بررسی همبستگی‌های کاریوتیپی
به منظور سنجش قرابت ژنتیکی جمعیتهای مختلف گونه *Stipagrostis pennata*

علی قربان آزاد[۱]، حسین میرزایی ندوشن[۲] و آناهیتا شریعت[۳]

چکیده

گونه‌های جنس *Stipagrostis* در زمره گراسهایی هستند که به‌طور عمده در مناطق خشک به‌ویژه در شنزارها می‌رویند. برخی از گونه‌های این جنس علاوه بر اهمیت مرتعی در تثبیت شنهای روان نیز اهمیت زیادی دارند. در این پژوهش تأثیر مناطق جغرافیایی با شرایط اقلیمی متفاوت بر ویژگیهای کروموزومی جمعیتهایی از گونه *Stipagrostis pennata* مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش کارل‌پیرسون، همبستگی بین جمعیتها بر اساس ویژگیهای مختلف اندازه‌گیری شده کروموزومی، محاسبه گردید. نتایج بدست آمده نشان داد که جمعیتها از نظر طول بازوی کوتاه، طول بازوی بلند و همچنین طول کل کروموزوم دارای همبستگی معنی‌دار (P<٪۱) می‌باشند. در مورد نسبت بازوی کوتاه به بلند و همچنین نسبت بازوی بلند به کوتاه همبستگی‌های ضعیفتر (P<٪۵) مشاهده گردید. بنابراین می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که شرایط اقلیمی متفاوت در اکثر موارد تأثیر چندانی بر روند تغییرات ویژگیهای کروموزومی در گونه *Stipagrostis pennata* نداشته است.

واژه‌های کلیدی: *Stipagrostis*، شرایط اقلیمی، همبستگی کارل‌پیرسون و کاریوتیپ

۱- دانشگاه آزاد تهران، واحد علوم تحقیقات

۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج E.mail: nodoushan2003@yahoo.com

۳- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران

مقدمه

امروزه مطالعات و بررسی توده‌های بومی و گونه‌های وحشی به‌عنوان منابع ژنی در اصلاح نباتات از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است به‌عبارت دیگر این توده‌ها اغلب دارای صفات و خصوصیات مطلوب بی‌شماری هستند که محققان اصلاح نباتات سعی در شناسایی و تعیین ژنهای کنترل کننده آنها دارند. گیاه سبد یکی از با اهمیت‌ترین منابع ژنتیکی گیاهی است و علاوه بر تثبیت و حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش بادی، نقش مهمی را در تولید علوفه بازی می‌کند. گونه *S. plumosa* یکی از مقاوم‌ترین و سازگارترین گیاهان در صحرا و نیز عرصه‌های پوشیده از شنهای روان می‌باشد.

در مطالعه‌ای که شریعت و همکاران (۱۳۸۱) در مورد ۳ گونه از جنس *Stipagrostis* انجام دادند مشخص شد که عدد پایه کروموزومی در آنها برابر ۱۱ (x=۱۱) می‌باشد و این گونه‌ها از نظر سطح پلوئیدی دارای دو سطح دیپلوئید و تتراپلوئید می‌باشند. به طوری که جمعیتهای گونه *S. plumusa* و همچنین جمعیتهای گونه *S. karelini* دیپلوئید ۲n=2x=۲۲ و جمعیتهای گونه *S. pennata* تتراپلوئید ۲n=۴x=۴۴ بودند.

Watson و Dallwitz (۱۹۹۲) در مقاله‌ای به بررسی *S. nees* پرداختند که در آن از نظر مطالعات سیتولوژیکی تعداد کروموزومهای پایه آن ۱۱ (x=۱۱) و همچنین دو سطح دیپلوئید و تتراپلوئید در آن را گزارش کرده‌اند و کروموزومها از نوع کوچک معرفی گشته‌اند. همچنین در این تحقیق به مطالعه اکولوژیکی، فیزیولوژیکی، گیاهشناسی و همچنین شرایط فیزیوگرافیکی مناطق رویشی نیز پرداخته شده است. Reinhard و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی و مطالعه چرخه زندگی *S. scoparia* پرداخته‌اند. فرایند تثبیت شنهای روان توسط پوشش کمی از *S. scoparia* و همچنین در شرایط شنهای بسیار روان که گونه‌هایی همچون *Artemisia monosperma*

Cornulaca monacantha و *Moltkiopsis ciliata* نیز قادر به تثبیت این شنها نیستند دیده شده است.

به‌طور کلی می‌توان گفت که گونه‌های مختلف این جنس به‌دلیل رویش در مناطق بیابانی کمتر مورد توجه و مطالعه محققان بین المللی بوده است و مطالعات محدود موجود نیز بیشتر در زمینه بیولوژی این گونه‌ها صورت گرفته است. با این حال این تحقیق به منظور مطالعه همبستگی‌های کاریوتیپی جمعیتهای مختلف تتراپلوئید گونه *S. pennata* از نظر ابعاد مختلف کروموزومی و ارتباط احتمالی این جمعیتها صورت گرفته است.

مواد و روشها

بذرهای ۴ جمعیت از یک گونه گیاه سبد به نام *S. pennata* از شهرهای مشهد، یزد و سمنان جمع‌آوری شد. با توجه به اینکه بذرهای *Stipagrostis* دارای خواب هستند، به منظور شکستن خواب بذر قبل از ریشه‌دهی بذرها به مدت ۲ ماه در سردخانه نگه‌داری شدند. بعد از سپری شدن این دوره بذرها تحت دو شرایط محیطی جهت ریشه‌دهی قرار گرفتند.

بذرها پس از سرمادهی توسط محلول بنومیل دو در هزار ضدعفونی گردیدند. با توجه به آلودگی سریع این بذرها عمل ضدعفونی دو بار انجام گرفت. دو لایه کاغذ صافی که با حرارت استریل شده بودند درون پتری‌دیش‌هایی که از قبل در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ ساعت ضدعفونی شده بودند قرار داده شد. سپس تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر جمعیت در داخل هر پتری‌دیش قرار داده شد و با قطره‌چکان به اندازه‌ای آب مقطر اضافه شد که سطح کاغذ صافی به‌طور کامل مرطوب شود. به منظور تسریع در عمل جوانه‌زنی و اثر بیشتر در شکستن خواب بذرها پتری‌دیشها به مدت ۴۸ ساعت در داخل سردخانه در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگه‌داری

شدند. بعد از سپری شدن این مراحل بذرها تحت دو شرایط مختلف محیطی قرار گرفتند که در شرایط محیطی اول بذرهای داخل ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و شرایط دوم که دما و شرایط آزمایشگاه بود.

بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به شرایط محیطی اول یعنی دما و شرایط ژرمیناتور بود. در این روش بذرها بعد از ۱تا۲ هفته ریشه‌دار می‌شدند. هنگامی که طول ریشه‌ها به حدود ۱ سانتیمتر رسیدند پس از جدا کردن انتهای مریستم ریشه‌ها از محلول اشباع آلفابرومونفتالین به‌عنوان پیش تیمار و از محلول فارمر (۱ قسمت اسید استیک، ۳ قسمت الکل اتیلیک) به‌عنوان تثبیت کننده استفاده گردید. جهت نگه‌داری نمونه‌ها تا زمان مطالعه زیر میکروسکوپ از الکل ۷۰٪ استفاده گردید. در زمان مطالعه از HCl یک نرمال جهت هیدرولیز و از هماتوکسیلین جهت رنگ‌آمیزی نمونه‌ها استفاده گردید (شریعت و همکاران، ۱۳۸۱). پس از انجام رنگ‌آمیزی انتهای ریشه‌ها قطع شده و روی لام قرار گرفت. جهت جلوگیری از خشک‌شدن نمونه‌ها و همچنین شفاف‌تر شدن آنها یک قطره اسیداستیک ۴۵٪ روی لام قرار گرفت و توسط نوک سوزن انتهای ریشه خرد گردید و بعد لامل روی آن قرار گرفت. برای له‌کردن نمونه‌ها از انتهای خودکار استفاده گردید. پس از گذراندن این مراحل نمونه‌ها آماده مشاهده زیر میکروسکوپ دوربین‌دار گردیدند. نمونه‌های مناسب عکس‌برداری گردید و طول بازوهای کروموزوم‌های ۳ تا ۵ سلول از هر ژنوتیپ توسط میکرومتر چشمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. بر اساس طول بازوهای کوتاه و بلند کروموزومها، طول کل کروموزوم و نسبت بازوی بلند به بازوی کوتاه و نسبت بازوی کوتاه به بازوی بلند نیز محاسبه گردید. جهت تجزیه و تحلیل این داده‌های کاریوتیپی، از نرم افزار SAS استفاده شد. ابتدا داده‌ها به میکرون تبدیل شده و بعد بر اساس طول کل و همچنین طول بازوی بلند و طول بازوی کوتاه مرتب گردیده و کروموزومهای هومولوگ مشخص گردیدند.

نتایج

میانگین ابعاد کروموزومی در جدول شماره ۱ مشاهده می‌گردد. نتایج حاصل از بررسیهای همبستگی در جداول شماره ۲ تا ۶ ارائه گردیده است که به اختصار توضیح داده می‌شوند. در جداول: یزد-۱= نمونه یزد- ریک شتران و یزد-۲ = نمونه یزد- ده‌محمد پاشنه‌داران می‌باشند.

الف) طول بازوی کوتاه: در جدول شماره ۲ همبستگی بین جمعیتها از نظر طول بازوی کوتاه ارائه شده است. بیشترین همبستگی بین نمونه یزد-ریک شتران و نمونه یزد-ده‌محمد پاشنه‌داران بود (۰/۸۲) و کمترین همبستگی بین نمونه مشهد و نمونه یزد-ریک شتران بود (۰/۲۸).

ب) طول بازوی بلند: جدول شماره ۳ همبستگی بین جمعیتها را از نظر طول بازوی بلند نشان می‌دهد. بیشترین میزان همبستگی میان نمونه یزد-ریک شتران و نمونه یزد-ده‌محمد پاشنه‌داران (۰/۹۸) و کمترین همبستگی بین نمونه مشهد و نمونه سمنان (۰/۹۳) مشاهده گردید. با این حال همبستگی‌ها در این صفت کاریوتیپی عموما بالا بود و نشان می‌داد که تغییرات کمتر در بازوی بلند کروموزومی جمعیتهای مورد مطالعه اتفاق افتاده است.

ج) طول کل کروموزوم: جدول شماره ۴ همبستگی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از نظر طول کل کروموزوم نشان می‌دهد. بیشترین میزان همبستگی (۰/۹۹) مربوط به نمونه یزد- ده‌محمد پاشنه‌داران و نمونه سمنان و همچنین کمترین میزان همبستگی مربوط به نمونه یزد- ریک‌شتران و نمونه مشهد (۰/۹۷) مشاهده گردید.

د) نسبت بازوی کوتاه به بلند: جدول شماره ۵ همبستگی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از نظر نسبت بازوی کوتاه به بلند نشان می‌دهد. در این مورد فقط همبستگی بین نمونه یزد- ریک شتران و نمونه یزد- ده‌محمد پاشنه‌داران (۰/۸۲) و همچنین

همبستگی بین نمونه یزد- ده‌محمد پاشنه‌داران و نمونه سمنان (۰/۷۴) دارای همبستگی قوی و معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد. وجود همبستگی‌های کمتر که در سطح ۵درصد معنی‌دارند نیز در جدول مشاهده می‌شود از طرفی همبستگی غیرمعنی‌داری بین جمعیتهای مشهد و نمونه سمنان (۰/۳۳) مشاهده می‌گردد.

ه: نسبت طول بازوی بلند به کوتاه: جدول شماره ۶ همبستگی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را از نظر نسبت بازویی بلند به کوتاه نشان می‌دهد. طبق جدول همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین نمونه یزد- ریک شتران و نمونه مشهد (۰/۴۷) مشاهده می‌گردد. همچنین همبستگی‌های غیرمعنی‌داری بین نمونه یزد- ده‌محمد پاشنه‌داران و نمونه مشهد (۰/۴۰) و نمونه مشهد و نمونه سمنان (۰/۱۹) مشاهده گردید. سایر ترکیبهای دوگانه دیگر همبستگی معنی‌دار را در سطح ۱٪ نشان می‌دهند. بیشترین همبستگی با میزان ۰/۸۳ مربوط به نمونه یزد- ریک شتران و نمونه یزد- ده‌محمد پاشنه‌داران می‌باشد.

جدول شماره ۱- میانگین ابعاد کروموزومی اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد مطالعه

کروموزوم	یزد ۱					یزد ۲					مشهد					سمنان				
	S	L	TL	S/L	L/S	S	L	TL	S/L	L/S	S	L	TL	S/L	L/S	S	L	TL	S/L	L/S

1/50	0/67	3/12	1/87	1/25	2/00	0/50	2/81	1/87	0/93	1/50	0/72	3/02	1/77	1/25	2/00	0/50	2/81	1/87	0/94	1
2/00	0/50	2/81	1/87	0/93	3/00	0/33	2/50	1/87	0/62	2/33	0/44	2/70	1/87	0/83	2/00	0/50	2/81	1/87	0/94	2
1/25	0/80	2/81	1/56	1/25	2/33	0/55	2/50	1/66	0/83	3/00	0/33	2/50	1/87	0/62	2/66	0/38	2/60	1/87	0/73	3
3/00	0/33	2/50	1/87	0/62	1/22	0/86	2/50	1/35	1/14	2/55	0/42	2/50	1/77	0/72	3/00	0/33	2/50	1/87	0/63	4
3/00	0/33	2/50	1/87	0/62	1/50	0/80	2/39	1/35	1/04	1/66	0/77	2/50	1/45	1/04	2/55	0/42	2/50	1/77	0/73	5
1/66	0/77	2/50	1/45	1/04	1/83	0/63	2/18	1/35	0/83	1/22	0/86	2/50	1/35	1/14	1/00	1/00	2/50	1/25	1/25	6
1/22	0/86	2/50	1/35	1/14	1/94	0/55	2/08	1/35	0/72	1/00	1/00	2/50	1/25	1/25	1/50	0/80	2/39	1/35	1/04	7
1/22	0/83	2/29	1/25	1/04	1/77	0/58	1/97	1/25	0/72	1/61	0/71	2/29	1/35	0/93	1/33	0/75	2/18	1/25	0/93	8
1/44	0/75	2/18	1/25	0/93	1/33	0/83	1/87	1/04	0/83	1/55	0/66	2/08	1/25	0/83	1/55	0/66	2/08	1/25	0/83	9
1/83	0/63	1/97	1/25	0/72	1/33	0/83	1/87	1/04	0/83	2/00	0/50	1/87	1/25	0/62	2/00	0/50	1/87	1/25	0/62	10
1/33	0/83	1/87	1/04	0/83	1/50	0/72	1/77	1/04	0/72	2/00	0/50	1/87	1/25	0/62	2/00	0/50	1/87	1/25	0/62	11
1/33	0/83	1/87	1/04	0/83	1/66	0/61	1/66	1/04	0/62	2/00	0/50	1/87	1/25	0/62	1/66	0/66	1/87	1/14	0/73	12
1/26	0/85	1/83	1/00	0/83	1/33	0/78	1/66	0/93	0/72	1/00	1/00	1/87	0/93	0/93	1/00	1/00	1/87	0/93	0/94	13
1/33	0/78	1/66	0/93	0/72	1/33	0/78	1/66	0/93	0/72	1/00	1/00	1/87	0/93	0/93	1/00	1/00	1/87	0/93	0/94	14
1/33	0/78	1/66	0/93	0/72	1/16	0/89	1/56	0/83	0/72	1/00	1/00	1/87	0/93	0/93	1/33	0/78	1/66	0/93	0/73	15
1/50	0/67	1/56	0/93	0/62	1/16	0/89	1/35	0/72	0/62	1/33	0/78	1/66	0/93	0/72	1/33	0/78	1/45	0/83	0/62	16
1/16	0/89	1/35	0/72	0/62	1/16	0/89	1/35	0/72	0/62	1/50	0/67	1/56	0/93	0/62	1/16	0/89	1/35	0/72	0/63	17
1/16	0/89	1/35	0/72	0/62	1/66	0/77	1/25	0/72	0/52	1/16	0/89	1/35	0/72	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/63	18
1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/63	19
1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/63	20
1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/04	0/52	0/52	1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	1/25	0/62	0/63	21
1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/00	1/00	0/83	0/41	0/41	1/00	1/00	1/25	0/62	0/62	1/33	0/83	1/14	0/62	0/52	22

جدول شماره ۲- همبستگی میان جمعیتهای مختلف تتراپلوئید گونه *S. pennata* از نظر طول بازوی کوتاه

ژنوتیپ	یزد ۱	یزد ۲	مشهد
یزد ۲	۰/۸۳**		
مشهد	۰/۲۸ns	۰/۴۴*	
سمنان	۰/۶۹**	۰/۵۸**	۰/۳۰ ns

جدول شماره ۳- همبستگی میان جمعیتهای مختلف تتراپلوئید گونه *S. pennata* از نظر طول بازوی بلند

ژنوتیپ	یزد ۱	یزد ۲	مشهد
یزد ۲	۰/۹۸**		
مشهد	۰/۹۴**	۰/۹۵**	
سمنان	۰/۹۷**	۰/۹۴**	۰/۹۳**

جدول شماره ۴- همبستگی میان جمعیتهای مختلف تتراپلوئید گونه *S. pennata* از نظر طول کل کروموزوم

ژنوتیپ	یزد ۱	یزد ۲	مشهد
یزد ۲	۰/۹۸**		
مشهد	۰/۹۷**	۰/۹۸**	
سمنان	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۹۷**

جدول شماره ۵- همبستگی میان جمعیتهای مختلف تتراپلوئید گونه *S. pennata*، از نظر نسبت طول بازوی کوتاه به طول بازوی بلند می‌باشد.

ژنوتیپ	یزد ۱	یزد ۲	مشهد
یزد ۲	۰/۸۲ **		
مشهد	۰/۴۸*	۰/۴۳*	
سمنان	۰/۵۳*	۰/۷۴**	۰/۳۳ ns

جدول شماره ۶- همبستگی میان جمعیتهای مختلف تتراپلوئید گونه *S. pennata* از نظر نسبت طول بازوی بلند به طول بازوی کوتاه می‌باشد.

ژنوتیپ	یزد ۱	یزد ۲	مشهد
یزد ۲	۰/۸۳**		
مشهد	۰/۴۷*	۰/۴۰ ns	
سمنان	۰/۶۲**	۰/۷۴**	۰/۱۹ ns

بحث

وجود همبستگی‌های بالا که در سطح یک درصد معنی‌دار است مانند همبستگی بین نمونه یزد-ریک‌شتران و نمونه سمنان (۰/۶۹) حاکی از عدم تغییرات ناهمگون بین جمعیتهای مورد مطالعه از نظر طول بازوی کوتاه است. وجود همبستگی‌های ضعیف‌تر که در سطح ۵ درصد معنی دارند مانند همبستگی بین نمونه یزد-ده‌محمد پاشنه‌داران و نمونه مشهد (۰/۴۴) و همچنین وجود همبستگی‌های غیرمعنی‌دار مانند همبستگی بین نمونه یزد-ریک شتران و نمونه مشهد (۰/۲۸) حاکی از این واقعیت است که تغییرات ناهمگون بین جمعیتهای مورد مطالعه از نظر طول بازوی کوتاه وجود دارد که جابه‌جایی قطعات کروموزومی از یک کروموزوم به کروموزوم دیگر به ناهمگنی میان ژنوتیپ‌ها از نظر طول کل کروموزوم منجر می‌گردد. از طرفی با توجه به بعد مکانی جمعیتهای جمع‌آوری شده از یزد و مشهد این انتظار نیز وجود دارد که همبستگی‌های ضعیف‌تری از این نظر بین ویژگیهای کاریوتیپی آنها وجود داشته باشد. برعکس

جمعیتهایی که از دو منطقه استان یزد جمع آوری شده‌اند همبستگی بیشتری از این نظر از خود نشان داده‌اند که حاکی از عدم واگرایی زیاد می‌باشد. به عبارت دیگر این دو جمعیت قرابت بسیار زیادی با یکدیگر دارند.

لازم به ذکر است که از این سنجش همبستگی، جهت مطالعه همبستگی‌های دوگانه بین چند صفت استفاده می‌گردد که در آن صورت، یافتن همبستگی‌های بالا حکایت از لینکاژ ژنهای کنترل‌کننده آن صفت و یا کنترل صفات همبسته به‌وسیله یک ژن یا بلوک ژنی خواهد داشت. ولی در هنگام استفاده از این روش آماری مشاهده همبستگی در میان ژنوتیپ‌ها، ناشی از هماهنگ بودن یا نبودن تغییرات درون و بین کروموزومی خواهد بود.

در خصوص همبستگی بین طول کل کروموزومهای جمعیتهای مختلف نیز همبستگی‌های کروموزومی بسیار به هم نزدیک بودند. به‌نظر می‌رسد که تغییرات صورت گرفته در ابعاد کروموزومی میان جمعیتهای مختلف این گونه هر چه بوده است در سطح طول کل کروموزوم همدیگر را متعادل کرده‌اند، به‌نحوی‌که روند تغییرات در سطح طول کل کروموزوم میان جمعیتهای مختلف یکسان نمایان شده است. این نوع همبستگی میان طول کل کروموزومهای جمعیتهای مختلف گونه‌ای از بروموس نیز در پیش گزارش شده است (میرزایی ندوشن و همکاران، ۱۳۸۱).

عدم همبستگی بین نسبت بازوی کوتاه به بلند حاکی از تغییرات درون ساختمانی کروموزومها است. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد که بیشتر تغییرات کروموزومی از نوع جابه‌جایی قطعات کروموزومی از یک بازو به بازوی دیگر اتفاق افتاده باشد. این پدیده می‌تواند تا حدودی میان ارقام مورد مطالعه در این بررسی ناسازگاریهایی از نظر تلاقی پذیری ایجاد نماید. عدم همبستگی کافی میان کروموزومها از نظر نسبت بین بازوهای کروموزومی در گونه‌های دیگر نظیر کلزا نیز گزارش گردیده است (میرزایی ندوشن و همکاران، ۱۳۷۹).

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع و نیز کلیه همکاران بخش ژنتیک و فیزیولوژی این مؤسسه که با همکاری صمیمانه خود امکان اجرای این تحقیق را فراهم نمودند تشکر می‌نماییم. به‌ویژه از راهنماییهای ارزنده سرکار خانم دکتر مهرپور و سرکار خانم مهندس اسدی کرم و سرکار خانم مهندس میرجانی که از هیچ کمکی دریغ نورزیدند، سپاسگزاریم.

منابع

شریعت، آ. میرزایی ندوشن، ح. مداح، ا.، ۱۳۸۱. مطالعه کاریوتیپی گونه‌هایی از جنس *Stipagrostis*. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران،۹ : ۲۵-۳۷.

میرزایی ندوشن، ح.، حاج منیری، م.، شیدایی، م.، نجاحی، ر. و احمدی، م.ر.، ۱۳۷۹. بررسی سیتوژنتیکی ارقامی از کلزا (*Brassica napus*) و روند همبستگی کاریوتیپی ژنوتیپها. پژوهش و سازندگی، ۴۶: ۱۶-۲۰.

میرزایی ندوشن، ح.، مهرپور، ش.، رضایی، م. و رشوند، س.، ۱۳۸۱. مطالعات مقدماتی کاریوتیپ جمعیتهایی از گونه *Aloe litralis*.. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۹: ۴۹-۷۳.

میرزایی ندوشن، ح.، زبرجدی، ع. و کریم زاده، ق.، ۱۳۸۱. مطالعه کاریوتیپی و مورفولوژیکی جمعیتهایی از گیاه مرتعی برروموس (*Bromus tomentellus*). پژوهش و سازندگی، ۵۴: ۲۲-۲۷.

Reinhard, B., D. Frank, and Rudiger, P. 1999. On the life cycle of *Stipagrostis scoparia* hillocks. Jornal of Arid Environments, 42: 177-186.

Watson, L. and Dallwitz, M.J. 1992. Grass General of the World, www.fao.org.