بررسی تنوع‌گونه‌ای (گیاهی) در مراحل تحولی توده‌های جنگلی
(مطالعه موردی: جنگل‌های ویسر، نوشهر)

علی شیخ الاسلامی[1]، جواد خزائی کوهپر[2*]، مجید اسحق‌نیموری[3]

تاریخ دریافت: 92/2/11 تاریخ پذیرش: 92/7/3

چکیده

این تحقیق در جنگل‌های ویسر واقع در طرح جنگلداری گلبند انجام گرفت. در انجام این پژوهش ابتدا با جنگل‌گردشی، مناطقی به عنوان پایه مطالعاتی انتخاب شد. برای انجام این مطالعه 3 قطعه‌نمونه یک‌هکتاری، مربعی‌شکل و به ابعاد 100×100 متر در مناطق تحولی انتخاب شد و مشخصات جنگل‌شناسی کلیه درختانکه دارای قطر بیشتر از 7/5 سانتی‌متر بودند شامل نوع‌گونه، قطر برابرسینه و ارتفاع اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی پوشش‌گیاهی در هر قطعه نمونه 5 قطعه‌نمونه فرعی به ابعاد 2×2 متر در مرکز و چهارگوشه‌ی قطعه‌نمونه برداشت شد. نتایج نشان‌داد تعداد درختان از مرحله‌ی اولیه، اپتیمال و تخریب به‌تدریج کاهش یافت. بیشترین تعداد در طبقات قطری درختان در مرحله صعود و افزایش و تخریب در طبقه‌ی قطری 10 سانتی‌متر و در مرحله اپتیمال طبقه‌ی قطری 15 سانتی‌متر بود، بیشترین تعداد در طبقات ارتفاعی در مراحل صعود و افزایش و تخریب در طبقه‌ی 10 متر و در مرحله اپتیمال در طبقه 15 متر مشاهده شد. بیشترین حجم در هکتار نیز مربوط به مرحله اپتیمال بود. بیشترین تعداد و حجم خشکه‌دار در مرحله صعود و افزایش مشاهده شد. نتایج شاخص‌های تنوع‌زیستی نشان داد که بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع‌گونه‌ای شانون- وینر و سیمپسون در مرحله‌ی تحولی تخریب می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار شاخص غنای مارگالف در مرحله اپتیمال و کمترین مقدار آن در مرحله صعود و افزایش مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اپتیمال، تنوع‌زیستی، مراحل تحولی، ویسر

1- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

2- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس J_khazaie@ yahoo.com

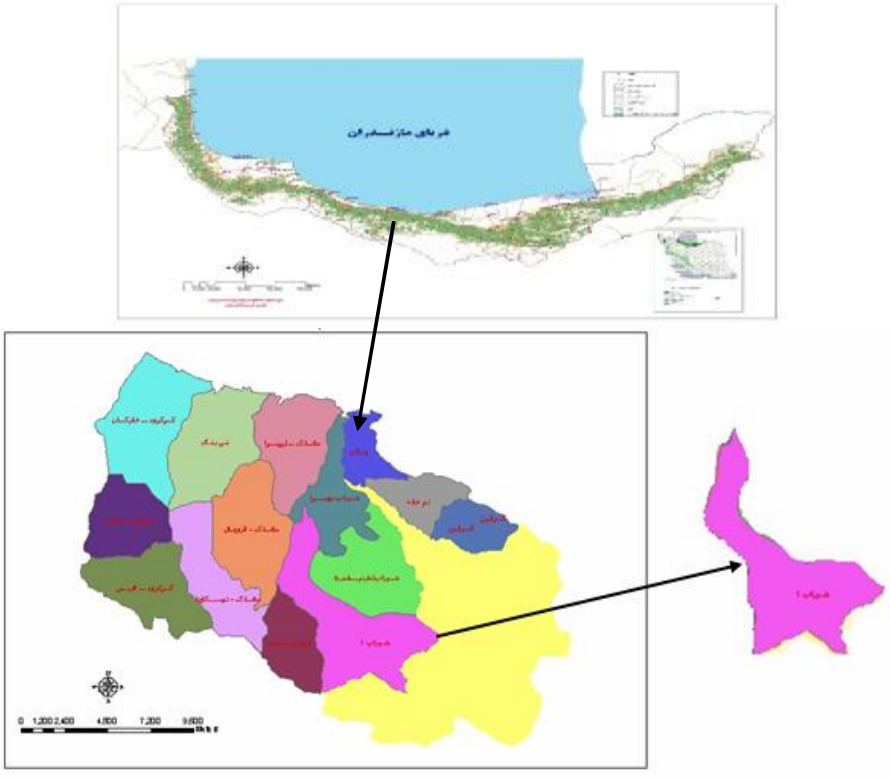
3- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مقدمه

اکوسیستم‌های جنگلی همواره از نظر ساختاری و کارکردی درحال تغییرند، این تغییرات در طول زمان طولانی رخ‌داده و محصول این تغییرات فرایند پیچیده ای به نام توالی است. بنابراین با ایجاد سیستم‌هایی برای مدیریت جنگل براساس اصول همگام با طبیعت که حداکثر استفاده ازالگوها وفرایندهای طبیعی هر منطقه را مد نظر قرار می‌دهد، می‌توان به مؤلفه‌های تاثیر گذار در این فرایند پیچیده‌ی بیولوژیک دستیافت (Korpel, 1995; Emborg *et al*., 2000; Goddert, 2005; Beate *et al*., 2005)، چرا که بدون آگاهی از این اصول ودرجهٔ حساسیت این خطر وجود داردکه تعادل جنگل بر اثر دخالت دچار اختلال شود (متاجی و نمیرانیان، 1381). به‌طورکلی، تیپ‌های‌جنگلی در مسیر تکاملی خود تا رسیدن به مرحله‌ی کلیماکس، دستخوش تغییرات زیادی می شوند که از آن جمله می‌توان به تغییرات تنوع‌زیستی گونه‌های علفی اشاره کرد. از اینرو شناخت فرایندی که گسترش پوشش-گیاهی را در زیر اکوسیستم‌های جنگلی کنترل می‌کند، اهمیت ویژه‌ای برای مدیریت نزدیک به طبیعت جنگل‌های راش دارد (Schlicht & Iwasa,2004). براین اساس آگاهی از تاثیرات اجرای شیوه‌های مختلف مدیریت جنگل بر روی زادآوری وتنوع‌گونه‌ای به منظور حفظ و توسعه‌ی جنگل بسیار ضروری است (Nagaike *et al*., 1999). چرا که رویشگاهی که تنوع‌زیستی بیشتری داشته باشد، پایداری اکولوژیکی و حاصلخیزی بیشتری خواهد داشت (Smith *et al*., 1996). یکی از شاخص‌های مهم تنوع‌زیستی در ارزیابی زیستگاه‌ها، استفاده از شاخص تنوع‌گونه‌ای است. ازآن‌جا که این ثبات در اجتماعات واکوسیستم‌های مختلف، متفاوت است، وضعیت تنوع‌گونه‌ای نیز در این مناطق دستخوش تغییرات محیطی خواهد بود (اردکانی،1382). بر این اساس، بهره‌برداری و دیگر دخالت‌ها در عرصه‌های جنگلی می‌تواند ترکیب و تنوع‌گونه‌ای را به شدت تحت تأثیر قرار دهد(Takafumi & Hiura, 2009). از اینرو مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی ازطریق اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی باید به نحوی باشد که علاوه بر تولید چوب، تنوع‌زیستی و درنتیجه پایداری اکوسیست مرا نیزحفظ کند و ارتقا دهد (Bengtsson *eat al*, 2005). بررسی و ضعیت ساختار توده‌های طبیعی و همچنین شناخت مراحل تحولی و روند پویایی در جنگل‌های بکر، این امکان فراهم می‌شود که باتوجه به پتانسیل رویشگاه و با بهره‌مندی از دانش جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، روش مناسبی را اتخاذ کرد تا اصل استمرار تولید و پایداری جنگل حفظ شود (متاجی و نمیرانیان 1381). هدف از این مطالعه تعیین الگوی تغییرات مراحل تحولی و ارتباط بین تغییر ساختار و مراحل تحولی با شرایط تنوع گونه‌ای (زیستی) و در نهایت ارایه راهکار مناسب در جنگل‌های طبیعی درحال مدیریت به منظور هدایت توده براساس روندتحولی طبیعی جهت دستیابی به اکوسیستم پایدار می باشد.

مواد و روش‌ها

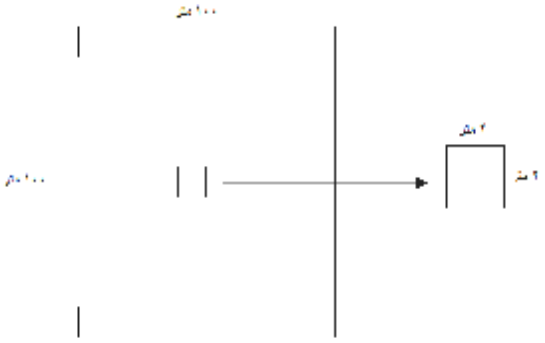
به‌منظور انجام این تحقیق سری دو شوراب، که واقع در طرح جنگلداری گلبند است انتخاب شد، این سری تقریبا از ناحیه جنگل‌های میانبند تا بالابند(جنگل‌های کوهستانی) حوزه آبخیز شماره 45 گلبند که در ارتفاع 1000 تا 2400 متر از سطح دریا قرار دارد. جنگل های سری دو دارای طول جغرافیایی° 46و °30 و °51 تا °55 و °36 و °51 شرقی و عرض جغرافیایی °30 0و °27 و °36 تا °30 و °31 و °36 واقع شده و حدود آن از شمال به جنگل‌های سری 4 دارنوولرده، از جنوب به یال مرز سری یک نیمور و ارتفاعات حوزه، از شرق به یال مرز سری طرح‌های جنگلداری دانشکده منابع‌طبیعی کرج و از غرب به دره اصلی گلبند و شوراب و هم مرز با سری‌های جمند و لاروچال محدود است. مساحت این سری 2620 می‌باشد. میزان بارندگی در سری براساس اطلاعات بدست‌آمده از ایستگاه‌هواشناسی نوشهر 709 میلی‌متر می‌باشد و میانگین درجه حرارت سالیانه آن8/1 درجه سانتی‌گراد می‌باشد، همچنین براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم خیلی مرطوب می‌باشد. تیپ اصلی جنگل‌های این سری در دامنه‌های شمالی، راشستان نسبتاً خالص ودر سایر نقاط راش و راش- ممرز به همراه سایر گونه‌ها می‌باشد (بی‌نام، 1387).



شکل1- حوزه آبخیز 45 گلبند، سری 2 شوراب

روش تحقیق

برای انجام این تحقیق بر اساس مطالعات مشابه‌ای که در جنگل‌های اروپا و همچنین جنگل‌های شمال ایران (متاجی و نمیرانیان1386، پرهیزکار1391، دلفان اباذری 1383) صورت گرفته بود و همچنین باتوجه به بررسی‌های متعدد و شناختی که نسبت مناطق مختلف جنگل‌های شمال وجود داشت عرصه‌هایی از جنگل‌های منطقه ویسر واقع در طرح جنگلداری گلبند انتخاب شد. در مرحله‌ی بعد براساس تعاریفی که کورپل[1](1995) و امبورگ و همکاران[2](2000) برای مراحل و فازهای تحول مختلف عنوان داشته‌اند با جنگل گردشی‌های متعدد، مناطقی به عنوان پایه مطالعاتی در پارسل‌های مربوطه (240، 241، 243) شناسایی و انتخاب گردید. برای انجام این مطالعه 3 قطعه‌نمونه یک‌هکتاری، مربعی‌شکل و به ابعاد 100×100 متر انتخاب شد و مشخصات جنگل‌شناسی کلیه درختان موجود که دارای قطر بیشتر از 7/5 سانتیمتر بودند از جمله گونه، قطر برابرسینه و ارتفاع، اندازه‌گیری شد. در هر قطعه نمونه با استفاده از پلات‌های حلزونی شکل و یا منحنی سطح گونه مساحت مورد نیاز جهت برداشت گونه‌های علفی به‌منظور تعیین مقادیر گونه‌ای انجام می‌شود. بر اساس مطالعات صورت گرفته شده، 5 میکروپلات که ابعاد این میکروپلات‌ها 2×2 متر در نظر گرفته شد (پرهیزکار1390).



شکل 2- نمای ظاهری از قطعات نمونه یک هکتاری و قطعات‌نمونه فرعی

شاخص تنوع‌گونه‌ای شانون -وینر

این شاخص هم غنای‌گونه‌ای و هم یکنواختی را در بر می‌گیرد و حساسیت بیشتری به گونه‌های نادر در نمونه یا جامعه دارد(Magurran, **1988**)رابطه‌ی آن به صورت رابطه (1) می‌باشد:

$$H^3 = - \sum (Pi \times \ln(Pi))$$ رابطه(1)

H: شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر

Pi : نسبت تعداد گونه iام به تعداد کل گونه‌ها

شاخص یکنواختی شانون - وینر

در این شاخص مقدار یکنواختی از صفر تا یک تغییر می‌کند و 1 به این معنی است که همه‌ی گونه‌ها فراوانی یکسانی دارند. رابطه (2) شاخص یکنواختی شانون- وینر می‌باشد (اردکانی 1382).

$$\text{همگنی} - F = \frac{H'}{\ln(Richness)}$$ رابطه (2)

E^4 : شاخص یکنواختی شانون وینر

تنوع‌گونه‌ایسیمپسون

مقدار این شاخص از 0-1 متغیر است هرچه میزان این شاخص بیشتر باشد احتمال این‌که افراد

[1] Korpel
[2] Emborg *et al*

[3] Shannon Diversity Index
[4] Evenness Index

انتخاب‌شده به‌صورت تصادفی متعلق به یک گونه باشد بیشتر است، در نتیجه تنوع کمتر است (Magurran, **1988**). رابطه‌ی تنوع‌گونه‌ای سیمپسون به صورت رابطه (3) می‌باشد:

رابطه (3) $D = 1 - \sum (Pi \times Pi)$

D^1: شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون

غنای مارگالف

بیانگر تعداد گونه‌های گیاهی است، رابطه‌ی(4):

رابطه (4) $D_{mg} = \frac{S-1}{LnN}$

N : تعداد کل افراد

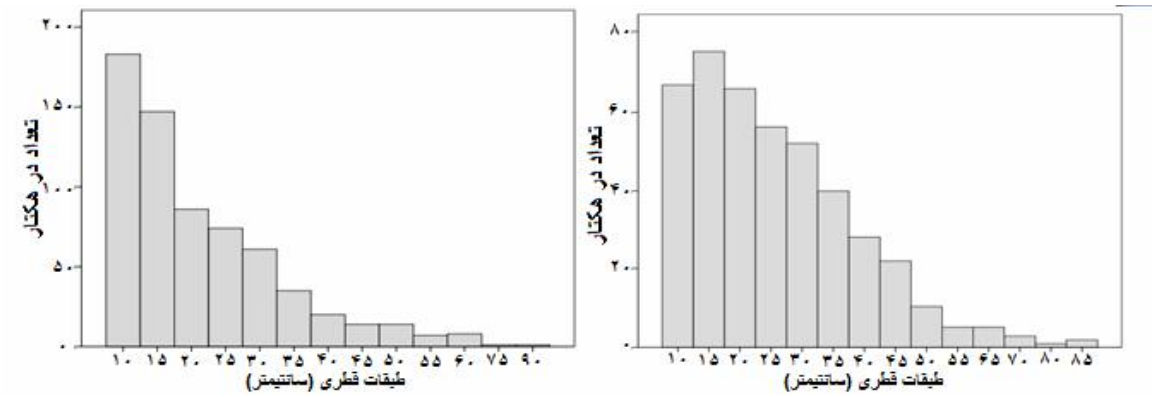
S : تعداد گونه

در این مطالعه تفکیک مراحل تحولی با استفاده از متد کورپل (1995) انجام پذیرفت. در نهایت برای انجام تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Excell(ver 2007)،Spss(ver 19) استفاده شد. و برای بررسی شاخص‌های تنوع‌گونه‌ای از شاخص تنوع‌شانون- وینر، سیمپسون و غنای‌گونه‌ای مارگالف، با استفاده از نرم‌افزار Past صورت گرفت.

نتایج

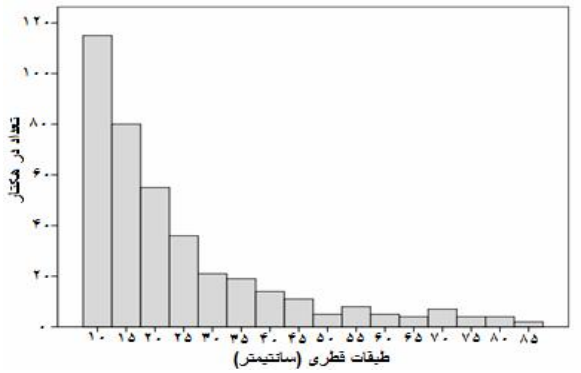
طی آمار برداری، در قطعات نمونه مراحل اولیه (صعود و افزایش)، اپتیمال و تخریب به ترتیب 651، 431 ،390 پایه درختی از گونه‌های *Carpinus betulus L.*، *Fagus orientalis Lipsky*، *Acer velutinum* ،*Alnussubcordata C.A.M* *Acer cappadocicum Gled.* ،*Boiss.* ندازه‌گیری شد. نمودار پراکنش تعداد در هکتار در طبقات قطری، در مراحل تحولی در شکل(2) آمده است. در تمام مراحل تحولی بیشترین تعداد، در طبقات قطری 10 و 15 سانتی‌متر و کمترین تعداد در طبقات قطری 85 و 90 قرار دارد. در مرحله تحولی اولیه(صعود و افزایش) تعداد درطبقات قطری 10 و 15 سانتی‌متر نسبت به منطقه تحولی اپتیمال سه برابر و نسبت به منطقه تحولی تخریب دو برابر بود.

[1]Simpson Diversity Index



تعداد در هکتار مرحله اپتیمال

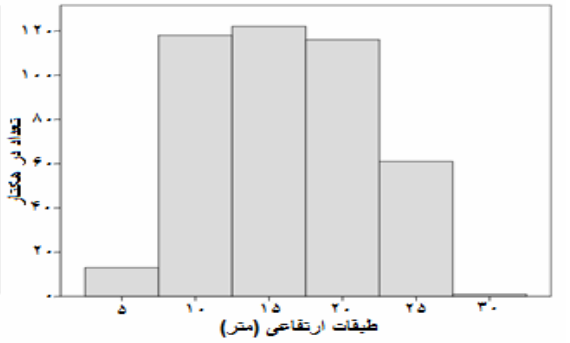
تعداد در هکتار مرحله صعود و افزایش



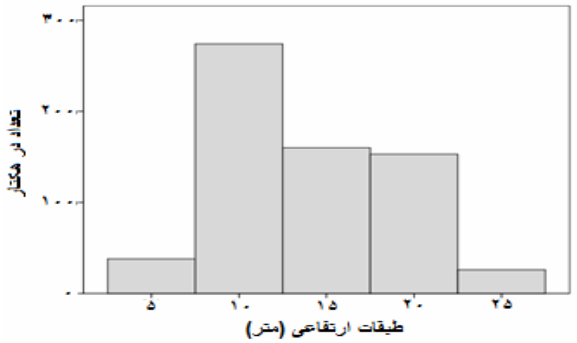
تعداد در هکتار مرحله تخریب

شکل3- تعداد در هکتار در مراحل تحولی اولیه، اپتیمال، تخریب

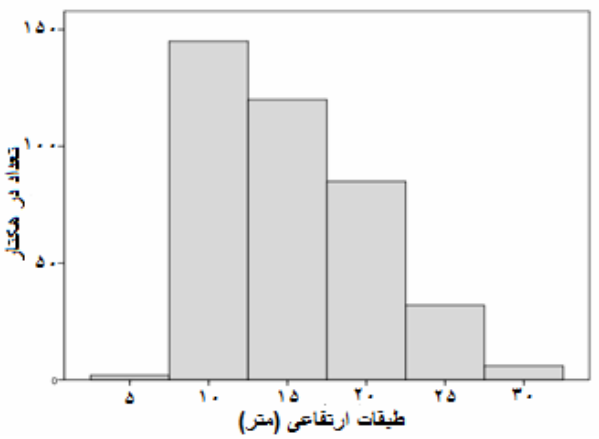
در شکل (3) نمودارهای پراکنش تعداد در طبقات ارتفاعی مشاهده می‌شود. در بررسی طبقات ارتفاعی بیشترین تعداد در هکتار در مناطق صعود و افزایش و تخریب مربوط به طبقه ارتفاعی 10 متر و در منطقه اپتیمال طبقه ارتفاعی 15 متر می‌باشد، و کمترین تعداد در طبقات ارتفاعی در دومنطقه صعود و افزایش و اپتیمال مربوط به طبقات ارتفاعی 25 و30 متر و در منطقه تخریب مربوط به طبقه ار تفاعی 5 متر می‌باشد.



تعداد در طبقات ارتفاعی مرحله اپتیمال



تعداد در طبقات ارتفاعی مرحله صعود و افزایش



تعداد در طبقات ارتفاعی مرحله تخریب

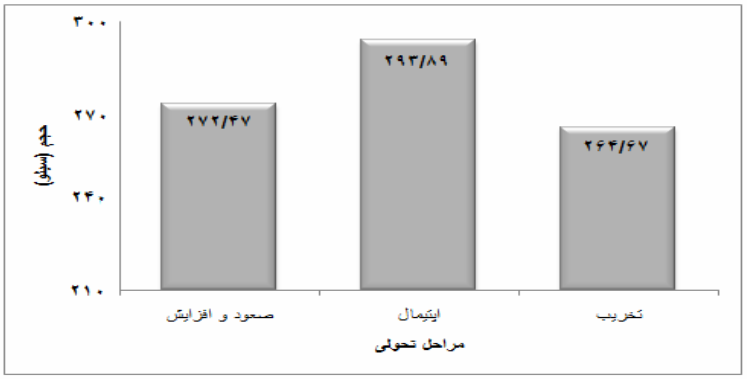
شکل4- تعداد در طبقات ارتفاعی در مراحل تحولی اولیه، اپتیمال، تخریب

وضعیت تعداد درختان، کمترین و بیشترین مقدار قطر برابرسینه درختان و تعداد خشکه‌دارها در مراحل مختلف تحولی در جدول (1) آمده است:

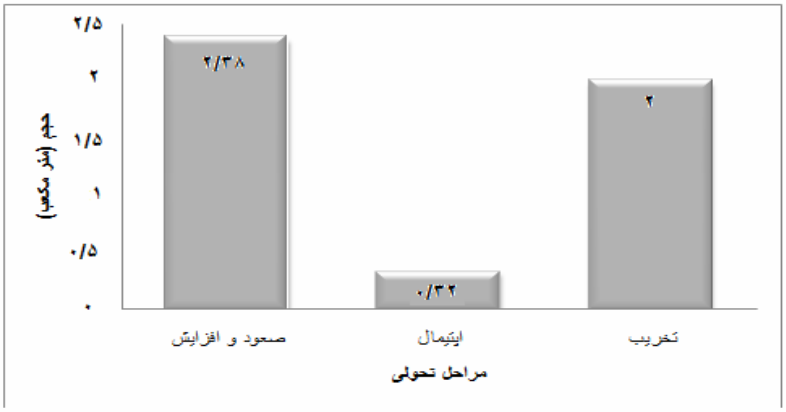
جدول1- وضعیت درختان در مراحل تحولی

مراحل تحولی	تعداد در هکتار	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)		تعداد خشکه‌دارها در هکتار
		کمترین	بیشترین	
صعود و افزایش	651	7,5	88,5	29
اپتیمال	431	7,5	87	11
تخریب	390	7,5	85	8

از نظر موجودی حجمی بیشترین مقدار در مرحله‌ی اپتیمال و کمترین مقدار در مرحله تخریب مشاهده شد. از نظر حجم خشکه‌دارها بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب در مراحل تحولی صعود و افزایش و کمترین مقدار آن در مرحله‌ی اپتیمال مشاهده شد. شکل4 و 5 به ترتیب نشان دهنده‌ی حجم در هکتار در و حجم خشکه‌دارها در مراحل تحولی می‌باشد.



شکل5- حجم در هکتار در مراحل تحولی مختلف



شکل 6- حجم خشکه‌دارها در مراحل تحولی

در بررسی‌های انجام شده در منطقه در مجموع 21 گونه‌گیاهی مشاهده شد که شامل 16 گونه علفی و 5 گونه درختی بود. نتایج شاخص-های مختلف (غنای مارگالف، یکنواختی، شاخص تنوع سیمپسون و شاخص تنوع شانون-وینر) نشان داد که بیشترین مقدار شاخص غنای مارگالف در مرحله‌ی اپتیمال و کمترین مقدار آن در مرحله‌ی صعود و افزایش مشاهده شد، بیشترین مقدار شاخص یکنواختی شانون- وینر در مرحله تخریب و کمترین مقدار آن در مرحله اپتیمال مشاهده شد، در شاخص تنوع سیمپسون مرحله‌ی تخریب بیشترین و مرحله صعود و افزایش کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند و در شاخص تنوع شانون-وینر بیشترین و کمترین مقدار به‌ترتیب مربوط به مرحله تخریب و صعود و افزایش بود.

جدول2- نتایج شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع‌گونه‌ای

مرحله تحولی / نام شاخص	صعود وافزایش	اپتیمال	تخریب
تنوع گونه‌ای سیمپسون	0/8994	0/9103	0/9137
تنوع گونه‌ای شانون–وینر	2/614	2/697	2/82
یکنواختی شانون –وینر	0/5461	0/4946	0/5783
غنای‌مارگالف	3/861	4/668	4/507

بحث

بررسی وضعیت ساختار توده‌های طبیعی و همچنین شناخت مراحل تحولی و روند پویایی در جنگل‌های بکر، این امکان را فراهم می‌کند که روش مناسبی به منظور استمرار تولید و پایداری جنگل اتخاذ کرد (فاطمی‌طلب و همکاران 1391).

در این مطالعه تعداد پایه‌های درختی از مرحله‌ی اولیه، اپتیمال و تخریب به تدریج کاهش می‌یابد، که با نتایج به‌دست آمده از مطالعه

پرهیزکار و همکاران (1390)، اخوان و همکاران (1389) که تعداد پایه‌ها از مرحله اولیه، اپتیمال و تخریب به‌تدریج کاهش می‌یافت مطابقت دارد. از نظر موجودی حجمی در مراحل تحولی، مرحله‌ی اپتیمال بیشترین موجودی حجمی و مرحله‌ی تخریب کمترین موجودی حجمی را در هکتار دارا بودند، که با مطالعه دلفان اباذری و همکاران (1383) مطابقت داشت، از نظر تعداد خشکه‌دار، مرحله‌ی تحولی صعود و افزایش بیشترین تعداد و مرحله تخریب کمترین تعداد خشکه‌دار را دارا بود که با نتایج حاصل از مطالعه پرهیزکار و همکاران(1390) مغایرت داشت. در بررسی حجم خشکه‌دارها در مراحل تحولی، بیشترین حجم مربوط به مرحله تحولی صعود و افزایش و کمترین حجم مربوط به مرحله اپتیمال بود که با نتیجه به‌دست آمده از مطالعه پرهیزکار و همکاران(1390) که بیشترین حجم خشکه دار مربوط به مرحله اپتیمال (اوج) و کمترین مقدار آن در مرحله اولیه (صعود و افزایش) بود، مغایرت داشت. این مساله به خاطر آن است که هر مرحله تحولی مدت زمان نسبتا طولانی را طی می‌کند تا به مرحله بعدی برسد و این‌که ما در چه مقطع زمانی، توده را بررسی می‌نماییم می‌تواند تغییرات و تفاوت‌هایی را از نظر تعداد و حجم نشان دهد(پرهیزکار1390). باتوجه به این‌که منطقه‌ی مورد نظر تحت مدیریت می‌باشد، عامل دیگری که می‌تواند در این روند جنگل تاثیرگذار باشد، نحوه‌ی مدیریت جنگل در سال‌های گذشته است که به‌دلیل عدم اجرای برنامه‌های پروشی و اجرای دقیق شیوه‌های جنگل‌شناسی در این توده-ها به وجود آمده است(بی‌نام، 1387).

نتایج بررسی تنوع‌زیستی در بین مراحل تحولی مختلف نشان‌داد که حداقل و حداکثر غنای مارگالف که بیانگر تعداد گونه‌های گیاهی است، به‌ترتیب در مراحل صعود و افزایش و اپتیمال است که این نتیجه عکس نتیجه فاطمی طلب و همکاران (1391) می‌باشد. افزایش این شاخص در مرحله تحولی اپتیمال می‌تواند به این دلیل باشد که توده مورد بررسی در ابتدای مرحله‌ی اپتیمال بوده و هنوز روشنه‌هایی در توده مشاهده می‌شود و این روشنه‌ها باعث افزایش نور در توده شده و در نتیجه باعث افزایش تعداد گونه‌ها و در نهایت افزایش شاخص غنای مارگالف در این مرحله می‌شود. در شاخص یکنواختی شانون- وینر بیشترین مقدار در مرحله-ی تخریب و کمترین مقدار در مرحله‌ی اپتیمال مشاهده شد که با نتایج فاطمی‌طلب و همکاران (1391) مغایرت دارد. در شاخص تنوع‌گونه‌ای شانون- وینر بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به مرحله تخریب و صعود افزایش می-باشد، در شاخص تنوع‌گونه‌ای سیمپسون مرحله‌ی تخریب بیشترین و مرحله صعود و افزایش کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند که با نتایج فاطمی‌طلب و همکاران (1391) مطابقت ندارد. نتیجه این‌که مدیریت جنگل از طریق تغییرات ساختار لایه‌درختی، در طول رشد، رویت نوع گونه‌های‌علفی کف جنگل اثر می‌گذارد و بهره‌وری صحیح و معقولانه از رستنی‌های جنگل می‌تواند بر تنوع‌زیستی جنگل بیفزاید (فاطمی طلب و همکاران 1391).

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان مهندس احمدرضا پاشا زانوسی و مهندس محمد اسحق‌نیموری به دلیل همکاری‌های صحرائی تشکر می‌شود.

منابع

1. اردکانی، م، 1382. اکولوژی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره‌ی 9249، 340 ص.

2. بی‌نام، 1387، طرح جنگلداری سری 2 شوراب، حوزه آبخیز شماره 45 (گلبند)، اداره کل منابع طبیعی استان مازندران - نوشهر.

3. پرهیزکار، پ. ثاقب طالبی، خ. متاجی، ا. نمیرانیان، م. حسنی، م. مرتضوی، م، 1390. بررسی وضعیت درختان و زادآوری در مراحل مختلف تحولی در راشستان های طبیعی کلاردشت (مطالعه موردی: پارسل شاهد سری یک لنگا)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد19(1):ص141-153.

4. دلفان اباذری، ب. ثاقب طالبی، خ. نمیرانیان، م، 1383. بررسی مراحل تحول طبیعی راشستان‌های طبیعی در قطعات شاهد منطقه کلاردشت(لنگا). نشریه موسسه تحقیقات جنگل‌ها ومراتع، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران،12(3):ص326-307.

5. فاطمی طلب، ر. متاجی، ا. بابایی کفاکی، س، 1391. تعیین الگوی دینامیک جنگل و ارتباط آن با تنوع‌زیستی گونه‌های علفی جنگل‌های تحت مدیریت و مدیریت نشده‌ی راش شرقی (*fagusorientalis*) (مطالعه‌ی موردی جنگل صفارود رامسر). مجله‌یجنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، سال چهارم، (3)، پاییز، ص 277 تا 287.

6. کاظم نژاد، ف. داستان‌پور، م. شیخ‌الاسلامی، ع. پورمحمدعلی حبیبی، س، 1390. بررسی تنوع‌زیستی پوشش‌گیاهی در توده‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده انجیلی- ممرزستان شمال ایران (مطالعه موردی سری 5 بهسرای نوشهر)، مجله علوم‌زیستی واحد لاهیجان، سال پنجم، شماره چهارم، جلد دوم.

7. متاجی، اسدالله و منوچهر نمیرانیان، 1381. بررسی ساختار و روند تحولی توده‌های طبیعی راشستان-های شمال ایران، انتشارات دانشگاه تهران، مجله منابع-طبیعی ایران، 54(3): ص 541-531.

8. متاجی، ا. ثاقب طالبی، خ، 1386. بررسی مراحل تحولی و پویایی دو جامعه‌گیاهی راش شرقی در جنگل-های طبیعی منطقه خیرودکنار نوشهر. تحقیقات جنگل وصنوبر ایران، 15(4):ص416-398.

9. Beate, S., S.M. Kristiansen & K. Tybirk, 2005. Dynamic oak – scrub to forest succession: Effectsof management on understorey vegetation, humusforms and soils, Journal *of Forest Ecology andManagement*, 211(3): 318-328

10. Bengtsson, J., K. Engelhart & P. Giller, 2002. The scaling components of biodiversity-ecosystem functioning relations, Oxford University Press, 220p.

11. Emborg, J., Christensen, M. and Heilmann- Clausen,J., 2000. The structure dynamics of Suserup Skov, a near natural temperate deciduous forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 126: 173-189.

12. Goddert, O., 2005. Structural pattern of a nearnatural beech forest (Fagus sylvatica) (Serrahn, North-east Germany), *Journal of Forest Ecologyand Management*, 212(1): 253-263

13. Korpel, S., 1995. Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forest of Slowakia. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, Czechoslovakia, 24: 9-30.

14. Magurran, T., 1988. Diversity and rank-abundance relationship concerning biotic compartments, *Ecological Modelling*, 82(1): 21-26.

15. Nagaike, T., T. Kamitani & T. Nakashizuka, 1999. The effect of shelter wood logging on the diversity of plant species in a beech (Fagus crenata) forest in japans, *Forest Ecology and Management*, 118(13):161-171.

16. Schlicht, R. & Y. Iwasa, 2004. Forest gap dynamics and the Ising model, Journal of *Theoretical Biology*, 230(1): 65-75.

17. Smith, M., J.W. Snodgrass, A.L. Bryan, R.F. Lide, and G.D. 1996. Factors affecting the occurrence and structure in isolated wetlands of the uppercoastal plain, USA. *Canadial Journal of AquaticScience*, 53: 443-454.

18. Takafumi, H. & T. Hiura, 2009. Effects of disturbance history and environmental factor on diversity and productivity of understory vegetation in a cool-temperate forest in Japan, Journal of Forest Ecology and Management, 257(3): 843-857