاهری

است که مقدار  $1$  را برای گونه های پلات  $k$  و صفر را برای گونه های دیگر

اختیار می کند و الف، بتا ای و گاما کا پارامتر های مورد برآورد هستند. این معادله

را می توان به طور فشرده با استفاده از عبارت GLIM بیان کرد (Aitkin et al.,

:1989)

$$\text{Log (DI+ 9) = Spp + D.Spp + Log (D).Spp + Log (BA).Spp + OBA.Spp+Log (D).Plot}$$

که  $Spp$  و پلات ها متغیر های کیفی هستند. پارمتر الف با به صورت مقدار صفر و

2 بیان می شود که این کار بعد از بررسی باقی مانده ها و مبدات میانگین باقی

مانده از دامنه ی مقادیر حاصل می شود (Vanclay, 1989b). مقدار

0.08808 در معادله ی 2 به طور ذهنی برای کل شاخص های رشد در دامنه ی

0 تا 10 تعیین شد . این روش برآورد غیر اریب یا تولید سایت را می

دهد (Vanclay, 1989b).

این روش (Andel, 1975; Vanclay, 1989b) شاخص اندازه گیری

توصیفی سایت است و در حقیقت یک دامنه ی ذهنی از پلات های نمونه

برداری دائم می باشد و شاخص مناسبی را در اختیار می گذارد که می توان به

پلات های موقت آن را نسبت داد با این حال شاخص رشد را می توان از دیگر

عوامل زنده و غیر زنده ی قابل اندازه گیری برآورد کرد.

**ارزیابی سایت از خصوصیات فیزیکی سایت**

یکی از مسائل مربوط به استفاده از روش های غیر زراعی برای ارزیابی سایت این است که ان ها را برای پیش بینی تولید سایت با توجه به یک سری خصوصیات گیاهان با استفاده از آنالیز رگرسیون به کار می برند بنابراین اهمیت خواص فیزیکی سایت برای پیش بینی تولید سایت را نمی توان به طور مستقیم ارزیابی کرد لذا می توان ان را با برخی خصوصیات پوشش گیاهی مقایسه کرد که متاسفانه زیاد صحت بالایی ندارد. این مسئله در مطالعه ی گری برای ارتباط دادن این فاکتور ها به شاخص سایت دیده می شوند. گری 3 شاخص اندازه

### گیری تولید سایت

، شاخص سایت مالش و شاخص سایت گروز و وصل را در نظر گرفت که هر یک از ان ها توسط مجموعه های مختلف عوامل سایت پیش بینی شد. برای همه

ی سه مورد هیچ فاکتور مشترکی وجود نداشت. این نشان می دهد که 3 شاخص اندازه گیری فوق از تولید سایت رابطه ی کافی را با هم نداشتند.

## اقلیم

معروف ترین شاخص اقلیمی رشد جنگل شاخص CVP پترسون است که برای پیش بینی پتانسیل ماکسیمم رشد از حیث تولید حجم در یک سطح وسیع به کار می رود (Johnston et al., 1967). این شاخص بر اساس دامنه ی تبخیر و تعرق، دما، بارش سالانه ی متوسط، طول فصل رشد و میانگین دمای ماهانه ی گرمترین ماه می باشد. اگر چه در مقیاس ملی توسط یک سری از کشور ها مورد استفاده قرار گرفته است اما تنها برای امار های کلی جنگل و جغرافیای اقتصادی

مهم است طوری که می تواند تولید پتانسیل مورد نیاز را برای مناطق غیر ارزیابی

شده و غیر قابل دسترس برآورد کند (Lemieux, 1961). شاخص های مشابهی

از تولید اولیه ی سایت برای مطالعات اتمسفری بر اساس تبخیر و تعرق (Lieth

and Box, 1972) و دما و بارش می باشد (Esser, 1984).

Czarnowski (1964) معادله ای را با 3 پارامتر اقلیمی، 3 پارامتر خاکی و 4

خصوصیت گونه ای برای پیش بینی ظرفیت گونه های نزدیک به مقادیر مشاهده

شده برای 3 گونه در 4 قاره پرداختند. این مدل سپس برای پیش بینی شاخص

سایت 20 ساله در *Pinus radiate* به صورت تابعی از 7 خصوصیت شیمیایی

و 2 خصوصیت فیزیکی اصلاح شد. همچنین 3 خصوصیت اقلیمی نیز در نظر

گرفته شد و خطای متوسط حدود 10 درصد به دست آمد (Czarnowski et

al., 1976). با این حال این معادله فاقد خصوصیت شاخص CVP پترسون است

و برای تعیین وضعیت عناصر مغذی خاک نیز به کار فراوانی دارد.

درجه ی روز رشد و تعداد روز های طی ان، دمای متوسط بیش از یک دمای

خاص مثلا 5 تا 10 درجه می شود و بارش طی فصل رشد برای برآورد تولید

سایت استفاده شده اند (Farr and Harris, 1979). توزیع بارندگی احتمالا

بسیار مهم تر از مقدار واقعی ان است ( Jackson and Gifford, 1974;

Jackson et al 1975). در

مناطق معتدله بارندگی طی فصل رشد مهم است در حالی که در مناطق حاره ای

بارندگی فصل رشد بسیار بحرانی است. این متغیر ها را می توان به طور مستقیم



برآورد کرد و یا آن‌ها را به صورت تابعی از ارتفاع و عرض جغرافیایی تخمین

زد.

## توپوگرافی

متغیرهای اقلیمی تنها شاخص کلی از تولید سایت به ما می‌دهند. زیرا آن‌ها نمی

توانند همه‌ی تغییرات محلی در سایت را توجی کنند. اصلاح روش فوق می‌تواند

شامل اطلاعات جغرافیایی مربوط به یک سایت خاص باشد. مزیت استفاده از

اطلاعات اقلیمی و توپوگرافی این است که این جزئیات را می‌توان به آسانی از

نقشه‌های توپوگرافی و اطلاعات اقلیمی به دست آورد در مناطق با ناهمواری‌های

قابل توجه اثرات توپوگرافی یک نیروی غالبی است که تولید سایت را کنترل می

کند (Ralston, 1964; Malcolm, 1976). Evans (1974) پی برد که

ارتفاع در سن 12 سالگی نهالستان های *P. patula* در سوئیس همبستگی

زیادی با عرض جغرافیایی دارد. (Monserud (1988) عنوان کرد که نوع

زیستگاه و ارتفاع بهترین شاخص های پیش بینی شاخص سایت در پایه های غیر

منظم صنوبر داگلاس در امریکای شمالی هستند. شاخص سایت بلوط های مرتفع

در جنوب اوهایو را می توان با دقت مناسب از جهت شیب شکل دامنه و موقعیت

ان بر روی دامنه برآورد کرد (Carmean, 1967). Stage (1976) اثر متقابل

جهت شیب و دامنه را بر روی شاخص سایت کاج سفید بررسی کرد و روشی را

برای مکان یابی جهت های مطلوب ارائه کرد. این روش توسط Wykoff's

(1990) برای جنگل های سوزنی برگ معتدله استفاده شد. Vanclay

(1989b) پی برد که بارندگی سالانه ی کل، ارتفاع، دامنه و جهت شیب همگی

از همبستگی معنی داری با شاخص رشد جنگل های مرطوب حاره ای در

کوئیزلند دارد اما ایشان به بررسی توزیع بارندگی سالانه نپرداخت. در بسیاری از

مناطق توزیع بارندگی می تواند مهم تر از مقدار بارندگی باشد.

بیشتر مطالعات در خصوص رابطه ی بین توپوگرافی و کیفیت سایت از متغیر

های ساده ای نظیر ارتفاع جهت شیب و خود شیب استفاده کردند. اگر چه همه

ی این ها نتایج خوبی را در مناطق جنگل هی معتدله داشتند اما توانایی پیش بینی

ان ها در مناطق حاره ای و نیمه حاره ای بررسی نشده است. در آنالیز تیپ های

پوشش گیاهی در جنگل

های معتدل استرالیا (Moore et al. 1991) پی بردند که شیب (تنوع ارتفاعی

درون منطقه ی 200 متری، که شاخص محیط رسوبی فرسایشی است) و ظاهر

شدن سنگ (زاویه ی متوسط افق شمالی که نشان دهنده ی سایه اندازهی تسط

توپوگرافی است) توسط پیش بینی مهم تری از شیب و جهت ان بودند. ارتفاع

افقی بالای نزدیک ترین رودخانه ها می تواند شاخص خوبی نسبت به موقعیت ان

ها بر روی شیب باشد این نشان می دهد که مطالعات بیشتری را می توان در این

زمینه انجام داد.

**خاک**

گام اساسی بعدی در اصلاح روش برآورد تولید شاخص سایت از خصوصیات فیزیکی استفاده از اطلاعات خاک است با این حال یک سری پیچیدگی ها و مسائلی در این جا ظاهر می شود. عمق خاک رنگ خاک و بافت خاک همگی به اسانی تعیین می شوند اما تعیین غلظت مواد مغذی نیاز به آنالیز های آزمایشگاهی دارد و هیچ گونه روش رضایت بخشی برای تعیین کمی اب خاک با یک بازدید وجود ندارد بعلاوه غلظت عناصر مغذی خاک نبایستی منعکس کننده ی قابلیت دسترسی برای درختان جنگل باشد و ممکن است هر فصل تغییر کند. علی رغم این مشکلات مطالعات مختلفی نظیر آنالیز خاک انجام شده است.

793 Carmean (1973) مطالعه را که به بررسی خاک های جنگلی در شمال و مرکز امریکا پرداخته بودند را گزارش کرد که برخی از آن ها برآورد های

مطمئنی از شاخص سایت از غلظت های عناصر مغذی نشان دادند. Mader

(1976) پی برد که شاخص سایت و حجم سالانه ی کاج سفید به شدت

همبستگی زیادی با خصوصیات فیزیکی توپوگرافی و شیمیایی دارد . شاخص

سایت همبستگی ضعیفی با خواص فیزیکی ساده ی خاک و توپوگرافی داشت و

متغیر های توپوگرافی معنی دار نبودند. بر عکس Fralish و Loucks (1975)

پی بردند که استفاده از داده های عناصر مغذی خاک تنها توانست کمی برآورد

های شاخص سایت را در صنوبر لرزان بهبود بخشد. (1979) Grey نتوانست

هیچ گونه همبستگی معنی داری بین شاخص سایت P. patula و تعدادی از

خواص شیمیایی و مورفولوژیکی سایت پیدا کند. با این حال خصوصیات

توپوگرافی نظیر کلاس سطح زمین شیب ارتفاع و فاصله از قله یا صخره مهم

بودند. (Schonau and Aldworth (1991) پی بردند که عمق فعال ریشه

زنی مهم ترین متغیر موثر در پیش بینی شاخص سایت نهالستان های جگن بودند.

اما مقدار فسفر پتاسیم و کربن الی خاک سطحی نیز معنی دارد بود.

Jackson and Gifford (1974) and Hunter and Gibson (1984)

پی بردند که نهالستان های P. radiate را می توان از خصوصیات فیزیکی

شیمیایی و بارندگی برآورد کرد. (Truman et al. (1983) پی برد که شاخص

سایت نهالستان های P. radiate را می توان از عناصر مغذی برگگی مثل فسفر و

کلسیم علاوه بر

عناصر مغذی خاک پیش بینی کرد اما هر دو این روش ها نیازمند نمونه برداری

زیاد با آزمایشگاهی بودند. رابطه ی بین عناصر مغذی برگگی و تولید سایت وابسته

به گونه است. (Mijers 1937) هیچ گونه رابطه ای را بین ترکیب شیمیایی

بین خاک های جنگلی در اندونزی و کلاس های میفی سایت پیدا نکرد و ایشان

گفت که سایت را می توان از شرایط فیزیکی خاک برآورد کرد.

(Wright and van Dyne 1971) 50 معادله را مطالعه کرد که شاخص

سایت را از غاکتور های شاخص فیزیکی برای چندین گونه در مناطق مختلف

امریکا مطالعه می کردند. همچنین تعمیم ان ها در بیشتر متغیر های مهم سخت

بود. در مناطق با زهکشی ضعیف بافت و عمق در لایه های غیر قابل نفوذ بسیار

مهم بودند و در مناطق دیگر توپوگرافی اب قابل دسترس و عمق خاک بسیار

مهم تر بود. (Carmean 1979a) عنوان کرد که خصوصیات مهم خاکی

شامل عمق سطحی خاک، عمق لایه برداری عمق لایه ی نفوذنا پذیر عمق موثر



خاک بافت و مقدار سنگ، ساختمان زهکشی و رنگ خاک تهدانی بسیار مهم

هستند. (Schmidt and Carmean 1988) گزارش کردند که عمق

خاک، مقدار سنگ رس، اسیدیته ی خاک سطحی و خاک زیرین در پیش بینی

شاخص سایت *P. banksiana* مهم هستند و Shrivasta and Ulrich

(1978) and Vanclay (1989a,b) پی برد که لایه بندی سایت بر اساس

سازند های زمین شناسی موجب افزایش دقت برآورد های تولید سایت می شوند.

(1967) Webb and Tracey عنوان کرد که شاخص سایت *Araucaria*

*cunninghamii* را می توان از زمین شناسی سطحی و لندفرم در یک زون

اقلیمی گسترده به دست آورد. وضعیت کانی های خاک نیز یک فاکتور غالب

بود. سنگ های اصلی تولید خاک هایی با حاصلخیزی کم می کنند در حالی که

سنگ های بازی خاک هایی با عناصر غذایی بالا دارند. شیب، عمق خاک و بافت و وجود توسعه ی خاک زیرین همگی مانع از زهکشی مناسب خاک می شوند و این ها همه فاکتور های خوبی هستند. وب 1969 گزارش کرد که اندازه گیری

های ساده ی

سطح خاک و تهویه ی هوا مقدار زیادی از عناصر مغذی غیر الی می توانند به طور منطقی و معقولی برآورد های صحیحی از تولید سایت بکنند. وضعیت عناصر معدنی خاک را می توان از زمین شناسی سطحی و یا از ساختار جنگل نیز به دست آورد.

Baker and Broadfoot (1977) طرحی را برای تعیین شاخص سایت بر

اساس سهم یک سری از فاکتور ها در سن شاخص عنوان کردند. ان ها از 5

خواص فیزیکی 8 خواص رطوبتی، 6 فاکتور عناصر مغذی و 4 فاکتور مربوط به

تهویه ی خاک استفاده کردند که همه ی ان ها به اسانی در مزرعه ارزیابی می

شود. ای روش فرض می کند که هر فاکتور عامل درصد خاصی از رشد درخت

بوده و این که اثر متقابل محدودی بین این عوامل وجود دارد.

Turner et al. (1990) یک طبقه بندی خاکی را برای نهالستان های P.

radiate انجام دادند و کمبود عناصر مغذی بالقوه و دیگر محدودیت های

مدیریتی ناشی از پارامتر های فیزیکی خاک را که نیز با آنالیز آزمایشگاهی

نداشند را بررسی کردند. این سیستم بر اساس خصوصیات بود که عرضه ی

ذاتی عناصر مغذی، توسعه ی ریشه، مقدار رطوبت و دیگر فاکتور های رشد

مدیریتی را نشان می داد و شامل سنگ مادر، پروفیل بافت، عمق و با ماهیت

سخت لایه بافت و شرایط 10 سانتی متری سطح افق ها، خصوصیات افق ها

شرایط و رنگ خاک زیرین بود. سنگ بستر تقریبا دارای مقادیر زیاد

رس، کوارتز و بسیاری از عناصر مغذی گیاه بود که از طریق هوازدگی

(Brewer, 1954) آزاد می شود. و (Turvey et al. (1990 پی برد که

سنگ مادر و عمق و ماهیت لایه همگی توجیه کننده ی تغییرات در تولید حجم

چوب هستند. برآورد پارامترها از این معادله می تواند برآورد خوبی از تولید حجم

چوب بدهد. (Turner et al. (1990 یک سیستم طبقه بندی خاک را ارائه

کرد که برآورد بهتری از تولید نسبت به آن چه که قبلاً استفاده می شده است نشان

می دهد.

سایت از خصوصیات پوشش گیاهی

بسیاری از خصوصیات سایت نظیر اب قابل دسترس و غلظت عناصر مغذی را

نمی توان به اسانی اندازه گیری کرد بنابراین یک روش جایگزین برای اندازه

گیری متغیر های شاخص نظیر ترکیب پوشش گیاهی زمین وجود دارد. هیچ گونه رابطه ی علی معلولی مشاهده نشد با این حال فرض می شود که هم تولید چوب و هم پوشش گیاهی زمین همگی تحت تاثیر خصوصیات یکسانی قرار دارند. (Lowry (1976) به مطالعه ی خصوصیات مختلف فیزیکی سایت پرداخت و به این نتیجه رسید که پوشش گیاهی سایت بومی بهترین شاخص تولید سایت است.

Daubenmire (1976) نتیجه گرفت که پوشش گیاهی منعکس کننده ی مجموع همه ی عناصر محیط است که برای گیاه مهم هستند و 6 اصل اساسی را برای پوشش گیاهی به عنوان بهترین روش برای ارزیابی شاخص سایت عنوان کرد: 1) پوشش گیاهی منعکس کننده ی همه ی عناصر محیط است که برای

گیاهان مفید است.2) گونه هایی با بیشترین قدرت رقابتی بهترین شاخص ها می باشند3) جنگل ها متشکل از گونه های یکنواختی هستند که در مجموعه ها و اشکوب های مختلف چشم انداز دیده می شوند.4) هر یک از این مواد حساس به ابعاد مهم زیست محیطی هستند5) بسیاری از خصوصیات پوشش گیاهی اهمیت زیادی به عنوان شاخص های اکولوژیک دارند.6) نوع محیط زیست یک واحد اکولوژیکی پایه ی چشم انداز است.

دو روش اصلی را در این جا می توان تمیز کرد: روش طبقه بندی موسوم به تقسیم بندی کوچک یا Braun-Blanquet که ز پوشش گیاهی کلیماکس استفاده می کند و روش رج بندی (که موسوم به کلمنت ) که از گیاهان شاخص استفاده می کنند.مناطق را می توان از نظر لندفرم و یا دیگر گیاهان طبقه بندی یا

لایه بندی کرد (e.g. Smalley, 1986) و این روش نبایستی با روش طبقه

بندی پوشش گیاهی توسط BraunBlanquet قاطی شود.

طبقه بندی

این روش ارزیابی سایت دارای چندین مکتب می باشند که همگی تغییرات در

این موضوع را دنبال می کنند. (and occasionally abundance) با این

حال همه ی این مکتب ها از پوشش کلیماکس بالقوه برای طبقه بندی floristic



منطقه به چند زیستگاه یا نوع سایت استفاده می کنند و یکنواختی کارآمد را در همه ی ابعاد می سنجند. نمونه ی کلاسیک از طبقه بندی ارزیابی سایت استفاد ی کاژاندر از تحدیه های مختلف پوشش زمینی برای پیش بینی تولید سایت در فنلاند است (Hagglund, 1981). این روش با کمی اصلاحات در اروپا و امریکای شمالی نیز به کار گرفته شده است.

Ure (1950) چنین سیستمی را در نیوزیلند استفاده کرد و توانست برآورد سریع و رضایت بخشی از کلاس سایت *P. radiate* را از زیستگاه های ان مشتق کند. ایشان عنوان کرد که در این سیستم ها پوشش گیاهی نبایستی سوزانده، شخم زده و یا در ان دست ورزی انجام شود. کناره ی جاده ها بایستی در مطالعه در نظر گرفته نشوند. در این مطالعه (Daubenmire 1961) پی برد که طبقه

بندی floristic روشی دقیق برای مشاهده ی رشد ارتفاعی و حساسیت به

بیماری های P. ponderosa در امریکا می باشد. (Waenink 1974)

همبستگی ضعیفی بین پوشش گیاهی کف جنگل، نوع زیستگاه و رشد صنوبر

ژاپنی مشاهده کرد و گفت که وقتی کلاس های سفره ی اب در نظر گرفته شود

می تواند ای شاخص بهبود پیدا کند. ایشان همبستگی قوی بین پوشش گیاهی

کف جنگل و تاریخچه ی استعمال کود فسفاته مشاهده کرد.

(Webb 1959) یک طرح طبقه بندی را بر اساس خصوصیات فیزیونومیکی

جنگل های بارانی استرالیا ارائه داد. (Webb et al. 1970) همچنین یک

رویکرد پیچیده تر را بر اساس صفات ساختاری و فیزیونومی ارائه داد. این روش

به اندازه ی روش فلورستیک برای طبقه بندی بسیار مهم بود چرا که توانست

شرایط محیط را نشان دهد. یکی از مزیت های استفاده از ویژگی های ساختاری  
سهولت و سرعت جمع اوری داده هاست. این روش ظاهرا کاربرد بسیار زیادی را  
در مناطق جغرافیایی متنوع دارد. یکی از نقیصه های این روش این است که  
خصوصیات ساختاری را می توان به طور کلی در حالت غیر رسمی تعریف کرد  
و طراحی انواع زیستگاه ها لزوما توسط همه ی افراد نبایستی با یک روش انجام  
شود (Webb et al., 1970). با این حال (Vanclay (1989b هیچ گونه  
همبستگی بین شاخص رشد و طبقه بندی (Webb et al. (1970 پیدا نکرد.

(Pfister and Arno (1980 and Pfister et al. (1977 به بحث راجع

به کاربرد طبقه بندی تیپ زیستگاهی برای مونتانا پرداختند. یکی از خطرات

اصلی در ارزیابی تولید جنگل بر اساس نوع سیستم این است که با انجام این کار

ارزش طبقه بندی ارزیابی سایت ممکن است کاهش پیدا کند. با این حال

Monserud (1984) پی برد که طبقه بندی به چند زیستگاه بسیار مفید است

و می تواند منحنی شاخص سایت را در اشکال مختلف برای هر تپ زیستگاهی

در اختیار بگذارد. طبقه بندی و روش های صحیحی از تولید سایت را در

صورتی که به طور

خاص استفاده شود در اختیار می گذارند اما رویکرد های عمومی تری را می

توان برای اهداف مختلف استفاده کرد که نمی توانند تولید سایت را به خوبی

پیش بینی کنند یکی از مسائل مربوط به طبقه بندی این است که این طبقه بندی

یک علم غیر صحیح است که طبقه بندی های غیر ریاضی و اکولوژیکی همگی

ذهنی هستند در حالی که برآیند رویکرد های ریاضی بستگی به الگوریتم انتخاب

شده دارند. یکی از بسیار الگوریتم های قابل دسترس تنها انالیز خوشه ای تک

لینکاژ است که در تفکیک خوشه ها تاکید دارد و دیگر الگوریتم ها ممکن است

خوشه ها را بدون توجه به این که دو واحد مشابه را ممکن است به خوشه های

مختلف نسبت داد در نظر گرفت (Gower, 1967; Jardine and Sibson,

1973; Sneath and Sokal, 1971).

## رج بندی

دو روش رج بندی وجود دارد. نخستین و متداول ترین روش استفاده از

حضور(وفور) گیاهان خاص به صورت شاخصی از تولید سایت است و روش

دیگر استفاده از خصوصیات فیزیونومیک نظیر اندازه و شکل برگ ها و ارتفاع

گیاهان شاخص است. این روش ها همگی انحصاری هستند و می توان ان ها را با

روش های دیگر نیز استفاده کرد (Hagglund, 1981). حضور و وفور هر

شاخص گیاهی بیان کننده ی یک سری شرایط زیست محیطی مطلوب برای ان

گونه می باشد. یک جامعه ای از چنین گیاهانی بیانگر فاکتور های مناسب

بیولوژیکی و اثرات متقابل سایت هستند. بنابراین استفاده از گیاهان شاخص که

در بر گیرنده ی یک جامعه هستند نشان دهنده ی یکپارچگی عوامل انعطاف

پذیر تر نسبت به روش پوشش گیاهی کلیماکس است (Jones, 1969).

Webb et al. (1967, 1971) پی بردند که طبقه بندی نمی تواند شاخص

حساسی از تولید سایت باشد و این که رج بندی

منعکس کننده ی فاکتور های زیست محیطی با دقت بسیار است. Havel

(1975) نشان داد که رج بندی بسیار مناسب تر از طبقه بندی است و بهترین

نتایج زمانی به دست می آید که همه ی گونه های نادر از آنالیز رج بندی کنار

گذاشته شوند. Hodgkins (1960) and Corns and Pluth (1984)

معادلات رگرسیون را برای بررسی حضور و وفور چندین گونه ی گیاهی و پیش

بینی شاخص سایت از سوزنی برگان استفاده کردند. با این حال Griffin

(1967) گزارش کرد که وفور گیاهان گونه های شاخص تحت تاثیر توزیع

است در حالی که حضور و غیاب ثابت باقی می ماند.

MacLean and Bolsinger (1973a) and Wiant et al. (1975)

معادلاتی را برای پیش بینی شاخص سایت از حضور و غیاب چندین گونه ی

شاخص عنوان کردند. بسیاری از گیاهان شاخص را تنها می توان بعد از تخریب

پوشش گیاهی مشاهده کرد. در مطالعه ی مشابه (Dyrness 1973) عنوان کرد

که یک سری گیاهان شاخص حتی بعد از تخریب و سوزاندن پایدار و ثابت

هستند. (Webb et al. 1971) پی برد که شاخص سایت را می توان به طور

مطمئن از گیاهان شاخص مناسب حتی بعد از پاکسازی و چندین سال مدیریت

حاصل کرد. (Webb and Tracey 1967) فهرستی از گونه های پیش

اهنگ با شاخص های سایت خوب و ضعیف را برای نهالستان های کاج به دست

آورد. این با (Daubenmire and Daubenmire's 1968) همخوانی

دارد که حضور پوشش گیاهی زمینی به شدت مستقل از زیر اشکوب است با این

حال گونه های شاخص بایستی بالاخره انتخاب شود زیرا جنگ های بارانی



ظاهرا پایدار دارای سرعت برگشت پذیری گونه ای نسبتا بالایی هستند

(پوره 1968). Swaine et al. (1987) یک برگشت پذیری گونه ای 1

درصد را در سال در جنگل های مرطوب عنوان کردند با این حال گونه های

شاخص در جنگل های مرطوب حاره ای به شدت تحت تاثیر تخریب قرار نمی

گیرند. Stocker (1981) گزارش کرد که 82 گونه در طی 2 سال بعد از

سوزاندن جنگل های مرطوب حاره ای در کوئزلند سر برآورده اند. Webb et

al. (1967) و West et al. (1988) گزارش کردند که هم رطوبت خاک و

هم حاصلخیزی تحت تاثیر حضور گونه هاست.

Carleton et al. (1985) بررسی اثر فاکتور های زمانی نظیر تراکم و توالی

بر پوشش گیاهی زیر اشکوب در شمال کانادا پرداختند و پی بردند که همه ی

این فاکتور ها تاثیر حداقل بر پوشش گیاهی دارند. ان ها نشان دادند که پوشش

گیاهی زیر اشکوب بیشتر تحت تاثیر خاک بوده و نتیجه گرفتند که پوشش

گیاهی زیر اشکوب شاخص مطمئنی از کیفیت سایت است. با این حال

Schonau (1987) استفاده از شاخص گیاهی را در مناطق معتدله که گونه

های کمتری وجود دارد مفید ارزیابی کرد و نتیجه گرفت که پوشش گیاهی به

خودی خود شاخص مناسبی برای تعیین رضایت بخش کیفیت سایت نیست.

Vanclay (1989b) پی برد که شاخص رشد جنگل های مرطوب

و حاره ای در کوئزلند را می توان به طور مطمئنی از حضور چندین گونه ی

درختی برآورد کرد. اگر تاکسونومی صحیح درختان شاخص مشخص باشد زمین

شناسی هیچ گونه کمکی نخواهد کرد با این حال شناسایی دقیق درختان جنگلی

بسیار مشکل است و نمی توان یک نام را به چندین گونه داد. برآورد های خوب

شاخص سایت را در صورتی می توان به دست آورد که زمین شناسی همراه با نام

های رایج استفاده شود:

$$GI = \begin{pmatrix} 4.528 \times AL \\ 5.934 \times BV \\ 5.164 \times AV \\ 6.174 \times CG \\ 4.980 \times SM \\ 3.837 \times TG \end{pmatrix} + 1.144 \times BLO + 1.286 \times SBN - 1.020 \times VTX - 0.673 \times RAP \\ + 1.027 \times BUA + 1.008 \times RBN - 1.223 \times CLL + 1.516 \times BGR$$

که همه ی متغیر های ،متغیر های ظاهری مقادیر 0 و 1 هستند که مقادیر 1 را در

صورت ی اتخاذ می کنند که زمین شناسی یا گونه در پلات وجود داشته باشد و

در غیر این صورت 0 است. BLO. بلوط ابریشمی ( Bleasdalea

(Archidendron SBN(Bleasdalea bleasdalei وbleasdalei

(Rapanea RAP،(Vitex acuminata) VTX،vaillantii)

RBN،( Apodytes brachystylis) BUA، achradifolia)

(Cryptocarya CLL، (Blepharocarya involucrigera)

BGR و cinnamomifolia and some affiliated species)

(Randia fitzalanii) و AL الویال، BV اتشفشانی بازه ای، AV اتشفشانی

اسیدی، CG، گرانیت دانه درشت، SM سولوبوسید گرگونی و TG گرانیت دانه ریز تولی است. توجه داشته باشید که اگر چه تیپ های زمین شناسی مختلف به طور متقابل و منحصر هستند اما هر تعداد از این گونه ها می توانند برای ارزیابی شاخص رشد استفاده شوند. هیچ یک از این گونه ها گونه های پیش اهنک کوتاه زی نبودند و حضور و غیاب این گونه ها نسبتا مستقل از وضعیت توالی و تخریب می باشند.

Keenan and Candy (1983) از مولفه های اصلی حضور غیاب یک صفر

استفاده کردند که در آن 1 نشان می دهد که گونه حداقل در 30 درصد پلات

های تحت پوشش گیاهی غیر اکالپتوس وجود دارد. 10 گروه گونه ای توسط

هر سه گونه هایی که کمتر از 3 تا 25 پلات وجود داشتند مشتق شد و برخی از

ان ها به صورت تلفیقی استفاده شدند. ماتریس های شامل داده های حضور و

غیاب و داده های درصد پوشش نتایج مشابهی را گزارش کردند. مولفه های

اصلی مزیت زیادی برای تحقیق دارد. ان ها بیش از یک ترکیب خطی از داده

های 1 و 0 در اختیار می گذارند و منعکس کننده ی بیش از یک گرادیان

محیطی هستند و همبستگی های مولفه های اصلی تحت متغیر های توجیهی تغییر

نمی کند (Keenan and Candy, 1983). با این حال یکی از مزیت ها این

است که اجزای اصلی خاص یکی از داده ها نمی باشند. داده های اضافی می

توانند اجزای اصلی مختلفی را بدهند و بنابراین مطالعات بیش بینی ها بایستی از

همبستگی های اصلی استفاده کنند. (Keenan and Candy (1983 پی

بردند که نخستین مولفه ی اصلی 29 درصد تغییرات کل را توجیه کرد که بیش

از عوامل غیر floristic سایت است (شیب، ارتفاع، جهت، مواد مادری

خاک، اسیدیته، زهکشی) در حالی که ( $P < 0.01$ ) کمتر از 9 درصد تغییرات کل

را توجیه کرد. مولفه های اصلی 7 و 8 و 10 همگی معنی دار بودند. Keenan

(1983) and Candy's عنوان کرد که گونه های گیاهی شاخص های بهتری

از رشد ارتفاعی نسبت به ارزیابی انسانی فاکتور های غیر floristic می باشند.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی