

## بررسی آنیوپلوئیدی در توده های تتراپلوئید چغندر قند و نتاج تریپلوئید آنها Study on aneuploidy in tetraploid sugar beet populations and their corresponding triploids

محسن آقائی زاده<sup>۱</sup> و رحیم قلی زاده<sup>۱</sup>

### چکیده

در گیاهان تتراپلوئید به دلیل تشکیل دسته های کروموزومی چهارتایی، سه تایی، دوتایی و منفرد در متافاز اول، روند میوز نامنظم است و بسته به میزان جفت شدن کروموزوم ها، جدا شدن آنها در مرحله آنافاز غیر یکنواخت بوده و در نتیجه در انتهای تقسیم میوز گامت هائی بدست می آید که تعداد کروموزومشان کمتر یا بیشتر و یا کمتر از حد معمول است. با تلاقی این گامت ها با یکدیگر یا با گامت های والد مادری دیپلوئید، نتاجی بدست می آید که از نظر سطح کروموزومی نامنظم بوده و آنیوپلوئید (aneuploid) هستند. این پدیده ممکن است روی عملکرد و مقدار قند ریشه مؤثر باشد. در این تحقیق به منظور تعیین درصد فراوانی آنیوپلوئیدی در توده های تتراپلوئید و نتاج تریپلوئید آنها از سه توده تتراپلوئید به شماره ۵۵-۱۰۰۲۶، ۵۶-۱۰۹۸۰ و ۵۷-۱۱۴۷۹ استفاده شده است که به ترتیب عبارتند از نسل های دوم، سوم و چهارم فرآیند تهیه رگه های تتراپلوئید از رگه های دیپلوئید از تلاقی هر یک از توده های مذکور با یک رگه نر عقیم، نتاج تریپلوئید نیز بدست آمده است که در آزمایش های مقایسه ارقام، عملکرد خوبی نشان داده اند. سه توده تریپلوئید به ترتیب عبارت از ۵۵-۱۰۰۳۵، ۵۶-۱۰۹۸۶ و ۵۷-۱۱۴۸۸ بودند. هر یک از توده های تتراپلوئید مورد نظر و نتاج تریپلوئید آنها در دو سطح ریشه و گیاهچه مورد بررسی و شمارش کروموزومی قرار گرفت. متوسط فراوانی آنیوپلوئیدی در بین سه توده تتراپلوئید در سطح ریشه حدود ۲۹ درصد و در سطح گیاهچه ۲۴ درصد بود، این مقدار در نتاج تریپلوئید به ترتیب حدود ۱۷ و ۱۰ درصد بود. گیاهان آنیوپلوئید در هر توده به همراه تعدادی بوته که دارای سطح منظم کروموزومی بودند از نظر عملکرد و درصد قند و چند پارامتر دیگر تحت ارزیابی قرار گرفتند، طبق نتایج حاصل، آنیوپلوئیدی موجب کاهش قند به میزان ۱ تا ۱/۵ درصد و کاهش محصول به میزان ۴ تا ۵ درصد می شود. به منظور تعیین اثر سلکسیون بر کاهش پدیده آنیوپلوئیدی در توده های تتراپلوئید، از هر توده تعدادی بوته که از نظر سطح پلوئیدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودند انتخاب و در محیطی کاملاً ایزوله بذرگیری شدند. مقداری از بذر بدست آمده جهت تولید ریشه مورد استفاده قرار گرفت و با بررسی و شمارش کروموزومی ریشه های مورد نظر میزان آنیوپلوئیدی در بذرهای بدست آمده تعیین گردید. نتایج حاصل نشان می دهد حتی با انتخاب گیاهانی که از نظر سطح پلوئیدی منظم اند، بذرگیری از آنها نیز نمی تواند مانع از بروز این پدیده شود.

واژه های کلیدی: چغندر قند، آنیوپلوئیدی، تتراپلوئید، تری پلوئید، نتاج، دسته های کروموزومی

## مقدمه

استفاده از محلول کلشی سین طی پروسه‌ای رگه‌های تتراپلوئید تهیه شده است (علی‌مرادی ۱۳۵۶).

یکی از مشکلاتی که در تولید وتهیه ارقام تتراپلوئید وجود داشت ظهور گیاهان آنیوپلوئید در میان توده‌ها و ارقام اصلاح شده بود. در گیاهان تتراپلوئید به دلیل تشکیل دسته‌های کروموزومی چهارتایی، سه‌تایی، دوتایی و منفرد در متافاز اول، روند میوز نامنظم و بسته به میزان جفت شدن کروموزوم‌ها، جدا شدن آنها در مرحله آنافاز غیر یکنواخت بوده و در نتیجه در انتهای تقسیم میوز گامت‌هائی بدست می‌آید که تعداد کروموزومشان کمتر یا بیشتر از حد معمول است (Bosemark 1993). در تلاقی این گامت‌ها با یکدیگر یا با گامت‌های والد مادری دیپلوئید، نتایجی به دست می‌آید که از نظر سطح کروموزومی نامنظم بوده و آنیوپلوئید هستند.

رومل (Rommel 1965) فراوانی و اثر آنیوپلوئیدی روی رشد و نمو گیاهان را در بعضی از جمعیت‌های تتراپلوئید گزارش کرده است. در جمعیت‌های مورد مطالعه، ۳۰ تا ۴۰ درصد گیاهان آنیوپلوئید بودند و عملکردشان معادل ۵۰ تا ۶۰ درصد عملکرد یوپلوئیدها (euploid) بود. نتایج حاصل به این نکته اشاره دارند که فراوانی قابل توجه گیاهان آنیوپلوئید می‌تواند یک مانع جدی برای تولید چغندر قند تجارتي از وارسته‌های تتراپلوئید خالص باشد.

از اواخر دهه ۱۹۳۰، محققین به منظور افزایش محصول چغندر قند اقدام به تهیه ارقام تتراپلوئید نمودند. اولین بار چغندر قند تتراپلوئید با تیمار تاج اشتکلینگ‌ها (ریشه‌های قلمی به اندازه هویج) توسط کلشی سین بدست آمد. شوانیتز Schwantiz با محلول ۰/۵٪ کلشی سین تاج اشتکلینگ‌ها را محلول پاشی کرد (Savitsky 1965). بعد از آن سایر پژوهش‌گران روش‌های دیگری برای تولید چغندر قند تتراپلوئید به کار بردند، از جمله راسموسن و لوان (Rasmusson and Levan 1939)، لینز و هریس (Lynes and Harris 1942) و آرتشو اگری (Artschwager 1940) به طور جداگانه از کلشی سین-آگار استفاده کردند و فراندسن Frandsen از خمیر کلشی سین بر روی تاج سود برد (1965 Savitsky,). ولی در تمام این موارد پاسخ رضایت بخشی بدست نیامد. به همین دلیل محققین متوجه تیمار بذر با غلظت‌های مختلفی از کلشی سین شدند و آزمایش‌های زیادی در این زمینه صورت گرفت. تهیه رگه‌های تتراپلوئید در ایران نیز به سال ۱۳۴۲ بازمی‌گردد. در آن سال‌ها با استفاده از کلشی سین اولین قدم‌ها در جهت تولید گیاهان تتراپلوئید برداشته شد و بعد از آن در طول چند سال تقریباً همه ساله پنج رقم دیپلوئید با خصوصیات برتر به نژادی انتخاب و با

میزان کاهش عملکرد در توده‌های مورد مطالعه نیز در حدود یک درصد برآورد شده است.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از سه توده تتراپلوئید به شماره ۵۵-۱۰۰۲۶، ۵۶-۱۰۹۸۰ و ۵۷-۱۱۴۷۹ استفاده شده است که تماماً از تیمار رگه دیپلوئید ۱۲۰۵۵ با کلشی‌سین بدست آمده‌اند که به ترتیب نسل‌های دوم، سوم و چهارم مراحل تهیه رگه تتراپلوئید از رگه‌های دیپلوئید محسوب می‌شوند. از تلاقی هر یک از توده‌های مذکور با یک رگه نرعقیم دیپلوئید، نتاج تریپلوئید نیز بدست آمده است که در آزمایش‌های مقایسه ارقام، عملکرد خوبی نشان دادند. سه توده تریپلوئید به ترتیب عبارت بودند از ۵۵-۱۰۰۳۵، ۵۶-۱۰۹۸۶ و ۵۷-۱۱۴۸۸ که به منظور مشخص نمودن درصد فراوانی آنیوپلوئیدی در آنها هر یک از توده‌های تتراپلوئید مورد نظر و نتاج تریپلوئید آنها در دو سطح ریشه و گیاهچه مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا به منظور تعیین فراوانی بالقوه آنیوپلوئیدی در توده‌های فوق‌الذکر، در هر توده ۲۰۰ ریشه مورد شمارش کروموزومی قرار گرفت. که جهت تولید ریشه بذرهای مربوط به هر توده پس از شستشو در آب ۳۰ درجه به مدت چهار ساعت، روی کاغذ صافی کشت و

بسمارک در سال ۱۹۶۶ به منظور تعیین فراوانی آنیوپلوئیدی، دو رقم تتراپلوئید و نتاج تریپلوئید آنها را مورد مطالعه قرار داد. وی گزارش نمود، در بررسی‌های آزمایشگاهی و در سطح ریشه برای ارقام تتراپلوئید فراوانی آنیوپلوئیدی حدود ۳۳ درصد و برای نتاج تریپلوئید ۱۷ درصد می‌باشد. در حالی که در مزرعه و در سطح گیاهچه این فراوانی در ارقام تتراپلوئید حدود ۲۵ درصد و در نتاج تریپلوئید به ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. وی همچنین کاهش وزن ریشه و درصد قند را در گیاهان آنیوپلوئید یادآور شده و اظهار داشته است، آنیوپلوئیدی در گیاهان تریپلوئید در مقایسه با گیاهانی که از نظر سطح کروموزومی منظم‌اند، موجب کاهش چهار تا هفت درصد محصول می‌شود.

روچی زاده در سال ۱۳۷۵ فراوانی آنیوپلوئیدی را در سه توده تتراپلوئید و نتاج تریپلوئید آنها مورد بررسی قرار داد. وی میزان آنیوپلوئیدی را در آزمایشگاه و در سطح ریشه در توده‌های تتراپلوئید تقریباً ۳۰ درصد و در نتاج تریپلوئید حدود ۱۳ درصد برآورد کرده است. او نیز کاهش فراوانی پدیده مذکور را در سطح مزرعه متذکر شده، طبق بررسی‌های وی فراوانی آنیوپلوئیدی در مزرعه در توده‌های تتراپلوئید معادل ۱۵ درصد و در نتاج تریپلوئید به ۴ تا ۵ درصد می‌رسد.

گیاهچه باقی ماند. جهت بررسی کروموزومی، در مرحله چهار تا شش برگی کوچکترین برگچه هر گیاهچه به عنوان نمونه جدا شده و به محلول هیدروکسی کینولین ۰/۰۰۲ مولار منتقل گردید. روش تیمار و تهیه نمونه‌ها مشابه روشی است که برای تیمار ریشه‌ها استفاده شده است. با شمارش کروموزومی سلول‌های دمبرگ هر گیاهچه، گیاهان آنیوپلوئید و نسبت فراوانی آنها مشخص شد. با مساعد شدن شرایط آب و هوایی در بهار گیاهچه‌ها به مزرعه منتقل شدند تا بقیه مراحل رشد را در زمین انجام دهند. پس از اتمام دوره رشد و برداشت ریشه‌ها، به منظور بررسی تاثیر آنیوپلوئیدی بر عملکرد توده‌های مورد مطالعه، در هر توده ریشه‌های مربوط به هر یک از سطوح آنیوپلوئیدی دسته‌بندی، برداشت، و توزین شده و از نظر صفات تکنولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

در میان توده‌های تتراپلوئید مورد مطالعه و از بین گیاهان تحت بررسی تعدادی بوته که از نظر سطح پلوئیدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودند انتخاب و ریشه‌های آنها سیلو شد. در سال بعد ریشه‌های انتخابی مربوط به هر توده در قطعات مجزا کشت شدند تا پس از ساقه روی و گرده افشانی تولید بذر کنند. بخشی از بذره‌ای حاصل از هر توده طبق روشی که قبلاً شرح داده شد تحت تیمار قرار گرفت تا با بررسی

به ژرمیناتور منتقل شد. پس از آنکه طول ریشه‌ها به حدود ۱/۵ سانتی متر رسید از هر بذر یک ریشه به عنوان نمونه جدا گردید. ریشه‌های بدست آمده طبق روش تسوجیا و ناکامورا (Tsuchia and Nakamura 1978) به مدت چهار ساعت در محلول پیش تیمار هیدروکسی کینولین (Hydroxyquinoline) ۰/۰۰۲ مولار قرار گرفته سپس جهت تثبیت به محلول ۳:۱ (۳ واحد الکل اتیلیک و یک واحد اسید استیک) منتقل شده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. به منظور هیدرولیز از محلول اسید کلریدریک یک نرمال بمدت شش دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد استفاده گردید و جهت رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها، ریشه‌ها به مدت یک تا دو روز در اورسئین (Orcein) یک درصد قرار داده شدند. با شمارش کروموزوم سلول‌های ناحیه مریستمی انتهایی ریشه، وضعیت کروموزومی هر نمونه مشخص و درصد فراوانی آنیوپلوئیدی در هر توده تعیین گردید.

در مرحله بعد به منظور تعیین فراوانی آنیوپلوئیدی هر یک از توده‌ها در سطح گیاهچه، ۵۰۰ گیاهچه از هر توده تحت بررسی قرار گرفت. از هر توده مقداری بذر در گلخانه و در گلدان کشت گردید. در مراحل اولیه رشد، پس از استقرار گیاهچه‌ها، اقدام به حذف گیاهچه‌های اضافی شد به طوری که در هر گلدان یک

تعداد ۵۲۷ مورد آنیوپلوئید و ۱۵۳۵ مورد دارای سطح منظم کروموزومی بودند. به منظور مقایسه آماری نسبت‌های فوق از روش کای مربع ( $\chi^2$  square) استفاده گردید که طی آن از شش نسبت بدست آمده میانگین گرفته شد و با ضرب عدد حاصل در تعداد نمونه‌های هر یک از سطوح، تعداد نمونه‌های آنیوپلوئید مورد انتظار برای آن سطح بدست آمد و متعاقب آن با کسر این مقدار از تعداد کل، تعداد نمونه‌های یوپلوئید مورد انتظار نیز مشخص گردید. مقایسه میانگین‌ها با یکدیگر از این روش و با پانزده درجه آزادی تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است ( $P = 0.01$  و  $\chi^2 = 8/2260$ ).

کروموزومی ریشه‌ها، وضعیت پلوئیدی و نسبت فراوانی آنیوپلوئیدی در هر توده تعیین و بدین ترتیب تاثیر احتمالی سلکسیون بر روی کاهش آنیوپلوئیدی مشخص گردد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی کروموزومی ریشه‌ها و گیاهچه‌های هر یک از توده‌های تترا و تریپلوئید به ترتیب در جداول یک و دو درج شده است. میانگین فراوانی آنیوپلوئیدی در سه توده تتراپلوئید در سطح ریشه ۲۸/۸۲ درصد و در سطح گیاهچه ۲۴/۴۰ درصد است. در این مرحله در مجموع تعداد ۲۰۶۲ نمونه

جدول ۱- فراوانی آنیوپلوئیدی در توده‌های تتراپلوئید

**Table 1** Aneuploidy frequency in tetraploid populations

| توده<br>population | بافت مورد مطالعه<br>tissue | تعداد نمونه<br>No. of sample | تعداد کروموزوم<br>No. of chromosome |    |     |    |    |    | درصد آنیوپلوئیدی<br>aneuploidy % |
|--------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----|-----|----|----|----|----------------------------------|
|                    |                            |                              | 34                                  | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 |                                  |
| 10026              | ریشه‌چه<br>rootlet         | 192                          | 1                                   | 17 | 141 | 29 | 3  | 1  | 26.56                            |
|                    | گیاهچه<br>seedling         | 501                          | 3                                   | 38 | 390 | 59 | 10 | 1  | 22.16                            |
| 10980              | ریشه‌چه<br>rootlet         | 169                          | 1                                   | 18 | 118 | 30 | 2  | -  | 30.18                            |
|                    | گیاهچه<br>seedling         | 507                          | 3                                   | 30 | 383 | 77 | 13 | 1  | 24.41                            |
| 11479              | ریشه‌چه<br>rootlet         | 175                          | 1                                   | 19 | 123 | 30 | 2  | -  | 29.71                            |
|                    | گیاهچه<br>seedling         | 518                          | 2                                   | 56 | 380 | 67 | 11 | 2  | 26.64                            |

مجموع ۹۵۵ نمونه مورد مطالعه قرار گرفت که ۸۲۳ نمونه دارای سطح منظم کروموزومی و ۱۳۲ نمونه آنیوپلوئید بودند. همانند توده های تتراپلوئید، گیاهان هیپوپلوئید در میان آنیوپلوئیدها غالب اند و تعداد گیاهان هیپوپلوئید اندک است که احتمالاً ماحصل برتری گیاهان هیپوپلوئید در توده های تتراپلوئید و رقابت بهتر دانه های گرده ای است که تولید کرده اند. تفاوت مشاهده شده در میان ارقام تریپلوئید نیز همانند حالت قبل با استفاده از روش کای مربع و با دوازده درجه آزادی مقایسه گردید که از نظر آماری معنی دار نبود ( $\chi^2 = 9/315$  و  $P = 0/01$ ). به علت از دست رفتن بوته های یکی از توده های تریپلوئید در مزرعه، فقط نتایج مربوط به گیاهچه دو توده دیگر در جدول دو درج شده است. کاهش فراوانی آنیوپلوئیدی در مزرعه در مقایسه با توده های تتراپلوئید شدیدتر بوده و تقریباً به نصف مقدار آن در سطح ریشه می رسد. نکته قابل ذکر دیگر کاهش شدید فراوانی گیاهان ۲۶ کروموزومی در سطح مزرعه است به طوری که در مزرعه قسمت اعظم فراوانی مربوط به گیاهان ۲۸ کروموزومی است. به احتمال قوی بذره های تریپلوئیدی که فاقد یک یا چند کروموزوم هستند از نظر جوانه زنی و استقرار در مزرعه دچار مشکل شده و در طول دوره رویش از سطح مزرعه حذف می گردند.

در هر سه توده فراوانی هیپوپلوئیدها (گیاهانی با یک یا چند کروموزوم اضافه) بیشتر از هیپوپلوئیدها (گیاهانی با یک یا چند کروموزوم کمتر) بوده و گیاهان ۳۷ کروموزومی بیشترین فراوانی را نشان می دادند. بسمارک (۱۹۶۶) و روحی زاده (۱۳۷۵) در تحقیقات خود به این موضوع اذعان داشتند. فراوانی گیاهانی با بیش از ۳۷ کروموزوم و کمتر از ۳۵ کروموزوم بسیار کم است. در سطح مزرعه فراوانی این پدیده بین سه تا شش درصد کاهش یافته و کمتر از آن چیزی است که در بررسی ریشه ها به دست آمده است. در این مرحله فراوانی هیپوپلوئیدها نیز بیشتر از هیپوپلوئیدها بود و گیاهانی که بیش از یک کروموزوم اضافه و یا کم داشتند یعنی گیاهانی با ۳۸، ۳۴ و یا ۳۹ کروموزوم، در سطح مزرعه چندان زیاد نبودند که این موضوع نشانگر عدم توانایی آنها در رقابت با سایر گیاهان می باشد (جدول ۱).

در مقایسه با گیاهان تتراپلوئید فراوانی آنیوپلوئیدی در توده های تریپلوئید چه از نظر درصد (۱۶/۷ درصد در سطح ریشه چه و ۱۰/۱۱ درصد در سطح گیاهچه) و چه از نظر تنوع پائین تر است (جدول ۲) که این می تواند به دلیل عدم توانایی دانه های گرده آنیوپلوئید در رقابت با دانه های گرده سالم برای بارورسازی گامت های ماده باشد. در این مرحله در

جدول ۲- فراوانی آنیوپلوئیدی در توده‌های تریپلوئید

Table 2 Aneuploidy frequency in triploid populations

| توده<br>population | بافت مورد مطالعه<br>tissue | تعداد نمونه<br>No. of sample |   | تعداد کروموزوم<br>No. of chromosome |     |    |    |    | درصد آنیوپلوئیدی<br>aneuploidy % |
|--------------------|----------------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|-----|----|----|----|----------------------------------|
|                    |                            |                              |   | 25                                  | 26  | 27 | 28 | 29 |                                  |
| 10035              | ریشه چه<br>rootlet         | 175                          | - | 7                                   | 143 | 22 | 3  | -  | 18.29                            |
|                    | ریشه چه<br>rootlet         | 184                          | - | 9                                   | 156 | 19 | -  | -  | 15.22                            |
| 10986              | گیاهچه<br>seedling         | 153                          | - | 5                                   | 137 | 11 | -  | -  | 10.46                            |
|                    | ریشه چه<br>rootlet         | 187                          | - | 11                                  | 156 | 20 | -  | -  | 16.58                            |
| 11488              | گیاهچه<br>seedling         | 256                          | - | 5                                   | 231 | 19 | 1  | -  | 9.77                             |

در حین مطالعه و شمارش کروموزومی گیاهان تتراپلوئید، تعدادی ریشه که از نظر سطح پلوئیدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودند از میان هر توده انتخاب و برای بذرگیری در بهار سال بعد در محل مناسبی سیلو شدند. با مساعد شدن شرایط جوی، ریشه‌های مربوط به هر توده در یک قطعه ایزوله کشت شد که پس از ساقه روی و گرده‌افشانی، تولید بذر نمودند. پس از برداشت بذر هر توده، مقدار ۱۰ گرم بذر جهت تولید ریشه و شمارش کروموزومی طبق روشی که شرح داده شده است مورد تیمار قرار گرفت. در جدول سه نتایج بررسی کروموزومی ریشه‌های حاصل از این بذرهای در آزمایشگاه ارایه شده است.

میانگین فراوانی آنیوپلوئیدی در توده‌هایی که از گزینش گیاهان ۳۶ کروموزومی به دست آمد کمی کمتر و حدود ۲۶/۹۸ درصد است. علت این کاهش ممکن است به دلیل عدم وجود گیاهان آنیوپلوئید در ریشه‌های انتخابی باشد. مقایسه این نسبت‌ها با نسبت‌هایی که از کنترل کروموزومی ریشه‌های حاصل از بذر توده‌های تتراپلوئید اولیه به دست آمده بودند، تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد ( $P = 0/01$ ) و  $\chi^2 = 2/83$ . این موضوع نشانگر عدم تاثیر سلکسیون بر روی آنیوپلوئیدی است و اینکه روند نامنظم میوز در گیاهان تتراپلوئید موجب تشکیل گامت‌های آنیوپلوئید و متعاقب آن تولید بذر و گیاهان آنیوپلوئید می‌شود. در

در حین مطالعه و شمارش کروموزومی گیاهان تتراپلوئید، تعدادی ریشه که از نظر سطح پلوئیدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودند از میان هر توده انتخاب و برای بذرگیری در بهار سال بعد در محل مناسبی سیلو شدند. با مساعد شدن شرایط جوی، ریشه‌های مربوط به هر توده در یک قطعه ایزوله کشت شد که پس از ساقه روی و گرده‌افشانی، تولید بذر نمودند. پس از برداشت بذر هر توده، مقدار ۱۰ گرم بذر جهت تولید ریشه و شمارش کروموزومی طبق روشی که شرح داده شده است مورد تیمار قرار گرفت. در جدول سه نتایج بررسی کروموزومی ریشه‌های حاصل از این بذرهای در آزمایشگاه ارایه شده است.

کروموزومی است. نسبت آنیوپلوئیدی در توده های مورد مطالعه نیز همانند قبل از نظر آماری مورد مقایسه قرار گرفت که اختلاف معنی داری نداشتند. ( $\chi^2 = ۱/۶۶۳۲$  و  $P = ۰/۰۱$ ).

بررسی بسمارک نیز کنترل بذره های حاصل از گیاهان ۳۶ کروموزومی نشان می دهد که سطح آنیوپلوئیدی هیچ تغییر معنی داری نکرده است. در این مرحله نیز مجدداً فراوانی گیاهان هیبرید بیشتر از هیپوپلوئید بوده و بیشترین فراوانی مربوط به گیاهان ۳۷

جدول ۳ - فراوانی آنیوپلوئیدی در گیاهان تتراپلوئید حاصل از گزینش

**Table 3** Aneuploidy frequency in tetraploid populations derived from selection

| توده<br>population | بافت مورد مطالعه<br>tissue | تعداد نمونه<br>No. of sample | تعداد کروموزوم<br>No. of chromosome |    |     |    |    |    |       | درصد آنیوپلوئیدی<br>aneuploidy % |
|--------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----|-----|----|----|----|-------|----------------------------------|
|                    |                            |                              | 34                                  | 35 | 36  | 37 | 38 | 39 |       |                                  |
| 10026              | ریشه چه<br>rootlet         | 192                          | -                                   | 18 | 139 | 32 | 3  | -  | 27.59 |                                  |
| 10980              | ریشه چه<br>rootlet         | 197                          | -                                   | 14 | 150 | 30 | 2  | 1  | 23.86 |                                  |
| 11479              | ریشه چه<br>rootlet         | 200                          | 1                                   | 21 | 141 | 34 | 3  | -  | 29.50 |                                  |

قرار گرفتند. در جدول های چهار و پنج، وزن و نسبت وزنی و درصدند گیاهان آنیوپلوئید هر یک از توده های تتراپلوئید و تریپلوئید درج شده است.

در انتهای فصل رشد ریشه های مربوط به هر یک از سطوح آنیوپلوئیدی در هر توده برداشت و توزین شده و جهت تعیین اثر آنیوپلوئیدی از نظر صفات تکنولوژیکی روی خصوصیات شیمیائی، مورد تجزیه



جدول ۴- مقایسه گیاهان آنیوپلوئید و یوپلوئید از نظر وزن و درصد قند در توده های تتراپلوئید

**Table 4** Comparison of weight and sugar content between aneuploid and euploid plants in tetraploid populations

| توده<br>popul. | تعداد کروموزوم<br>No. of chromosome | تعداد گیاه<br>No. of plant | متوسط وزن ریشه<br>root weight average (gr) | نسبت وزنی<br>weight ratio | درصد قند<br>sugar content |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------|--|---------------------------|---------------------------|
| 10026          | 35                                  | 3                          | 770  | 58                        | 15.60                     |
|                | 36                                  | 19                         | 1316                                       | 100                       | 16.54                     |
|                | 37                                  | 9                          | 830  | 63                        | 16.33                     |
|                | 38                                  | 4                          | 700  | 53                        | 16.13                     |
|                | 39                                  | 1                          | 510  | 39                        | -                         |
| 10980          | 35                                  | 6                          | 650  | 61                        | 15.04                     |
|                | 36                                  | 19                         | 1068                                       | 100                       | 16.70                     |
|                | 37                                  | 15                         | 750  | 70                        | 16.42                     |
|                | 38                                  | 6                          | 630  | 59                        | 16.01                     |
|                | 39                                  | -                          | -  | -                         | -                         |
| 11479          | 35                                  | 17                         | 640  | 48                        | 15.96                     |
|                | 36                                  | 19                         | 1340                                       | 100                       | 17.44                     |
|                | 37                                  | 17                         | 760  | 57                        | 16.87                     |
|                | 38                                  | 3                          | 710  | 53                        | 16.12                     |
|                | 39                                  | 1                          | 490  | 37                        | -                         |

کروموزومی ۳۵ و ۳۸ نتایج وابسته به آن چندان قابل استناد نیست. به نظر می‌رسد هرچه عدم تعادل کروموزومی در گیاه بیشتر باشد شدت این تغییرات نیز بیشتر می‌شود.

در توده‌های تریپلوئید (جدول ۵) نیز وزن و درصد قند گیاهان آنیوپلوئید از گیاهان ۲۷ کروموزومی کمتر بود.

همانگونه که در جدول چهار دیده می‌شود گیاهان آنیوپلوئید نسبت به گیاهان ۳۶ کروموزومی دارای وزن کمتری هستند. میزان این کاهش وزن در توده‌های مورد آزمایش کمی متفاوت است و روند یکنواختی ندارد. بیشترین کاهش در رگه ۱۱۴۷۹ دیده می‌شود. درصد قند نیز در گیاهان آنیوپلوئید کمتر است و بیشترین کاهش مربوط به گیاهان ۳۵ کروموزومی است. البته با توجه به تعداد کم بوته در سطح

جدول ۵ - مقایسه گیاهان آنیوپلوئید و یوپلوئید از نظر وزن و درصد قند در توده های تریپلوئید

**Table 5** Comparison of weight and sugar content between aneuploid and euploid plants in triploid Populations

| توده<br>popul. | تعداد کروموزوم<br>No. of chromosome | تعداد گیاه<br>No. of plant | متوسط وزن ریشه گرم<br>root weight average (gr) | نسبت وزنی<br>weight ratio | درصد قند<br>sugar content |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------|--|---------------------------|---------------------------|
|                | 26                                  | 1                          | 220  | 15                        | -                         |
| 10986          | 27                                  | 25                         | 1480   | 100                       | 15.54                     |
|                | 28                                  | 9                          | 770  | 52                        | 14.45                     |
|                | 26                                  | 1                          | 260  | 17                        | -                         |
| 11488          | 27                                  | 30                         | 1570   | 100                       | 15.70                     |
|                | 28                                  | 19                         | 740  | 47                        | 15.12                     |

توجه به داده های بدست آمده و نتایج بررسی های سایر محققین، این پدیده می تواند در ارقام تریپلوئید موجب یک تا دو درصد کاهش محصول ریشخ شود.

### تشکر و قدردانی

از همکاران محترم آزمایشگاه سیتولوژی که در نمونه برداری و شمارش کروموزومی گیاهان مورد مطالعه اینجانب را یاری داده اند تشکر می نمایم. همچنین به خاطر زحمات فراوان همکاران در آزمایشگاه تکنولوژی قند برای عیارسنجی ریشه های انتخابی سپاسگزارم.

به علت آنکه تعداد گیاهان ۲۶ کروموزومی بسیار اندک بود لذا داده های مربوط به آن را نمی توان قاطع دانست ولی بدون شک آنها نیز می بایست وزن و درصد قند کمتری داشته باشند. کاهش میزان وزن و درصد قند در گیاهان ۲۶ کروموزومی احتمالاً بیشتر از گیاهان ۲۸ کروموزومی است. در مقایسه با توده های تریپلوئید و نتایج مربوط به آن به نظر می رسد در گیاهان تریپلوئید به خاطر تعداد کروموزوم کمتر تاثیر آنیوپلوئیدی بیشتر باشد. در مجموع آنیوپلوئیدی پدیده ای است که می توان آنرا جزء لاینفک توده های پلی پلوئید چغندر قند به حساب آورد که با افزایش سطح پلوئیدی درصد فراوانی آن نیز افزایش می یابد. با

## References

## منابع مورد استفاده

- روحی زاده، و (۱۳۷۶) بررسی آنیوپلوئیدی در جمعیت‌های اتوتتراپلوئید و تریپلوئید هیبرید چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۸۷ صفحه
- علیمرادی، الف. ۱۳۵۵. تتراپلوئیدی در چغندر قند. انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند
- Artschwager E (1940) Indication of polyploidy in sugar beets induced by colchicine. Proc. Am.Soc.Sugar Beet Technol. 1:120-121
- Bosemark NO (1966) On the origin and consequences of Aneuploidy in triploid and tetraploid sugar beet. IIRB.Vol 2:9-31
- Bosemark NO (1993) Genetics & Plant Breeding. PP 65-114 IN: D.A.Cooke & R.K.Scott (eds). The Sugar Beet Crop, Science into Practice. Chapman and Hall.
- Lynes FF, Harris CD (1942) Polyploidy in sugar beets induced by use of colchicine, ethyl mercury phosphate, and other chemicals. Proc. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 3:304-309
- Rommel M (1965) Cytogenetics of autotetraploid sugar beet (*Beta vulgaris*). Zuchter 35: 219.
- Rasmusson J, Levan A (1939) Tetraploid sugar beets from colchicine treatment. Hereditas 25:97-102.
- Savitsky H (1965) A method of inducing autopolyploidy in sugar beet by seed treatment. Journal of ASSBT Vol. 14(1):26-47
- Tsuchia T, Nakamura C (1978) Acetocarmine squash method for observing sugar beet chromosomes. Euphytica 28:249-256