دومین همایش بین المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم‌های خزری،
۲۲-۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۹ ساری – پژوهشکده اکوسیستم‌های خزری

گونه‌های برنده و بازنده در تقابل با تغییرات آب و هوایی در جوامع گیاهی تالابهای سوئیس

حسین مرادی[1] و سیما فاخران

C.CERI.344

شفاهی

[1]- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱

دومین همایش بین المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم‌های خزری،
۲۲-۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۹ ساری – پژوهشکده اکوسیستم‌های خزری

گونه‌های برنده و بازنده در تقابل با تغییرات آب و هوایی در جوامع گیاهی تالابهای سوئیس

حسین مرادی[۲] و سیما فاخران

C.CERI.344

شفاهی

چکیده

مدلهای پیش بینی کننده تغییرات آب و هوایی نشان می دهد که شمال اروپا افزایش دمایی حدود ۲,۳ تا ۵,۳ درجه سانتیگراد را تا سال ۲۱۰۰ تجربه خواهد کرد. این افزایش احتمالا منجر به تغییر در ترکیب گونه ای این منطقه خواهد شد. تغییراتی که در دهه های اخیر در اکوسیستمهای واقع در ارتفاعات بالا و همچنین در عرضهای جغرافیایی بال کم و بیش مشاهده شده اند.هدف از این تحقیق بررسی تغییرات ترکیب گونه های گیاهی در اکوسیستم های تالابی سوییس واقع در ارتفاعات ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ متری در فاصله سالهای ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵/۰۶ بوده است. نتایج تحقیق نشان داد که تعداد گونه ها در واحد سطح پس از ۱۰ سال افزایش یافته است و این افزایش به خاطر افزایش گونه هایی است که از تغییرات آب و هوایی و دیگر تغییرات محیطی سود می برند. زیرا تعداد گونه های تخصصی این تالابها در واحد سطح کاهش چشمگیری داشتند. این تغییر در ترکیب گونه ای بیشتر در ارتفاعات پایین اتفاق افتاده است. به طور مشخص گونه های گرما دوست، گونه های زود گلده ، گونه های سایه دوست بیشترین سود و گونه های تخصصی این تالابها بیشترین زیان را از تغییرات آب و هوایی دیده اند. بررسی ویژگیهای خاک همچون $NO3^-$ و $PO4^{-3}$ پس از ۱۰ سال تغییر معنی داری را نشان نمی داد اما بررسی پارامترهای اقلیمی نشان داد که دمای میانگین روزانه، مینیمم، و ماکزیمم روزانه به طور معنی داری افزایش یافته است. بنا بر این، افزایش دما و طولانی تر شدن دوره رشد عوامل اصلی تغییر در ترکیب گونه ای جوامع گیاهی تالابهای آلپی بوده است .

کلمات کلیدی: *تغییرات آب و هوایی، ترکیب گونه هی گیاهی، تالاب*

[2]- **استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان**
اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱

مقدمه

امروزه شواهدی که نشان از بالا رفتن غلظت گازهای گلخانه‌ای اتمسفر، و به دنبال آن تغییرات اقلیمی عمده‌ای در جهان می‌شود، در حال افزایش است (Houghton *et al.*, 2001). پیش بینی شده است که اروپای شمالی افزایش ۲/۳ درجه تا ۵/۳ درجه دما راتا سال ۲۱۰۰ تجربه کند (Christensen *et al.*, 2007) و همچنین پیش بینی می‌شود که ماکزیمم ها و مینیمم‌های شدیدی در اواخر قرن ۲۱ رخ دهد (Kjellstrom *et al.*, 2007). این چنین تغییرات اقلیمی شدیدی پیامدهای عمده‌ای بر روی تنوع گیاهی در این منطقه خواهد داشت. امروزه، تغییرات اقلیمی دومین عامل مهم تغییر در تنوع زیستی در سطح جهان و اولین عامل در اکوسیستمهای آلپ در دهه‌های آینده شناخته شده است (Sala *et al.*, 2000).

سه راه پیش روی گونه های گیاهی و جانوری در تقابل با تغییرات آب و وهوایی است: ۱) در برابر آن مقاومت کرده و در اقلیم دگرگون شده باقی بمانند، ۲) به مکانهای دارای اقلیم مناسب مهاجرت کنند، و یا اینکه ۳) منقرض شوند (Bazzaz, 1996; Theurillat & Guisan, 2001). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که برخی از گونه‌ها قبلا به شرایط متغیر اقلیمی از طریق گسترش "گستره خانگی شان" واکنش نشان داده اند (Grabherr *et al.*, 1994; Fitter & Fitter, 2002; Parmesan & Yohe, 2003; Root *et al.*, 2003; Walther *et al.*, 2005; Wilson *et al.*, 2005; Pauli *et al.*, 2007; Lenoir *et al.*, 2008). با وجود اینکه برخی گونه‌های گیاهی قادر به مهاجرت در مسیر تغییر اقلیم نیستند، برخی دیگر گونه‌ها به آسانی جابجا شده و به محیط جدیدشان سازگاری نشان می‌دهند. برخی گونه‌های گیاهی به ارتفاعات بالاتر (Grabherr *et al.*, 1994; Lenoir *et al.*, ۲۰۰۸) ویا عرضهای جغرافیایی بالاتر (Tamis *et al.*, 2005) مهاجرت می کنند. همچنین این تغییرات اقلیمی و گرم شدن کره زمین منافعی برای برخی گونه ها داشته است: ۱) گونه‌های زود گلده[۱] (Fitter & Fitter, 2002) از یک دوره رشد زودرس سود برده اند، ۲) گونه‌های دیر گلده[۲] (Molau, 1993; Theurillat & Guisan, 2001) از یک دوره رشد طولانی سود برده اند، ۳) گونه‌های کلونال[۳] قادر به گسترش سریعتر محدوده خانگی شان شده اند.

به همراه تغییرات در اقلیم، دیگر تغییرات زیست محیطی، از جمله قطعه قطعه شدن زیستگاه‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی، موجب شده تا گونه ها بیش از پیش در معرض خطر تغییرات چند گانه زیست محیطی باشند. در سال ۱۹۹۵، در یک مطالعه مقایسه‌ای در مورد اثرات ارتفاع و نوع مدیریت بر روی تنوع گیاهان تالابهای مرکزی و شرقی سوییس

انجام شد. این تحقیق در ۳۶ سایت از مرغزارهای تالابی[۴] انجام شد. هدف از این مطالعه شناسایی تغییرات احتمالی در ترکیب گونه های گیاهی در سایتهای مورد مطالعه پس از یک دهه می باشد.

به طور مشخص، در این تحقیق موارد زیر مورد بررسی قرار گرفتند: ۱) آیا تراکم گونه های در ارتفاعات مختلف پس از یک دره ۱۰ ساله تغییر کرده است، ۲) کدامیک از گروههای گیاهی کارکردی مثبت یا منفی به تغییرات محیطی واکنش نشان داده اند، ۳) آیا تغییر در تراکم گونه‌ای[۵] با تغییر در ویژگی‌های خاک یا تغییر در تولید بیومس همبستگی دارد، و ۴) آیا تغییرات اقلیمی باعث تغییر در تراکم یا ترکیب گونه های گیاهی این جوامع تالابی بوده است؟

مواد و روشها

به طور تصادفی ۳۶ تالاب از میان ۳۰۹ تالاب در منطقه مرکز و شمال شرقی سوییس انتخاب شدند (BUWAL, 1990; Bergamini *et al.*, 2009). این سایتها در۳ کلاس مختلف ارتفاعی به ترتیب ۱۰۰۰-۸۰۰ ، ۱۲۰۰-۱۰۰۰، ۱۴۰۰-۱۲۰۰ متر از سطح دریا قرار داشتند و در هر کلاس ارتفاعی ۱۲ تالاب قرار داشتند.

این تالابها جزو غنی ترین اکوسیستمهای اروپا از نظر تنوع گونه ای هستند. در سوییس، این تالابها دارای اهمیت ملی بوده و از سال ۱۹۸۷ حفاظت شده اعلام شده اند. برای بسیاری از این سایتها قراردادهایی بین سازمان محیط زیست و مالکان در راستای حفاظت مناسبتر منعقد شده است. این تالابها کود دهی نشده و برداشت علوفه فقط در اوایل پاییز صورت گرفته و چرای بی رویه اتفاق نمی افتد.

این تالابها دو بار، بار اول در سال ۱۹۹۵ و بار دیگر در سالهای ۲۰۰۵/۰۶، در طول یک دهه مورد پایش قرار گرفتند. بدین منظور در هر تالاب ۵ پلات ۲ x ۱ متری (دز مجموع ۱۸۰ پلات (5x36) در منطقه مورد مطالعه) که به طور تصادفی انتخاب شده بود، اطلاعات حضور و عدم حضور و فراوانی گونه های گیاهی انجام شد. اندازه و شکل پلاتها در هر دو مطالعه کاملا یکسان بود. سپس با استفاده از داده های حضور و عدم حضور تراکم تجمعی گونه ها در سطح سایت (یعنی در m^2 ۱۰) محاسبه گردید. سپس گونه های گیاهی بر اساس ویژگیهای تاکسونومیک، فنولوژیکی و اکولوژیکی دسته بندی شدند. برای اطلاعات تاکسونومیک از Fischer et al. 2005 پیروی شده است و اطلاعات اکولوژیکی ازشاخصهای Landolt 1977، اطلاعات فنولوگیکی نیز برگرفته از Swiss Flora (Lauber & Wagner, 1996) می باشد. با توجه به این اطلاعات، گونه ها در ۴ گروه کارکردی گیاهی[۶] از جمله گونه‌های شاخص تغییرات زیستگاه[۷]،

گونه‌های شاخص تغییر اقلیم[8]، گونه‌های شاخص تغییر در کیفیت خاک[9] و گونه‌های شاخص در تولید جامعه[10] مورد بررسی قرار گرفت. (جدول ۱).

در هر دو دوره مطالعات صحرایی متغیر های خاک نیز اندازه گیری شدند. pH ، $NO3^-$, $PO4^{3-}$ و همچنین نیتروژن کل، کربن کل و هیدروژن کل (با استفاده از CHN-Analyzer) در داخل هر پلات اندازه گیری شد. بدین منظور یک هسته خاک (۶ سانتیمتر قطر و ۱۰ سانتیمتر عمق) برداشت شد. سپس متغیر های فوق در آزمایشگاه دانشگاه زوریخ اندازه گیری شدند . در ادامه تست شد که آیا تغییر در تنوع گونه ای به طور معنی داری با تغییر در میزان این متغیر ها (نرخ کلونیزه شدن و نرخ انقراض) همبستگی دارد یا خیر.

برای برسی تغییرات اقلیم منطقه دمای مینیمم و ماکزیمم برای ۳ ایستگاه هواشناسی از سال ۲۰۰۶-۱۹۵۹ جمع آوری شد. سپس بر اساس مینیمم و ماکزیمم دمای روزانه، شروع، پایان و طول دوره رشد[11] محاسبه شد. شروع دوره رشد زمانی است که حد اقل ۷ روز پیاپی دمای میانگین ۵ درجه سانتیگراد و یا بالاتر باشد و پایان دوره رشد زمانی است که حد اقل ۵ روز پیاپی دمای مینیمم روزانه ۴ درجه سانتیگراد و یا کمتر باشد یا اینکه یک روز دمای مینیمم ۲- و یا کمتر باشد (Primault, 1992).

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری در نرم افزار R و با استفاده از Mixed-model ANOVA انجام شد. در این مدل ارتفاع و نوع مدیریت به عنوان Fixed effect وسایت و پلات به عنوان Random effect لحاظ شدند.

تعداد گونه های کلونیزه شده (CS[12])، منقرض شده (ES[13])، نرخ کلونیزه شدن (CR[14]) و نرخ انقراض (ER[15]) هر کدام از گروههای کارکردی پس از ۱۰ سال محاسبه شد. یک گونه به عنوان کلونیزه شده در نظر گرفته شد اگر آن گونه در سرشماری اول (۱۹۹۵) حضور نداشت ولی در سرشماری دوم (۲۰۰۵/۰۶) حضور داشت. اگر یک گونه در سرشماری اول حضور داشت ولی در سرشماری دوم حضور نداشت به عنوان یک گونه منقرض شده (محلی) در نظرگرفته شد. بر این اساس، نرخهای کلونیزه شدن (CR) و انقراض (ER) به صورت زیر محاسبه شدند (Nilsson & Nilsson, 1982; Joshi *et al.*, 2006):

$$CR = 100(CS*2)/ (G95+G05/06);$$

$ER = 100(ES*2)/ (G95+G05/06),$

که در اینجا G به معنی کل گونه هایی است که در هر گروه سرشماری شده اند.

سپس با استفاده از ANOVA تست شد که آیا نرخ انقراض در هر گروه نسبت به دیگر گونه ها تفاوت معنی داری دارد یا خیر. همچنین برای مقایسه تغییرات گونه ای در داخل هر گروه، با استفاده از *t-test* آنالیز شد که آیا در داخل هر گروه آیا کلونیزه شدن یا انقراض بیشتر رخ داده است.

نتایج

در کلّ ۲۲۶ گونه آوندی، که متعلق به ۵۰ خانواده مختلف در پلاتها شناسائی شد. از این ۲۲۶ گونه، ۱۰ گونه درختی، و اکثریت آنها گونه‌های چند ساله ۵ گونه یک ساله در بین گونه‌ها قرار داشتند.

به طور کلی، با مقایسه دو سرشماری میانگین تراکم گونه‌ای در سایت ($۱۰m^2$/غنای گونه ای[۱۶]) افزایش یافته است به طوریکه از ۱,۵۷±۶۰,۴۴ در سال ۱۹۹۵ به ۱,۶۶±۶۳,۲۲ در سال ۲۰۰۵/۰۶ رسیده است. در سرشماری دوم، بیوماس نیز به طور معنی داری افزایش یافته است (۹,۹±۲۵۴ گرم در سال ۱۹۹۵ به ۱۰,۴±۳۲۹ گرم در هر پلات ۱۸,۵x۱۸,۵ سانتیمتر در سال ۲۰۰۵/۰۶ رسیده است.

به طور میانگین در همه سایتها $NO3^-$, $PO4^{3-}$ پس از ۱۰ سال تغییر معنی داری نشان نداد و تغییر در مقادیر این دو با نرخ کلونیزه شدن یا نرخ انقراض برای هیچ کدام از گروه‌ها به طور معنی داری همبستگی نداشت.

از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۶ ، متوسط دمای میانگین سالانه $0.98C^o$ افزایش نشان می‌دهد (شکل ۱). دمای میانگین نیز از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۶ حدود $1.08C^o$ افزایش یافته است. همچنین در ۳۰ سال گذشته (۲۰۰۶-۱۹۷۶) دمای ماکزیمم روزانه حدود $1.28C^o$ افزایش یافته است. در نتیجه، طول دوره رشد حدود9 ±25.9 روز از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۶ افزایش یافته است (شکل ۲). این در حالی است که شروع دوره رشد به طور معنی داری از سال ۱۹۵۹ تا ۲۰۰۶ تغییر نکرده ولی پایان دوره رشد از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۶ با میزان 5.1±15.41روز افزایش یافته و به سمت زمستان رفته است. میانگین بارش نیز در منطقه مورد مطالعه از سال ۱۹۷۶ تغییر معنی داری نداشته است.

نرخ کلونیزه شدن و نرخ انقراض

به طور مشخص، گونه‌های گرما دوست همچنین گونه‌های شاخص خاک های غنی[۱۷] ، گونه‌های سایه پسند[۱۸] و گونه‌های زود گلده نرخ کلونیزه شدن بالاتری نسبت به دیگر گونه‌ها که در گروهشان نیستند، داشته اند (شکل ۳). برای گونه‌های شاخص خاک‌های اسیدی[۱۹]، نرخ انقراض در ارتفاعات پایین، بالاتر بود، و بر عکس، این نرخ برای گونه‌های شاخص خاک‌های غنی و گونه‌های سایه پسند با افزایش ارتفاع، افزایش یافته است.

آنالیز مقایسه نرخ کلونیزه شدن و نرخ انقراض برای هر گروه نشان می‌دهد که نرخ کلونیزه شدن برای گیاهان گرما دوست، گونه‌های زود گلده، گونه‌های همه جایی[۲۰] و گونه‌های سایه پسند به طور معنی داری بیشتر از نرخ انقراض آنها بود. در میان همه گروه‌ها فقط نرخ انقراض گونه‌های تخصصی این تالابها بیشتر از نرخ کلونیزه شدن شان بود (شکل ۳).

بحث و نتیجه گیری

علیرغم حفاظت از این تالابها و عدم وجود هیچ گونه تغییر در مدیریت سنتی این تالابها، کاهش معنی داری در تراکم گونه های تخصصی این نوع تالابها مشاهده شد. حال آنکه تراکم گونه های گرما دوست همچنین گونه‌های شاخص خاک های غنی، گونه‌های سایه پسند افزایش چشمگیری نشان داده است. جالب توجه است که این افزایش نه فقط در سطح سایت که در سطح پلات یعنی $2m^2$ نیز قابل مشاهده بود.

در ۵۰-۳۰ سال گذشته دمای میانگین روزانه، مینیمم و ماکزیمم در منطقه مورد مطالعه به طور معنی داری افزایش یافته است. اما، متوسط بارش سالانه نسبتا ثابت باقی مانده است (Bergamini *et al.*, 2009). این موضوعی است که Kienast et al. 1998 نیز پیش بینی کرده بود که غنای گونه ای در سوییس، تحت سناریوی گرم شدن اقلیمی و ثابت ماندن بارش، افزایش خواهد یافت.

در این دوره ۱۰ ساله، در تالابهای مورد مطالعه تولید بیوماس افزایش چشمگیری داشته است که منجر به ایجادسایه بیشتر شده است. افزایش تولید نیز می تواند بر اثر افزایش دپوی نیتروژن هوا-منشا[۲۱] و همچنین کاهش آب درون خاک باشد (Bergamini *et al.*, 2009)، همچنین این افزایش تولید می تواند نتیجه افزایش تراکم گونه ای، افزایش دما و طولانی تر شدن دوره رشد باشد.

بنا بر این، در گونه های عمومی نرخ کلونیزه شدن آنها بالاتر از نرخ انقراض شان در طی این ۱۰ سال بوده است.همچنین مشاهده شد که گونه های گرما دوست و گونه های شاخص خاک های غنی واکنش منفی نسبت به افزایش دما نشان نداده بلکه از آن سود برده اند.

یافته های ما نشان می دهد که گروه های اکولوژیکی مختلف به طور متفاوتی نسبت به تغییرات محیطی واکنش نشان می دهند: گونه های گرما دوست و گونه های عمومی اغلب در سایت های جدید، به ویژه در ارتفاعات پایین، مستقر شده اند، ولی گونه های تخصصی با این تغییرات سازگار نشده و با یک نرخ بالا و در یک دوره کوتاه ۱۰ ساله منقرض شده اند. نتیجه گیری کلی ما این است که افزایش دما و به دنبال آن طولانی تر شدن دوره رشد از مهمترین دلایل این جابجایی در دامنه زیستگاهی گونه ها می باشد.

یادداشتها

1- Early flowering plants
2- Late-flowering plants
3- Clonal plants
4- Fen meadows
5- Species density
6- Plant Functional groups
7- Habitat change indicators
8- Climate change indicators
9- Soil quality indicators
10- Community productivity indicators
11- Vegetation period
12- Colonized species
13- Extinct species
14- Colonization rate
15- Extinction rate
16- Species richness
17- Rich-soil indicators
18- Shade indicators
19- Acidic-soil indicators
20- Generalist species
21- Air-borne nitrogen deposition

References

Bazzaz A (1996) *Plants in changing environments: Linking physiological, population and community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge,UK.

Bergamini, A., Peintinger, M., Fakheran, S., Moradi, H., Schmid, B., Joshi, J. (2009) Loss of habitat specialists despite conservation management in wetland remnants 1995–2006. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **11**, 65-79.

BUWAL (1990) *Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung. Entwurf für die Vernehmlassung*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

Christensen JH, Hewitson B, Busuioc A *et al.* (2007) Regional Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Fischer MA, Adler W, Oswald K (2005) *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, 2nd edn. Land Oberösterreich*. Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.

Fitter AH, Fitter RSR (2002) Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, **296**, 1689-1691.

Grabherr G, Gottfried M, Pauli H (1994) Climate effects on mountain plants. *Nature*, **369**, 448-448.

Houghton JT, Griggs DJ, Noguer M, van der Linden PJ, Dai X, Maskell K, Johnson CA, eds. (2001) *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Working Group I of IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Joshi J, Stoll P, Rusterholz HP, Schmid B, Dolt C, Baur B (2006) Small-scale experimental habitat fragmentation reduces colonization rates in species-rich grasslands. *Oecologia*, **148**, 144-152.

Kienast F, Wildi O, Brzeziecki B (1998) Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests–an ecological risk assessment. *Biological Conservation*, **83**, 291-305.

Kjellstrom E, Barring L, Jacob D, Jones R, Lenderink G, Schär C (2007) Modelling daily temperature extremes: recent climate and future changes over Europe. *Climatic Change*, **81**, 249-265.

Landolt E (1977) Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich*, **64**, 1-208.

Lauber K, Wagner G (1996) *Flora Helvetica*. Verlag Paul Haupt, Bern

Lenoir J, Gégout JC, Marquet PA, de Ruffray P, Brisse H (2008) A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science*, **320**, 1768-1771.

Molau U (1993) Phenology and reproductive ecology in six subalpine species of Rhinanthoideae (Scrophulariaceae). *Opera Botanica*, **121**, 7-17

Nilsson IN, Nilsson SG (1982) Turnover of vascular plant-species on small islands in Lake Mockeln, South Sweden 1976-1980. *Oecologia*, **53**, 128-133.

Parmesan C, Yohe G (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, **421**, 37-42.

Pauli H, Gottfried M, Reiter K, Klettner C, Grabherr G (2007) Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA*master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology*, **13**, 147-156.

Primault B (1992) Temperature data used to determine a theoretical start to forest tree growth in spring. *Theoretical and Applied Climatology*, **45**, 139-143.

R Development Core Team (2007) *R: a language and Environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http: //www.R-project.org.

Root TL, Price JT, Hall KR, Schneider SH, Rosenzweig C, Pounds JA (2003) Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, **421**, 57-60.

Sala OE, Chapin FS, Armesto JJ *et al.* (2000) Biodiversity - Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, **287**, 1770-1774.

Tamis WLM, Van 't Zelfde M, van der Meijden R, de Haes HAU (2005) Changes in vascular plant biodiversity in the Netherlands in the 20th century explained by their climatic and other environmental characteristics. *Climatic Change*, **72**, 37–56.

Theurillat JP, Guisan A (2001) Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review. *Climatic Change*, **50**, 77-109.

Walther GR, Berger S, Sykes MT (2005) An ecological footprint of climate change. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, **272**, 1427-1432.

Wettstein W, Schmid B (1999) Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, **36**, 363-373.

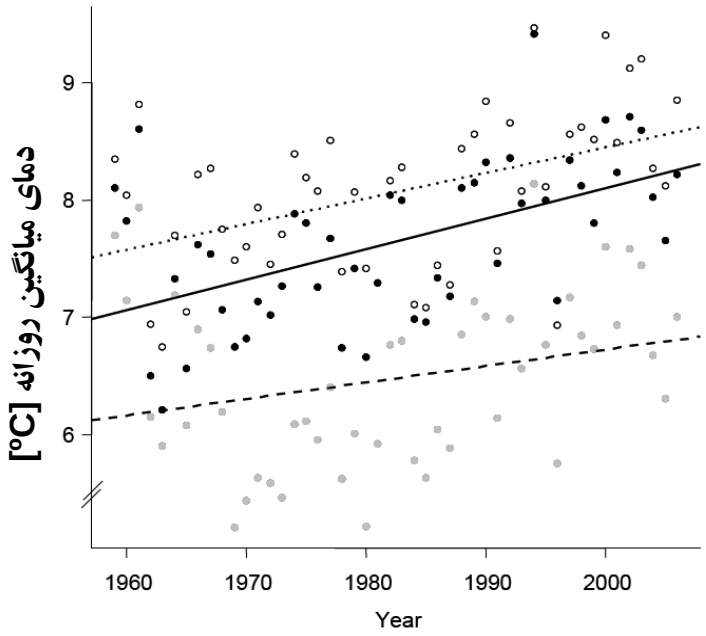
Wilson RJ, Gutiérrez D, Gutiérrez J, Martinez D, Agudo R, Monserrat VJ (2005) Changes to elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters*, **8**, 1138–1146.

جدول ۱- گروه بندی ۲۲۹ گونه شناسایی شده در پلاتهای مورد مطالعه به ۴ گروه کارکردی

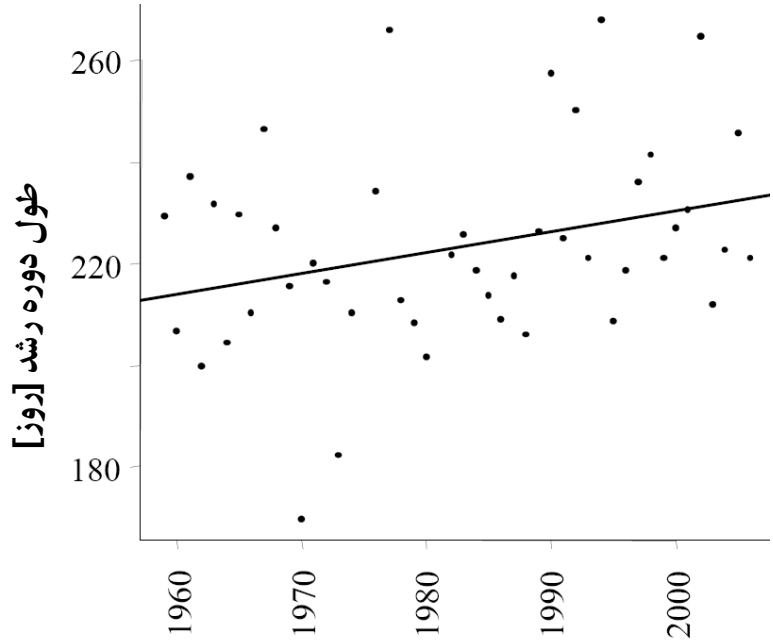
Characterization	Group	Reference for classification	Description	Group size
گونه های شاخص تغییرزیستگاه	گونه های تخصصی این تالابها	BUWAL 1990	Species characteristic of the *Caricetalia davallianae* vegetation type vs. others	24 گونه
	گونه های همه جایی	Fischer and Stöcklin 1997, Joshi et al. 2006	Ubiquitous species vs. species that occur only in specific habitat types	51 گونه
گونه های شاخص تغییر اقلیم	گونه های زود گلده	Lauber & Wagner 1996	Species that start flowering early, (March–May) vs. others	42 گونه
	گونه های دیر گلده	Lauber & Wagner 1996	Species that start flowering in July–October vs. plants that flower before	35 گونه
	گونه های گرما دوست	Landolt 1977	Warm temperature, i.e. colline and Southern European species vs. alpine, subalpine, montane species	37 گونه
گونه های شاخص تغییر در کیفیت خاک	گونه های شاخص خاکهای اسیدی	Landolt 1977	Acid soil indicators (pH 3–5.5) vs. others	40 گونه
	گونه های شاخص تغییر در رطوبت خاک	Landolt 1977	Plants chiefly occuring on soils with varying humidity vs. others	132 گونه
	گونه های شاخص خاکهای غنی	Landolt 1977	Species chiefly occuring on medium to rich soils vs. poor soil indicators	114 گونه
	گونه های شاخص پیتزارها	Landolt 1977	Peat soil indicators avoiding mineral soils vs. others	31 گونه
گونه های شاخص در تولید جامعه	گونه های نورپسند	Landolt 1977	Plants growing in full light vs. half-shade–shade plants	124 گونه
	گونه های سایه پسند	Landolt 1977	Shade indicators occuring often under 10% relative strength of illumination vs. others	17 گونه

جدول ۲- اثر مدیریت، ارتفاع و زمان سرشماری بر تراکم تجمعی گونه های آوندی در $10m^2$ (۵ پلات 1x2 متری)

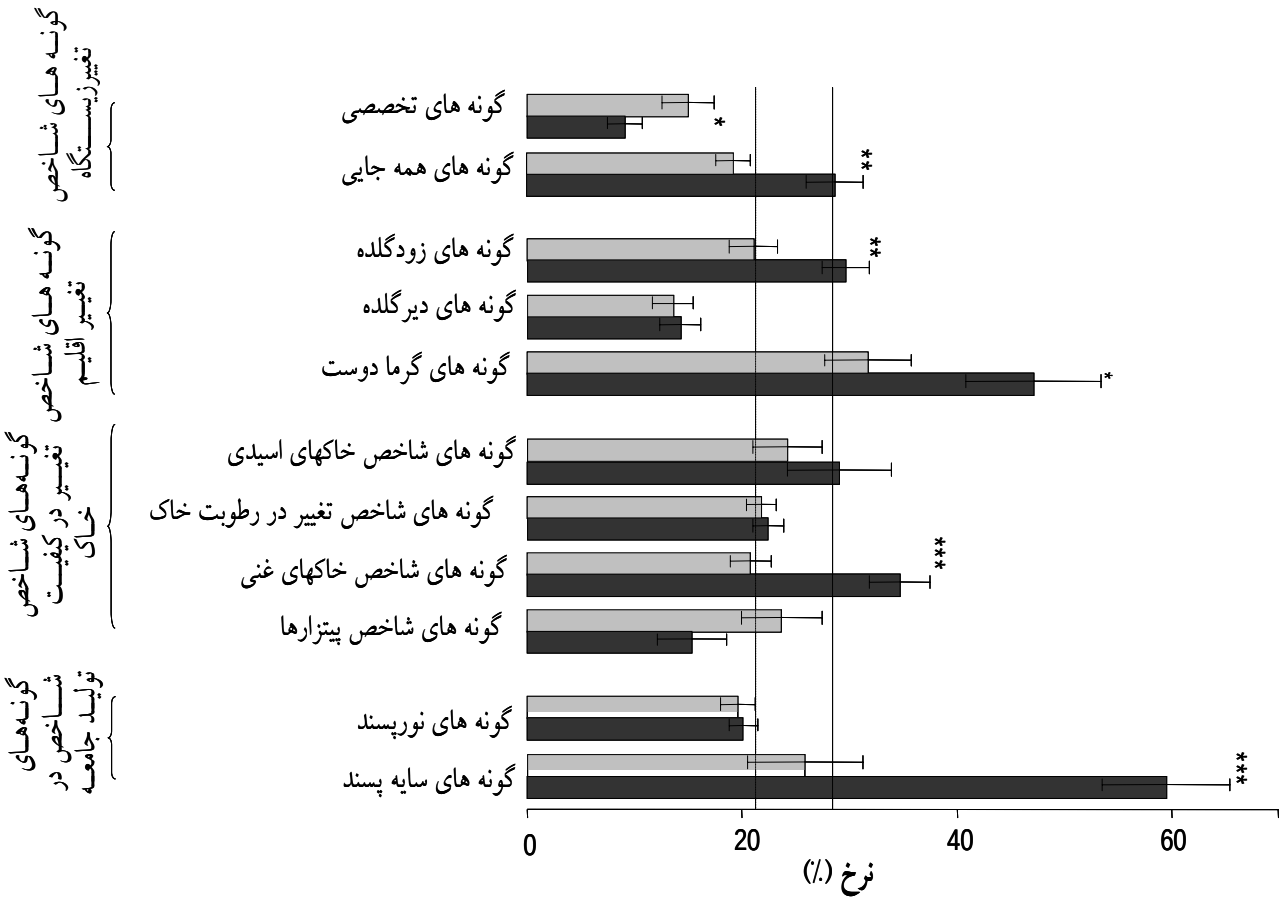
Source of variation	df	*F*	*P*	SS (%)
Management (M)	1	8.26	**	17.22
Altitude (A)	1	1.20	ns	2.51
M x A	1	0.87	ns	1.81
Site	31	5.83	***	64.65
Survey date (D)	1	6.41	*	2.28
M x D	1	2.55	ns	0.91
A x D	1	0.95	ns	0.34
M x A x D	1	0.01	ns	0.003
Residuals	31			11.07



شکل ۱- افزایش دمای میانگین در ۳ ایستگاه موجود در منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- افزایش طول دوره رشد از سال ۱۹۵۹ تا ۲۰۰۶



شکل ۳- تفاوت بین نرخ کلونیزه شدن (ستون سیاه) و نرخ انقراض (ستون خاکستری) در هر گروه کارکردی. خط افقی پر مربوط به نرخ کلونیزه شدن و خط افقی منقطع مربوط به نرخ انقراض است.