غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند نسبت به نماتد سیستی

Screening of sugar beet genotypes to beet cyst nematode

لیلا مطیعیان[1]، مهدی نصر اصفهانی[2*] و مجید اولیا[3]

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۲

ل. مطعیان، م.ن. اصفهانی و م. اولیا. ۱۳۹۵. غربال ژنوتیپ‌های چغندرقند نسبت به نماتد سیستی. **چغندرقند، ۳۲(۲): ۱۰۷- ۱۲۱.**
DOI:10.22092/jsb.2016.107215

چکیده

نماتد سیستی (*Heterodera schachtii* Schmidt) یکی از عوامل محدودکننده رشد چغندرقند می‌باشد. با توجه به اهمیت و گستردگی این نماتد در ایران و به منظور جلوگیری از کاهش خسارت آن استفاده از ارقام مقاوم توصیه می‌شود. پیش نیاز تهیه رقم مقاوم، وجود ژنوتیپ‌های مقاوم است. در این تحقیق مقاومت ۷۰ ژنوتیپ چغندرقند در برابر نماتد سیستی به صورت طرح کامل تصادفی در سه تکرار در سطح گلخانه و طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سطح مزرعه در اصفهان بررسی شد. تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای با نرم افزار SAS و گروه‌بندی خوشه‌ای آن‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵۳ (SB-2)، ٦٩ (NE 0911)، ١٦ (SB32-HSF-5) کمترین تعداد سیست و ژنوتیپ‌های ١٦ (SB32-HSF-5) و ٥ (SB31-HSF-2)کمترین میزان تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل را دارا بودند. دو لاین ١٦ (SB32-HSF-5) و٥ (SB31-HSF-2)، به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند و در یک خوشه قرار گرفتند. به این ترتیب، می‌توان از ژنوتیپ‌های فوق‌الذکر در برنامه‌های اصلاحی به منظور تهیه رقم مقاوم بهره جست.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، نماتد سیستی، مقاومت، *Heterodera schachtii*

۱ – کارشناس ارشد گروه گیاه پزشکی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲ – دانشیار بیماری شناسی گیاهی، بخش تحقیقات گیاه پزشگی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،اصفهان، ایران *– نویسنده مسئول mne2011@gmail.com

۳– دانشیار گروه گیاه پزشکی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

مقدمه

نماتد سیستی چغندرقند *(Heterodera schachti)* از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای این محصول به حساب می‌آید و در غالب مناطق چغندرکاری دنیا از جمله اروپا، آمریکای شمالی و آسیا یافت می‌شود (Draycott 2006). این نماتد در ایران برای اولین بار از مزارع تربت حیدریه استان خراسان جمع‌آوری و گزارش شد. پس از آن نماتد در مزارع چغندرقند مشهد، بیرجند، مرودشت، اراک و میاندوآب مشاهده شد. از آن زمان تاکنون، نماتد مذکور از اکثر مناطق استان‌های خراسان، فارس، آذربایجان غربی، کهکیلویه و بویراحمد و مرکزی گزارش گردیده است.

(Sharafeh and Teymoori 1980; Mehdikhani Moghadam *et al*. 1996; Kalali and ForivarMahin 1979 ;Parvizi 1989).

در استان اصفهان اولین مورد آلودگی به نماتد چغندرقند در یکی از مزارع چغندرکاری کمال آباد برخوار در سال ۱۳۶۴ مشاهده و گونه آن *H. schachtii* تشخیص داده شد (Akhyani *et al*. 1993). هم اکنون این نماتد در مزارع چغندرقند استان‌های خراسان، اصفهان، آذربایجان غربی و فارس خسارت وارد می‌کند (Jafarpoor and Mahdikhani 1997). خسارت محصول در قسمت‌هایی از مزرعه که آلودگی بالایی دارد به صورت پژمردگی در اوقات گرم روز نمایان می‌شود. در گیاهان مبتلا، ریشه اصلی کوتاه و ریشه‌های فرعی متعددی ایجاد می‌شود (Whitney and Duffus 1986). سیست‌های سفید یا شیری رنگ روی ریشه‌های فرعی با چشم غیرمسلح قابل رویت است. کاهش خلوص شربت خام با افزایش املاح معدنی در ریشه از دیگر مکانیسم‌های خسارت نماتد سیستی است که در نهایت منجر به کاهش کیفیت محصول می‌شود (Parvizi *et al*.1993). روش‌های مختلفی از جمله تناوب،کاشت زودهنگام، استفاده از نماتدکش،گیاهان تله و ارقام مقاوم در مبارزه با نماتد سیستی چغندر قند اعمال می‌گردد. تناوب سه تا هفت ساله با گیاهان غیر میزبان در کنترل این نماتد ضروری است (Steel and Savitsky 1981). ولی، هر روش مبارزه‌ای باید اقتصادی، قابل اجرا در سطح وسیع و با کمترین اثرات سوءزیست محیطی باشد. با وجود این، چغندرقند در مقایسه با سایر گیاهان زراعی از ظرفیت ژنتیکی محدودی برخوردار است. اغلب ژن‌های مقاومت در رابطه با تنش‌های زنده و غیرزنده در گونه‌های دیگر جنس *Beta* دیده شده است. انتقال ژن از منابع مقاومت به چغندرقند امری بس دشوار است، زیرا در برخی موارد یا تلاقی امکان‌پذیر نبوده و یا در صورت انجام تلاقی، نتاج حاصل از تلاقی عقیم بودند (Van Geyt *et al*.1990). علاوه بر این در بسیاری موارد نیز محصول تلاقی و انتقال ژن، قابل عرضه به بازار نبوده زیرا به همراه ژن یا ژن‌های مورد نظر تعداد زیادی از صفات ناخواسته هم منتقل می‌گشت که حتی با چندین نسل تلاقی برگشتی اثرشان از جامعه حذف نمی‌شد (Van Geyt *et al*.1990). در گروه چغندرقندهای زراعی، منبع مقاومتی وجود ندارد (Muller1998). مقاومت به نماتد سیستی چغندرقند درگروه Procumbentes در گونه‌های *B. procumbens, B. webbiana* و *B. Paterllaris* دیده شده است. در این گونه‌ها، مقاومت کامل و واکنش میزبان به صورت فوق حساسیت است (Muller 1998). ژن مقاوم به نماتد که روی کروموزوم شماره ۱ گونه *B. Procumbens* شناسایی گردید را $HS1^{Pro1}$ نام نهادند. هم اکنون چند ژن مقاومت روی کروموزوم‌های مختلف گونه‌های وحشی گروه Procumbentes شناسایی شده‌اند (Mesbah 1997). مقاومت به صورت ناقص در گونه *B. vulgaris* ssp. *maritima* یافت شده است. این مقاومت به صورت چند ژنی و

مغلوب به ارث می‌رسد (Heijbroek 1977). از منبع مقاومت چند ژنی *B. vulgaris* ssp. *maritima* نیز برای تهیه رقم‌های مقاوم به نماتد سیستی و ویروس ریزومانیا استفاده شده است (Lewellen 2006). در بین گونه‌های وحشی مقاوم به نماتد فقط *B. maritima* قادر به تلاقی با چغندرقند است و سایر گونه‌های وحشی تلاقی‌پذیری پایینی دارند. با وجود موانع بسیار زیاد در تلاقی بین گونه‌ای چغندرقند با گونه‌های وحشی که مقاومت کامل و تک ژنی دارند، بالاخره، گیاهان دیپلوئید زراعی با یک کروموزوم اضافی تهیه و از آن‌ها به عنوان منبع مقاومت در تهیه‌ی رقم‌های مقاوم به نماتد استفاده شد (Taleghani *et al*. 2010). در نهایت، ژنوتیپ B883 که دارای کروموزوم شماره ۱ از *B. procumbens* بود، مقاومت کامل به نماتد مولد سیست از خود نشان داد (Taleghani *et al*. 2010). در ایران برای اولین بار دو منبع مقاوم به نماتد شامل W-1009 (منبع مقاوم تک ژنی حاصل از قطعه‌ای از کروموزوم *Beta procumbens* دارای ژن $HS1^{Pro1}$) و W -1010 (منبع مقاوم چند ژنی از منشا *Beta maritima*) با لاین‌های نر عقیم چند جوانه NB1 و C2 تلاقی و سپس با تک جوانه‌های نر عقیم ژنتیکی پرمحصول ۲۳۱ و ۲۶۱ چغندرقند تلاقی داده شدند تا مقاومت به آن‌ها منتقل شود. بعد از تلاقی مجدد توده‌های اولیه، مقاومت به نماتد به توده‌های تک جوانه و چند جوانه چغندرقند منتقل شد (Vahedi *et al*. 2008; Mahmoudi 2007). مؤسسه‌ی تحقیقات چغندرقند در چند سال اخیر با استفاده از منابع مقاوم گونه‌های وحشی و انتقال مقاومت از آن‌ها به چغندرقند، توده-های اصلاحی مقاوم امیدبخش تهیه کرده است (Mesbah 1997). با وجود ژن‌های مقاومت و فراوانی آن‌ها در توده‌های چغندرقند و استفاده از تلاقی برگشتی و خودگشنی بوته‌های مقاوم، توده‌های در خور توجهی برای اصلاح گرده‌افشان، والد مادری و در نهایت، تهیه رقم‌های مقاوم به وجود آمده است. غربال بوته‌ها در گلخانه، و استفاده از نشانگر مولکولی پیوسته با ژن $HS1^{Pro1}$ از جمله تکنیک‌هایی است که در تهیه‌ی رقم‌های مقاوم مورد استفاده قرار گرفته است (Bani-Hashemi *et al*. 2004; Rahmani *et al*. 2013) ارزیابی مقاومت به نماتد در شرایط گلخانه با مایه‌زنی لاروهای سن دوم زنده و فعال انجام می‌شود. گیاهچه‌های چغندرقند با ۳۰۰ لارو سن دوم نماتد سیستی چغندرقند مایه‌زنی و یک ماه بعد تعداد سیست تشکیل شده روی ریشه مبنای مقایسه مقاومت بوته‌ها قرار گرفته است. معمولاً گیاهان دارای کمتر از ۱۰ عدد سیست، مقاوم در نظر گرفته می‌شوند (Mesbah 1997).

در تحقیقات رحمانی و همکاران (Rahmani *et al*. 2006) ژنوتیپ‌های W-1009، W-1010 و رقم تجاری نماکیل به عنوان مقاوم تشخیص داده شدند که مبنای کار آن‌ها تعداد سیست بوده که چندان ملاک عمل نیست. ژن مقاوم $HS1^{pro1}$ شناسایی و توالی‌یابی شده و پایداری آن در نسل‌های بعدی نیز به اثبات رسیده است (Capistrano 2010; Jajer 2013). هم‌چنین، کیاو و همکاران (Qiao *et al*. 2013) توانسته‌اند ژن مقاوم به نماتد سیستی چغندرقند را از چغندر وحشی کلون نمایند. رحمانی و همکاران.(2013) با استفاده از دو آغازگر OP-D-13 و Sat-121 نشانگرهای مولکولی مرتبط با ژن‌های مقاومت به نماتد سیستی چغندرقند را شناسایی کرده‌اند. هم‌چنین، در کشور آلمان، ژن مقاوم *Hs1-2* در دو ژنوتیپ چغندر قند شناسایی و انتقال یافته است (Capistrano 2010). رحمانی و همکاران (2006) نیز بر اساس تعداد سیست‌های تشکیل شده در ریشه و خاک، تعدادی ژنوتیپ مقاوم به نماتد سیستی چغندرقند را در شرایط گلخانه معرفی نمودند، همچنین اخیراً مؤسسه تحقیقات

اصلاح و تهیه بذر چغندرقند دو رقم متحمل به نماتد سیستی به نامهای آریا و شکوفا معرفی کرده است.

هدف از این مطالعه بررسی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند نسبت به نماتد سیستی در شرایط گلخانه و مزرعه بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های چغندرقند نسبت به نماتد سیستی، در این تحقیق تعداد ۷۰ ژنوتیپ چغندرقند در سه تکرار به صورت طرح کامل تصادفی در گلخانه و طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سطح مزرعه بررسی شدند.

الف- مطالعات گلخانه‌ای

این بررسی‌ها در گلخانه‌ی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام گرفت. از گلدان‌های یک کیلوگرمی استفاده گردید، که با خاک استریل با ترکیب خاک و ماسه به میزان ۱:۱ پر شدند، در هر گلدان چهار بوته نگه‌داری شد. به منظور تهیه زادمایه نماتد، مزرعه‌ای با سابقه آلودگی به نماتد در منطقه خوراسگان در اطراف کارخانه قند اصفهان انتخاب و مزرعه آلوده به چهار بخش فرضی تقسیم شد. از هر بخش نمونه‌های مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه شد. مقدار زیادی خاک (که در هوای معمولی خشک شده بود) با استفاده از روش فنویک (Fenwick 1940) و الک ۶۰ مش (۲۵۰ میکرون) شسته شد و سیست‌های موجود در خاک با استفاده از نوارهای کاغذی مخصوص و الک جدا گردید. لازم به ذکر است که سیست‌های جدا شده بر اساس شاخص‌های ریخت شناسی و اندازه سیست فقط سیست‌های *Heterodera schachtii* جدا شد. جهت تهیه لارو نماتد، سیست‌های جدا شده را با استفاده از سیست خردکن خرد کرده و هر یک از گیاهچه‌های چغندرقند داخل گلدان‌ها از مرحله چهار برگی در چهار نوبت با ۱۰۰۰ لارو سن دوم فعال نماتد در مجموع ۴۰۰۰ لارو و تخم در چهار مرحله در فواصل زمانی هفت روزه مایه‌زنی شدند. دو ماه پس از آخرین مایه‌زنی فقط تعداد سیست‌های تشکیل شده روی ریشه و داخل خاک گلدان‌ها مورد شمارش قرار گرفتند. از هر نمونه به صورت جداگانه به میزان ۲۰۰ گرم خاک برداشته و سیست‌های آن به روش فنویک استخراج شد. سیست‌ها توسط سیست خردکن خرد شده و تخم و لارو آن‌ها آزاد گردید. پس از آن حجم سوسپانسیون به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسید و شمارش جمعیت نهایی لارو و تخم نماتد توسط اسلاید انجام و در گرم خاک هر گلدان در سه تکرار محاسبه شد.

ب- مطالعات مزرعه‌ای

در ابتدای آزمایش، مزرعه‌ای با سابقه کشت چغندرقند و آلودگی به نماتد سیستی در منطقه یقهاب خوراسگان در اطراف کارخانه‌ی قند اصفهان انتخاب گردید. گونه مورد نظر (*H. schachtii*) پس از جداسازی از خاک و ریشه چغندرقند و تهیه برش از مخروط انتهای بدن سیست‌ها و بررسی خصوصیات مرفولوژیکی و مرفومتریکی آن‌ها و لاروهای سن دوم با استفاده از کلیدهای مول‌موی و مرگان‌گلدن شناسایی گردید. برجستگی تاول مانند نزدیک مخرج بزرگ و شبیه دندان آسیاب، پهنای هاله شفاف دور پنجره‌های خروجی لارو که نصف عرض پنجره‌هاست از *H. schachtii* مشخصاتی است که گونه را از گونه‌های مشابه متمایز می‌کند. زمین انتخابی، ۶۵۰ متر بود. برای تعیین جمعیت اولیه‌ی (Pi) نماتد سیستی چغندرقند در خاک، ابتدا یک نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و پس از مخلوط کردن آن‌ها، یک نمونه‌ی مرکب دو کیلوگرمی تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد.

سپس، ۲۰۰ گرم از خاک هر نمونه در هوای معمولی خشک و سیست‌های موجود در آن با روش فنویک استخراج شد (Fenwick 1940). کلیه‌ی سیست‌های پر (حاوی لارو و تخم سن دوم) با بررسی در زیر استرئو میکروسکوپ جدا و پس از خرد کردن آن‌ها با سیست خردکن، جمعیت اولیه‌ی لارو و تخم سن دوم موجود در ۲۰۰ گرم خاک و در نهایت در یک گرم خاک به میزان ۴/۳۸ عدد محاسبه شد. جهت بررسی میزان حساسیت و مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند به نماتد سیستی، ژنوتیپ‌های مورد نظر به صورت خطی در اسفند ماه ۱۳۹۱در خاک آلوده مزرعه کشت شدند. زمین مورد آزمون به ۲۱۰ خط تقسیم شد که طول هر خط شش متر، فواصل بین بذور کاشته شده نیم متر و فاصله بین هر پشته با پشته بعدی ۳۰ سانتی‌متر بود. که ژنوتیپ ۵۶ به عنوان شاهد مقاوم و ژنوتیپ ۷۰ شاهد حساس در نظر گرفته شد. عملیات برداشت در آبان ماه ۱۳۹۲ صورت پذیرفت. جهت تعیین جمعیت نهایی ۲۱۰ نمونه، پس از خارج کردن گیاهان از زمین، مقدار ۲۰۰ گرم از خاک اطراف بوته برداشته شده و پس از مخلوط کردن به صورت یک نمونه واحد به آزمایشگاه منتقل شد. از هر نمونه به صورت جداگانه به میزان ۲۰۰ گرم خاک برداشته و سیست‌های آن به روش فنویک استخراج شد. سیست‌ها توسط سیست خردکن خرد شده و تخم و لارو آن‌ها آزاد گردید. پس از آن حجم سوسپانسیون به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسید و شمارش تخم و لارو در سه تکرار صورت گرفت. در نهایت جمعیت نهایی لارو و تخم موجود در در هر گرم خاک مزرعه مربوطه محاسبه شد.

برای ارزیابی ریشه‌های ۱۶ گیاه از هر ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد آزمون، از روش ذیل استفاده گردید:

در شاهد حساس، اگر متوسط تعداد سیست کمتر از۴۰ باشد آزمایش حذف می‌شود.

اگر بین ۸۰-۴۰ باشد، کیفیت اجرای آزمایش متوسط و آزمایش ادامه می‌یابد. گیاهان با تعداد سیست کمتر از ۸-۴ مقاوم.

اگر بیش از ۸۰ تا ۱۰۰ سیست باشد کیفیت اجرای آزمایش خوب و آزمایش ادامه می‌یابد. گیاهان با تعداد سیست کمتر از ۱۰ تا ۱۵ مقاوم.

اگر بیش از ۱۲۰ سیست باشد کیفیت اجرای آزمایش عالی و آزمایش ادامه می‌یابد. گیاهان با تعداد سیست کمتر از ۲۵ تا ۳۰ مقاوم

ولی، جهت سهولت و نتیجه قاطع‌تر تغییراتی به شرح ذیل در جدول ۱ در آن ایجاد و ژنوتیپ‌ها ارزیابی گردید. در نهایت فاکتور تولید مثل طبق روش اوستن برینک (Oostenbrink 1966) بر اساس فرمول RF= Pf/Pi محاسبه گردید و مبنای مقایسه ارقام قرار گرفت (Doney and Whitney 1969).

جدول ۱ ارزیابی مقاومت بر اساس شاخص تعداد تخم و لارو

شاخص تعداد تخم و لارو	درجه مقاومت
۰-۵	مقاوم
۵-۱۰	نسبتاً مقاوم
۱۰-۲۵	متحمل
۲۵ -۵۰	نسبتاً حساس
بیشتر از ۵۰	حساس

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از بررسی‌های گلخانه و مزرعه با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها

با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. برای دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها فقط بر اساس تعداد تخم و لارو به روش تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از ارزیابی گلخانه و مزرعه و هم‌چنین ارزیابی مرکب نشان داد که تعدادی از ژنوتیپ‌ها از نظر صفات فوق اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد ژنوتیپ‌ها را در پنج گروه مقاوم، نسبتاً مقاوم، متحمل، نسبتاً حساس و حساس دسته‌بندی کرد.

الف- نتایج حاصل از ارزیابی گلخانه

نتایج حاصله از داده‌های گلخانه در خصوص میانگین تعداد سیست روی ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد (جدول ۲). در این خصوص ژنوتیپ ۳۵ (SB35) با بیشترین تعداد سیست (۲/۳۴ عدد) نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<0/01). سپس ژنوتیپ‌های ۵۰(NE-0910-HSF-43) و ۶۳(F-20603) به طور مشترک با ۱/۴۹ و ژنوتیپ ۱۹(SB32-HSF-10) با ۱/۳۶ در گروه آماری دیگری قرار گرفتند. هم‌چنین، ژنوتیپ‌های ۵۳ (SB-2)، ۶۹(NE 0911) و ۵۴(SB-3) به طور مشترک با ۰/۱۵ سیست، کمترین تعداد سیست را در این بررسی در شرایط گلخانه داشتند. نتایج حاصل از ارزیابی گلخانه نشان داد که بیشترین تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل مربوط به ژنوتیپ ۳۵(SB35) با ۱۰۹/۳۳و ۲۷/۳۳ عدد می‌باشد. سپس رقم پالما با ۱۰۴/۵۵ و ۲۶/۱۴ عدد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل در گروه دوم قرار گرفت. پس از این دو، ژنوتیپ ۱۹(SB32-HSF-10) و رقم گیادا در ردیف‌های بعدی قرار گرفتند. هم‌چنین، کمترین میزان تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل مربوط به ژنوتیپ ۱۶(SB32-HSF-5) با ۲/۵۰ و ۰/۶۳عدد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل می‌باشد. سپس ژنوتیپ‌های ۵(SB31-HSF-2)، ۳ (SB27-HSF-10)، رقم توکان و کاکتوس کمترین تعداد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل را به خود اختصاص دادند (جداول ۳).

جدول۲ خلاصه تجزیه واریانس شاخص‌های ارزیابی مقاومت به نماتد سیستی روی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط گلخانه و مزرعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد سیست		تعداد تخم و لارو		فاکتور تولیدمثل	
		گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه
تکرار	۲	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۴۶/۴۱**	۴/۹۳**	۲/۹۱**	۱۴/۵۸**
تیمار	۶۹	۰/۴۷**	۰/۵۷**	۲۰۴۷/۰۳**	۲۸۷۱/۴۵**	۱۲۷/۹۲**	۱۵۰/۷۰**
خطا	۱۳۸	۰/۰۹	۰/۰۱	۳/۱۶	۲/۶۹	۰/۱۹	۰/۲۷
CV		۱۵/۴۱	۱۴/۱۹	۷/۴۰	۶/۶۳	۷/۴۰	۷/۴۰

ns و * * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک در صد

جدول۳ میانگین تعداد سیست، تخم و لارو و فاکتور تولید مثل نماتد *Heterodera schachtii* روی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط گلخانه و مزرعه

ردیف	ژنوتیپ	اسامی ژنوتیپ‌ها	تعداد سیست		تعداد تخم و لارو		فاکتور تولیدمثل	
			گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه
۱	۳۵	SB35	۲/۳۴a	۲/۶۲a	۱۰۹/۳۳a+	۱۲۳/۱۸b+	۲۷/۳۳a	۲۸/۲۳ b
۲	۶۲	Palma	۱/۱۲k	۱/۲۷h	۱۰۴/۵۵b+	۱۱۸/۶۷c+	۲۶/۱۴b	۲۷/۲۲ b
۳	۱۹	SB32-HSF-10	۱/۳۶g	۱/۴۹f	۹۸c+	۱۴۸a+	۲۴/۵c	۳۳/۸۷ a
۴	۶۳	Giada	۱/۴۹f	۱/۵۸ef	۸۷/۸۵d+	۱۰۱/۰۳d+	۲۱/۹۶d	۲۳/۱۵ c
۵	۲۳	SB35-HSF-8	۰/۸۴p	۰/۹۴n	۷۵/۶۱e+	۸۵/۳۱e+	۱۸/۹e	۱۹/۵۶ d
۶	۳۹	S1-89134	۰/۹۲n	۱/۰۱l	۷۴/۶e+	۸۱/۵۱f+	۱۸/۶۵e	۱۸/۶۹ d
۷	۷۰	191	۱/۱۴k	۱/۱۵j	۷۲/۳۳e+	۸۳/۲۳ef+	۱۸/۰۸e	۱۹/۰۸ d
۸	۵۰	NE-0910-HSF-43	۱/۴۹f	۱/۶e	۷۴/۶۳f+	۵۸/۶۹g+	۱۵/۹۳f	۱۵/۹۵ e
۹	۴۱	SB28-HSF-14	۰/۷۲q	۰/۰۸z	۶۳/۲۶f+	۷۱/۳۸g+	۱۵/۸۲f	۱۶/۳۶ e
۱۰	۳۴	SB33	۱/۱k	۱/۲۷gh	۴۹/۶۵g++	۵۸/۲۲h+	۱۲/۴۱g	۱۳/۳۰ f
۱۱	۲	SB27-HSF-2	۱/۲۷h	۱/۶e	۴۹/۵۵g++	۵۸/۲۱h+	۱۲/۳۹g	۱۳/۲۸ f
۱۲	۲۴	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-3	۰/۷۲q	۰/۸۱p	۴۳/۶۴h++	۵۵/۱۲h+	۱۰/۹۱h	۱۲/۶۴ f
۱۳	۶۷	SB30	۰/۶s	۰/۷۲q	۳۵/۸۸i++	۵۰/۴۲i++	۸/۹۷i	۹/۹۹ g
۱۴	۵۵	SB-4	۰/۵۱t	۰/۶۳s	۳۴/۲۹i++	۳۹/۷۸j++	۸/۵۵i	۹/۱۴ g
۱۵	۴۷	SB34-HSF-28	۱/۱۲k	۱/۳۱h	۳۳/۳۶j++	۳۸/۷۸j++	۸/۳۴j	۸/۹۲ g
۱۶	۴۲	SB34-HSF-1	۰/۶s	۰/۶۵qs	۳۲/۷j++	۳۹/۲۹j++	۸/۱۸k	۹/۰۱ g
۱۷	۴۳	SB34-HSF-2	۰/۴۸tu	۰/۵۶st	۳۱/۹۲k++	۳۸/۲۸j++	۷/۹۸۱l	۸/۷۸ g
۱۸	۱۳	SB32-HSF-2	۰/۵۴t	۰/۵۹st	۲۹/۹۸l++	۳۳/۱۶k++	۷/۴۹۱l	۷/۶۱ h
۱۹	۳۶	(7112*SB36)*SB31	۰/۸۵np	۰/۸۹np	۲۹/۵۷l++	۳۳/۳۵k++	۷/۳۹۱l	۷/۶۴ h
۲۰	۳۳	SB32	۰/۸۸np	۱۱l	۲۷/۸۷m++	۳۲/۴۸k++	۶/۹۷m	۷/۴۵ i
۲۱	۵۱	NE-0910-HSF-46	۰/۹۶n	۱/۰۲l	۲۷/۷۲m++	۳۰/۳۲k++	۶/۹۳n	۷/۴ i
۲۲	۴۸	NE-0910-HSF-21	۰/۵۸st	۰/۶۸qs	۲۴/۱n***	۲۲/۹۹k++	۶/۰۳o	۶/۷۸ i
۲۳	۲۲	SB35-HSF-4	۰/۷۶pq	۰/۸۸np	۲۳/۸۲n***	۳۱/۳۹k++	۵/۹۶o	۷/۱ i
۲۴	۴۰	SB28-HSF-2	۰/۴u	۰/۴۵tu	۲۳/۷۲n***	۲۸/۲۴l++	۵/۹۳o	۶/۴۸ j
۲۵	۳۷	(7112*SB36)*SB32	۰/۶۷qs	۰/۷۶pq	۲۰/۷۴o***	۵۰/۲۴m***	۵/۱۸p	۵/۶۵ k
۲۶	۱۵	SB32-HSF-4	۰/۸۲p	۰/۹۴n	۱۷/۸۲p***	۲۰/۷۱n***	۴/۴۵p	۴/۷۵ m
۲۷	۲۱	SB35-HSF-1	۰/۵۱t	۰/۵۷st	۱۷/۲۷q***	۱۸/۵۹o***	۴/۳۲pr	۴/۲۷ o
۲۸	۵۹	Saccara	۰/۸۲p	۰/۹۸ln	۱۶/۱۵r***	۲۲/۷۹m***	۴/۰۴q	۵/۲۱ l
۲۹	۳۲	SB31	۰/۳۳x	۰/۳۸ux	۱۶/۰۹s***	۱۸/۳or***	۴/۰۲q	۴/۲ o
۳۰	۱۰	SB31-HSF-9	۰/۶۴s	۰/۷۳q	۱۵/۹۴s***	۱۸/۹o***	۳/۹۹r	۴/۳۴ o
۳۱	۴۶	SB34-HSF-13	۰/۳۱x	۰/۳۸ux	۱۵/۷۳t***	۱۸/۲۸o***	۳/۹۳r	۴/۱۹ o
۳۲	۱۸	SB32-HSF-9	۱/۳۱h	۱/۳۸g	۱۵/۱۴t***	۲۳/۲m***	۳/۷۸s	۵/۳۲ l
۳۳	۶۸	SB34	۰/۳۱x	۰/۴u	۱۴/۷۵t***	۲۰/۰۶n***	۳/۶۹t	۴/۵۹ kn
۳۴	۱۲	SB32-HSF-1	۰/۱۹z	۰/۲۴y	۱۴/۵۸t***	۱۷/۸۵o***	۳/۶۵t	۴/۰۹ p
۳۵	۱۷	SB32-HSF-8	۰/۲۸xy	۰/۳۳x	۱۳/۶۷t***	۱۶/۱۲p***	۳/۴۲u	۳/۶۹ q
۳۶	۲۷	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-20	۰/۲۳y	۰/۲۸xy	۱۳/۱۱u***	۱۵/۱۹q***	۳/۲۸v	۳/۴۸ r
۳۷	۱۱	SB31-HSF-10	۰/۲x	۰/۳۴x	۱۲/۹۵u***	۱۵/۲۲q***	۳/۲۴v	۳/۴۹ r
۳۸	۲۵	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-11	۰/۶۷qs	۰/۷۳q	۱۲/۱۱v***	۱۴/۶۶r***	۳/۰۲w	۳/۳۶ s
۳۹	۵۳	SB-2	۰/۱۵z	۰/۱۹z	۱۱/۸۹v***	۱۵/۷۱q***	۲/۹۷w	۳/۶۱ q
۴۰	۵۴	SB-3	۰/۱۵z	۰/۲۱y	۱۱/۸۹v***	۱۶/۷۶p***	۲/۹۷w	۳/۸۴ mp

۴۱	۶۵	SB28	۰/۶۱s	۰/۷۳q	۱۱/۸۸v***	۱۶/۶۲p***	۲/۹۷w	۳/۸۱ mp
۴۲	۶۶	SB29	۰/۶۶qs	۰/۷۵pq	۱۱/۶۶v***	۱۶/۱۶p***	۲/۹۲x	۳/۷۱ q
۴۳	۴۹	NE-0910-HSF-38	۰/۴۸tu	۰/۵۵st	۱۱/۶۵v***	۱۵/۱۱q***	۲/۹۱x	۳/۴۶ r
۴۴	۵۷	Fernando	۰/۶۱s	۰/۶۹qs	۱۱/۵۹x***	۱۷/۵۸o***	۲/۹x	۴/۰۵ p
۴۵	۷	SB31-HSF-6	۰/۴۱u	۰/۴۷tu	۱۱/۲۴x***	۱۳/۲۴t***	۲/۸۱x	۳/۰۴ t
۴۶	۱۴	SB32-HSF-3	۰/۷۵pq	۰/۸۴p	۹/۱۶x**	۱۳/۹۲s***	۲/۲۹xy	۳/۲ t
۴۷	۲۸	(7112*SB36)*S1-3	۰/۸۵np	۱/۰۲l	۸/۳۴x**	۱۲/۱۳u***	۲/۲۴xy	۲/۷۸ u
۴۸	۶۹	NE 0911	۰/۱۵z	۰/۱۹z	۸/۳۴x**	۱۳/۲۲t***	۲/۰۹xy	۳/۰۴ t
۴۹	۴۴	SB34-HSF-5	۰/۲۱y	۰/۲۶xy	۷/۸۱y**	۹/۳w**	۱/۹۵y	۲/۱۴ u
۵۰	۴	SB31-HSF-1	۰/۷۷pq	۰/۸۹np	۷/۴۲xy**	۸/۲۹wx**	۱/۸۵y	۱/۹۱ v
۵۱	۳۱	(7112*SB36)*S1-20	۰/۴۷tu	۰/۵۶st	۷/۰۲xy**	۸/۱۹wx**	۱/۷۶y	۱/۸۷ w
۵۲	۳۰	(7112*SB36)*S1-16	۰/۴۲u	۰/۵۲t	۶/۹۵y**	۹/۹۶w**	۱/۷۴y	۲/۲۹ u
۵۳	۶۴	SB26	۰/۵۹st	۰/۶۹qs	۶/۶۴y**	۱۰/۷۵v***	۱/۶۶y	۲/۴۶ u
۵۴	۱	SB27-HSF-1	۰/۳x	۰/۳۵ux	۶/۱۵y**	۷/۴۲x**	۱/۵۴y	۱/۷ w
۵۵	۲۶	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-16	۰/۶۷qs	۰/۷۵pq	۵/۸۹yz**	۸/۴۷w**	۱/۴۷yz	۱/۹۵ l
۵۶	۶	SB31-HSF-5	۰/۲۸xy	۰/۳۲x	۵/۸۵yz**	۷/۲۷x**	۱/۴۷yz	۱/۶۷ wx
۵۷	۵۸	Sanetta	۰/۲۶xy	۰/۳۳x	۵/۸۴yz**	۸/۸w**	۱/۴۶yz	۲/۰۱ v
۵۸	۹	SB31-HSF-8	۰/۴x	۰/۳۶ux	۵/۰۹yz**	۶/۶۹y**	۱/۲۸yz	۱/۵۴ wx
۵۹	۳۸	S1-89074	۰/۳۱x	۰/۳۴x	۴/۹۹z*	۶/۳۲y**	۱/۲۵yz	۱/۴۵ x
۶۰	۴۵	SB34-HSF-10	۰/۶۲s	۰/۷۳q	۴/۷۱z*	۷/۶۴x**	۱/۱۸yz	۱/۷۵ w
۶۱	۸	SB31-HSF-7	۰/۱۹z	۰/۲۱y	۴/۲۱z*	۵/۵۹yz**	۱/۰۵z	۱/۲۸ xy
۶۲	۲۰	SB33-HSF-1	۰/۳۶ux	۰/۴۲u	۳/۹۷z*	۶/۱۱y**	۱z	۱/۴ x
۶۳	۵۲	SB-1	۰/۴۴u	۰/۵۱t	۳/۹۱z*	۶/۲۸y**	۰/۹۸z	۱/۴۴ x
۶۴	۵۶	Pauletta	۰/۲۲y	۰/۲۹xy	۳/۷۸z*	۷/۷۳x**	۰/۹۴z	۱/۷۷ w
۶۵	۲۹	(7112*SB36)*S1-11	۰/۶۴s	۰/۴۸tu	۳/۷۵z*	۵/۳۲yz**	۰/۹۴z	۱/۹۵ l
۶۶	۶۱	Cactus	۰/۱۹z	۰/۲۸xy	۳/۷۴z*	۵/۵۷yz**	۰/۹۴z	۱/۲۸ xy
۶۷	۶۰	Toucan	۰/۳۸ux	۰/۴۱u	۳/۷۴z*	۳/۵۶z*	۰/۹۳z	۰/۸۲ y
۶۸	۳	SB27-HSF-10	۰/۲۵xy	۰/۲۹xy	۳/۵۳ac*	۴/۲۷z*	۰/۸۸d	۰/۹۷ y
۶۹	۵	SB31-HSF-2	۰/۳۶ux	۰/۷۳q	۳/۱۹bc*	۴/۲۷z*	۰/۸d	۰/۹۸ y
۷۰	۱۶	SB32-HSF-5	۰/۱۶z	۰/۲y	۲/۵c*	۳/۲۱z*	۰/۶۳d	۰/۷۴ z

* مقاوم **نسبتاً مقاوم *** متحمل ++ نسبتاًحساس + حساس

– اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اثر معنی دار هستند.

ب- نتایج حاصل از ارزیابی مزرعه

نتایج حاصله از داده‌های مزرعه در خصوص میانگین تعداد سیست روی ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی نشان داد که تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. در این خصوص ژنوتیپ ۳۵(SB35) با بیشترین تعداد سیست در گرم خاک یعنی ۲/۶۲ عدد در رأس قرار گرفت که در یک گروه مجزا و با اثر معنی‌دار واقع شده است. سپس ژنوتیپ‌های ۲(SB27-HSF-2)، ۵۰(NE-0910-HSF-43) به طور مشترک با ۱/۶۰ و رقم پالما با ۱/۵۸ در یک گروه آماری جدا قرار گرفتند. هم‌چنین، ژنوتیپ ۵۳(SB-2) و ۶۹(NE 0911) به طور مشترک با ۰/۱۹ عدد سیست و ژنوتیپ ۱۶(SB32-HSF-5) با ۰/۲۰ کمترین تعداد سیست را در این بررسی در شرایط مزرعه داشتند. در این ارزیابی از لحاظ تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل، ژنوتیپ ۱۹(SB32-HSF-10) با بیشترین تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل یعنی ۱۴۸ و ۳۳/۸۷ عدد در رأس قرار گرفت. سپس ژنوتیپ ۳۵(SB35) با ۱۲۳/۱۸ و ۲۸/۲۳ عدد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل در ردیف دوم و پس از

این دو، ژنوتیپ ۶۲(F-20583) و ۶۳(F-20603) به ترتیب با ۱۱۸/۶۷و ۲۷/۲۲، ۱۰۱/۰۳و ۲۳/۱۵ عدد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل در ردیف بعدی قرار گرفتند. ژنوتیپ ۱۶(SB32-HSF-5) با ۳/۲۱ و ۰/۷۴ عدد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل و سپس رقم توکان، ژنوتیپ‌های ۳(SB27-HSF-1)، ۵ (SB31-HSF-2) و ۲۹((7112*SB36)*S1-11)) به ترتیب با ۳/۵۶ و ۰/۸۲، ۴/۲۷و ۰/۹۷، ۴/۲۷ و۰/۹۸، ۵/۳۲ و ۱/۲۲،کمترین تعداد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثل را در این بررسی‌ها در شرایط مزرعه داشته‌اند (جداول ۴ و ۵).

جدول٤ خلاصه تجزیه واریانس مرکب تعداد سیست، تخم ولارو و فاکتور تولید مثل نماتد سیستی روی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط مرکب گلخانه و مزرعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات تعداد سیست	میانگین مربعات تعداد تخم و لارو	میانگین مربعات فاکتور تولیدمثل
مکان	۱	۰/۷۹**	۲۷۴۳/۹۱**	۴۷/۴۱**
تکرار	۴	۰/۰۰۲ns	۲۵/۶۷**	۷/۸۴**
تیمار	۶۹	۱/۰۴**	۴۸۵۸/۵۱**	۲۷۶/۷۳**
مکان * تیمار	۶۹	۰/۰۰۴ns	۵۹/۹۶**	۱/۸۹**
خطا	۲۷۶	۰/۰۰۹	۲/۹۳	۰/۲۳
CV		۱۴/۷۶	۶/۴۳	۷/۶۹

ns و * * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک در صد

جدول ۵ میانگین تعداد سیست، تخم و لارو و فاکتور تولید مثل نماتد *Heterodera schachtii* روی ژنوتیپ‌های چغندرقند در شرایط مرکب گلخانه و مزرعه.

ردیف	ژنوتیپ	اسامی ژنوتیپ‌ها	تعداد سیست	تعداد لارو و تخم	فاکتور تولیدمثل
۱	۱۹	SB32-HSF-10	۱/۴۳ g	۲۹/۱۹ a	۱۲۳ a+
۲	۳۵	SB35	۲/۴۸ a	۲۷/۷۸ b	۱۱۶/۲۶ b+
۳	۶۲	Palma	۱/۲۰ j	۲۶/۶۸ c	۱۱۱/۶۱ c+
۴	۶۳	Giada	۱/۵۴ f	۲۲/۵۶ d	۹۴/۴۴ d+
۵	۲۳	SB35-HSF-8	۰/۸۹ np	۱۹/۲۳ e	۸۰/۴۶ e+
۶	۳۹	191	۰/۹۷ l	۱۸/۶۷ e	۷۸/۰۶ ef+
۷	۷۰	S1-89134	۱/۱۴ k	۱۸/۵۸ e	۷۷/۷۸ f+
۸	۴۱	SB28-HSF-14	۰/۷۷ pq	۱۶/۰۹ f	۶۷/۳۲ g+
۹	۵۰	NE-0910-HSF-43	۱/۵f	۱۵/۹۴ f	۶۶/۶۶ g+
۱۰	۳۴	SB33	۱/۱۹ k	۱۲/۸۶ g	۵۳/۹۲ h+
۱۱	۲	SB27-HSF-2	۱/۴۴ g	۱۲/۸۳ g	۵۳/۸۸ h+
۱۲	۲۴	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-3	۰/۷۷ pq	۱۱/۷۸ h	۴۹/۳۹ I++
۱۳	۶۷	SB30	۰/۶۶ qs	۹/۴۸ i	۳۹/۶۹ j++
۱۴	۵۵	SB-4	۰/۵۷ st	۸/۸۶ j	۳۷/۰۴ k++
۱۵	۴۷	SB34-HSF-28	۱/۲۲ j	۸/۶۳ j	۳۶/۰۷ k++
۱۶	۴۲	SB34-HSF-1	۰/۶۳ s	۸/۶۰ j	۳۵/۹۹ k++
۱۷	۴۳	SB34-HSF-2	۰/۵۲ t	۸/۳۸ j	۳۵/۰۹ k++
۱۸	۱۳	(7112*SB36)*SB31	۰/۵۶ st	۷/۵۵ k	۳۱/۵۷ l++
۱۹	۳۶	SB32-HSF-2	۰/۸۷ pq	۷/۵۲ k	۳۱/۴۶ l++
۲۰	۳۳	SB32	۰/۹۴ n	۷/۲۱ l	۳۰/۱۸ l++
۲۱	۵۱	NE-0910-HSF-46	۰/۹۷ l	۷/۱۷ m	۳۰/۰۱ lm++
۲۲	۲۲	SB35-HSF-4	۰/۸۲ p	۶/۵۷ mn	۲۷/۶۱ n++

۲۳	۴۸	NE-0910-HSF-21	۰/۶۳ s	۶/۴۵ mn	۲۷/۰۵ n++
۲۴	۴۰	SB28-HSF-2	۰/۴۳ u	۶/۲۱ n	۲۵/۹۸ n++
۲۵	۳۷	(7112*SB36)*SB32	۰/۷۲ q	۵/۴۲ o	۲۲/۶۲ o***
۲۶	۵۹	Saccara	۰/۹۰ n	۴/۶۳ p	۱۹/۴۷ p***
۲۷	۱۵	SB32-HSF-4	۰/۸۹ np	۴/۶۰ p	۱۹/۲۷ p***
۲۸	۱۸	SB32-HSF-9	۱/۳۴ h	۴/۵۵ q	۱۹/۱۷ p***
۲۹	۲۱	SB35-HSF-1	۰/۵۴ t	۴/۳۰ q	۱۷/۹۳ q***
۳۰	۱۰	SB31-HSF-9	۰/۶۸ qs	۴/۱۶ r	۱۷/۴۲ r***
۳۱	۶۸	SB34	۰/۳۶ ux	۴/۱۴ r	۱۷/۴۱ r***
۳۲	۳۲	SB31	۰/۳۶ ux	۴/۱۱ s	۱۷/۱۹ r***
۳۳	۴۶	SB34-HSF-13	۰/۳۵ ux	۴/۰۶ t	۱۷/۰۱ s***
۳۴	۱۲	SB32-HSF-1	۰/۲۲ y	۳/۸۷ u	۱۶/۲۱ st***
۳۵	۱۷	SB32-HSF-8	۰/۳۱ x	۳/۵۶ v	۱۴/۹۰ t***
۳۶	۵۷	SB-3	۰/۶۵ qs	۳/۴۸ v	۱۴/۵۹ t***
۳۷	۵۴	SB28	۰/۱۸ z	۳/۴۱ w	۱۴/۳۲ tu***
۳۸	۶۵	SB29	۰/۶۷ qs	۳/۳۹	۱۴/۲۵ tu***
۳۹	۲۷	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-20	۰/۲۷ xy	۳/۳۸ w	۱۴/۱۵ tu***
۴۰	۱۱	SB31-HSF-10	۰/۳۲ x	۳/۳۶ w	۱۴/۰۹ tu***
۴۱	۶۶	SB29	۰/۷۰ q	۳/۳۱ w	۱۳/۹۱ u***
۴۲	۵۳	SB-2	۰/۱۷ z	۳/۲۹ w	۱۳/۸۰ u***
۴۳	۲۵	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-11	۰/۷۰ q	۳/۲۰ w	۱۳/۳۹ uv***
۴۴	۴۹	NE-0910-HSF-38	۰/۵۱ t	۳/۱۹ x	۱۳/۳۸ uv***
۴۵	۷	SB31-HSF-6	۰/۴۴ u	۲/۹۳ x	۱۲/۲۴ v***
۴۶	۱۴	SB32-HSF-3	۰/۷۹ pq	۲/۷۴ x	۱۱/۵۴ v***
۴۷	۶۹	NE 0911	۰/۱۷ jk	۲/۵۶ x	۱۰/۷۹ v***
۴۸	۲۸	(7112*SB36)*S1-3	۰/۹۴ n	۲/۵۱ xy	۱۰/۵۴ v***
۴۹	۶۴	NE-0910-HSF-38	۰/۶۴ s	۲/۰۶ xy	۸/۶۹ w**
۵۰	۴۴	(7112*SB36)*S1-16	۰/۲۳ y	۲/۰۵ xy	۸/۵۶ w**
۵۱	۳۰	(7112*SB36)*S1-16	۰/۴۸ t	۲/۰۱ xy	۸/۴۶ w**
۵۲	۴	SB31-HSF-1	۰/۸۳ p	۱/۸۸ y	۷/۸۶ w**
۵۳	۳۱	(7112*SB36)*S1-20	۰/۵۱ t	۱/۸۱ y	۷/۶۱ w**
۵۴	۵۸	Saccara	۰/۳۰ x	۱/۷۴ y	۷/۳۲ x**
۵۵	۲۶	261*(20314*W-1009)-F2-S1-11-S1-16	۰/۷۱ q	۱/۷۱ y	۷/۱۸ x**
۵۶	۱	SB27-HSF-1	۰/۳۳ x	۱/۶۲ y	۶/۷۹ x**
۵۷	۶	SB31-HSF-5	۰/۳۰ x	۱/۵۷ y	۶/۵۶ xy**
۵۸	۴۵	SB34-HSF-10	۰/۶۸ qs	۱/۴۶ yz	۶/۱۷ xy**
۵۹	۹	SB31-HSF-8	۰/۳۳ x	۱/۴۱ yz	۵/۸۷ y**
۶۰	۵۶	Pauletta	۰/۲۷ xy	۱/۳۶ yz	۵/۷۶ y**
۶۱	۳۸	S1-89074	۰/۳۳ x	۱/۳۵ yz	۵/۶۶ y**
۶۲	۵۲	SB-1	۰/۴۷ tu	۱/۲۱ z	۵/۰۹ yz**
۶۳	۲۰	SB33-HSF-1	۰/۳۹ ux	۱/۲۰ z	۵/۰۴ yz**
۶۴	۸	SB31-HSF-7	۰/۲۱ y	۱/۱۷ z	۴/۹۰ z*
۶۵	۶۱	Cactus	۰/۲۷ xy	۱/۱۱ z	۴/۶۶ z*
۶۶	۲۹	(7112*SB36)*S1-11	۰/۲۱ y	۱/۰۸ z	۴/۵۳ z*
۶۷	۶۰	Toucan	۰/۶۸ qs	۰/۹۶ z	۴/۰۱ z*
۶۸	۳	SB27-HSF-10	۰/۲۷ xy	۰/۹۳ z	۳/۸۹ z*
۶۹	۵	SB31-HSF-2	۰/۳۹ ux	۰/۸۱ z	۳/۳۸ z*
۷۰	۱۶	SB32-HSF-5	۰/۱۸ z	۰/۶۹ z	۲/۸۶ z*

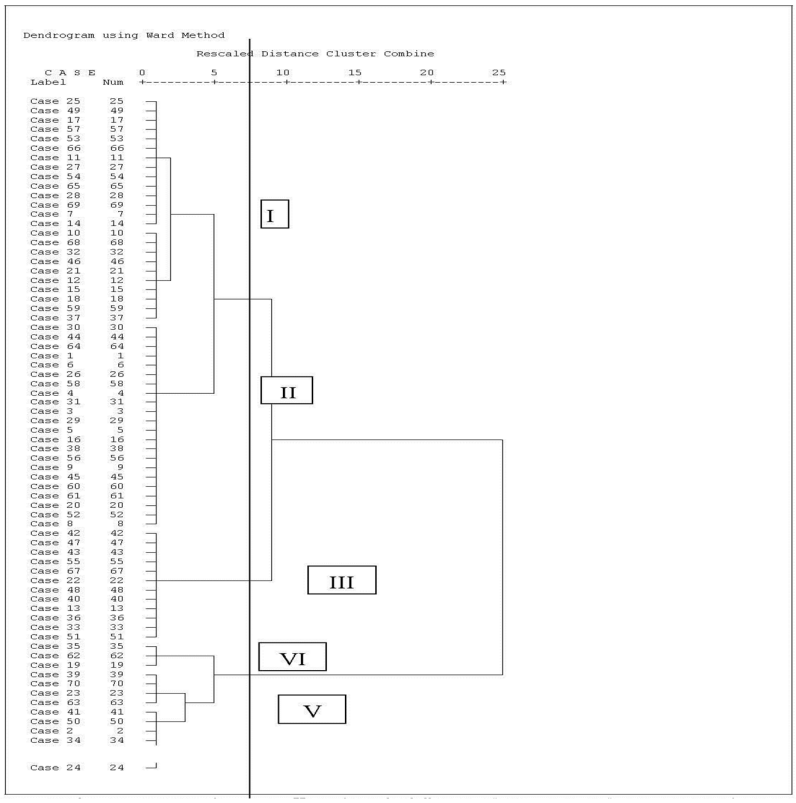
* مقاوم **نسبتاً مقاوم *** متحمل ++ نسبتاً حساس + حساس

– در هر ستون اعداد با حروف مشابه از نظر آماری فاقد اثر معنی دار هستند

نتایج حاصل از ارزیابی مرکب گلخانه و مزرعه

تجزیه‌ی مرکب نتایج حاصله از داده‌های گلخانه و مزرعه، در خصوص میانگین تعداد سیست روی ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که تفاوت معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد (جدول ۴). در این خصوص، ژنوتیپ ۳۵(SB35) با بیشترین تعداد سیست یعنی ۲/۴۸ عدد در راس قرار گرفت که در یک گروه مجزا و با اثر معنی‌دار واقع شده است. سپس، ژنوتیپ‌های ۵۰(NE-0910-HSF-43) و ۶۳(F-20603) به طور مشترک با ۱/۵۴ و ژنوتیپ ۲(SB27-HSF-2) با ۱/۴۴ در گروه آماری دیگری قرار گرفتند. هم‌چنین، ژنوتیپ‌های ۵۳(SB-2)، ۶۹(NE 0911) و ۵۴(SB-3)، ۱۶(SB32-HSF-5) به ترتیب با ۰/۱۷ و ۰/۱۸ سیست کمترین تعداد سیست را در این بررسی‌ها داشتند (جدول ۵). نتایج حاصل از مجموع هر دو آزمایش در خصوص تعداد لارو و تخم و فاکتور تولیدمثلی در گرم خاک گلخانه و مزرعه بیان‌گر تفاوت قابل توجه در واکنش لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مورد آزمون بوده است. مقایسه میانگین تعداد تخم و لارو تشکیل شده در ژنوتیپ‌های مختلف بین ۱۲۳ عدد در ژنوتیپ ۱۹ (SB32-HSF-10) تا ۲/۸۶ عدد در ژنوتیپ۱۶ (SB32-HSF-5) متغیر بود. در مورد فاکتور تولیدمثل نیز از همین روند پیروی می‌کند؛ به طوری‌که دامنه تغیرات آن از ۲۹/۱۹ در ژنوتیپ ۱۹ (SB32-HSF-10) تا ۰/۶۹ در ژنوتیپ ۱۶ (SB32-HSF-5) متغیر است. این امر نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به نماتد می‌باشد (جداول۳ و ۵).

برای گروه‌بندی نهایی میانگین نتایج ژنوتیپ‌ها در گلخانه و مزرعه از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که همه ژنوتیپ‌های مقاوم و نسبتاً مقاوم در یک خوشه و در گروه دو و هم‌چنین، ژنوتیپ‌های حساس در دو خوشه و در گروه‌های چهار و پنج قرار گرفتند (شکل ۱).



شکل ۱ خوشه بندی ژنوتیپ‌های چغندرقند به نماتد *Heterodera schachtii* بر اساس میانگین تعداد تخم و لارو در گلخانه و مزرعه

بحث

با توجه به اینکه انتقال ژن یا ژن‌های مقاوم از منابع وحشی یا خویشاوندهای زراعی باعث افزایش وسعت ژنتیکی می‌گردد، لذا به نظر می‌رسد ارزیابی اولیه به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های جدید اصلاحی که از لحاظ مقاومت به نماتد وصفات زراعی دارای برتری باشند الزامی است (Vahedi et al. 2013). بررسی‌های تعداد سیست در این آزمایش‌ها روی ژنوتیپ‌های چغندرقند مورد آزمون نتایج متفاوتی را برای ژنوتیپ‌های مربوطه نشان داد و آن‌ها را برحسب تعداد سیست تفکیک و متمایز نمود. ولی، آیا، شمارش تعداد سیست می‌تواند ملاک قطعی در تفکیک ژنوتیپ‌ها باشد؟ نتایج این تحقیق نشان داد که رابطه‌ی چندان مستقیمی در این راستا وجود ندارد. چرا که، نتایج تفکیکی گلخانه و مزرعه به طور جداگانه و یا به طور مرکب نشان می‌دهد که ژنوتیپ ۳۵(SB35) در این آزمایش‌ها بیشترین تعداد سیست را با ۲/۴۸ عدد داشته و پس از آن ژنوتیپ ۵۰(NE-0910-HSF-43) با ۱/۵۴ عدد سیست در گرم خاک می‌باشد. در صورتی که از نظر تعداد تخم و لارو ژنوتیپ ۱۹(SB32-HSF-10) با ۱۲۳ عدد لارو و تخم و سپس ژنوتیپ ۳۵(SB35) با ۱۱۶/۲۶ عدد بوده است. هم‌چنین، ژنوتیپ‌های ۶۳(F-20603)، ۲(SB27-HSF-2) و ۱۹ (SB32-HSF-10) به ترتیب با ۱/۵۳، ۱/۴۴ و ۱/۴۳ عدد سیست بوده‌اند، در صورتی که از نظر تعداد لارو و تخم به ترتیب ۱۱۱/۶۱، ۵۳/۸۸ و ۱۲۳ عدد تخم و لارو داشته‌اند. این نتایج با گزارشات رحمانی و همکاران (2006) در این‌که تعداد سیست نماتد چغندرقند را در ارزیابی ژنوتیپ‌ها یا ارقام مقاوم ملاک عمل قرار داده‌اند موافقت ندارد. ایشان بر این اساس ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی را در سه گروه مقاوم، حساس و بسیار حساس جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کرده‌اند و ژنوتیپ‌های w-1009 ، w-1010 و رقم تجاری نماکیل را با کمترین تعداد سیست مقاوم معرفی نموده‌اند. هم‌چنین، در همین راستا مصباح (1997)، کیم و همکاران (1995) و مولر (1998) بر همین اساس، ژنوتیپ‌های چغندرقند را در واکنش به نماتد سیستی ارزیابی نموده‌اند. در این ارزیابی ملاک اصلی برای تعیین مقاومت تعداد لارو و تخم موجود در سیست می‌باشد. چرا که در ارزیابی بر اساس سیست، مواردی مثل اندازه سیست و نیز تعداد متفاوت لارو و تخم درون سیست‌ها مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها در خصوص تعداد لارو و تخم در گرم خاک گلخانه و مزرعه و در مجموع هر دو مشخص نمود که واکنش لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مورد آزمون با یکدیگر متفاوت و قابل توجه بوده است. ژنوتیپ‌های ۱۶ (SB32-HSF-5)، پنج (SB31-HSF-2) و سه (SB27-HSF-10) به ترتیب با ۲/۸۶، ۳/۳۸ و ۳/۸۹ عدد لارو و تخم کمترین تعداد لارو و تخم را نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد آزمون داشته‌اند (جدول ۵). کاهش تعداد لارو و تخم این ژنوتیپ‌ها، ۴۳ و ۳۲ برابر ژنوتیپ‌های حساس بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق با گزارش‌های محققین دیگر هم‌خوانی دارد. در همین راستا، نتایج حاصل از تلاقی بین گونه‌ای چغندرقند با گونه‌های وحشی دارای مقاومت کامل و تک‌ژنی بیان‌گر وجود ژنوتیپ B883 مقاوم بوده است (Taleghani *et al.* 2010). اکثر ژنوتیپ‌های مورد آزمون در اثر تلاقی‌های گوناگون ایجاد شده‌اند و توانسته‌اند ژن مقاوم یعنی همان ژن $HS1^{pro1}$ را به برخی از ژنوتیپ‌ها انتقال و در آن‌ها تثبیت نمایند. هم‌چنین، با انتقال مقاومت چندژنی، ژنوتیپ‌های مقاوم به نماتد سیستی چغندرقند به دست آمده‌اند. لذا، با توجه به ژنوتیپ‌های موجود در این آزمایش‌ها که شجره‌نامه‌ی آن‌ها نیز نسل‌های حاصل را

نشان می‌دهد، وجود مقاومت در برخی ژنوتیپ‌ها بالاخص ژنوتیپ ۱۶ را حاصل نموده است که با نتایج سایر محققین نیز تطابق دارد. در تحقیقات رحمانی و همکاران (2006) ژنوتیپ‌های W-1009، W-1010 و رقم تجاری نماکیل به عنوان مقاوم تشخیص شناخته شدند که برخی از این ژنوتیپ‌ها (۲۶، ۲۹ و ۱۶)، ژن‌های مقاومت را از این دو منبع دریافت نموده‌اند (Rahmani *et al*. 2006).

در نهایت آنچه که در این تحقیق می‌توان به آن اشاره کرد دستیابی به ژنوتیپ‌هایی است که به نماتد مولد سیست مقاومت نشان دادند. از این ژنوتیپ‌های مقاوم در برنامه مدیریت نماتد سیستی چغندرقند و انتقال ژن (ژن-های) مقاومت به ارقام زراعی مطلوب استفاده خواهد شد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات چغندرقند به خاطر تهیه و ارسال بذر ژنوتیپ‌های مورد استفاده در اجرای این تحقیق و هم‌چنین، از بخش تحقیقات گیاه پزشکی اصفهان به خاطر همکاری در این تحقیق تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده:

References:

Akhyani A, Damadzadeh M, and Ahmadi A. Evaluation of contaminated areas, causes emissions and increase sugar beet cyst nematode in Isfahan province. Iranian Plant Protection Congress, Rasht. 1993; P. 124.

Bani-Hashemi M, Mesbah M, and Mahmoudi B. Assessment of sugar beet breeding material resistant to cyst nematode in greenhouse conditions. 16thIranian Plant Protection Congress.Iran, Tabriz. 2004;P. 165.

Capistrano GGG. A candidate sequence for the nematode resistance gene *Hs1-2* in sugar beet (PhD thesis).St Germany,Qld: University of Kiel; 2010.

Doney D, and Whitney ED. Screening sugar beet for resistance to *Heterodera schachtii* Sch. Journal of the American Society of Sugar Beat Technologist. 1969;15: 546-552.

Draycott AP. Sugar Beet. Blackwell Publishing Co Ltd.UK.2006; 514 pp.

Fenwick DW. Methods for recovery and counting of *Heteoderaschachtii* from soil. Journal ofHelminthology.1940; 18: 155-177.

Heijbroek W. Partial Resistance of sugar beet to beet cyst eelworm. Euphytica.1977;26: 257-262.

Jafar Pur B, and Mahdikhani Moghadam A. An Introduction to the nematodes of plants.Mashhad Ferdowsi University Press.1997; 363 p.

Jäger SC. Hybrid Assembly of Whole Genome Shotgun Sequences of Two Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Translocation Lines Carrying the Beet Cyst Nematode Resistance Gene Hs1-2 and Functional Analysis of Candidate Genes, Doctoral Thesis, Qld:Christian-Albrechts University of Kiel.2013.

Kalali GH, and Forivar Mahin H. Some studies on sugar beet nematode (*H. schachtii*) in Khorassan. Entomol. J. Plant Path. 1979; 47: 1-18.

Lewellen RT. Registration of CN12 and CN72 sugerbeet germplasm population with resistance to cyst nematode. Crop Sci.2006; 46:1414-1415.

Mahmoudi B. Diseases of sugar beet in Iran. First sugar beet crop Conference. 2007;41-49.

Mehdikhani Moghadam E, Kheiri A, and Okhovat M. morphological and morphometrical study of three endoparasitic nematodes of sugar beet in Mashhad region. Iran. J. Plant Path. 1996; 32: 1-8.

Mesbah M. Characterization of alien chromosomes in monosomic additions of *Beta*. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University, the Netherlands. 1997;106 pp.

Muller J. Newpathothypes of the beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*). Nematolology. 1998;21(5): 519-526.

Mulvey RH, and Golden MA.An illustrated key to the cyst forming genera and species of Heteroderidae in the westem hemisphere with species morphometrics and distribution. Nematology J. 1983; 15(1) : 1-59.

Oostenbrink M. Major characteristics of the relation between nematods and plant.Maded. Landbouwhogesch.Wageningen. 1966; 66:1-46

Parvizi R. Distribution of sugar beet nematode in West Azarbaijan. (Abst.) Ninth Plant Protect. Congr. Of Iran: 1989; P. 175.

Parvizi R, Eshtiaghi H, and Kheyri M. Distribution areas of *Heterodera schachtii* in West Azarbaijan. AppliedEntomology and Phytopathology. 1993; 60(1&2): 73-79.

Qiao F. Jung C. and Defan B.Cloning of a beet cyst nematode resistance gene from the wild beet *Patellifolia procumbens*. http://www. Plantbreeding.unikiel. de/de/ forschung/ . 2013.

Rahmani N, Mesbah M, and Mahmoudi B. Evaluation of selected genotypes resistance to the beet cyst nematode in greenhouse conditions. 19thCongress of Crop Sciences, Tehran University Pardis, Aborayhan.2006;p.463.

Rahmani N,Mesbah M,and Norouzi P. Identification of molecular markers linked to sugar beet cyst nematode resistance gene(s). Journal of Sugar Beet. 2013; 28(2): 81-85.

SAS Institute. SAS/STAT User's Guide.Version 9.1.3. Cary: SAS Institute I. 2004.

Sharafeh M, and Teymoori F. Survey on infested areas to sugar beet nematode and other cyst forming nematodes in Fars, Iran. J. Plant Path. 1980; 48: 75-81.

Steele AE, Savitsky H. Resistance of trisomic and diploid hybrids of *Beta vulgaris* and *B. procumbens*to the sugarbeet nematode, *Heterodera schachtii*.Jornal of Nematology. 1981;13:352-257.

Taleghani D, Sadeghzadeh hemaeti S, and Mesbah M. National strategic document of sugar beet.Improvement Research Institute of sugar beet seed. 2010; 520 pp.

Vahedi S, Soltani J, Mahdi Khani P, and Mahmoudi B. Assessment of resistance to the beet cystnematode populations breeding. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress. Iran, Hamedan. 2008;2: 562.

Vahedi S, Mahmoudi B, Rajabi A, and Aghaei Zadeh M. Beet cyst nematode resistance evaluation masses of sugar beet to *Heterodera schachtii*.Journal of Plant Protection. 2013;35(3)

Van Geyt JPC, Lange W, Oleo M, and De Bock TSM. Natural variation within the genus *Beta* and its possible use for breeding sugar beet: Areview. Euphytica.1990; 49:57-76.

Whitney ED, and Duffus JE. Compendium of Beet Diseases and Insects.American Phytopathological Society, Minnesota.1986; 76 pp.