

برآورد ظرفیت برد اکولوژیک اکوسیستم‌های جنگلی (مطالعه موردی: جنگل خیرودکنار)

ضیاءالدین بادهیان*^۱، مجید مخدوم^۲، محمود زبیری^۲، جهانگیر فقهی^۳، محمدرضا مروی مهاجر^۲

۱ استادیار گروه محیط زیست دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

۲ استاد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳ دانشیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۱؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

چکیده

به منظور تعیین امکان برداشت سالانه جنگل، ارایه راهکاری که شاخص‌های اکولوژیکی و توان اکوسیستم را مدنظر قرار دهد ضروری و منطقی به نظر می‌رسد. یکی از مفاهیم اساسی و سودمند در تعیین حدود مجاز تغییرات محیط‌زیستی جهت حفظ پایداری اکوسیستم‌ها، مفهوم ظرفیت‌برد است. بنابراین، بررسی حاضر با به‌کار بردن مفهوم ظرفیت‌برد به تعیین امکان برداشت سالانه جنگل در بخش گرازبن جنگل خیرود واقع در نوشهر می‌پردازد. برای این منظور، پس از طبقه‌بندی رویشگاه به یگان‌هایی که به لحاظ اکولوژیکی همگن هستند، رویش حجمی توده در هر یگان با استفاده از پلات‌های آماربرداری شده برآورد شد. تحلیل‌های آماری نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین میزان رویش یا توان اکولوژیکی در یگان‌های همگن مختلف وجود ندارد. بنابراین، به‌منظور تعیین یگان‌های همگن اکولوژیکی حقیقی با توان اکولوژیکی متفاوت، یگان‌هایی که بیشترین تشابه را به لحاظ فاکتورهای تشکیل‌دهنده داشتند، به‌صورت آزمون و خطا با یکدیگر تلفیق و در نهایت یگان‌های همگن اکولوژیکی حقیقی مشخص شد. بخش گرازبن، از دو یگان همگن اکولوژیکی تشکیل شده است که رویشی برابر با ۵/۶۵ (یگان با توان بالاتر) و ۴/۷۴ (یگان با توان پایین‌تر) سیلو بر هکتار داشتند که میزان رویش آنها تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ خطا با یکدیگر نشان داد. با در نظر گرفتن رویش در یگان همگن با توان اکولوژیکی پایین‌تر به‌عنوان حد پایین و رویش در یگان همگن با توان اکولوژیکی بالاتر به‌عنوان حد بالای ظرفیت‌برد، ظرفیت‌برد اکولوژیکی این بخش از جنگل برآورد شد. با تلفیق نقشه پارس‌های بخش گرازبن با نقشه یگان‌های همگن اکولوژیکی حقیقی، امکان برداشت در هر یک از پارس‌ها محاسبه شد که تحلیل‌های آماری تفاوت معنی‌داری را بین امکان برداشت در پارس‌ها به روش سنتی و به روش جدید در سطح ۱٪ خطا نشان دادند. این روش، با در نظر گرفتن ناهمگنی اکوسیستم در بخش‌های مختلف و تعیین توان بخش‌های مختلف اکوسیستم، همچنین با توجه به طبیعت فازی مفهوم ظرفیت‌برد برای پوشش دادن به عدم قطعیت‌های موجود در برهم‌کنش‌های اکولوژیکی که در نهایت توان اکوسیستم را تعیین می‌کنند، می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش فعلی تعیین امکان برداشت در جنگل‌های شمال به شمار آید.

کلید واژه‌ها: امکان برداشت سالانه جنگل، ظرفیت‌برد اکولوژیکی، یگان‌های همگن اکولوژیکی، جنگل خیرودکنار

سرآغاز

انسان‌ها صدمات زیادی به اکوسیستم‌ها وارد می‌کنند. لازم است که توازن بین ساده کردن و ایجاد تنش و حفظ تنوع در زیر سیستم‌های اکوسیستم‌های مورد بهره‌برداری ایجاد شود. تغییرات حاصله توسط انسان می‌تواند نتایج غیرقابل پیش‌بینی داشته باشد و باید محدودیتی برای اعمال انسان در طبیعت در نظر گرفته و بر آن با مدیریتی صحیح نظارت داشت. همین‌طور پیچیدگی و تأخیری بودن پاسخ طبیعت به تغییرات ایجادشده در عملکرد اکوسیستم‌ها لزوم ضرورت شناسایی آستانه‌ها و نظارت و پایش مستمر فعالیت‌ها را مطرح می‌نماید. یکی از مفاهیم اساسی و سودمند در تعیین حدود مجاز تغییرات محیط‌زیستی که اکوسیستم را از حالت پایداری خارج ننماید، مفهوم ظرفیت‌بر (Carrying Capacity) است که با به‌کارگیری فنون و مفاهیم آن و رعایت آستانه محاسبه شده برای هر اکوسیستم در طبیعت، می‌توان ضمن تداوم فعالیت‌های انسانی، پایداری عناصر اصلی اکوسیستم طبیعی را نیز تضمین نمود. ظرفیت‌برد $CC^{(۱)}$ حد ماکزیم بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر برای یک کاربری معین بدون بروز پسرقت یا تخریب غیرقابل بازگشت در یک مکان معین و در یک مقیاس زمانی غیرقابل برگشت در یک نسل است (مخدوم، ۱۳۸۶ به نقل از Kessler, 1992). در تعریف دیگری (مخدوم، ۱۳۸۶) بیان شده است که CC محیط ماکزیم بار دائمی قابل پشتیبانی است (Carton, 1986). از طرفی دیگر ظرفیت برد حدی است که یک متغیر محیطی درون یک اکوسیستم معین می‌تواند بدون آن که ساختار و عملکرد آن اکوسیستم را دچار اختلال نماید، تغییر یابد (Manning, 1998) برای اکوسیستم‌های مختلف ظرفیت برد متفاوت است. بنابراین، ابتدا باید تعیین شود که نوع اکوسیستم مدنظر برای تعیین ظرفیت برد چیست. در اولین گام، برای تعیین ماهیت اکوسیستم، باید ابتدا مرز یک اکوسیستم را تعیین نمود. قراردادی بوده و برای سهولت مطالعه اختیار می‌شود. به طور خلاصه، انواع اکوسیستم‌ها عبارتند از (مخدوم، ۱۳۸۶):

- اکوسیستم طبیعی: که بسته به گونه، قلمرو آللوپاتی متفاوت است و منظور از طبیعی در واقع کمتر دست خورده است.
- پرورش یافته: در این اکوسیستم‌ها محصول، رویش و تولید مدنظر قرار می‌گیرد.
- سازش یافته: در این نوع اکوسیستم باید بین سرمایه طبیعی،

انسانی، فرآورده و پسماند توازن برقرار باشد.

- پسرفته (تخریب یافته): سعی بر این است که تبدیل به سازش یافته شود.

اکوسیستم مدنظر بررسی حاضر یک اکوسیستم جنگلی است که در واقع یک اکوسیستم پرورش یافته است. بنابراین، CC به رویش بستگی دارد. بنابراین، با به‌دست آوردن رویش می‌توان CC اکولوژیک یا حد نهایی برداشت یا خط قرمز بهره‌برداری را تعیین نمود. قبل از هر چیز باید مرز اکوسیستم را مشخص کنیم. اما از آن جا که نمی‌توان اکوسیستم را کامل درک نمود، یک اکوسیستم قراردادی را برای این منظور در نظر می‌گیریم. مقیاس‌های موجود و مرزبندی‌های فعلی اکوسیستم‌ها با مقیاس‌ها و مرزهای اکولوژیک تطابق ندارد. زیرا، خدمات اکوسیستمی در دامنه مقیاس‌های اکولوژیک است و در دامنه مقیاس‌های نهادی و یا فنی به مصرف‌کننده عرضه می‌شود. برای مثال، این که مرزهای یک سری در جنگل با مرزهای اکولوژیک اکوسیستم جنگلی تطابق ندارد و در واقع تقسیم‌بندی سری به چند پارسل در واقع تقسیم‌بندی براساس مرزهای اکولوژیک نیست. این امر به اضافه همگن نبودن اکوسیستم‌ها، برآورد CC را دچار مشکل می‌سازد و برای رفع آن لازم است که اکوسیستم‌های قراردادی و همگن تعریف و تعیین شوند (مخدوم، ۱۳۸۶). حال برای این که ضرورت استفاده از ظرفیت برد در تعیین امکان برداشت روشن‌تر شود، برخی از تعاریف امکان برداشت سالانه $AAC^{(۲)}$ ارایه می‌شود. برای مثال، مهاجر (۱۳۸۵)، امکان برداشت سالانه را چنین تعریف می‌کند: امکان برداشت مجاز چوب از یک جنگل برای یک سال با توجه به حجم جنگل، میزان رویش، رویشگاه و هدف موردنظر در طرح جنگلداری تعیین می‌شود، در توضیح دیگری چنین آمده است که تنظیم محصول‌دهی فرایند یا راهبرد دست‌یابی به محصول پایدار است که در قالب برنامه‌ریزی، پایش و کنترل در اقدام‌های مدیریت ترجمه می‌شود. در عمل تنظیم محصول‌دهی فرایند تعیین بخشی از جنگل (مساحت جنگل و یا حجم چوب) است که سالانه و یا در یک دوره معین برداشت می‌شود که تولیدات پایدار جنگل و پایداری خود جنگل را تضمین می‌کند. AAC عددی است که بزرگی این مقدار قابل برداشت را نشان می‌دهد. امکان برداشت سالانه دارای ابعاد مکانی و زمانی است و توضیح می‌دهد که قطع چگونه باید صورت گیرد (Redhahari & &

اکولوژیک، کمبود اطلاعات و عدم دستیابی به همبستگی پارامتریک داده‌ها و وقت ناکامی برای دستیابی به آمایش سرزمین ایران، روش به کار گرفته شده برای طبقه بندی و ارزیابی توان اکولوژیک محیط‌زیست چند عامله است. اقلیم، خاک (عمق، زهکشی، بافت، تحول یافتگی خاک، اسیدیته، ساختمان، دانه‌بندی) زمین‌شناسی (نوع سنگ مادری)، فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهات جغرافیایی) داده‌های مربوط به پوشش گیاهی (تیپ‌های جنگلی، حجم در هکتار، درصد تاج پوشش، میزان زادآوری درصد پوشش علفی کف جنگل و رویه زمینی) از جمله پارامترهایی است که در تشکیل یگان‌های همگن اکولوژیک، طبقه بندی و ارزیابی توان استفاده می‌شوند (مخدوم، ۱۳۸۰). علاوه بر این برای مدیریت چندمنظوره، پایدار و کارا تر در جنگل رویشگاه طبقه‌بندی می‌شوند و درجه حاصل‌خیزی طبقه‌های مختلف تعیین می‌شوند (Clutter et al., 1983). همان‌طور که ذکر شد، از این پارامترها می‌توان در تجزیه سرزمین به یگان‌های همگن اکولوژیک و طبقه‌بندی سرزمین بر مبنای یگان‌های همگن اکولوژیک که مبنای تعیین CC اکولوژیک در جنگل نیز هستند، استفاده نمود. با وجود این که دانشمندان مختلف طی دوره‌های مختلف مشکلاتی را به CC، مفاهیم، اندازه‌گیری، برآورد و کاربرد آن نسبت می‌دهند، این مفهوم بدون تردید نقش مهمی در ترغیب هوشیاری جامعه و سیاست‌مداران و فهماندن محدودیت‌های تهدیدکننده موجود برای فعالیت‌های اقتصادی ایفا می‌کنند. از طرفی دیگر، CC همچنان یک مفهوم مفید برای مدیریت محیط‌زیست می‌باشد به‌ویژه، این که CC یک درک و بینش مناسب در رابطه با میان کنش‌های فعالیت‌های انسان با محیط‌زیست فراهم می‌آورد. با توجه به تعاریف و مفاهیم CC و توسعه پایدار، می‌توان CC و مدیریت بر مبنای آن را از مهم‌ترین ابزارهای نیل به توسعه پایدار به‌طور کلی و توسعه پایدار جنگل به‌طور خاص، دانست. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، برای هر اکوسیستم با کاربری خاص خود یک CC وجود دارد که یک مفهوم حداکثر استفاده از اکوسیستم را می‌توان از آن استنباط نمود. از آن جایی که اکوسیستم مورد نظر در این بررسی، جنگل و کاربری آن تولید چوب است و با توجه به این که مفهوم AAC در واقع میزان برداشت مجاز سالانه است و حداکثر استفاده یا برداشت چوب در آن به‌طور واضح قابل درک می‌باشد، بنابراین می‌توان با اطمینان CC را در راستای مفهوم توسعه

(Sumaryono, 2002). همان‌طور که تعاریف امکان برداشت نشان می‌دهند، در جنگلداری کلاسیک بیشتر هدف محصول پایدار بوده است و توجه زیادی به توان اکولوژیک جنگل نمی‌شود. علاوه بر این، برآورد AAC به روش فعلی در جنگل‌های شمال ایران دارای معایبی هستند که به‌طور خلاصه عبارتند از این که روش‌های کلاسیک تعیین امکان برداشت سطحی و حجمی، ارتباط نزدیکی با «جنگل‌های نرمال» (همسال) و «دوره گذار» داشتند. در واقع، در گذشته متخصصان جنگلداری در برخی از کشورها مانند ایران بر این باور بوده و هستند که محصول پایدار زمانی به دست می‌آید که جنگل‌های موجود در وضعیت نرمال قرار گیرند. اما، در مدیریت جنگل‌های طبیعی و مدیریت جنگل به روش تک‌گزینی، جنگل نرمال وجود ندارد و یک تفکر صرفاً ذهنی کلاسیک است. بنابراین، نمی‌تواند یک مفهوم علمی و متناسب با مدیریت پایدار جنگل‌های شمال کشور باشد. در روش‌های کنونی تعیین امکان برداشت، فرض‌های نامعتبری مانند: این که جنگل‌های ثانویه (بهره‌برداری شده) شرایط خود را تا آن جایی بازسازی می‌کنند که توده اولیه بوده است یا تغییری در اندازه مؤثر در طول چرخه قطع به وجود نمی‌آید و یا این که هیچ گونه اختلالات معنی‌داری از بیرون اتفاق نمی‌افتد، وجود دارند. همچنین، محاسبه AAC بر مبنای سطح جنگل را همگن فرض می‌کنند. این فرض قابل دفاع نیست. زیرا، وضعیت و شرایط جنگل‌های طبیعی (به خصوص جنگل‌های کوهستانی شمال ایران) در رویشگاه‌های مختلف، به‌طور قابل ملاحظه‌ای متغیر است. ترکیب گونه‌ای از یک ناحیه جنگلی تا ناحیه دیگر تغییر عمده‌ای دارد و هر یک از این نواحی ویژگی‌های بیولوژیکی خاص خودش را دارد. برای مثال، پویایی‌های رشد متفاوتی دارند. بنابراین، در این روش‌ها توان اکولوژیک و پتانسیل جنگل در رویشگاه‌های مختلف مدنظر قرار نمی‌گیرد. بنابراین، در این مطالعه با به کار بردن ظرفیت برد سعی بر آن است تا حد امکان مشکلات موجود در تعیین ظرفیت برد رفع و روش نوینی برای تعیین امکان برداشت بر مبنای توان اکوسیستم جنگلی ارائه شود. به منظور تعیین پتانسیل رویشگاه برای تولید چوب یا به عبارت دیگر تعیین توان اکولوژیک رویشگاه در بخش‌های مختلف لازم است که رویشگاه به طبقات همگنی تقسیم شوند.

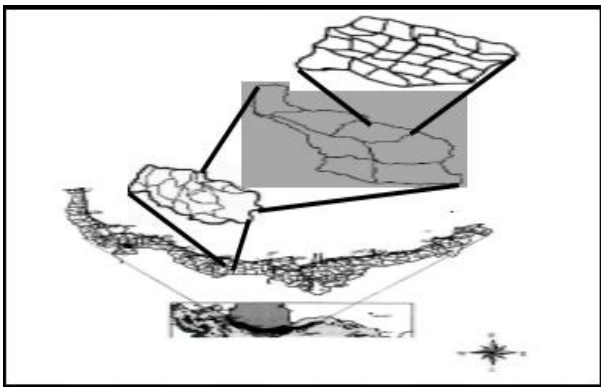
در ایران، به خاطر تنوع سرزمین و منابع اکولوژیک به ویژه اقلیم، کمبود ارزیابان متبحر، سابقه محدود در شناسایی منابع

امکان برداشت بروش سنتی (در نظر گرفتن بخشی از موجودی به عنوان امکان برداشت مجاز برای کل بخش) متفاوت است.

مواد و روش‌ها

• منطقه مورد مطالعه

جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود با وسعت ۸۰۰۰ هکتار در ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین $27^{\circ} 36'$ تا $40^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $51^{\circ} 33'$ و $51^{\circ} 43'$ طول شرقی واقع شده است. از شمال، به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب، به بیلاقات و روستای کلیک محدود می‌شود (طرح جنگل‌داری گرازین، ۱۳۸۷). این جنگل شامل ۷ بخش است که مطالعه حاضر در بخش گرازین انجام شده است شکل (۱)، موقعیت کلی بخش گرازین را نشان می‌دهد.



شکل (۱): نقشه موقعیت بخش گرازین در حوضه آبخیز جنگل خیرود و در حوضه‌های آبخیز شمال کشور

بخش گرازین دارای دامنه ارتفاعی ۴۵۰ متر تا ۱۳۸۰ متر است. در محاسبات ارتفاع متوسط بخش گرازین ۱۰۰۰ متر از سطح دریا در نظر گرفته شد. بنابراین، مقدار متوسط بارندگی سالیانه بخش گرازین برابر با $1458/5$ میلی‌متر محاسبه می‌شود. در دستگاه اقلیمی دومارتون، بخش گرازین با داشتن ضریب خشکی معادل $82/6$ ، دارای اقلیم «مرطوب نوع ب سرد» می‌باشد (طرح جنگل‌داری گرازین، ۱۳۸۷). درختان عمده بخش گرازین نیز شامل: راش، ممرز، نمدار، افرا، توسکای بیلاقی و بلند مازو هستند.

• روش ارزیابی

به منظور تهیه نقشه یگان‌های شکل زمین و پارامترهای تشکیل‌دهنده آن می‌توان از نقشه توپوگرافی استفاده کرد. برای

پایدار و مدیریت پایداری جنگل برآورد و آن را جایگزین روش‌های قبلی تعیین امکان برداشت سالانه نمود. در ارتباط با تعیین امکان برداشت با استفاده از CC مطالعه مشابهی صورت نگرفته است. اما، در ارتباط با فاکتورهای تأثیرگذار در رویش جنگل و حاصل‌خیزی رویشگاه مطالعات زیادی صورت گرفته است. برای مثال، در طراحی یک مدل کامپیوتری برای پیش‌بینی تغییرات و پویایی‌های رشد جنگل فاکتورهای شیب، جهت، ارتفاع، عمق و رطوبت خاک و درصد سطح سنگی پلات وارد مدل شدند و تمامی عناصر ذکر شده ارتباط معنی‌داری با رشد درختان جنگل داشتند (Botkin et al., 1972). مطالعات زیادی، ارتباط حاصل‌خیزی را با خاک و ویژگی‌های توپوگرافیک مانند: ضخامت خاک، بافت خاک، سنگ‌دار بودن خاک و شیب تأیید کرده‌اند. در جایی دیگر نیز اضافه می‌کند که تفاوت‌های بین نمایه‌های رویشگاه با فاکتورهای زمین سیما مانند: شیب، جهت شیب و موقعیت روی شیب ارتباط دارد (Carmean, 1975). در بررسی‌های مختلفی نیز تفاوت معناداری بین رویش در جهت‌های مختلف و به‌ویژه جهت شمالی به دلیل دریافت رطوبت بیشتر با سایر جهات به لحاظ پوشش گیاهی مشاهده شده است (Somanathan et al., 2005). در بررسی مشابهی، ارتفاع در طبقات با فاصله زیاد (۷۰۰ و ۱۷۰۰، ۲۷۰۰، ۳۱۰۰) و خاک ارتباط معناداری با حاصل‌خیزی و تغییرات رویش و غنای گونه‌ای نشان دادند. البته اختلاف ارتفاع در ابعاد زمانی و مکانی وسیع، می‌تواند در حاصل‌خیزی و رویش تغییراتی را ایجاد نمایند (Aiba et al., 2005). در بررسی فاکتورهای تأثیرگذار در رویش جنگل، درجه حرارت، جهت شیب، بارش، و ضخامت خاک به‌طور معنی‌داری با رویش حجمی جنگل ارتباط داشتند. درجه حرارت ارتباط معکوس و بارش ارتباط مستقیمی با رویش داشت و جهت به‌صورت یک تابع کسینوسی عمل می‌کرد. به منظور پیش‌بینی تغییرات رویش حجمی علاوه بر وارد نمودن فاکتورهای نامبرده، ترکیب پوشش جنگل و سن توده نیز از جمله فاکتورهای معنی‌دار به‌کار رفته در مدل رویش جنگل بودند (Yang et al., 2006). هدف از این بررسی را به‌طور کلی می‌توان تعیین ظرفیت برد جنگل برای کاربری تولید چوب به‌عنوان راه‌کاری در راستای حرکت به سمت توسعه پایدار و مدیریت پایدار جنگل برای نخستین بار و درک قابلیت‌های این رهیافت به‌عنوان یک ایده جدید بیان نمود. فرض بر این است که میزان امکان برداشت جنگل به روش جدید (CC)، با میزان

تشکیل یگان‌ها مساحت آن‌ها محاسبه شد. با توجه به این که یگان‌های با مساحت کوچک عمل برنامه‌ریزی را دچار مشکل می‌کنند، روی نقشه یگان شکل زمین عمل ادغام انجام شد. یگان‌هایی که شیب آن کمتر از ۱۲٪ و مساحت آن‌ها کمتر از ۵ هکتار بود و یگان‌هایی که شیب بالای ۱۲٪ و مساحت کمتر از ۲۵ هکتار داشتند، با به‌کار بردن تابع Eliminate در یگان‌های مجاورشان در شدند. به این ترتیب، با عمل ادغام تعدادی یگان با اندازه معقول و مناسب‌تر ایجاد خواهد شد (مخدوم، ۱۳۸۰).

پس از ایجاد یگان‌های شکل زمین نقشه به‌دست آمده با نقشه حاصل‌خیزی بخش گرازین و همین‌طور نقشه تیپ گیاهی این بخش ادغام شدند (طرح جنگلداری گرازین، ۱۳۸۷).

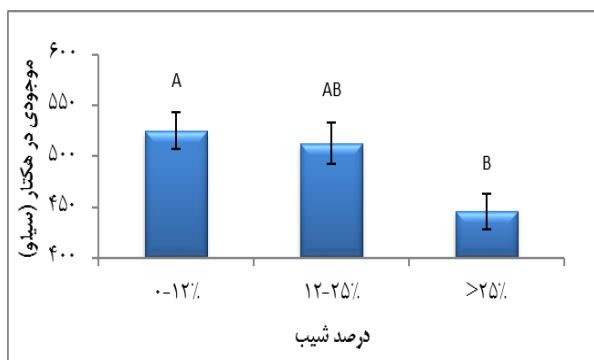
در اکوسیستم‌های طبیعی CC اکولوژیک در واقع همان میزان رویش سالانه اکوسیستم است. بنابراین، با برآورد رویش سالانه اکوسیستم در حقیقت توان اکولوژیک و یا CC اکولوژیک بخش گرازین برآورد شد. پس از ایجاد واحدهای همگن در منطقه و تهیه نقشه واحدهای همگن اکولوژیک، لازم است که موجودی هر یک از واحدهای همگن را محاسبه و در نهایت رویش سالانه هر واحد را برآورد نمود. البته لازم به ذکر است که در ابتدا بنابراین بود که رویش سالانه در واحدهای مختلف بوسیله مته سال سنج اندازه‌گیری شود، اما به‌دلیل مشکلات ذکر شده که در اندازه‌گیری رویش بوسیله مته سال سنج وجود دارد، از این روش صرف نظر شد.

بنابراین برای به‌دست آوردن رویش سالانه، ابتدا با استفاده از داده‌های آماربرداری بخش گرازین و با استفاده از فرمول تاریف (طرح جنگلداری گرازین، ۱۳۸۷) برای گونه‌های مختلف، موجودی در هکتار واحدهای مختلف محاسبه و سپس با در نظر گرفتن بخشی از موجودی به عنوان رویش منطقه (در این بررسی ۱٪)، میزان رویش سالانه برای هر واحد را برآورد شد. برای این منظور، نقشه پلات‌های آماربرداری شده را روی نقشه واحدهای همگن اکولوژیک قراردادده تا پلات‌هایی که در هر یک از واحدها قرار می‌گیرند، مشخص شوند. پس از تعیین نمودن پلات‌های قرار گرفته بر روی هر یک از واحدهای به‌دست آمده، حجم در هکتار برای هر واحد به‌طور مجزا محاسبه شد. سپس به منظور تعیین صحت فرض وجود تفاوت موجودی بین واحدهای همگن اکولوژیک، حجم‌های محاسبه شده با استفاده از نیز تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون میانگین توکی در محیط نرم‌افزار SPSS.17 با یکدیگر مقایسه شدند. در صورتی که

تهیه نقشه یگان‌های شکل زمین ابتدا باید نقشه طبقات شیب، جهت و ارتفاع را به‌طور جداگانه تهیه نمود. در این مطالعه مبنای تهیه نقشه‌ها، نقشه توپوگرافی رقمی ۱/۲۵۰۰۰ تهیه شده به سفارش دفتر مهندسی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور از روی عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۴ است. فاصله خطوط توپوگرافی در این نقشه، ۱۰m است. سپس نقشه توپوگرافی منطقه وارد نرم‌افزار ArcGIS9.3 و نقشه مدل رقمی ارتفاع با اندازه تفکیک ۲۰ متر تهیه شد. برای ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین به‌طور کلی با استفاده از منابع پایدار و ناپایدار اکولوژیکی منطقه به یگان‌های همگن اکولوژیک تقسیم خواهد شد. بدین‌منظور از منابع اکولوژیکی پایداری مانند شیب، جهت، ارتفاع، خاک و تیپ گیاهی جهت ایجاد یگان‌های همگن اکولوژیک استفاده شد. به‌دلیل این که تمامی منطقه از یک یگان زمین‌شناسی تشکیل شده است، در تشکیل یگان‌های همگن اکولوژیک از نقشه زمین‌شناسی صرف‌نظر شد. اقلیم و آب و هوا ویژگی‌های اقلیمی نیز یکی از ارکان ارزیابی توان اکولوژیکی است. با توجه به این که برای تهیه نقشه‌های اقلیمی اطلاعات چندین ایستگاه هواشناسی مورد نیاز است و در منطقه مورد مطالعه تنها اطلاعات ایستگاه هواشناسی نوشهر وجود دارد، امکان تهیه نقشه اقلیم وجود نداشت. همین‌طور از آنجا که آب مورد نیاز برای رشد و نمو جنگل، علاوه بر رودخانه و چشمه‌ها بیشتر از نزولات آسمانی تأمین می‌شود، بنابراین، در تهیه یگان‌های اکولوژیک مدنظر قرار نگرفتند. به‌طور کلی، بخش گرازین از نظر موجودی و تنوع وحوش به علت حفاظت بهتر، غنی‌تر از مناطق جنگلی هم‌جوار خود می‌باشد (طرح جنگلداری گرازین، ۱۳۸۷) ولی از آن جایی که تا به حال در این مورد جانوران مطالعه جامعی به عمل نیامده است، بنابراین از این داده‌ها نیز جهت تشکیل یگان‌های همگن اکولوژیک استفاده نشده است. برای تهیه نقشه شیب از سه طبقه ۱۲-، ۲۵-۱۲ و ۲۵< استفاده شد. برای تهیه نقشه جهت از پنج طبقه اصلی شمال، جنوب، غرب و شرق و دشت و به‌منظور تهیه نقشه طبقات ارتفاع نیز از سه طبقه >۱۰۰۰-۱۲۰۰ و <۱۲۰۰ متر استفاده شد.

برای تهیه نقشه یگان‌های شکل زمین (یگان‌های پایه یک) لازم است که نقشه‌های شیب، طبقات ارتفاع و طبقات جهت‌های جغرافیایی که اجزای تجزیه شده آن هستند، با یکدیگر تلفیق شوند. برای تلفیق سه نقشه یاد شده در ایران از روش رویهم‌گذاری (ادهمی مجرد، ۱۳۶۸) استفاده می‌شود. پس از

منظور تعیین تأثیر شیب در توان رویشگاه، نقشه پلات‌های موجودی بر روی نقشه طبقات شیب قرار داده شد و متوسط موجودی با استفاده از پلات‌های واقع شده در هر طبقه بر حسب سیلو بر هکتار، محاسبه شد (به دلیل قرار نگرفتن پلات‌های آماربرداری شده بر روی طبقه شیب ۴ (بالای ۶۰٪) و همین‌طور سطح کوچک این طبقه نسبت به ۳ طبقه دیگر، این طبقه با طبقه سوم ادغام شد. سپس مقایسه بین این ۳ طبقه صورت گرفت). همان‌طور که نمودار (۲) نشان می‌دهد، بین موجودی شیب ۰-۱۲٪ درصد و ۱۲-۲۵٪ تا ۲۵٪ هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند شیب ۱۲-۲۵٪ نیز اختلاف معنی‌داری با شیب بالای ۲۵٪ درصد ندارد. اما، طبقه ۰-۱۲٪ اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵٪ با طبقه شیب بالای ۲۵٪ درصد دارد.



نمودار (۲): اختلاف موجودی در شیب‌های مختلف

• طبقات ارتفاع

نقشه طبقات ارتفاع گرازین بر اساس سه طبقه ۱ (زیر متر ۱۰۰۰)، ۲ (۱۰۰۰-۱۲۰۰ متر) و ۳ (بالای ۱۲۰۰ متر) درصد تشکیل شده است. به منظور تعیین اثر ارتفاع در توان رویشگاه، نقشه پلات‌های موجودی بر روی نقشه طبقات ارتفاع قرار داده شد و متوسط موجودی برای هر طبقه مورد محاسبه قرار گرفت. تحلیل‌های آماری انجام شده نشان می‌دهد که ارتفاع زیر ۱۰۰۰ متر با طبقه ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ متر هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. اما، این دو طبقه اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵٪ با طبقه ارتفاع بالای ۱۲۰۰ متر دارند (نمودار ۳).

• واحدهای شکل زمین

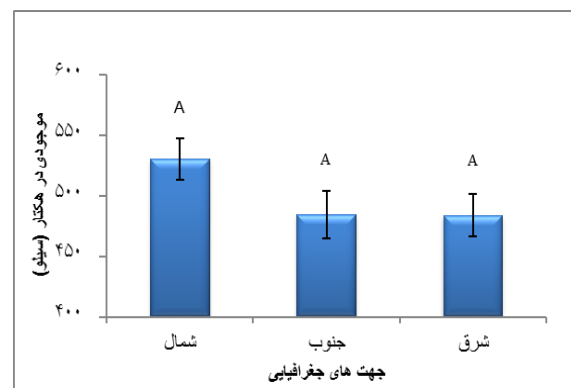
از روییم‌گذاری نقشه‌های طبقات شیب، جهت و ارتفاع، نقشه شکل زمین برای منطقه استخراج شد که در شکل ۲ مشاهده می‌شود. اعداد نمایش داده شده در راهنمای نقشه به‌عنوان نام

موجودی یا رویش در واحدهای فرضی همگن اکولوژیک اولیه با یکدیگر به‌لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشته باشند می‌توان واحدهایی را که با توجه به منابع ذکر شده برای ایجاد واحدهای همگن اکولوژیک فرضی، بیشترین شباهت را با یکدیگر دارند در هم ادغام نمود تا واحدهایی که عملاً همگن هستند و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری به لحاظ موجودی و در نتیجه رویش دارند را با CC متفاوت به‌دست آیند. در نهایت، CC واحدهای مختلف اکولوژیک حقیقی و در پی آن CC اکولوژیک بخش گرازین به‌دست می‌آید.

یافته‌ها

• طبقات جهت

بخش گرازین از ۴ جهت اصلی تشکیل شده است: جهت شمالی (۱)، غربی (۲)، جنوبی (۳) و شرقی (۴). جهت عمده شیب جنوبی است. با روییم‌گذاری نقشه پلات‌های موجودی با نقشه جهت و تحلیل‌های آماری مشخص شد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری به لحاظ موجودی یا توان اکولوژیک بین جهت‌های مختلف وجود ندارد.

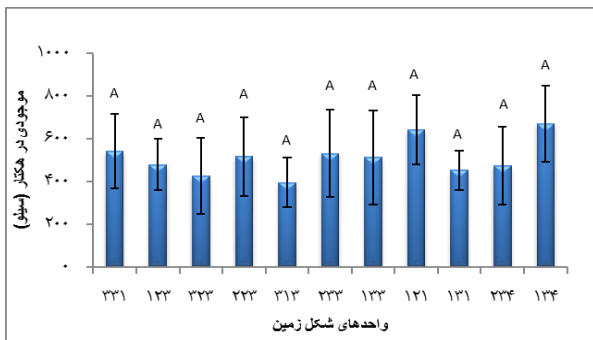


نمودار (۱): اختلاف موجودی در جهت‌های مختلف

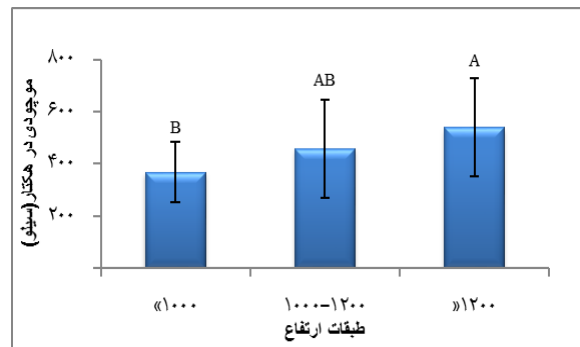
همان‌طور که نمودار (۱) نشان می‌دهد، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین جهت‌های مختلف شمالی، شرقی و جنوبی مشاهده نشد. در این قسمت، به دلیل سطح کوچک جهت غربی و به دنبال آن تعداد پلات‌های آماربرداری واقع شده در این طبقه، جهت غربی در مقایسات آماری وارد نشد.

• طبقات شیب

نقشه طبقات شیب بخش گرازین از سه طبقه ۱ (۰-۱۲٪)، ۲ (۱۲-۲۵٪) و ۳ (۲۵-۶۰٪) و ۴ (>۶۰٪) درصد تشکیل شده است. به

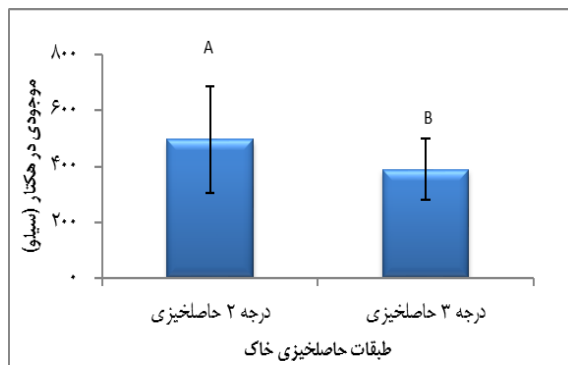


نمودار (۴): اختلاف موجودی در واحدهای شکل زمین

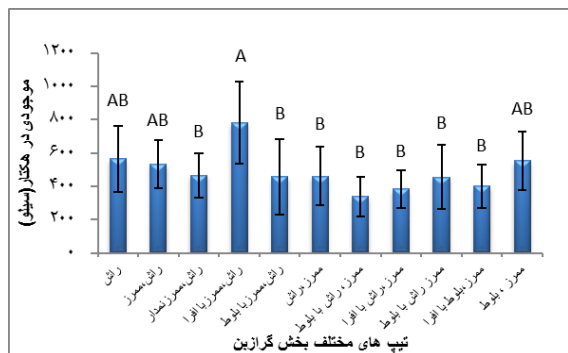


نمودار (۳): اختلاف موجودی در ارتفاعات مختلف

به منظور تعیین اثر تیپ گیاهی و حاصل خیزی خاک بر توان رویشگاه نیز، نقشه تیپ و حاصل خیزی با نقشه پلات‌های موجودی حجمی رویهم‌گذاری شد. تحلیل‌های آماری تفاوت معنی‌داری بین موجودی طبقات حاصل خیزی در سطح ۹۵٪ و بین موجودی تیپ‌های مختلف در سطح ۹۹٪ نشان می‌دهند (نمودار ۵ و ۶).



نمودار (۵): اختلاف موجودی در طبقات مختلف حاصل خیزی خاک

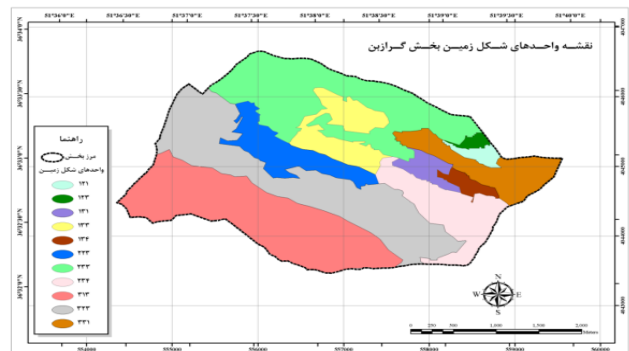


نمودار (۶): اختلاف موجودی در تیپ‌های مختلف

پس از تشکیل واحدهای همگن اکولوژیک و روی هم‌گذری آن با نقشه پلات‌های موجودی حجمی بخش گرازین و به دست

• واحدهای شکل زمین

از رویهم‌گذاری نقشه‌های طبقات شیب، جهت و ارتفاع، نقشه شکل زمین برای منطقه استخراج شد که در شکل (۲) مشاهده می‌شود. اعداد نمایش داده شده در راهنمای نقشه به عنوان نام واحدها، به ترتیب از چپ به راست بیان‌گر طبقه شیب، طبقه ارتفاع و طبقه جهت هر واحد شکل زمین هستند. برای مثال، واحد ۲۳۴ دارای شیب ۱۲-۲۵ درصد، ارتفاع بالای ۱۲۰۰ متر و جهت شرقی است. برای تعیین اثر شکل زمین بر توان رویشگاه نقشه واحدهای شکل زمین و نقشه پلات‌های موجودی حجمی رویهم‌گذاری شد. تحلیل‌های آماری تفاوت معنی‌داری بین موجودی واحدهای شکل زمین نشان ندادند (نمودار ۴).



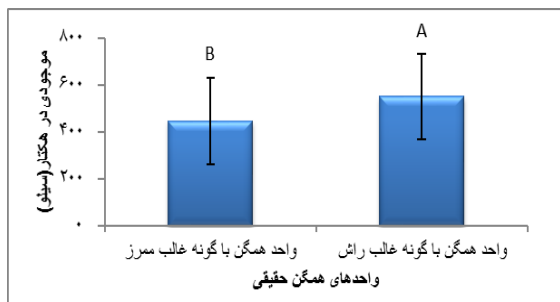
شکل (۲): نقشه واحدهای شکل زمین

• واحدهای همگن اکولوژیک (فرضی)

در مرحله بعد، پس از تهیه نقشه واحدهای شکل زمین، نقشه تیپ گیاهی بخش گرازین با نقشه شکل زمین تلفیق نموده و سپس نقشه جدید حاصل از تلفیق نقشه شکل زمین و تیپ گیاهی را با نقشه حاصل خیزی خاک تلفیق نموده و نقشه نهایی واحدهای همگن اکولوژیک (فرضی) به دست می‌آید (شکل ۳).

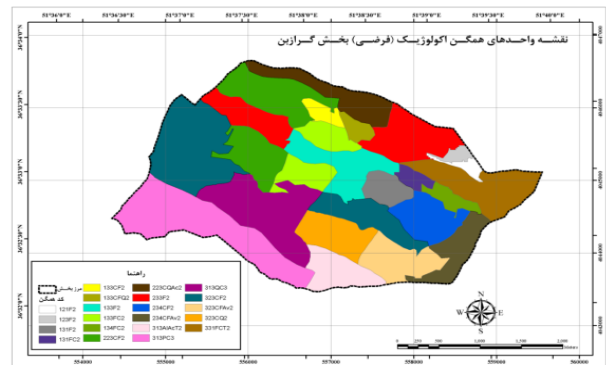
• واحدهای همگن اکولوژیک حقیقی

با ادغام واحدهای مختلف با بیشترین تشابه به لحاظ فاکتورهای تشکیل دهنده (شیب، جهت، ارتفاع، تیپ و حاصل خیزی خاک) و مقایسه موجودی آن‌ها، نقشه واحدهای همگن اکولوژیک حقیقی با پتانسیل‌های متفاوت به دست آمد (نمودار ۸) که در شکل (۴) مشاهده می‌شوند.

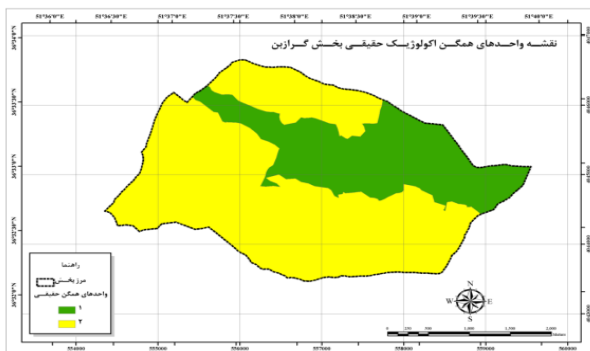


نمودار (۸): اختلاف موجودی در واحدهای همگن اکولوژیک حقیقی

آوردن متوسط موجودی واحدهای مختلف، تحلیل‌های آماری انجام شده نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین موجودی واحدهای همگن اکولوژیک فرضی وجود نداشت. همین‌طور در واحدهای همگن اکولوژیکی که مجزا از یکدیگر قرار گرفته‌اند (با رنگ‌های مشابه اما در جاهای مختلف) نیز هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند.



شکل (۳): نقشه نهایی واحدهای همگن اکولوژیک (فرضی)



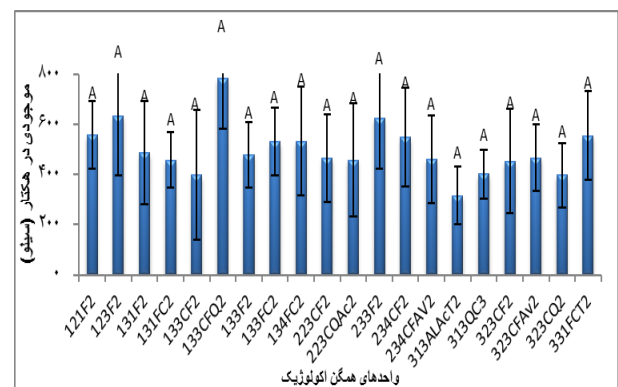
شکل (۴): نقشه واحدهای همگن اکولوژیک حقیقی

در این نقشه برای مثال، واحد 133F2 عدد ۱ سمت چپ بیان‌گر طبقه شیب و به ترتیب ۳ اول سمت چپ بیان‌گر طبقه ارتفاع، ۳ دوم طبقه جهت را نشان می‌دهد، F نشان‌گر حرف اول تیپ واحد همگن است و عدد ۲ سمت راست نشان‌دهنده طبقه حاصل خیزی خاک واحد است. همان‌طور که در نقشه فوق دیده می‌شود، در چندین مورد واحدهای همگن جدا از یکدیگر قرار گرفته‌اند و با وجود تنها ۲۱ واحد همگن (هم رنگ) در نقشه واحدهای همگن اکولوژیک (فرضی)، ۲۵ بخش متمایز دیده می‌شود (نمودار ۷).

همان‌طور که مشاهده می‌شود، این نقشه از دو واحد همگن اکولوژیک تشکیل شده است که میانگین موجودی در هکتار آن‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ با یکدیگر دارند. با در نظر گرفتن میزان رویش متوسط ۱٪ و محاسبه آن برای بخش گرازبن در واقع CC واحدهای اکولوژیک و به دنبال آن CC اکولوژیک بخش گرازبن محاسبه شده است. CC اکولوژیک واحد همگن با پتانسیل بیشتر برابر با ۵/۶۵ و این مقدار برای واحد همگن با پتانسیل کمتر برابر با ۴/۷۴ سیلو بر هکتار است.

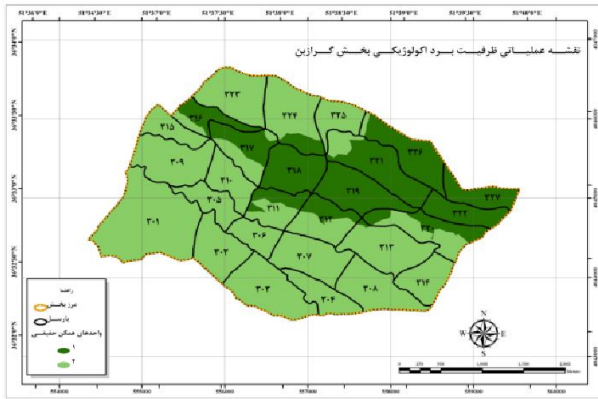
• تلفیق واحدهای همگن اکولوژیک حقیقی و پارس‌لها

با رویهم‌گذاری نقشه پارس‌لهاهای بخش گرازبن و نقشه واحدهای همگن اکولوژیک حقیقی شکل (۵) به دست می‌آید. همان‌طور



نمودار (۷): اختلاف موجودی در واحدهای همگن اکولوژیک (فرضی)

تحلیل آماری مقایسه این ارقام نیز تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ خطا برای تعیین امکان برداشت به دو روش CC و امکان برداشت به روش سنتی نشان داد.



شکل (۵): نقشه عملیاتی CC اکولوژیک
(امکان برداشت اولیه) بخش گرازبن

که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، پارسل‌های ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۲۳، ۳۲۵ و ۳۲۷ در واحد همگن با توان کمتر و پارسل‌های ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۲ و ۳۲۶ به‌طور کامل در واحد همگن با توان بیشتر واقع شده‌اند. سایر پارسل‌ها (۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۴، و ۳۲۶) ترکیبی از دو واحد همگن هستند. در تمامی پارسل‌هایی که در واحد همگن با توان بیشتر واقع شده‌اند، میزان رویش و یا CC اکولوژیک آن‌ها برابر با ۵/۶۵ سیلو بر هکتار و پارسل‌هایی که در واحد همگن با توان کمتر قرار دارند، این رقم، برابر با ۴/۷۴ سیلو بر هکتار است. در سایر واحدهایی که ترکیبی از هر دو واحد اکولوژیک هستند، با محاسبه سطحی از پارسل که در هر واحد همگن با توان بیشتر و واحد همگن با توان کمتر واقع شده است. متوسط رویش (میانگین وزنی) یا CC اکولوژیک محاسبه شده است. در جدول (۱)، CC اکولوژیک برای پارسل‌های که ترکیبی که از هر دو واحد همگن هستند و نیز امکان برداشت معادل آن‌ها بروش مرسوم آورده شده است.

جدول (۱): CC اکولوژیک در پارسل‌های با دو توان متفاوت (سیلو بر هکتار در سال)

شماره پارسل با دو توان متفاوت	۳۱۱	۳۱۲	۳۱۳	۳۱۶	۳۱۷	۳۲۰	۳۲۱	۳۲۴	۳۲۶
CC اکولوژیک	۵/۱۶	۵/۰۹	۴/۷۶	۵/۴۵	۵/۲۷	۵/۱۶	۵/۵	۴/۹۱	۵/۶
AAC به روش سنتی	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰	۴/۹۰

ملاحظات اکولوژیکی در این مطالعه برآورد شد. اما، به نظر می‌رسد که با وجود این مبنا نیز ملاحظات استفاده کننده و مدیریت را مدنظر قرار نمی‌دهد و این در حالی است که مفهوم ظرفیت برد یک مفهوم جامع است که با توجه به تعریف آن لازم است که ملاحظات استفاده کننده یا تقاضا برای استفاده و از طرف دیگر ملاحظات مدیریتی نیز در تعیین ظرفیت برد جنگل مدنظر قرار گیرد.

یادداشت‌ها

1. Carrying Capacity
2. Annual Available Cut

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهند، اختلاف معنی‌داری بین AAC و CC وجود دارد. با توجه به این که مبنای منطقی و صحیح‌تری برای میزان برداشت از جنگل با توجه به ظرفیت برد اکولوژیک جنگل وجود دارد، بنابراین پیشنهاد می‌شود از این مفهوم و روش به‌عنوان حد نهایی قابل برداشت برای جنگل استفاده شود و در طرح‌های بهره‌برداری جنگل به صورت راه‌کار مورد استفاده قرار گیرد. با وجود این، شاید بتوان بزرگ‌ترین مشکل این ایده را عدم برآورد دقیق رویش دانست. بنابراین به منظور دستیابی به این مهم، لازم است که پلات‌های ثابت آمار برداری حداقل برای یک دوره ۱۰ ساله در سری‌های مدنظر پیاده نمود تا نتایج قابل استناد، بهتر و مطمئن‌تری بر مبنای توان اکولوژیک اکوسیستم دست آید. همان‌طور که نتایج بررسی نشان داد، حد قابل قبول استفاده با

فهرست منابع

- ادهمی مجرد، م. ح. ۱۳۶۸. مقایسه سه روش ارزیابی منابع طبیعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۹۴ص.
- طرح جنگلداری گرازبن. ۱۳۸۷. گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- مخدوم، م. ۱۳۸۶. برآورد ظرفیت برد، درسنامه درس ظرفیت برد، دوره دکتری جنگلداری و محیط زیست.
- مخدوم، م. ۱۳۸۰. شالوده آمایش سرزمین، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۲۰۳، ۲۸۹ ص.
- مروی مهاجر، م. ۱۳۸۵. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۷ ص.
- Aiba, S.; Takyu, M.; Kitayama, K. 2005. Dynamics, productivity and species richness of tropical rainforests along elevational and edaphic gradients on Mount Kinabalu, Borneo. *Ecol. Res* 20: 279–286.
- Botkin, D.B.; Janakt, J. F. & Wallist, J. R. 1972. Some ecological consequences of a computer model of forest growth by *Journal of Ecology*, Vol. 60, No. 3 (Nov., 1972), pp. 849-872.
- Carmean, W.H. 1975. Forest site quality evaluation in the United States. *Advances in Agronomy* 27: 209–269.
- Carton, W. 1986. Carrying capacity and the limits to freedom. In: *Social Ecology Session 1. XI World Congress of Sociology*, New Delhi, India.
- Clutter, j, L.; Fortson, J. C.; Pienaar, L. V.; Brister, G. H. & Bailey, R. L. 1983. *Timber management: A quantitative approach*. Wiley, N. Y. 333 PP.
- Manning, R.E. 1998. To provide for significant enjoyment: recreation management in national parks. *The George Wright Forum* 15: 6–20.
- Redhahari, S. & Sumaryono, MP. 2002. A Discussion of AAC Determination for Logged-Over Natural Production Forests, *Yield Regulation Workshop: Government Policy on Phased Reduction of AAC Discussion Results and Papers*, Manggala Wanabakti, Jakarta, Indonesia.
- Somanathan, E.; Prabhakar, R. & Bhupendra S. M. 2005. Does Decentralization Work? *Forest Conservation in the Himalayas BREAD Working Paper No. 96*: 40pp.
- Yang, Y.; Watanabe, M.; Li, F.; Zhang, J.; Zhang, W. & Zhai, J. 2006. Factors affecting forest growth and possible effects of climate change in the Taihang Mountains, northern China, *Forestry*, Vol. 79, No. 1.