

ارزیابی تخریب تا پایداری بوم‌سازگان جنگل شهری (مطالعه موردی: پهن‌برگان پارک جنگلی سرخه‌حصار)

سارا تیموری^{۱*}، مجید منخوم فرخنده^۲، جهانگیر فقهی^۳، نادیا عباس‌زاده تهرانی^۴

۱. دکتری جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲. استاد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. دانشیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴. استادیار پژوهشگاه فضایی، سازمان فضایی ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۱۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۲/۱۲)

چکیده

با توجه به وجود عوامل متفاوت و پیچیدگی اثرگذاری آن‌ها بر سلامت و پایداری جنگل‌های شهری، این پژوهش تلاش کرده است با تفکیک مشخصه‌های اثرگذار در یک اکوسیستم و تقسیم‌بندی اکوسیستم جنگلی دست‌کاشت سرخه‌حصار به واحدهای همگن از لحاظ عوامل طبیعی (شیب، جهت، ارتفاع، عمق خاک، سیستم کاشت خالص و آمیخته) و عوامل انسانی (میزان آبیاری و شدت تفرج)، اثر آن‌ها بر پایداری اکوسیستم را بررسی کند. کمیت و کیفیت پهن‌برگان پارک شامل زبان‌گنجشک، ارغوان، چنار و افاقیا، مطالعه شد. معیارهای سنجش واحدهای همگن در این بررسی ارتفاع، رویه‌زمینی، قطر تاج، تقارن تاج، شادابی درختان، تراکم پوشش علفی و درجه تاج‌پوشش بودند. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که مجموعه‌ای از عوامل بر سلامت و پایداری رویشگاه اثرگذار است، درحالی‌که که سیستم کاشت خالص و آمیخته، شیب و عمق خاک جزء فاکتورهای مهم محدودکننده‌اند. درحقیقت با کاهش عمق خاک و افزایش شیب و قرارگیری آن در آستانه بیشتر از ۱۵ درصد، با اختصاص عرصه به کاربری تفرج متمرکز، رویشگاه به‌شدت به سوی ناپایداری پیش خواهد رفت. درعین حال بررسی‌ها نشان دادند گونه ارغوان در شرایط مشابه، پایدارتر از سه گونه افاقیا، چنار و زبان‌گنجشک عمل کرده است.

کلیدواژه‌گان: پایداری، پهن‌برگان، تفرج، جنگل شهری، شادابی

۱. مقدمه

تفرج‌کنندگان (سینرژی مثبت و منفی) اثرگذار هستند (Hill & Pickering, 2009; Makhdoum & Khorasani, 1985; Somanathan *et al.*, 2005; Aiba *et al.*, 2005). علاوه بر موارد یادشده می‌توان گفت در بیشتر مواقع بلکه همیشه توده‌های آمیخته و در نتیجه جنگل‌های آمیخته بر جنگل‌های خالص از لحاظ افزایش حاصل‌خیزی، مقاوم‌بودن در مقابل حمله آفات و مقاومت در برابر شرایط نامساعد جوّی مزیت دارند (Marvie Mohadjer, 2006).

اساس بیشتر مطالعات در ارزیابی سلامت درختان، تقارن و تراکم تاج یا شدت و وسعت برگ‌ریزی است (Durrant & Boswell, 2002). به‌طور مثال اثر کم‌آبی بر درختان متنوع است و مهم آن شامل زردشدن و ریزش برگ‌ها، خزان زودرس، مرگ جوانه‌ها و درنهایت حمله آفت و بیماری‌ها هستند (Forest Health Highlights, 2002) یا شیب‌های متفاوت سبب ایجاد تفاوت در نور، گرما، رطوبت و شرایط خاک (فرسایش و کاهش عمق) می‌شود و به‌نوعی توان اکولوژیک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و این نیز خود سبب تفاوت در تاج درختان خواهد شد (Bale, *et al.*, 1998).

هدف از مطالعه حاضر بررسی تفاوت ویژگی‌های پهن‌برگان پارک (زبان‌گنجشک، ارغوان، چنار و اقاچیا) مانند ارتفاع، رویه زمینی، قطر تاج، شادابی و همچنین تراکم پوشش علفی در یک رویشگاه، با توجه به تفاوت شرایط فیزیوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، عمق خاک، آمیختگی و عوامل انسانی تفرج و آبیاری و درنهایت تعیین مجموعه‌ای از بهترین شرایط به‌منظور جلوگیری از رسیدن به آستانه تخریب اکوسیستم است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مطالعه شده

پارک جنگلی سرخه‌حصار با مساحتی بالغ بر ۴۵۰ هکتار واقع در شرق تهران در محدوده جغرافیایی بین ۳۵° ۳۰' تا ۳۵° ۴۲' طول شرقی و ۳۵° ۴۴' تا ۳۳° ۴۲' عرض شمالی، با متوسط بارندگی سالانه ۳۳۴/۲ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد است (Development and improvement master plan of Sorkhehesar park, 2007).

زندگی در سطح موجود زنده یا اکوسیستم یا اکوسفر، به جریان انرژی و گردش ماده بستگی دارد و اگر عناصر، جریان چرخه‌ای یا بازگشت وجود نداشته باشد یا سرعت آن‌ها متناسب با نیازهای عناصر اکوسیستم نباشد، به تدریج منابع موجود و حیات اکوسیستم‌ها پایان خواهد یافت. به بیان دیگر هر یک از موجودات زنده یک میزان حد بردباری یا آستانه تحمل دارند و هنگامی که شرایط محیطی از آستانه تحمل آن‌ها فراتر رود، به دلیل پیش‌آمدن بازخور مثبت، کنترل نظام می‌تواند از حد خارج شود (Miller, 1996). فرایند پایدار، فرایندی است که بدون انفصال یا تضعیف یا از دست دادن کیفیت‌های بارزش بتواند حفظ شود (Brundtland, 1987).

Clark و همکاران (1997)، درختانی را که به‌صورت طبیعی یا دست‌کاشت در محیط شهری حضور دارند و زیستگاهی با فوائد اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی، و اکولوژیکی را در زمان حال و آینده ایجاد می‌کنند جنگل شهری پایدار نامیدند. در یک تعریف کلی می‌توان جنگل و درختانی را سالم و شاداب دانست که توانایی برگشت‌پذیری در پاسخ به فشارهای محیطی و تخریب را دارا باشند (Forest Health Highlights Vermont, 1999; Wheal, 2006). از جمله موارد اثرگذار بر سلامت درختان و پایداری جنگل‌های شهری تفرج است (Leung & Marion, 2000; Pickering *et al.*, 2009; Makhdoum & Khorasani, 1985). از آثار مهم اکولوژیکی تفرج، فشردگی خاک و فرسایش، لگدکوب‌کردن پوشش گیاهی و آسیب به درختان سرباست (Kuss *et al.*, 1990; Hammitt & Cole, 2000; Leung & Marion, 1998). همچنین Amrein و همکاران (2005)، بیان می‌دارند تراکم خاک بر اثر تفرج افزایش یافته ارتفاع، تراکم و غنای گونه‌ای در لایه علفی و خشبی کاهش می‌یابد (Amrein *et al.*, 2005). با توجه به مفهوم سینرژی (Miller, 1996)، عوامل محیطی گوناگون در میزان اثرگذاری تفرج دخیل‌اند. درحقیقت عواملی مانند نوع و ترکیب پوشش گیاهی، شیب، جهت جغرافیایی، نوع و عمق خاک و شرایط آب و هوایی بر افزایش و کاهش نشان‌زدناشی از

۲.۲. نقشه واحدهای همگن

خاک، تفرج و آبیاری بر پوشش گیاهی، ابتدا عوامل مذکور طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).

برای مطالعه اثرات محیط (شیب، جهت، ارتفاع، عمق

جدول ۱. طبقات واحدهای همگن

طبقات	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ارتفاع (متر)	۱۳۵۰-۱۲۸۰	۱۴۰۰-۱۳۵۰	۱۴۵۰-۱۴۰۰	-	-	-
شیب (درصد)	۲-۰	۵-۲	۱۰-۵	۱۵-۱۰	۳۰-۱۵	بیشتر از ۳۰
جهت	مسطح	شمال	شرق	جنوب	غرب	-
خاک	کم عمق	نیمه عمیق	عمیق	-	-	-
تفرج	گسترده	نیمه متمرکز	متمرکز	-	-	-
آبیاری	کم	متوسط	زیاد	-	-	-

با روی هم‌گذاری نقشه‌های مذکور در محیط GIS نقشه واحدهای همگن تهیه شد.

۳.۲. آماربرداری

دارند)، در ستون‌های بعدی جدول، واحد همگن متناظر (کوچک‌ترین واحد)، ذکر شده و زیر آن واحد متناظر بعدی نوشته شد تا جایی که اختلاف واحد همگن ابتدای ستون با واحد همگن بزرگ‌تر با توجه به نتایج تحلیل‌های آماری معنا دار شد، ستون بسته و ادامه مقایسه به ستون‌های بعدی جدول منتقل شد. با توجه به تعداد تکرار هر واحد همگن در ستون‌های مختلف، میانگین امتیاز ستون‌ها برای آن واحد منظور شد. در نهایت امتیاز هر واحد همگن برای معیار مورد نظر (به‌طور مثال قطر تاج درختان)، به دست آمد. برای تعیین مجموع امتیاز هر واحد همگن، معیارهای مورد نظر، بسته به ارزش خود اولویت‌بندی شدند و ضریب گرفتند. با اعمال ضرایب در امتیاز هر واحد همگن و محاسبه مجموع امتیازها، امتیاز کل هر واحد همگن محاسبه شد. در نهایت بسته به امتیاز کل هر واحد همگن، درجه تعلق آن به پایداری یا تخریب تعیین شد.

برای دستیابی به ویژگی‌های کمی و کیفی درختان و درختچه‌ها و پوشش علفی، شبکه آماربرداری به‌طور جداگانه برای هر یک از واحدهای همگن تهیه شد. ابعاد شبکه با توجه به مساحت واحدهای همگن به گونه‌ای تعیین شد که در هر واحد همگن حدود ۱۰-۱۵ قطعه نمونه قرار گیرد (Zobeiri & Makhdoum, 2012). معیارهای مورد نظر برای سنجش واحدهای همگن، رویه‌زمینی، ارتفاع، قطر کوچک و بزرگ تاج، شادابی (که در تعیین آن فاکتورهای خشکیدگی سوزن‌ها، تراکم تاج، آلودگی به آفات و امراض، خشکیدگی سرشاخه‌ها و آسیب تنه ارزیابی بصری شدند)، تراکم پوشش علفی، تاج‌پوشش و آمیختگی سیستم کاشت در محل قطعه نمونه بررسی شدند.

۴.۲. روش امتیازدهی به واحدهای همگن

برای امتیازدهی به واحدهای همگن، داده‌های برداشت‌شده از هر معیار (به‌طور مثال ارتفاع درخت) در هر یک از واحدهای همگن، از کوچک به بزرگ ردیف شدند. سپس در جدول مربوطه، ستون اول به واحدهای همگن مربوط به آن معیار از کوچک به بزرگ اختصاص یافت. برای تعیین فاصله بین واحدهای همگن (اینکه چقدر از لحاظ کوچکی و بزرگی با یکدیگر اختلاف

۵.۲. ضرایب معیارها

معیارهای سنجش واحدهای همگن با یکدیگر از لحاظ نمایش پایداری اکوسیستم هم‌وزن نیستند. بلکه با عوامل نمایانگر پایداری، رابطه کاملاً مستقیم یا غیرمستقیم دارند. بر این اساس معیارها ضریب‌دار شدند (جدول ۲).

جدول ۲. ضرایب معیارهای سنجش واحدهای همگن

پوشش علفی	ارتفاع	شادابی	رویه‌زمینی	تاج‌پوشش	قطر تاج	تقارن تاج
۳	۳	۳	۲	۱	۱	۱

تاج پوشش می تواند به دلیل تراکم زادآوری نابجا از گونه های ناخواسته ایجاد شود که در مدیریت توده اختلال ایجاد می کند (Sorkhehesar Park officials, 2012)، بنابراین درجه تاج پوشش تا حدی مرغوبیت جنگل را تعیین می کند. قطر و تقارن تاج درختان نیز علاوه بر سلامت درخت، با توجه به درجه تاج پوشش و شیب زمین و همچنین شرایط رویشگاه تغییر می یابند (Bale, et al., 1998).

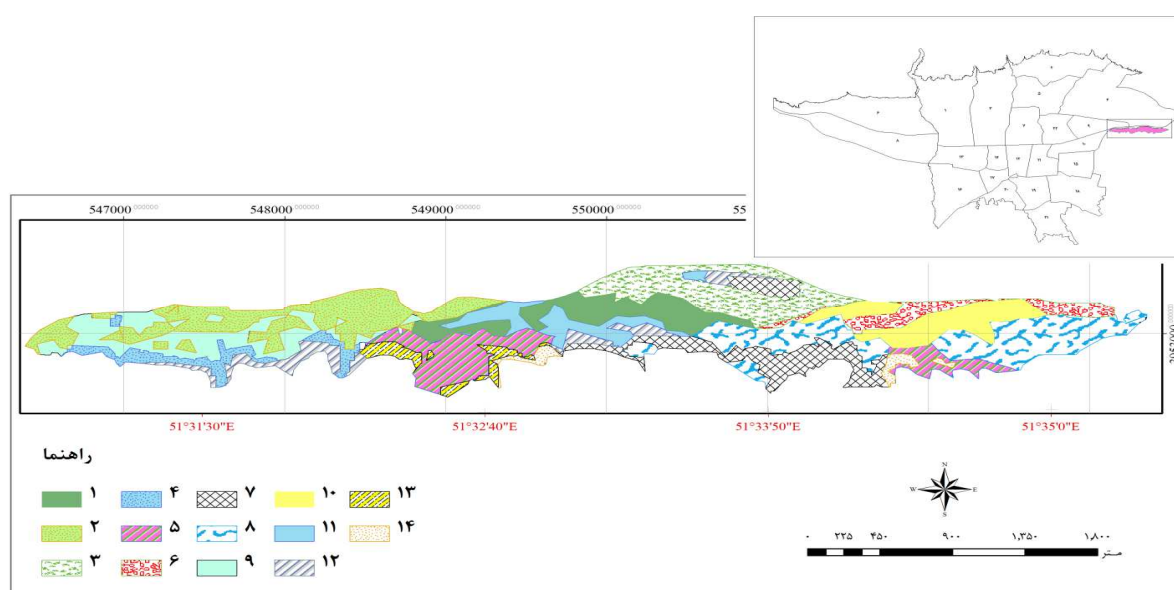
۳. نتایج

برای مقایسه نمونه ها، از آزمون Leven برای آزمودن همگنی واریانس ها و بررسی مشخصات کمی استفاده شد. سپس آزمون نرمال بودن بر روی باقی مانده ها اعمال شد. در صورت نرمال بودن پراکنش باقی مانده ها و همگنی واریانس ها از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون دانکن استفاده شد. در صورت نرمال بودن پراکنش باقی مانده ها و همگن نبودن واریانس ها از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون جیمز-هاول استفاده شد. در صورت نرمال نبودن داده ها یا بررسی مشخصات کیفی، از آزمون کروسکال والیس و من-ویتنی استفاده شد. شکل ۱ نمایانگر پراکنش واحدهای همگن در سطح منطقه و جدول ۳ نشان دهنده مشخصات واحدهای همگن است.

در حقیقت بین نوع و تراکم پوشش علفی و خصوصیات کلی جنگل از نظر تولید، درجه حاصل خیزی و مرغوبیت رویشگاه و شدت تفرج رابطه مستقیم وجود دارد (Marvie Mohadjer, 2006; Amerein, et al., 2005). همچنین ارتفاع درختان تحت تأثیر شرایط اقلیمی، خاک و موقعیت درخت در توده و از معیارهای مهم مرغوبیت رویشگاه است (Marvie Mohajder, 2006).

تا جایی که آسیب های وارد شده به درختان بر اثر تفرج اثر مستقیم بر کاهش ارتفاع توده داشت و تا حد معناداری از رشد درختان و درختچه های سرپا خواهد کاست (Guyette & Stambaugh, 2004; Rusterholz, 2009; Hegetschweiler et al., 2009). در عین حال شادابی و سلامت درختان از جمله معیارهایی است که ارتباط مستقیم با پایداری اکوسیستم جنگلی دارد و هر گونه اختلال در اکوسیستم به صورت ضعف در گیاهان نمود پیدا خواهد کرد.

خصوصیات ارثی، عوامل رویشگاهی و محیطی و شکل تاج، در رشد قطری و روبه زمینی مؤثر هستند. شایان ذکر است که قطر زیاد درخت همیشه نشان دهنده خوبی یک درخت نیست، بلکه از نظر جنگل شناسی سلامت درخت و منظم بودن دوایر سالانه مهم تر از قطر زیاد یا عرض زیاد دوایر سالانه است (Marvie Mohadjer, 2006). در جنگل شهری



شکل ۱. پراکنش واحدهای همگن در سطح منطقه

جدول ۳. مشخصات واحدهای همگن

واحد همگن	ارتفاع	شیب	جهت	خاک	تفرج	آبیاری
۱	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۵-۱۰	شمال	نیمه عمیق	متمرکز	متوسط
۲	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۵-۱۰	شمال	نیمه عمیق	متمرکز	زیاد
۳	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۵-۱۰	شمال	عمیق	متمرکز	متوسط
۴	۱۲۸۰-۱۳۵۰	۱۵-۳۰	شمال	نیمه عمیق	گسترده	کم
۵	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۱۰-۱۵	شمال - غرب	کم عمق	نیمه متمرکز	متوسط
۶	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۲-۵	مسطح	عمیق	متمرکز	زیاد
۷	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۱۵-۳۰	شمال	نیمه عمیق	گسترده	زیاد
۸	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۵-۱۰	شمال	نیمه عمیق	متمرکز	زیاد
۹	۱۲۸۰-۱۳۵۰	۱۰-۱۵	شمال	نیمه عمیق	نیمه متمرکز	کم
۱۰	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۵-۱۰	شمال	عمیق	متمرکز	زیاد
۱۱	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۱۰-۱۵	شمال	نیمه عمیق	نیمه متمرکز	متوسط
۱۲	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۱۵-۳۰	شمال	نیمه عمیق	گسترده	متوسط
۱۳	۱۳۵۰-۱۴۰۰	۱۵-۳۰	شمال	کم عمق	گسترده	متوسط
۱۴	۱۴۰۰-۱۴۵۰	۱۵-۳۰	شمال	کم عمق	گسترده	زیاد

جدول ۷ مجموع امتیاز واحدهای همگن را در رابطه با گونه ارغوان نشان می‌دهد. با توجه به امتیازها، واحدهای همگن به سه طبقه تقسیم شدند (جدول ۸).

جدول ۹ و ۱۰ مجموع امتیاز واحدهای همگن را در رابطه با گونه چنار و افاقیا نشان می‌دهد. با توجه به امتیازها، واحدهای همگن به سه طبقه تقسیم شدند (جدول ۱۱).

جدول ۱۲ نشان‌دهنده مقایسه میان شادابی و تقارن تاج گونه‌های پهن‌برگ در سطح پارک است.

جدول ۴ نشان‌دهنده نحوه امتیازدهی به واحدهای همگن در زمینه قطر تاج زبان گنجشک است که به‌عنوان نمونه آورده شده است. برای امتیازدهی به واحدهای همگن در زمینه سایر معیارها در رابطه با گونه‌های مورد نظر از همین روش استفاده شده است.

جدول ۵ نمایانگر مجموع امتیاز واحدهای همگن پس از اعمال ضرایب معیارها، در رابطه با گونه زبان گنجشک است.

با توجه به امتیازها، واحدها به پنج طبقه تقسیم شدند (جدول ۶).

جدول ۴. امتیاز واحدهای همگن در رابطه با قطر تاج گونه زبان گنجشک (براساس آزمون من ویتنی)

امتیاز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین امتیاز
واحد همگن	واحد همگن	واحد همگن	واحد همگن	واحد همگن	واحد همگن	واحد همگن	
	Sig *	Sig	Sig	Sig	Sig	Sig	
۱۰	۰/۹۸						۱۰
۶	۱/۷۴	۰/۰۴					۶
۱۱	۲/۴۲		۰/۰۲				۱۱
۱	۲/۴۸		۰/۵۲	۱			$(۳+۴)/۲=۳/۵$
۱۲	۲/۵۲		۰/۵۷	۱۲	۰/۹۲		$(۵+۴+۳)/۳=۴$
۸	۳/۷۳		۰/۰۴	۸	۰/۰۱	۰/۱۰	$(۶+۵)/۲=۵$

* مقایسه واحد همگن ردیف با واحد همگن ابتدای آن ستون

جدول ۵. مجموع امتیاز واحدهای همگن در رابطه با گونه زبان گنجشک

واحد همگن	ارتفاع×۳	رویه زمینی×۲	تقارن تاج	شادابی×۳	قطر تاج	تاج پوشش	پوشش علفی×۳	مجموع امتیاز
۱	۹	۳	۱	۷/۵	۳/۵	۲/۵	۶	۳۲/۵
۶	۳	۴	۱	۶	۲	۱/۵	۷/۵	۲۵
۸	۱۰/۵	۷	۱	۹	۵/۵	۲	۴/۵	۴۳/۵
۱۰	۶	۵	۱	۳	۱	۱	۳	۲۰
۱۱	۴/۵	۶	۱	۹	۳	۳	۴/۵	۳۱
۱۲	۷/۵	۲	۱	۹	۴	۱	۹	۳۳/۵

جدول ۶. کیفیت واحدهای همگن با توجه به شرایط گونه زبان گنجشک

ردیف	بازه امتیاز	واحد همگن	کیفیت
۱	۴۳/۵-۳۸/۸	۸	بسیار خوب
۲	۳۸/۸-۳۴/۱	۰	خوب
۳	۳۴/۱-۲۹/۴	۱۱-۱۲-۱	متوسط
۴	۲۹/۴-۲۴/۷	۶	ضعیف
۵	۲۴/۷-۲۰	۱۰	بسیار ضعیف

جدول ۷. مجموع امتیاز واحدهای همگن در رابطه با گونه ارغوان

واحد همگن	ارتفاع×۳	رویه زمینی×۲	تقارن تاج	شادابی×۳	قطر تاج	تاج پوشش	پوشش علفی×۳	مجموع امتیاز
۳	۷/۵	۵	۱	۳	۲/۵	۱	۶	۱۹/۵
۶	۶	۴	۱	۳	۱/۵	۱	۳	۲۶
۱۱	۳	۲	۱	۳	۱	۱	۴/۵	۱۵/۵

جدول ۸. کیفیت واحدهای همگن با توجه به شرایط گونه ارغوان

ردیف	بازه امتیاز	واحد همگن	کیفیت
۱	۲۶ - ۲۲/۵	۶	خوب
۲	۲۲/۵ - ۱۹	۳	متوسط
۳	۱۹ - ۱۵/۵	۱۱	ضعیف

جدول ۹. مجموع امتیاز واحدهای همگن در رابطه با گونه چنار

واحد همگن	ارتفاع×۳	رویه زمینی×۲	تقارن تاج	شادابی×۳	قطر تاج	تاج پوشش	پوشش علفی×۳	مجموع امتیاز
۸	۴/۵	۳	۱/۵	۴/۵	۱/۵	۱	۳	۱۹
۱۰	۳	۱	۱	۳	۱	۱/۵	۴/۵	۱۵

جدول ۱۰. مجموع امتیاز واحدهای همگن در رابطه با گونه افاقیا

واحد همگن	ارتفاع ۳×	رویه زمینی ۲×	تقارن تاج	شادابی ۳×	قطر تاج	تاج پوشش	پوشش علفی ۳×	مجموع امتیاز
۱	۹/۹	۷	۱	۶	۳	۱	۳	۳۰/۹
۳	۴/۵	۳	۱	۳	۱	۲	۴/۵	۱۹
۸	۶	۵	۱	۴/۵	۳/۵	۲/۵	۹	۳۱/۵
۹	۷/۵	۴	۱	۳	۱	۱/۵	۶	۲۴
۱۰	۳	۲	۱	۶	۲	۱/۵	۷/۵	۲۴

جدول ۱۱. کیفیت واحدهای همگن با توجه به شرایط گونه افاقیا

ردیف	بازه امتیاز	واحد همگن	کیفیت
۱	۳۱/۵-۲۸/۹	۸-۱	بسیار خوب
۲	۲۸/۹-۲۶/۳	۰	خوب
۳	۲۶/۳-۲۳/۷	۱۰-۹	متوسط
۴	۲۳/۷-۲۱/۱	۰	ضعیف
۵	۲۱/۱-۱۸/۵	۳	بسیار ضعیف

جدول ۱۲. شادابی و تقارن تاج گونه‌های پهن‌برگ در سطح پارک

گونه	تقارن تاج	شادابی ۳×	مجموع امتیاز
زبان گنجشک	۱/۵	۳	۴/۵
ارغوان	۱/۵	۹	۱۰/۵
چنار	۱	۴/۵	۵/۵
افاقیا	۱/۵	۶	۷/۵

در حقیقت گونه ارغوان در مقایسه با سایر گونه‌ها شرایط بهتری را نشان داده و گونه زبان گنجشک به نسبت ضعیف‌تر بوده است. جدول‌های ۱۳ و ۱۴ نشان‌دهنده مقایسه پهن‌برگان در واحدهای همگن ۸ و ۱۰ که میان سه گونه مشترک‌اند، است.

جدول ۱۳. شادابی و تقارن تاج گونه‌های پهن‌برگ در واحد همگن ۸

گونه	تقارن تاج	شادابی ۳×	مجموع امتیاز
زبان گنجشک	۲	۳	۵
چنار	۱	۳	۴
افاقیا	۱/۵	۳	۴/۵

جدول ۱۴. شادابی و تقارن تاج گونه‌های پهن‌برگ در واحد همگن ۱۰

گونه	تقارن تاج	شادابی ۳×	مجموع امتیاز
زبان گنجشک	۱/۵	۳	۴/۵
چنار	۱	۶	۷
افاقیا	۱/۵	۷/۵	۹

۴. بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج جدول ۶ در خصوص گونه‌ی زبان گنجشک، مشاهده شد که واحد همگن ۱۰ و سپس ۶ ضعیف‌ترین گونه‌های زبان گنجشک را داراست. با توجه به شرایط واحدهای همگن ۱۰ و ۶ که خاک عمیق، آبیاری زیاد، شیب مناسب و تفرج متمرکز دارند، سیستم کاشت خالص گونه‌ی زبان گنجشک علت اصلی کیفیت نسبتاً پایین آن نتیجه‌گیری می‌شود. از طرفی به دلیل توقع بالا و نیاز آبی نسبتاً بالای این گونه، فشردگی خاک بر اثر تفرج متمرکز و کاهش بازده آبیاری را می‌توان توضیح دیگری برای این نتیجه دانست. درختان این گونه در واحد همگن ۸ در شرایط بسیار خوب قرار گرفته‌اند. با توجه به مشخصات این واحد که خاک نیمه‌عمیق و آبیاری زیاد و شیب مناسب دارد همچنین سیستم کاشت آمیخته این گونه به همراه اقاویا و چنار، با وجود تفرج متمرکز، شرایط مناسب و پایدار برای استقرار گونه‌ی زبان گنجشک فراهم شده است. واحد همگن ۱۲ نیز با وجود شیب نسبتاً زیاد و خاک نیمه‌عمیق به دلیل همراهی گونه‌ی زبان گنجشک با کاج، سرو نقره‌ای و سرو شیراز از درختان با وضعیت مناسب برخوردار است. در خصوص گونه‌ی اقاویا نیز با وجود قرارگیری در واحدهای همگن با شرایط نسبتاً مشابه از لحاظ عمق خاک و شدت آبیاری و تفرج، تفاوت‌هایی در مشخصه‌های درختان مشاهده شده است. شاید بتوان وضعیت بهتر این گونه در واحدهای ۸ و ۱ را به سیستم کاشت آمیخته آن نسبت داد. زیرا همان گونه که در رویشگاه‌های طبیعی نیز مشاهده می‌شود گونه‌ی اقاویا با سایر گونه‌ها از جمله بلوط و زبان گنجشک همراه است (Marvie Mohadjer, 2006). بنابراین، می‌توان مطابق نظر Marvie Mohadjer (2006)، نتیجه‌گیری کرد سیستم کاشت خالص دو گونه‌ی زبان گنجشک و اقاویا، حتی با وجود ایجاد شرایط مطلوب آبیاری، نمی‌تواند در بلندمدت پایدار بماند. گونه‌ی ارغوان در واحد همگن ۶ بهترین وضعیت را نشان داده است که خاک عمیق، آبیاری زیاد و شیب مناسب این واحد و حساسیت‌نداشتن این گونه به سیستم کاشت خالص را می‌توان از جمله دلایل مهم این نتیجه دانست. واحد همگن ۱۱ و سپس ۳ ضعیف‌ترین پایه‌های ارغوان را داراست. ممکن است

تفرج متمرکز تا نیمه‌متمرکز در این دو واحد و اثرات آن بر کوبیدگی خاک و در نتیجه جذب کمتر آب از یکسو و صدمات مکانیکی وارده به درختان از سوی دیگر، را بتوان دلیل این نتیجه دانست (Guyette & Stambaugh, 2004; Rusterholz et al., 2009; Hegetschweiler et al., 2009). از سوی دیگر شیب خاک در این واحدها بین ۵ تا ۱۵ درصد است. این میزان شیب خود می‌تواند در کنار کوبیدگی خاک بر اثر تفرج جذب آب را کاهش دهد و منجر به ایجاد شرایط ناپایدار شود. درحقیقت اثر متقابل شیب و تفرج در کنار ضعف خاک، اثر تشدیدکننده بر ناپایداری اکوسیستم می‌گذارد و نتایج این پژوهش را به نتایج (Hill & Pickering, 2009; Makhdoum & Khorasani, 1985) نزدیک کرده است.

گونه‌ی ارغوان یکی از گونه‌های موفق پارک است که کشت خالص و متراکم آن و همچنین کشت مخلوط آن با گونه‌های اقاویا، سرو نقره‌ای و زربین موفق بوده است. به طوری که جدول ۱۲ گونه‌ی ارغوان را در شرایط بهتری در مقایسه با سایر گونه‌ها نشان می‌دهد. چنار از جمله گونه‌هایی است که آسیب‌دیدگی آن مربوط به تغییر در سیستم نگهداری و آبیاری نشدن به موقع است و در نواحی که مسیر نهر آبرسانی به دفعات تغییر داده شده است، این حالت شدید بوده است به طوری که تمامی پایه‌ها بر روی ردیف دچار خشکیدگی شده‌اند. همان گونه که از جدول‌های ۱۳ و ۱۴ می‌توان نتیجه‌گیری کرد گونه‌ی زبان گنجشک در واحد همگن ۸ به دلیل سیستم کاشت آمیخته شرایط نسبتاً بهتری نسبت به سایر گونه‌ها دارد و در واحد همگن ۱۰ با شرایط کاشت خالص کمترین کیفیت را داراست. نتایج بیانگر آن است که تمام گونه‌های پهن‌برگ پارک بر اثر عوامل رویشگاهی عمق خاک، شیب و تفرج در یک راستا عکس‌العمل نشان می‌دهند، ولی سیستم کاشت از عوامل مهم اثرگذار در پایداری دو گونه‌ی زبان گنجشک و اقاویاست که در شرایط یکسان رویشگاه، عامل تعیین‌کننده است.

در هر کنش و واکنشی با محیط، سه سطح آسیب وجود دارد که عبارت‌اند از آسودگی، آشفتگی و تخریب‌یافتگی. از آنجایی که پارک جنگلی دست‌کاشت یک اکوسیستم پرورش‌یافته است در تعیین آستانه‌های

با یکدیگر، رعایت شود. درعین حال برای زون‌بندی تفرجی و احداث ابنیه، تمرکز تفرج در شیب بالای ۵ یا حداکثر ۱۰ درصد قرار نگرفته یا در صورت اجتناب‌ناپذیر بودن آن، از روش‌های نگهداری با بازده مؤثر آبیاری (نصب سیستم قطره‌ای و ترمیم تشتک و جوی کناری) و اصلاح کوبیدگی خاک (عملیات سیخ‌ک‌زنی) استفاده شود.

تخریب باید به ماده و انرژی واردشده به آن توجه کرد (Makhdoum, 2006). با توجه به نتایج این مطالعه بهتر است مکان‌یابی برای احداث پارک‌های جنگلی با توجه به هدف پایداری اکوسیستم در بلندمدت و کاهش هزینه‌های نگهداری از جمله واکاری درختان ناموفق، در درجه اول عمق خاک و شیب زمین مد نظر قرار گرفته و سیستم کاشت آمیخته با گونه‌های سازگار

REFERENCES

1. 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.
2. Amerein, D.; Rusterholz, H.P. & Baur, B. 2005. Disturbance of suburban fagus forests by recreational activities: Effects on soil characteristics, above ground vegetation and seed bank, *Applied Vegetation Science*. 8(2): 175 – 182.
3. Bale, C.L.; Williams, J.B. & Charley, J.L. 1998. The impact of aspect on forest structure and floristics in some Eastern Australian sites. Department of Botany, University of New England, Armidale, Australia. N.S.W. 2351.
4. Brundtland. 1987. *Our Common Future*. Oxford University Press, New York.
5. Canadian Forest Service, 1999. Forest health: context for the Canadian Forest Service's science program. Science branch, Canadian Forest Service, Natural Resources Canada, Ottawa.
6. Clark, J.R.; Matheny, N.P.; Cross, G. & V. Wake. 1997. A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture* 23:17-30.
7. Development and improvement master plan of Sorkhehesar park, 2007, Water and Watershed research company, Tehran Municipality, (in Persian).
8. Durrant, D., & Boswell, R. 2002. Comparison of crown density assessments on trees within the stand and on ride edges within the forest. *Forest Ecology and Management* 157, 1-6.
9. Forest Health Highlights Vermont. 2002. Vermont Department of Forests, Parks and Recreation.
10. Guyette, R.P. & Stambaugh, M.C. 2004. Post-oak scare as a function of diameter, growth, and tree age, *Forest Ecology and Management*, 198(3): 131 – 140.
11. Hammitt, W. & Cole. D. 1998. *Wildland Recreation: Ecology and Management*. New York: John Wiley & Sons.
12. Hegetschweiler, K.T.; Loon, N.V.; Ryser, A.; Rusterholz, H.P. & Bruno, B. 2009. Effects of fireplace use on forest vegetation and amount of woody debris in suburban forests in northwestern Switzerland, *Environmental Engineering*, 43(2): 299-310.
13. Hill, W. & Pickering, C. M. 2009. Evaluation of Impacts and Methods for the Assessment Of Walking Tracks in Protected Areas. Sustainable Tourism Cooperative Research Centre. Griffith University, Gold Coast.
14. Kuss, F.; Graefe, A. & Vaske, J. 1990. *Visitor Impact Management: A Review of Research*. Washington, DC: National Parks and Conservation Association.
15. Leung, Y. F., & Marion, J.L. 2000. Recreation impacts and management in wilderness. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden, UT, pp. 23–48.
16. Makhdoum, M. F. & Khorasani, N. 1985. A Comparison of environmental impacts of logging and recreation in Northern Caspian Ecosystem, Department of Natural Resources, Tehran University, (in Persian).
17. Makhdoum, M. F. 2006. Estimating carrying capacity, PhD course booklet, (in Persian).
18. Marvie Mohadjer, M. R. 2006. *Silviculture*, Tehran University Press. 387 p, (in Persian).
19. Miller, G. T. 1996. *Living in the environment*, Translated by M. F. Makhdoum. Tehran University Press. 351 p, (in Persian).

20. Pickering, C. M.; Hill, W.; Newsome, D. & Leung, Y.F. 2009. Comparing hiking, mountain biking and horse riding impacts on vegetation and soils in Australia and the United States of America. *Journal of Environmental Management* 91. 2010. 551–562.
21. Rusterholz., H.P.; Kissling, M. & Baur, B. 2009. Disturbance by human trampling alter the performance. Sexual reproduction and genetic diversity in a clonal woodland herb, Perspectives in plant ecology, Evolution and Systematics, 8(2): 109 – 116.
22. Sorkhehesar Park officials, 2012. Personal correspondence, (in Persian).
23. Somanathan, E.; Prabhakar, R. & Bhupendra S. M. 2005. Does Decentralization Work? Forest Conservation in the Himalayas BREAD Working Paper No. 096, June 2005, p: 40
24. Wheal, M. 2006. A new tree health index for floodplain eucalypts and its potential for identification of tree decline and recovery following artificial flooding, A report prepared for the Mallee Catchment Management Authority. Report No. 1
25. Zobeiri, M. & Makhdoum, M. F. 2012. Personal correspondence, (in Persian).