

## تنوع و استقرار زادآوری طبیعی در تیپ‌های مختلف جنگلکاری‌های ۵۰ ساله پارک جنگلی سرخه‌حصار تهران

نرگس فرخ زاده<sup>۱</sup>، هومن روانبخش<sup>۲\*</sup>، علیرضا مشکی<sup>۲</sup> و مریم ملاحاهی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۶

### چکیده

در یک جنگلکاری پایدار علاوه بر انتخاب گونه‌های سازگار، توانایی اکوسیستم جدید در تجدید حیات و بازسازی خود نیز دارای اهمیت زیادی است. اکنون، ۵۰ سال از آغاز جنگلکاری‌های مناطق خشک در اطراف شهرهای بزرگ از جمله پارک جنگلی سرخه‌حصار در کناره شرقی شهر تهران می‌گذرد. هدف از این پژوهش بررسی وضعیت زادآوری در توده‌های مذکور و پاسخ به این سؤال است که کدام تیپ جنگل و ترکیب گونه‌ای با وجود اقلیم نیمه‌خشک، شرایط نگهداری فعلی و با وجود تردد گردشگران، قادر به زادآوری بوده است و آیا نونهال‌ها و نهال‌های رویش یافته قادر به ادامه حیات بوده‌اند یا خیر؟ در این راستا آماربرداری در پنج تیپ جنگلکاری و با برداشت پنج قطعه‌نمونه با ابعاد ۱۵×۱۵ متر در هر تیپ انجام شد. برای مقایسه وضعیت زادآوری در تیپ‌های مختلف و بین گونه‌های مختلف، آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس مورد استفاده قرار گرفت. بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، زادآوری در قطعات نمونه تیپ‌های تادار (داغداغان) و ارغوان به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیپ‌های سرو نقره‌ای، زبان‌گنجشک و کاج تهران بوده است، اگرچه درختان مادری کاج و سرو بیشترین رشد قطری و ارتفاعی را داشته‌اند. بیشترین تنوع گونه‌ای زادآوری در تیپ جنگلکاری ارغوان و کمترین آن در تیپ کاج مشاهده شد. گونه تادار و بعد از آن گونه ارغوان بیشترین سهم را در زادآوری‌های منطقه داشته‌اند. زادآوری گونه‌های بررسی شده به‌جز گونه بادام‌کوهی وابستگی زیادی به پرستار و تاج پوشش درختان مادری داشته‌اند. زادآوری ارغوان در مقایسه با تادار وابستگی بیشتری به منابع آبی داشته است.

**واژه‌های کلیدی:** ارغوان، بازسازی، تادار، تجدید حیات، جنگلکاری پایدار.

## مقدمه

توسعه شهرها و افزایش تراکم جمعیتی، از یک سو نیاز انسان به تفرج و بازسازی جسم و روح در محیط‌های طبیعی را افزایش داده و از سوی دیگر کارکرد پوشش گیاهی و منابع طبیعی بر پالایش آلودگی‌های شهری را بیش‌ازپیش موردتوجه قرار داده است. پارک‌های جنگلی و جنگلکاری‌ها از مهم‌ترین منابع تفرج و پالایش در شهرها محسوب (Sharifi, 2010) و به-عنوان اقدامی برای بازسازی اراضی تخریب‌شده، حفاظت از خاک و آب، مبارزه با بیابانی شدن، تأمین چوب و افزایش ذخیره کربن و نیتروژن شناخته می‌شود (Cannell, 2003). انسان با جنگلکاری در پی دستیابی به یک اکوسیستم جدید و به نسبت پایدار است که علاوه بر انتخاب گونه‌های سازگار با استقرار و رشد مطلوب، توانایی اکوسیستم جدید در تجدید حیات و بازسازی خود نیز دارای اهمیت زیادی است. تداوم حیات و پایداری دائمی و تا حدی ترکیب توده جنگلی به زادآوری و تجدید حیات درختان بستگی دارند (Sagheb-Talebi et al., 2014). آگاهی از وضعیت فعلی تجدید حیات و گرایش آن، عوامل تهدیدکننده و چگونگی احیای آن از ضروریات برنامه‌ریزی برای احیا و توسعه پوشش گیاهی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (Ravanbakhsh et al., 2010).

در ارتباط با زادآوری طبیعی گونه‌های درختی و درختچه‌ای تحقیقات زیادی در دنیا انجام گرفته است. جنگلکاری با گونه‌های بومی و غیربومی برای ارتقای زادآوری و افزایش تنوع زیستی توصیه شده است (Cusack and Otsamo, 2000, Lamb, 1998, Nuñez, 2004, Haggart et al., 1997, Montagnini, 2004) و Raffaele (2007) بیان می‌کنند که جنگلکاری با

جنس سوزنی‌برگ کاج (*Pinus spp.*) حتی پس از حذف آن‌ها، پوشش گیاهی بومی را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش زادآوری گونه‌های بومی می‌شود. Tesfaye و همکاران (2010) مشکلات زادآوری را عمدتاً نتیجه آشفته‌گی‌هایی با منشأ انسانی و کاهش رویشگاه و بستر مناسب ذکر کرده‌اند. (Larsen 1997) با بررسی زادآوری طبیعی گونه‌های بلوط (*Quercus spp.*) به این نتیجه رسید که باز شدن توده و تابش نور موجب افزایش تجدید حیات گونه‌ها می‌شود. (2000) AliAhmad Korori and Khoshnevis عوامل مهم زادآوری طبیعی نامناسب جنگل‌های ارس (*Juniperus excelsa M.Bieb.*) را بستر نامناسب در برخی مناطق با نارسایی‌های اقلیمی مانند کاهش میزان بارندگی دانسته‌اند. Vatani و همکاران (2007) در بررسی جنگلکاری‌های توسکا (*Alnus sp.*) بیان می‌کنند که شاخص‌های تنوع برای زادآوری در مناطق جنگلکاری شده و جنگل طبیعی دارای اختلاف معنی‌داری نیستند. Amiri و همکاران (2009) در بررسی جنگل‌های لوه نتیجه گرفته‌اند که تنوع و تراکم زادآوری در جنگل‌های بهره‌برداری شده به دلیل باز شدن تاج و افزایش نور، بیشتر بوده است. Ravanbakhsh و همکاران (2010) تجدید حیات طبیعی گونه‌های چوبی در درختزارهای دامنه جنوبی البرز را بررسی کرده‌اند و بیان داشته‌اند که ۳۳ درصد زادآوری‌ها با منشأ بذر و ۴۵ درصد آن‌ها ریشه جوش بوده‌اند. Rouhi Moghaddam و همکاران (2011) نشان دادند که فراوانی و تنوع گونه‌های زادآوری شده در زیراشکوب جنگلکاری‌های آمیخته بلوط-داغداغان (*Quercus castaneifolia C.A.May. - Celtis australis L.*) بیشتر از جنگلکاری‌های خالص بلوط و آمیخته بلوط با پلت (*Acer velutinum Boiss.*) بوده است. Bagheri و همکاران (2014) در بررسی زادآوری بنه

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسی

پارک جنگلی سرخه‌حصار با مساحتی افزون بر ۵۴۰ هکتار در شرق شهر تهران و بخش شمالی پارک ملی سرخه‌حصار واقع شده است (Alinejad et al., 2013). ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۸۰ تا ۱۴۹۳ متر و میانگین سالانه بارندگی ۳۳۴/۲ میلی‌متر است (Teimouri et al., 2015). میانگین دمای سالانه نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک (ایستگاه دوشان‌تپه در ارتفاع ۱۲۰۹ متر از سطح دریا) ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد و مقادیر دمای حداکثر مطلق و حداقل مطلق به ترتیب ۴۳ و ۱۲- درجه سانتی‌گراد هستند (Anonymous, 2007). خاک منطقه غیرشور، آهکی و دارای بافت متوسط است. به لحاظ زمین‌شناسی گستره شهری تهران بر روی رسوباتی بناشده که سنگ توف سخت، پی‌سنگ آن را تشکیل می‌دهد. (Anonymous, 2007). بیشترین سطح پوشش جنگلی پارک را گونه کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw.) به‌صورت خالص (۵۳ درصد کل پوشش) و بعدازآن دو گونه سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica* Greene) و ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.) کم‌ترین سهم (یک درصد) را گونه تادار به خود اختصاص داده‌اند (Anonymous, 2007). بخش اعظم جنگلکاری‌های سرخه‌حصار در سال ۱۳۴۶ انجام شده است (Anonymous, 2007) و در ارتفاعات جنوبی پارک برخی گیاهان درختچه‌ای بومی نظیر بادام‌کوهی، بادامک (*Amygdalus scoparia* spach) و تنگرس (*Rhamnus pallasii* F. & Mey.) نیز می‌رویند.

### روش پژوهش

با توجه به هدف که بررسی مقایسه‌ای زادآوری در تیپ‌های جنگلی بوده است، پس از گفتگو با مسئولین پارک و بررسی‌های میدانی مقدماتی، بخشی از پارک که توده‌های جنگلی موردنظر در مجاورت یکدیگر و

در پارک ملی خجیر درختچه بادام‌کوهی (*Amygdalus lycioides* Spach) و مناطق صخره سنگی را عوامل مهم در استقرار زادآوری بنه (*Pistacia atlantica* Desf.) دانسته‌اند. Shokri و همکاران (2017) آتش-سوزی را به‌عنوان عامل مثبت بر زادآوری طبیعی جنگل‌های بلوط زاگرس بیان کرده‌اند.

جنگلکاری و کاشت درختان از گذشته‌های دور در ایران رواج داشته است (Hedayati, 2001). در عصر حاضر جنگلکاری‌های وسیع در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به‌ویژه در اطراف شهرهای بزرگ در دهه ۴۰ آغاز شد. ازجمله آن‌ها می‌توان به پارک جنگلی سرخه‌حصار اشاره کرد که اکنون ۵۰ سال از کاشت درختان این پارک می‌گذرد و توده‌های موجود متشکل از درختان مادری بذرده و در سنین مطلوب جهت تجدید حیات هستند. توده تادار (*Celtis caucasica* L.) این پارک از معدود جنگلکاری‌های قدیمی این گونه در مناطق نیمه‌خشک کشور بوده و از این لحاظ منحصربه‌فرد محسوب می‌شود.

هدف از تحقیق پیش‌رو بررسی وضعیت زادآوری در توده‌های جنگلکاری شده و مقایسه تیپ‌های مختلف جنگلکاری پهن‌برگ و سوزنی‌برگ به لحاظ زادآوری و تنوع بوده است.

نتایج تحقیق حاضر به این سؤالات پاسخ خواهد گفت که آیا گونه‌های استفاده‌شده در جنگلکاری‌های اطراف شهر تهران می‌توانند به‌طور طبیعی زادآوری داشته باشند؟

کدام تیپ و ترکیب گونه‌ای به لحاظ زادآوری بهترین نتیجه را داشته است و آیا در اقلیم نیمه‌خشک و باوجود شرایط نگهداری فعلی و باوجود تردد گردشگران، نونهال‌ها و نهال‌های طبیعی قادر به ادامه حیات هستند یا خیر؟

برای مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی زادآوری در تیپ‌های مختلف، از آنجا که بخشی از داده‌ها با مقیاس اسمی بوده‌اند، همچنین داده‌های مربوط به زادآوری در تیپ‌های مختلف از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند، آزمون ناپارامتریک Kruskal Wallis مورد استفاده قرار گرفت (Bihamta and Zare, 2008). سنجش نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام شد. برای بررسی تنوع زادآوری، شاخص‌های تنوع سیمپسون (Simpson, 1949) و شانون-وینر (Shanon and Weaver, 1949) (پایه لگاریتم طبیعی)، شاخص‌های غنای مارگالف (Clifford and Stephenson, 1975) و منهینیک (Whittaker, 1977) و شاخص‌های یکنواختی پیلو (Peet, 1974) و شلدون (Peet, 1974) به کار گرفته شدند. مقایسه غنای زادآوری و شاخص‌های تنوع زیستی در تیپ‌های مختلف با استفاده از مقایسات میانگین LSD انجام شد. در این پژوهش نرم‌افزارهای SPSS 22 و Past 3 و برای رسم نمودارها نرم‌افزار Excel به کار گرفته شدند.

## نتایج

### ترکیب گونه‌ای

در تیپ‌های مورد بررسی ۱۳ گونه درختی و درختچه‌ای مشاهده و شناسایی شد (جدول ۱). در میان آن‌ها چهار گونه نسترن (*Rosa canina L.*)، تنگرس، بادام‌کوهی و زرشک (*Berberis integerrima Bge.*) از گیاهان بومی و بقیه غیربومی (دست کاشت) بوده‌اند. گونه تادار (تا) در مناطق کوهستانی اطراف منطقه مورد بررسی (ارتفاعات پارک ملی سرخه‌حصار و خجیر) به صورت بومی مشاهده می‌شود اما در محدوده پارک جنگلی سرخه‌حصار

تحت شرایط محیطی مشابه قرار داشتند، مشخص شد. در منطقه انتخاب‌شده، پنج تیپ جنگلی با شرایط توپوگرافی، زمین‌شناسی، آبیاری و استفاده تفرجی و تردد یکسان در مجاورت یکدیگر قرار داشتند. بدین ترتیب شرایط محیطی اثرگذار بر کلیه توده‌ها یکسان و تنها عامل اثرگذار تیپ جنگلکاری فرض شده است. دامنه ارتفاع از سطح دریا ۱۴۰۰ تا ۱۴۵۰ متر و شیب عمومی پنج تا ۱۵ درصد بوده است. آبیاری با هدایت آب داخل شبکه جوی‌های منطقه و بنا بر گفته مسئولین پارک هر ۲۵ روز یکبار در نیمه دوم بهار تابستان انجام می‌شود.

آماربرداری به روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۵۰×۴۰ متر در اراضی که مشابه‌ترین شرایط محیطی را به یکدیگر داشتند، پس از حذف مرز توده‌ها (اثرات حاشیه‌ای) و با برداشت پنج قطعه نمونه با ابعاد ۱۵×۱۵ متر در هر توده (مجموعاً ۲۵ قطعه نمونه) انجام شد. در داخل قطعه نمونه‌ها ویژگی‌های کمی کلیه درختان هرگونه (تعداد، ارتفاع با به‌کارگیری شیب‌سنج و قطر یقه با متر نواری) اندازه‌گیری و برای کلیه زادآوری‌های موجود، گونه، منشأ (بذر یا جست)، ارتفاع، وضعیت شادابی، گونه پرستار و میزان وابستگی به منابع آب بررسی و ثبت شد. شادابی زادآوری در سه رتبه (۱: سلامت کامل، ۲: سلامت نسبی و ۳: ضعیف)، نزدیکی و دوری به جوی آب با مقیاس اسمی دوتایی (۱: در فاصله بین دو جوی ۲: مجاور جوی آب)، منشأ با مقیاس اسمی دوتایی (۱: دانه‌زاد ۲: جست) و حمایت توسط پرستار با مقیاس اسمی سه‌تایی (۱: تحت حمایت گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود ۲: حمایت سنگ و صخره و ۳: بدون پرستار) مورد بررسی قرار گرفتند. آماربرداری در تابستان ۱۳۹۵ صورت پذیرفت.

گونه‌ای جنگلکاری شده است. در جدول ۱ ترکیب گونه‌ای درختان مادری در تیپ‌های جنگلکاری، ویژگی‌های کمی آن‌ها و وضعیت زادآوری هرگونه در کل منطقه نشان داده شده است. در منطقه مورد بررسی زادآوری هشت گونه درختی و درختچه‌ای مشاهده شد که پنج گونه از گونه‌های جنگلکاری و سه گونه از گونه‌های بومی منطقه بوده‌اند. بیشترین زادآوری مربوط به گونه تادار و بعداز آن گونه ارغوان بوده است (جدول ۱ و شکل ۱). زادآوری این گونه‌ها به صورت دانه‌زاد بوده اما نسترن و افاقیا (*Robinia pseudoacasia* L.)، از طریق جست نیز زادآوری داشته‌اند.

جدول ۱- مشخصات و ترکیب گونه‌ای درختان/درختچه‌های مادری در تیپ‌های جنگلکاری و وضعیت زادآوری هرگونه در کل منطقه

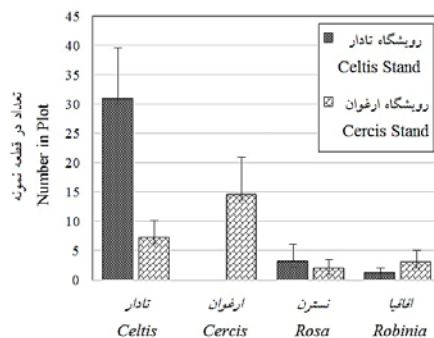
Table 1. The characteristics and species composition of trees/shrubs in different plantation types and the regeneration status of each species in relation to the whole studied area

تیپ جنگل (درصد)					درخت/درختچه		زادآوری		گونه Species
Forest type (%)					Tree/Shrub		Regeneration		
تادار <i>Celtis</i>	ارغوان <i>Cercis</i>	زبان گنجشک <i>Fraxinus</i>	سرو <i>Cupressus</i>	کاج <i>Pinus</i>	ارتفاع Height	قطر Diameter	تعداد در هکتار Number per Hectare	نسبت (درصد) Proportion (%)	
70	0.5	0	0	0	3.3	15	305	57	تادار <i>Celtis caucasica</i> L.
0	81	0	0	0	2.9	-	116	22	ارغوان <i>Cercis siliquastrum</i> L.
10	0	0	0	0	2.3	-	46	8	نسترن <i>Rosa canina</i> L.
19	18	10	0	0	3	16.4	37	7	اقاقیا <i>Robinia pseudoacasia</i> L.
0.6	0.5	0	0	0	3	12	3	0.5	سیب <i>Malus orientalis</i> Uglitzh
0.6	0	0	0	0	2.5	-	0	0	گوجه <i>Prunus divaricata</i> Ledeb
0.6	0	0	0	0	2.3	-	0	0	تنگرس <i>Rhamnus pallasii</i> F. & Mey.
0	0	90	0	0	2.7	15.8	0	0	زبان گنجشک <i>Fraxinus rotundifolia</i> Mill.
0	0	0	0	100	9.2	26.7	0	0	کاج تهران <i>Pinus eldarica</i> Medw.
0	0	0	100	0	6.4	21.8	0	0	سرو نقره‌ای <i>Cupressus arizonica</i> Greene

ادامه جدول ۱.

Continued table 1.

تیپ جنگل (درصد) Forest type (%)					درخت/درختچه Tree/Shrub		زادآوری Regeneration		گونه Species
تادار <i>Celtis</i>	ارغوان <i>Cercis</i>	زبان گنجشک <i>Fraxinus</i>	سرو <i>Cupressus</i>	کاج <i>Pinus</i>	ارتفاع Height	قطر Diameter	تعداد در هکتار Number per Hectare	نسبت (درصد) Proportion (%)	
0	0	0	100	0	6.4	21.8	0	0	سرو نقره‌ای <i>Cupressus arizonica</i> Greene
0	0	0	0	0	-	-	8	1.5	بادام کوهی <i>Amygdalus lycioides</i> Spach
0	0	0	0	0	-	-	4	1	زرشک <i>Berberis integerrima</i> Bge
0	0	0	0	0	-	-	15	3	آسمان‌دار <i>Ailanthus altissima</i> Swingle
							534	100	مجموع Total



شکل ۱- میانگین و اشتباه معیار تعداد زادآوری در قطعه نمونه در دو تیپ تادار و ارغوان

Figure 1. Average number of regeneration in sample plots with standard error bar in *Celtis* and *Cercis* types

در تیپ ارغوان نهال‌ها و نونهال‌هایی از این گونه با ارتفاع دو تا ۱۰۰ سانتیمتر مشاهده شد (جدول ۲). تقریباً همه زادآوری تحت حمایت گونه پرستار بوده و از شادابی بالایی برخوردار بوده‌اند. ۵۹ درصد زادآوری ارغوان در مجاورت محل عبور آب و ۴۱ درصد بافاصله از آن قرار داشتند (شکل ۴). تیپ‌های سرو نقره‌ای و کاج تهران تشکیل توده‌های خالص سوزنی‌برگ را داده‌اند (جدول ۱) و در حال حاضر

#### وضعیت زادآوری در تیپ‌های جنگلکاری

در تیپ تادار، زادآوری این گونه قابل توجه بوده و نهال‌ها و نونهال‌هایی با سنین مختلف و با ارتفاع دو تا ۱۲۰ سانتیمتر مشاهده شد (جدول ۲). ۸۰ درصد زادآوری این تیپ تحت حمایت پرستار بوده (شکل ۲) و شادابی بالایی نیز داشته‌اند (شکل ۳). ۳۶ درصد زادآوری‌های تادار در مجاورت محل عبور آب و ۶۴ درصد در فاصله بین دو جوی قرار داشتند (شکل ۴).

گونه‌های مادری در این تیپ‌ها فاقد زادآوری هستند اما در تیپ سرو زادآوری گونه‌های دیگر از جمله تادار و ارغوان مشاهده شد (جدول ۲). بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، ۶۲ درصد زادآوری در تیپ سرو در فضای باز و بدون پرستار، ۳۸ درصد در زیر تاج

پوشش و کلیه زادآوری‌های مشاهده‌شده در مجاورت جوی بوده‌اند. در تیپ زبان‌گنجشک نیز گونه‌های مادری فاقد زادآوری بوده و زادآوری اقاچیا به تعداد کم مشاهده شد (جدول ۲).

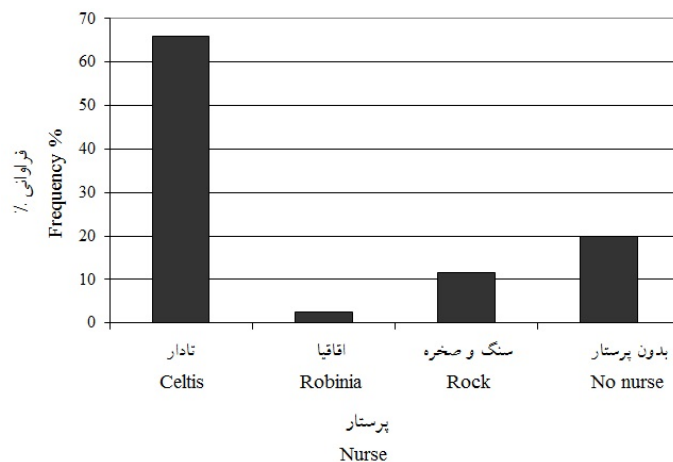
جدول ۲- ویژگی‌های زادآوری به تفکیک تیپ‌های بررسی شده

Table 2. The regeneration characteristics of the investigated forest types

تیپ Type	گونه زادآوری Regenerated species	مبدأ Origin	تعداد Density	نسبت (درصد) Proportion (%)	ارتفاع متوسط (سانتی‌متر) Mean height (cm)	وابستگی به پرستار Dependence to nurse	متوسط رتبه شادابی Mean vigor
تادار <i>Celtis</i>	<i>Celtis caucasica</i>	دانه‌زاد Seed	155	85	11	مختلف <sup>۱</sup> Yes <sup>۱</sup>	1.2
	<i>Rosa canina</i>	دانه‌زاد- جست Seed-Coppice	18	10	27	مختلف Yes	1.4
	<i>Robinia pseudoacasia</i>	جست Coppice	4	2	42.5	بدون پرستار No	1
	<i>Berberis integerrima</i>	دانه‌زاد Seed	3	2	9.5	زیر تاج پوشش Yes	1.7
	<i>Malus orientalis</i>	دانه‌زاد Seed	2	1	15	زیر تاج پوشش Yes	1.5
ارغوان <i>Cercis</i>	<i>Cercis siliquastrum</i>	دانه‌زاد Seed	73	55	8.5	زیر تاج پوشش Yes	1
	<i>Celtis caucasica</i>	دانه‌زاد Seed	36	27	10.5	زیر تاج پوشش Yes	1
	<i>Robinia pseudoacasia</i>	دانه‌زاد- جست Seed-Coppice	15	11	23.6	زیر تاج پوشش Yes	1
	<i>Rosa canina</i>	دانه‌زاد- جست Seed-Coppice	10	7	35	زیر تاج پوشش Yes	1
سرو <i>Cupressus</i>	<i>Ailanthus altissima</i>	دانه‌زاد Seed	10	38	27.5	زیر تاج پوشش Yes	2
	<i>Celtis caucasica</i>	دانه‌زاد Seed	8	31	30	مختلف Yes	3
	<i>Cercis siliquastrum</i>	دانه‌زاد Seed	3	12	35	زیر تاج پوشش Yes	3
	<i>Amygdalus lycioides</i>	دانه‌زاد Seed	5	19	18	بدون پرستار No	1
	زبان‌گنجشک <i>Fraxinus</i>	<i>Robinia pseudoacasia</i>	دانه‌زاد Seed	4	50	14	زیر تاج پوشش Yes
<i>Rosa sp.</i>		دانه‌زاد Seed	4	50	18.2	زیر تاج پوشش Yes	1

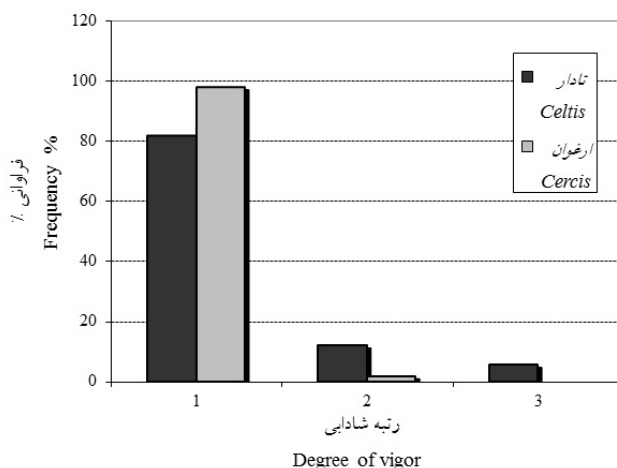
<sup>1</sup> Refer to Figure 2.

<sup>۱</sup> رجوع به شکل ۲.



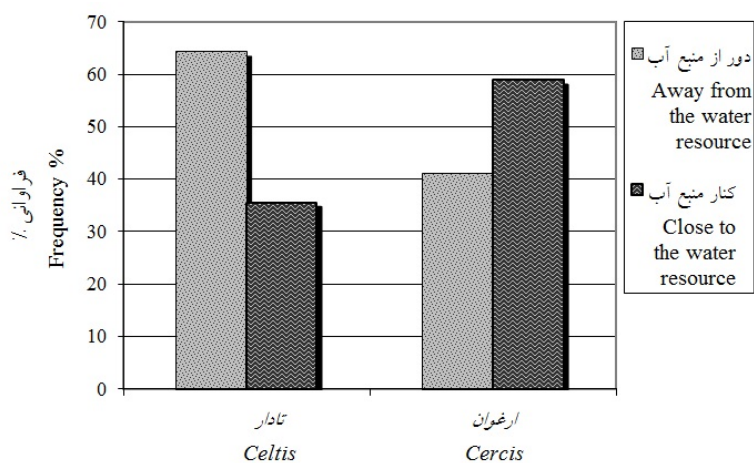
شکل ۲- وابستگی به پرستار در تیپ تادار

Figure 2. Dependence to nurse in *Celtis* type



شکل ۳- وضعیت شادابی زادآوری در تیپ‌های تادار و ارغوان

Figure 3. The vigor of regeneration in *Celtis* & *Cercis* types



شکل ۴- موقعیت زادآوری نسبت به منابع آب در تیپ‌های تادار و ارغوان

Figure 4. The position of regenerated with respect to water resources in *Celtis* & *Cercis* types



**مقایسه تیپ‌های مختلف از لحاظ زادآوری**  
 بر اساس نتایج به دست آمده، زادآوری در تیپ‌های تادار و ارغوان به طور معنی‌داری بیشتر از تیپ‌های سرو نقره‌ای، زبان‌گنجشک و کاج بود (در سطح یک درصد). میزان زادآوری در بین تیپ‌های تادار و ارغوان تفاوت معنی‌داری نداشتند. زادآوری در بین تیپ‌های سرو نقره‌ای، زبان‌گنجشک و کاج نیز فاقد

تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۳). زادآوری گونه تادار در تیپ تادار به طور معنی‌داری بیش از تیپ‌های دیگر محاسبه شد. زادآوری گونه ارغوان نیز در تیپ ارغوان به طور معنی‌داری بیش از تیپ‌های دیگر بود اما زادآوری سایر گونه‌ها در تیپ‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار نبودند (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین تعداد زادآوری در قطعه نمونه و نتایج مقایسه تیپ‌های مختلف

Table 3. Average number of regeneration in sample plots and comparison of different forest types

زادآوری Regeneration	آزمون کروسکال-والیس Kruskal Wallis Test			مقایسه میانگین LSD بین تیپ‌های مختلف جنگلکاری <sup>۱</sup> LSD for the comparison of forest types <sup>۱</sup>				
	Chi-Square	df	Sig.	<i>Celtis</i>	<i>Cercis</i>	<i>Cupressus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Pinus</i>
All species	15.9	4	0.003	36.4 <sup>a</sup>	26.8 <sup>a</sup>	5.2 <sup>b</sup>	1.7 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>
<i>Celtis caucasica</i>	16.3	4	0.003	31 <sup>a</sup>	7.2 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>
<i>Cercis siliquastrum</i>	14.7	4	0.005	0 <sup>b</sup>	14.6 <sup>a</sup>	0.6 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>
<i>Rosa canina</i>	6.5	4	0.168	3.2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<i>Robinia pseudoacasia</i>	6.7	4	0.151	1.2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<i>Ailanthus altissima</i>	3.8	4	0.434	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<i>Amygdalus lycioides</i>	3.8	4	0.434	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<i>Berberis integerrima</i>	7.9	4	0.094	0.6 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<i>Malus orientalis</i>	3.8	4	0.434	0.4 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

<sup>۱</sup> در هر سطر حروف کوچک مشترک به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

<sup>۱</sup> Different lower-case letters (i.e. a, b) in the rows indicate significant difference ( $P < 0.05$ ) amongst forest types

**مقایسه زادآوری گونه‌های مختلف**  
 نتایج نشان داد که ویژگی‌های کمی و کیفی زادآوری گونه‌های تادار، ارغوان، نسترن، افاقیا، آسمان‌دار و بادام دارای اختلاف معنی‌دار هستند (جدول ۵) (گونه‌های سیب و زرشک به دلیل تعداد کم از تجزیه و تحلیل حذف شدند). اختلاف در شادابی زادآوری مربوط به گونه آسمان‌دار بوده که در مقایسه با سایر گونه‌ها از وضعیت مطلوبی برخوردار نبود. در بررسی نیاز آبی زادآوری، گونه‌های آسمان‌دار، بادام و ارغوان وابسته به منابع آب بوده در حالی که گونه‌های تادار، افاقیا و نسترن عموماً وابستگی کمتری داشته‌اند. در رابطه با مبدأ زادآوری‌ها اختلاف موجود مربوط به گونه افاقیا بوده که عموماً دارای منشأ جست بوده و سایر گونه‌ها

**مقایسه تنوع زادآوری در تیپ‌های مختلف**  
 مقایسه شاخص‌های تنوع نشان داد که تنوع زادآوری در تیپ‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌دار بوده است. بیشترین تعداد گونه زادآوری مربوط به تیپ ارغوان بوده که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیپ‌ها به جز تیپ تادار بود. کمترین تعداد به ترتیب متعلق به تیپ‌های کاج، زبان‌گنجشک و سرو نقره‌ای بوده که به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیپ‌ها بودند (جدول ۴). بیشترین تنوع زادآوری بر اساس دو شاخص سیمپسون و شانون مربوط به تیپ ارغوان بود که در شاخص سیمپسون فقط با تیپ کاج و در شاخص شانون با تیپ‌های کاج و زبان‌گنجشک اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۴).

عموماً دانه‌زاد بودند. در رابطه با وابستگی زادآوری‌ها به پرستار اختلاف موجود مربوط به گونه بادام‌کوهی بوده که همواره در فضای باز و بدون پرستار ظاهر شده است درحالی‌که گونه ارغوان نیاز بیشتری به پرستار داشته است. زادآوری گونه‌های نسترن، اقاچیا و آسمان-دار از ارتفاع بیشتری در مقایسه با زادآوری گونه‌های تادار و ارغوان برخوردار بودند (جدول ۵).

جدول ۴- شاخص‌های تنوع برای زادآوری در تیپ‌های مختلف و نتایج مقایسه تیپ‌ها

Table 4. Diversity indices of regenerations in different types and mean comparison amongst them

شاخص تنوع زیستی Biodiversity Index	آزمون کروسکال-والیس			مقایسه میانگین LSD بین تیپ‌های مختلف جنگلکاری <sup>۱</sup>				
	Kruskal Wallis Test			LSD for the comparison of means amongst forest types <sup>۱</sup>				
	Chi-Square	Df	Sig.	<i>Celtis</i>	<i>Cercis</i>	<i>Cupressus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Pinus</i>
No. of species <sup>۱</sup>	15.1	4	0.004	3.4 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>a</sup>	1.4 <sup>bc</sup>	1 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
Individuals	15.9	4	0.003	38.8 <sup>a</sup>	29.6 <sup>ab</sup>	6.2 <sup>bc</sup>	2.2 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
Simpson	11.2	4	0.024	0.33 <sup>ab</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.25 <sup>ab</sup>	0.17 <sup>ab</sup>	0 <sup>b</sup>
Shannon	11.8	4	0.019	0.61 <sup>ab</sup>	1 <sup>a</sup>	0.45 <sup>ab</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>
Menhinick	9.4	4	0.051 <sup>ns</sup>	0.67	0.78	0.36	0.47	0
Margalef	12.9	4	0.012	0.75 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	0.34 <sup>ab</sup>	0 <sup>b</sup>
Sheldon	4.9	4	0.051 <sup>ns</sup>	0.59	0.74	0.35	0.43	0
Pilou	5.9	4	0.049	0.55 <sup>ab</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	0.38 <sup>ab</sup>	0 <sup>b</sup>

<sup>۱</sup> در هر سطر حروف کوچک مشترک به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار است. <sup>۲</sup> اعداد مندرج در این سطر، متوسط در قطعه نمونه هستند.

<sup>۱</sup> Different lower-case letters (i.e. a, b) in the rows indicate significant difference (P<0.05) amongst forest types, <sup>۲</sup> Mentioned numbers in this row are mean on sample plots

جدول ۵- ویژگی‌های کمی و کیفی زادآوری و مقایسه آن‌ها بین گونه‌های مختلف

Table 5. Qualitative and quantitative characteristics of regeneration and their interspecies comparison

متغیرها Variables	آزمون کروسکال-والیس			مقایسه میانگین LSD بین گونه‌های مختلف <sup>۱</sup>					
	Kruskal Wallis Test			Comparison of mean LSD amongst different species <sup>۱</sup>					
	Chi-Square	df	Sig.	<i>Celtis caucasica</i>	<i>Cercis siliquastrum</i>	<i>Robinia pseudoacasia</i>	<i>Amygdalus Lycioidess</i>	<i>Rosa canina</i>	<i>Ailanthus altissima</i>
سلامت Healthiness	25.8	5	0.000	1.17 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>
منابع آبی Water Resources	37.6	5	0.000	1.40 <sup>a</sup>	1.60 <sup>ab</sup>	1.32 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>	1.19 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>
منشأ Origin	27.3	5	0.000	1.02 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1.18 <sup>b</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>
پرستار Nurse	48.5	5	0.000	1.46 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	1.44 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>
ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	77.4	5	0.000	11.7 <sup>a</sup>	9.4 <sup>a</sup>	25.8 <sup>b</sup>	18 <sup>ab</sup>	29.2 <sup>b</sup>	27.5 <sup>b</sup>

<sup>۱</sup> در هر سطر حروف کوچک مشترک به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار هستند.

<sup>۱</sup> Different lower-case letters (i.e. a, b) in the rows mean significant difference (P<0.05) amongst forest types

تیپ‌های سرو نقره‌ای، زبان‌گنجشک و کاج بوده است. گونه تادار که یکی از گونه‌های بومی پارک‌های ملی سرخه‌حصار و خجیر است (Ravanbakhsh and

بنا بر نتایج به‌دست‌آمده، زادآوری در قطعه‌های نمونه تیپ‌های تادار و ارغوان به‌طور معنی‌داری بیشتر از

زیراشکوب ارزیابی شده است (Rouhi Moghaddam et al., 2011).

در پارک جنگلی سرخه‌حصار، بیشترین تنوع زادآوری در تیپ ارغوان و پس‌از آن در تیپ تادار وجود داشته است. در مطالعاتی که در جنگل‌های گیلان انجام شده است نیز مشخص شده که تیپ داغداغان بیشترین تنوع زیستی گونه‌های چوبی را داشته است (Poorbabaei and Ahani, 2004). توده‌های تادار و ارغوان جنگل سرخه‌حصار که به لحاظ مقدار و تنوع زادآوری برتر از توده‌های دیگر بوده‌اند، درجه آمیختگی بیشتری نیز داشته‌اند. در مطالعات مختلفی اثر مثبت آمیختگی بر زادآوری بیان شده است (Guariguata et al., 1995).

زادآوری تادار و ارغوان با سنین مختلف و نونهال‌ها و نهال‌هایی با ارتفاع دو تا ۱۲۰ سانتیمتر در منطقه مورد بررسی مشاهده شدند. زادآوری‌های بلندتر معمولاً در بخش‌هایی که غیرقابل دسترس بوده است رویش داشته و در بخش‌های تحت تردد گردشگران، معمولاً زادآوری‌های موجود ارتفاع کمتری داشته و سرکوب شده بوده‌اند. موارد زیادی از زادآوری چندساله با یقه چوبی شده که در اثر لگدکوب شدن متوالی فرصت قد کشیدن پیدا نکرده و کوتاه مانده‌اند، مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد که زادآوری تادار و ارغوان در منطقه قدرت زنده‌مانی و استقرار بالایی داشته و در صورت حمایت قادر به تشکیل نسل آینده جنگل خواهد بود.

در مورد گونه تادار ۶۴ درصد زادآوری دور از منبع آب قرار داشته درحالی‌که در مورد گونه ارغوان ۵۹ درصد زادآوری در مجاورت آن قرار داشته‌اند. این موضوع را می‌توان به نیاز رطوبتی بیشتر نونهال‌های ارغوان نسبت داد که در مجاورت منبع آب زنده‌مانی و دوام بیشتری داشته‌اند.

(Moshki, 2016)، بیشترین زادآوری را در پارک جنگلی دست کاشت داشته و علاوه بر توده‌های مادری، در سایر توده‌های جنگلکاری نیز زادآوری داشته است. گونه ارغوان نیز به‌عنوان یکی از گونه‌های بومی مناطق نیمه‌خشک و نیمه مرطوب کشور، زادآوری مناسبی در منطقه مورد بررسی داشته است. همچنین، توده‌های جنگلکاری ارغوان دارای بیشترین تنوع زادآوری بوده و می‌توان گفت به‌عنوان گونه پیشرو و پرستار شرایط مناسبی را برای زادآوری گونه‌های مختلف ایجاد کرده است. در مطالعات Teimouri و همکاران (2015) نیز نتیجه‌گیری شده است که گونه ارغوان در شرایط مشابه نسبت به افاقیا، چنار (*platanus orientalis L.*) و زبان‌گنجشک پایدارتر عمل می‌کند؛ بنابراین دو گونه تادار و ارغوان را می‌توان به‌عنوان مناسب‌ترین گونه‌ها برای جنگلکاری پایدار پیشنهاد کرد. در درخت‌زارهای طبیعی البرز جنوبی گونه تادار به‌عنوان گونه همراه در توده‌های درختچه‌ای شیرخشت (*Cotoneaster spp.*)، راناس (*Cerasus microcarpa (C.A.Mey.) Boiss.*) و تنگرس ظاهر شده و زادآوری آن ۱۵ پایه در هکتار گزارش شده است (Ravanbakhsh et al., 2010). Tesfaye و همکاران (2010) نیز در بررسی زادآوری گونه‌های بومی در جنگل‌های خشک جنوب آفریقا داغداغان (*Celtis africana Burm.f.*) را به‌عنوان یکی از گونه‌های با زادآوری مناسب ذکر کرده‌اند. در بررسی جنگلکاری‌های منطقه چمستان مازندران مشخص شده است که فراوانی و تنوع گونه‌های زادآوری شده در زیراشکوب جنگلکاری‌های آمیخته بلوط-داغداغان بیشتر از جنگلکاری‌های خالص بلوط و آمیخته بلوط با پلت بوده است. دلیل این امر سریع‌تر بودن تجزیه لاشبرگ و روشن‌تر بودن

پرستار در حفاظت از زادآوری به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت چشمگیری دارد (Feyera *et al.*, 2002; Gomez *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2004). نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نیز آن را تأیید می‌کند. زادآوری گونه‌های بررسی شده به‌جز گونه بادام‌کوهی وابستگی زیادی به پرستار و تاج پوشش درختان مادری داشته است. گونه بادام‌کوهی از گونه‌های بومی منطقه است و در دامنه‌های استپی خارج از عرصه جنگلکاری پراکنش دارد. بسته شدن تاج پوشش پس از جنگلکاری شرایط را برای این گونه نامساعد کرده و در شرایط سایه از بین می‌رود. در مطالعات Ravanbakhsh و همکاران (2010) در رویشگاه‌های طبیعی البرز جنوبی نیز بیش از ۹۰ درصد زادآوری بادام‌کوهی بدون پرستار بوده است. در منطقه مورد بررسی، زادآوری گونه‌های نسترن، افاقیا و آسمان‌دار از ارتفاع بیشتری در مقایسه با زادآوری گونه‌های تادار و ارغوان برخوردار بودند. دلیل این امر را می‌توان توانایی جست زنی و زادآوری غیرجنسی این گونه‌ها دانست که قدرت رشد و رویش ارتفاعی بیشتری دارند. در مورد آسمان‌دار، در توده‌های بررسی شده و اراضی مجاور، پایه مادری که بتواند منشأ جست ریشه باشد مشاهده نشد، بنابراین ریشه جوش بودن معدود زادآوری‌های مشاهده‌شده منتفی است؛ اما ارتفاع بیشتر زادآوری آن را می‌توان به سرشت تند رشد بودن آن نسبت داد (Knapp & Canham, 2000).

در مجموع باید گفت که توده‌های جنگلکاری آمیخته شامل گونه‌های بومی نظیر تادار و ارغوان قابلیت زادآوری طبیعی و تجدید نسل در مناطق خشک و نیمه‌خشک را دارند و با حفاظت و پرورش تجدید حیات طبیعی آن، ایجاد جنگل‌های دست کاشت پایدار با حداقل نیاز آبی امکان‌پذیر است.

درختان مادری توده کاج رشد و شادابی خوب و مخروط دهی بالایی داشته‌اند. همچنین توده‌های تادار و ارغوان در مجاورت تیپ کاج قرار داشته و امکان بذرافشانی درختان مذکور نیز در توده کاج فراهم بوده است (چنانکه این اتفاق در توده سرو نقره‌ای مشهود است)، اما هیچ‌گونه زادآوری در تیپ کاج مشاهده نشد. این موضوع را می‌توان به ضخامت لاشبرگ سوزنی‌برگ بر بستر توده نسبت داد (Tao *et al.*, 1987) که مانع از تماس بذرها یا نونهال‌ها با خاک معدنی و رشد و توسعه آن‌ها می‌شود. یافته‌های مطالعات دیگری نیز نشان می‌دهد که جنگلکاری با گونه‌های سوزنی‌برگ، کاهش تراکم و تنوع گونه‌ای را نسبت به جنگل‌های بومی در پی داشته است (Paritsis and Aizen, 2008). به‌طورکلی گونه‌های پهن‌برگ در مقایسه با مخروط داران درختان پرستار مناسب‌تری هستند (Feyera *et al.*, 2002). بررسی متغیرهای خاک‌شناسی اثرگذار بر زادآوری در پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود. همان‌طور که ذکر شد، در تیپ سرو نقره‌ای وضعیت متفاوت است و زادآوری برخی گونه‌ها دیده می‌شود اگرچه تفاوت زادآوری بین تیپ‌های کاج و سرو معنی‌دار نیست. در مطالعات Yirdaw (2001) در جنگلکاری‌های کاج و سرو در اتیوپی نیز تفاوتی در غنای گونه‌های چوبی زیراشکوب در تیپ‌های مختلف جنگلکاری مشاهده نشد اما فراوانی آن‌ها در تیپ *Cupressus lusitanica* Mill. بیشتر از تیپ *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. بود. در توده زبان‌گنجشک زادآوری مناسبی دیده نشد. این موضوع را می‌توان به عدم توانایی استقرار نونهال‌های زبان‌گنجشک و نیز تاج پوشش بازتر این تیپ، متعاقب آن کاهش اثر پرستاری درختان مادری نسبت داد. نقش پایه‌های

## References

- AliAhmad Korori, S. & M. Khoshnevis, 2000. Ecological and Environmental Studies of *Juniperus* Habitat in Iran. Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR), Tehran, 208 p (In Persian).
- Alinejad, M., H. Navaei, Housemi A. & A. Heidar Nejad, 2013. Development and Organization of Sorkhehesar Forest Park and Its Impact on Social Security of Park, *Social Security Studies*, 33: 95-127 (In Persian).
- Amiri, M., D. Dargahi, D. Azadifar & H. Habashi, 2009. Comparison Structure of natural and managed Oak (*Quercus castaneifolia*) Stand (shelter wood system) in Forest of Loveh, Gorgan, *Journal of Agriculture Science & Natural Resources*, 15(6): 33-43 (In Persian).
- Anonymous, 2007. Master Plan for the Development & Improvement of Sorkhehesar Forest Park. Technical Consulting Organization of Tehran, Tehran (In Persian).
- Bagheri, J., A. Salehi & K. Taheri Abkenar, 2014. Effective Factors on Regeneration Establishment and Quantitative and Qualitative Characteristics of *Pistacia atlantica* in Different Physiographic Conditions (Case Study: Khojir National Park), *Ecology of Iranian Forest*, 2(3): 1-12 (In Persian).
- Bihamta, M.R. & M.A.Zare Chahooki, 2008. Principles of Statistics for Natural Resources Science. University of Tehran press, Tehran, 300 p (In Persian).
- Cannell, M.G., 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and the UK. *Biomass and Bioenergy*, 24(2): 97-116.
- Castro, J., R. Zamora, J.A. Hódar, J.M. Gómez & L. Gómez-Aparicio, 2004. Benefits of Using Shrubs as Nurse Plants for Reforestation in Mediterranean Mountains: A 4-Year Study, *Restoration Ecology*, 12(3): 352-358.
- Clifford H.T. & W. Stephenson, 1975. An introduction to numerical classification. Academic Express, London, 256 p.
- Cusack, D. & F. Montagnini, 2004. The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 188(1): 1-15.
- Feyera, S., E. Beck & U. Lüttge, 2002. Exotic trees as nurse-trees for the regeneration of natural tropical forests, *Trees*, 16(4): 245-249.
- Gómez-Aparicio, L., R. Zamora, J.M. Gómez, J.A. Hódar, J. Castro & E. Baraza, 2004. Applying Plant Facilitation To Forest Restoration: A Meta-Analysis Of The Use Of Shrubs As Nurse Plants, *Ecological Applications*, 14(4): 1128-1138.
- Guariguata, M., R. Rheingans & F. Montagnini, 1995. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration, *Restoration Ecology*, 3: 252- 260.
- Haggard, J.P., K. Wightman & R. Fisher, 1997. The potential of plantations to foster Woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica, *Forest Ecology and Management*, 99: 55-64.
- Hedayati, M.A., 2001. Plantation in the North: The Evolution of Plantation in the North of Iran, Issues and Solutions. Nashr Gostare, Tehran, 32 pp (In Persian).
- Knapp, L.B., & Canham, C.D., 2000. Invasion of an old-growth forest in New York by *Ailanthus altissima*: sapling growth and recruitment in canopy gaps, *Journal of the Torrey Botanical Society*, 127(4):307-315.
- Lamb, D., 1998. Large-scale ecological restoration of degraded tropical forest lands: the potential role of timber plantations, *Restoration Ecology*, 6: 271- 279.
- Larsen, D.R., 1997. Oak regeneration and overstory in the Missouri Ozarks, *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 869-875.
- Nuñez, M.A., & E. Raffaele, 2007. Afforestation causes changes in post-fire regeneration in native shrubland communities of northwestern Patagonia, Argentina, *Journal of Vegetation Science*, 18(6): 827-834.
- Otsamo, R., 2000. Secondary forest regeneration under fast-growing forest plantation on degraded Imprecate cylindrical grasslands, *New Forests*, 19: 69-93.
- Paritsis, J. & M.A. Aizen, 2008. Effects of exotic conifer plantations on the biodiversity of understory plants, epigeal beetles and birds in *Nothofagus dombeyi* forests, *Forest ecology and management*. 255: 1575–1583.
- Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity, *Annual review of ecology and systematics*, 5: 285-307.

- Poorbabaie, H. & H. Ahani, 2004. Biodiversity of woody species in *Acer platanoides* sites in the Shafaroud Forests, Gilan (Iran), *Rostaniha*, 5: 147-158 (In Persian).
- Ravanbakhsh, H. & A. Moshki, 2016. The influence of environmental variables on distribution patterns of Irano-Turanian forests in Alborz Mountains, Iran, *Journal of Mountain Science*, 13(8): 1375-1386.
- Ravanbakhsh, H., M.R. Marvie Mohajer & V. Etemad, 2010. Natural Regeneration of Woody Species in Woodlands of Southern Slopes of Elborz Mountains (Case Study: Latian Watershed), *Iranian Journal of Forest*, 2(2):113-125 (In Persian).
- Rouhi Moghaddam, E, M.S. Hosseini, E. Ebrahimi, A. Rahmani & M. Tabari, 2011. The Regeneration Structure and Biodiversity of Trees and Shrub Species in Understory of Pure and Mixed Oak Plantations, *Environmental Sciences*, 8(3): 57-68 (In Persian).
- Sagheb-Talebi Kh, Sajedi, T. & Pourhashemi, M., 2014. Forests of Iran. Springer Netherlands. 157 pp.
- Shanon, C.E. & W. Weaver, 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois press, Urbana, 132 p.
- Sharifi, M., 2010. Forest Park Design and Management. University of Tehran Press, 270pp (In Persian).
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Shokri, R.A., Basiri R. & Taleshi H., 2017. Effect of fire on structure and regeneration of oak coppice trees in Lorestan province (Case study: Tangeh Ghale area in Kuhdasht), *Journal of Forest Research and Development*, 3(2): 163-174 (In Persian).
- Tao, D.L., Z.B. Xu & X. Li, 1987. Effect of litter layer on natural regeneration of companion tree species in the Korean pine forest, *Environmental and experimental botany*, 27(1): 53-65.
- Teimouri, S., M. Makhdoum Farhkonde, J. Feghhi, & N. Abas zadeh, 2015. Assessment of Destruction through Sustainability of Urban Forest Ecosystem (Case study: Deciduous of Sorkhe Hesar Forest Park), *Natural Environment*, 67(4):381-390 (In Persian).
- Tesfaye, G., D. Teketay, M. Fetene, & E. Beck, 2010. Regeneration of seven indigenous tree species in a dry Afromontane forest, southern Ethiopia. Flora-Morphology, Distribution, *Functional Ecology of Plants*, 205(2): 135-143.
- Vatani, L., M. Akbarinia, G.A. Galali & K. Espahbodi, 2007. Diversity of woody species natural regeneration in 15-year-old Alder plantation in Mazandaran wood and paper low forests, *Pajouhesh & Sazandegi*, 77: 115-127 (In Persian).
- Whittaker, R.H., 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*, 10: 1-67.
- Yirdaw, E., 2001. Diversity of naturally-regenerated native woody species in forest plantations in the Ethiopian highlands, *New Forests*, 22(3): 159-177.



## The natural regeneration establishment and diversity of different 50-year-old plantation types in Sorkhe-Hesar Forest Park

N. Farrokhzade<sup>1</sup>, H. Ravanbakhsh<sup>\*2</sup> and A. Moshki<sup>2</sup> and M. Mollashahi<sup>2</sup>

1- M.Sc. of Silviculture and Forest ecology, Semnan University, Semnan, I. R. Iran.

2- Assistant Professor, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, I. R. Iran.

Received: 03.08.2017

Accepted: 17.12.2017

### Abstract

Through planting, Furthermore, selecting the appropriate species as well as the ability of new ecosystems for self- regeneration and restoration are also important. Currently, approximately 50 years have passed since the beginning of semi-arid plantations around huge cities of Iran like Tehran (i.e. Sorkhe-Hesar Forest Park, located in the eastern part of the city). This study aimed to investigate the regeneration in mentioned forest stands and answer to the question, whether the investigated vegetation types and species composition, despite the arid climate and tourist traffic, are able to regenerate and the grown seedlings are capable to establish? The inventory was performed in five forest types that five sample plots of 15×15 meter were established in each one. To compare the regeneration amongst different vegetation types and amongst different species the nonparametric Kruskal-Wallis test was used. The results of this study showed that regenerations of *Celtis caucasica* and *Cercis siliquastrum* were significantly higher than those of *Cupressus arizonica*, *Fraxinus rotundifolia* and *Pinus eldarica*. Moreover, the highest and lowest regeneration diversity were observed in *Cercis* and *Pinus* types, respectively. The species of *C. caucasica* and *C. siliquastrum* proved to play the most important roles in regeneration of studied area. Except *Amygdalus lycioides*, the regeneration of all studied species were highly dependent on nurse trees and their canopy. Compared to *Celtis*, the regeneration of *Cercis* was significantly dependent on water supply.

**Keywords:** *Celtis caucasica*, *Cercis siliquastrum*, Regeneration, Restoration, Sustainable plantation.

---

\* Corresponding author:

Email: h.ravanbakhsh@semnan.ac.ir

