مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد دوم، شماره اول، بهار ۸۸
۱۲۳-۱۳۵
www.ejcp.info

تأثیر بهاره سازی بر فنولوژی و سرعت نمو در کانولا

***مهشید نیکوبین[۱]، ناصر لطیفی[۲]، افشین سلطانی[۲]، ابوالفضل فرجی[۳] و فاطمه میرداور دوست[۱]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]عضو هیأت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان،
تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۱/۲۰

چکیده

به منظور تعیین اثر بهاره‌سازی بر فنولوژی و سرعت نمو ارقام کانولا، آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. شش رقم آپشن ۵۰۰، آرجی اس۰۰۳، هایولا ۳۰۸، هایولا ٦۰، هایولا ٤۲۰ و هایولا ٤۰۱ کانولا در کرت های اصلی و شش دوره بهاره سازی صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰، ۵۰ روز در کرت های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش تیمار بهاره سازی از صفر به ۵۰ روز، روز تا رسیدن به هر یک از مراحل نمو فنولوژیک ظهور جوانه سبز و زرد و شروع و پایان گلدهی کاهش و سرعت نسبی نمو افزایش یافت. واکنش تمامی ارقام به بهاره‌سازی کمی بود، بدین معنی که عدم بهاره‌سازی موجب جلوگیری از گلدهی آن‌ها نشد. ارقام مورد مطالعه در شرایط عدم بهاره‌سازی نیز توانستند با ۸۵ تا ۹٤ درصد حداکثر سرعت، به سوی گلدهی نمو خود را ادامه دهند. در رقم هایولا۳۰۸ نیاز بهاره‌سازی با ۳۰ روز اشباع شد، اما در سایر ارقام ۵۰ روز برای اشباع بهاره‌سازی آنها نیاز بود. براساس نتایج این مطالعه یک مدل ساده بهاره‌سازی تهیه شد، که می‌توان در مدل های شبیه سازی نمو فنولوژیک کانولا استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: کانولا، بهاره سازی، تغییرات فنولوژیک، سرعت نسبی نمو

*- مسئول مکاتبه: m.nikobin@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

رسیدگی محصولات تحت تأثیر زمان آغازش و زمان گلدهی قرار می‌گیرد. کولین و ویلسون (۱۹۷٤) نشان دادند که زمان آغازش گلدهی و زمان گلدهی همبستگی بسیار نزدیکی با یکدیگر و با زمان رسیدگی دارند. دما و فتوپریود از عواملی هستند که برروی نمو محصول بسیار موثر می‌باشند، مخصوصاً واکنش به بهاره‌سازی بر رشد گیاهان پیش از ورود به مرحله گلدهی بسیار موثر است. بهاره‌سازی شامل دماهای کمی است که بذرهای آب جذب کرده یا گیاهان جوان باید در معرض آن قرار گیرند تا وارد مرحله گلدهی شوند (گلیشنر و آپلبی، ۱۹۹٦). چوآرد (۱۹٦۰) دماهای پایینی که باعث القاء گلدهی در گیاه می‌شود را بهاره‌سازی نامید. در واقع بهاره‌سازی ذاتاً فرآیند آماده‌سازی برای گلدهی است و فرآیند آغازش گلدهی نیست. بعد از فرآیند القا توسط بهاره‌سازی طول روزهای القایی باعث آغازش گلدهی می‌شوند. ایوانز (۱۹۷۱) بیان کرد بهاره‌سازی تیمار سرمایی است که مریستم‌های رویشی را تحریک می‌کند تا به مریستم زایشی تبدیل شود و توانایی تولید مثل در گیاه ایجاد شود.

وجود نیاز به بهاره‌سازی باعث تأخیر در گلدهی می‌شود، تا زمانی‌که نیاز به بهاره‌سازی در گیاه برطرف شود (ریچاردسون و همکاران، ۱۹۸٦). بررسی‌ها نشان دادند تغییراتی که در مراحل نمو کانولا به وجود می‌آید می‌تواند تحت تأثیر ارتباط بین دما و فتوپریود قرار بگیرد (هادجسون، ۱۹۷۸). بالوچ و همکاران (۲۰۰۳) بیان داشتند افزایش تیمار سرما در مرحله جوانه‌زنی، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی را کاهش می‌دهد. در گیاه گندم، ارقام بهاره ممکن است به بهاره‌سازی واکنش مثبت نشان دهند. (هالس و ویر، ۱۹۷۰؛ لوی و پترسون، ۱۹۷۲؛ جدل و همکاران، ۱۹۸٦). مورفی و اسکارت (۱۹۹٤) بیان داشتند که بهاره‌سازی باعث افزایش سرعت نمو و کاهش تعداد روز لازم تا ظهور جوانه گل و اولین گل باز می‌شود. گلیشنر و آپلبی (۱۹۹٦) گزارش کردند افزایش تیمار سرما باعث کاهش زمان مورد نیاز برای رسیدگی و افزایش سرعت نمو می‌شود.

تعیین نیاز بهاره‌سازی در ارقام کانولا به تعیین تاریخ کاشت مناسب بسیار کمک می‌کند. اهمیت عوامل محیطی برروی رشد و نمو کانولا و محدود بودن اطلاعات موجود در این زمینه نشان می‌دهد که تعیین نیاز بهاره‌سازی برای مطالعه تغییرات فنولوژیک و تعیین سرعت نسبی نمو ارقام کانولا ضروری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اسفند ماه سال ۱۳۸٤ در دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان روی شش رقم کانولا به نام‌های آپشن ۵۰۰، هایولا ٤۰۱، هایولا ٤۲۰، هایولا ۳۰۸، هایولا ٦۰، آرجی‌اس ۰۰۳ به اجرا درآمد. برای هر تیمار بهاره سازی، حدود ٤۰۰ عدد بذر برروی کاغذ صافی در داخل پتری دیش قرار گرفت. برای آبیاری بذور و جلوگیری از آلودگی با قارچ از محلول یک در هزار ویتاواکس به‌مقدار کافی استفاده شد. برای هر تیمار بهاره‌سازی پتری دیش‌ها به‌مدت ۲٤ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا در طی این ۲٤ ساعت آب جذب کنند. سپس بذرها پس از ۲٤ ساعت به انکوباتور دیگری با دمای ۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. برای این‌که دمای پتری دیش‌ها ثابت بماند و آب درون پتری‌دیش‌ها به سرعت تبخیر نشود، پتری‌دیش‌ها درون پلاستیک قرار داده شدند. برای اعمال تیمار بهاره‌سازی ۵۰ روز، این بذرها به‌مدت ۵۰ روز در انکوباتور با دمای ۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و در ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤۰ روز بعد از شروع تیمار بهاره‌سازی ۵۰ روز، تیمارهای بهاره‌سازی ٤۰، ۳۰، ۲۰ و ۱۰ روز به‌ترتیب آماده و در شرایط بهاره‌سازی قرار گرفتند. تیمار عدم بهاره‌سازی تنها به مدت ۲٤ ساعت در انکوباتور ۲۰ درجه سانتی‌گراد. بدین‌ترتیب تمام تیمارهای بهاره‌سازی هم زمان دوره بهاره‌سازی مورد نظر را به پایان رساندند. در نهایت بذرها پس از خروج از انکوباتور در ۵ اردیبهشت برای کشت به مزرعه انتقال داده شدند.

این مطالعه به‌صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٦ تیمار بهاره‌سازی (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰، ۵۰ روز) به‌عنوان تیمار فرعی و ٦ رقم کانولا به‌عنوان تیمار اصلی در ٤ تکرار طراحی گردید. برای ارقام کانولا هر کرت شامل ٦ خط کاشت به طول ۲ متر بود و فاصله بین خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرها به فاصله ٤ سانتی‌متر از یکدیگر در هر ردیف کاشته شدند. در این تحقیق در هر خط سنجش روی ۱۰ بوته انجام گرفت و پس از حذف ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر خط با قرار دادن یک آبسلانک کنار هر بوته، این ۱۰ بوته از سایر بوته‌ها متمایز شد و مراحل رشد در طول فصل رشد بر روی این ۱۰ بوته ثبت شد. برای ثبت مراحل فنولوژیکی ارقام کانولا از روش سیلوستر- برادلی و میکپس (۱۹۸٤ و ۱۹۸۵) استفاده شد. روز تا ظهور جوانه سبز، ظهور جوانه زرد، آغاز گلدهی و پایان گلدهی ثبت شد. با توجه به مشابه بودن روند

Archive of SID

www.SID.ir

روز تا رسیدن به مراحل نمو فنولوژیکی، برای توجیه تأثیر بهاره‌سازی بر مراحل نمو از مرحله روز تا آغاز گلدهی استفاده شد.

برای محاسبه سرعت نسبی نمو باید سرعت نمو (R) و سرعت نمو حداکثر (R_{max}) محاسبه شوند. برای محاسبه سرعت نمو مدت زمان سپری شده بین دو مرحله کاشت تا پایان گلدهی در هر تیمار بهاره‌سازی را معکوس کرده و سرعت نمو در فاصله این دو مرحله محاسبه گردید:

$R=1/def$[1]

سپس برای محاسبه حداکثر سرعت نمو، مدت زمان سپری شده بین کاشت تا پایان گلدهی در تیمار بهاره‌سازی ۵۰ روز معکوس گردید:

$R_{max}=1/def_{50}$

و در نهایت سرعت نسبی نمو از تقسیم سرعت نمو بر سرعت نمو حداکثر محاسبه شد:

سرعت نسبی نمو $=R/R_{max}$

سپس تأثیر بهاره‌سازی بر این ویژگی با معادله‌های رگرسیونی مناسب بررسی شد.

داده‌های به‌دست آمده به کمک نرم‌افزار آماری SAS[2] (سلطانی، ۱۹۹۸) تجزیه شد و مقایسه میانگین با آزمون L.S.D[3] محافظت شده در سطح احتمال ۵ درصد برآورد گردید. از مدل‌های خطی و دوتکه‌ای برای تقریب واکنش بهاره‌سازی به روز تا رسیدن به مراحل نمو و سرعت نسبی نمو استفاده شد و نمودارها توسط برنامه Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس روز تا مراحل مهم فنولوژیکی (روز تا ظهور جوانه سبز، روز تا ظهور جوانه زرد، روز تا آغاز گلدهی و روز تا پایان گلدهی) تحت تأثیر تیمارهای مختلف بهاره‌سازی در ارقام مختلف کانولا را نشان می‌دهد. بین ارقام مختلف کانولا از لحاظ صفات زمان تا رسیدن به ظهور جوانه سبز، ظهور جوانه زرد، روز تا آغاز گلدهی و روز تا پایان گلدهی در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین اثر تیمار بهاره‌سازی برای کلیه مراحل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل بهاره‌سازی و رقم نیز برای کلیه صفات معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ۱).

1- Days to End of Flowering
2- Statistical Analyses System
3- Least Significant Difference

Archive of SID

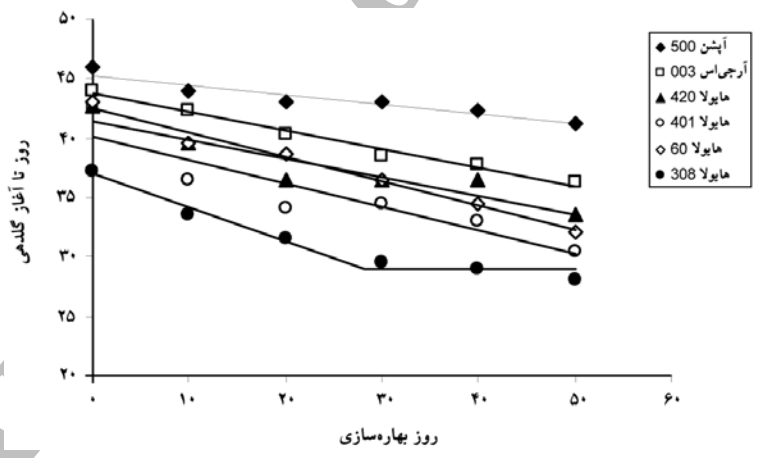
www.SID.ir

شکل ۱ رابطه بین روز بهاره‌سازی و روز تا آغاز گلدهی را در ارقام کانولای مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱ می‌توان دریافت که با افزایش تیمار بهاره‌سازی روز تا آغاز گلدهی در کلیه ارقام کاهش یافت. جدول ۲ ضرایب ارتباط روز تا آغاز گلدهی و روز بهاره‌سازی را برای معادله خطی $y=a-bx$ در ارقام کانولا را نشان می‌دهد. این معادله نشان می‌دهد که با افزایش روز بهاره‌سازی از روزهای لازم جهت رسیدن تا آغاز گلدهی کاسته می‌شود. y در این معادله روز تا آغاز گلدهی، x روز بهاره‌سازی است. a و b به‌ترتیب عرض از مبدا و شیب خط رگرسیون می‌باشند.

کمترین میزان کاهش در روز تا آغاز گلدهی متعلق به رقم آپشن ۵۰۰ با شیب ۰/۰۸ بود و پس از آن ارقام آرجی‌اس ۰۰۳، هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۰۱ و هایولا ۶۰ با شیب ۰/۰۱، ۰/۱۵، ۰/۲۰ و ۰/۲۰ کاهش یافتند. در رقم هایولا ۳۰۸ ارتباط بین روز بهاره‌سازی و روز تا آغاز گلدهی از یک مدل دو تکه ای تبعیت کرد. برای چنین حالتی مدل دو تکه‌ای زیر برازش داده شده است.

$y=a-bx$ if $x<x_0$

$y=a-bx_0$ if $x\geq x_0$



شکل ۱- رابطه رگرسیونی روز تا آغاز گلدهی و بهاره‌سازی در ارقام کانولا.

که در این مدل y روز تا آغاز گلدهی، x روز بهاره‌سازی و x_0 آن تعداد روز بهاره‌سازی است که نقطه شکست را در مدل ایجاد کرده و بدین‌معنی است که با افزایش تیمار بهاره‌سازی از میزان x_0 واکنش روز تا آغاز گلدهی خطی می‌شود. b شیب خط رگرسیون و a عرض از مبدأ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

براساس این مدل میزان x_0 برای این رقم ۲۸ است و تا تیمار ۲۸ روز بهاره‌سازی میزان شیب کاهش در این رقم ۰/۲۸ بود و با افزایش تیمار بهاره‌سازی از این میزان، روز تا آغاز گلدهی ثابت ماند و دیگر روند کاهشی در آن دیده نشد. در این رقم افزایش بهاره‌سازی از ۲۸ روز باعث اشباع بهاره‌سازی در این رقم شد. با توجه به جدول ۲ مدل خطی $y=a-bx$ برای ارقام آپشن ۵۰۰، آرجی اس ۰۰۳، هایولا ٤۲۰، هایولا ٤۰۱، هایولا ٦۰ و مدل خطی دوتکه‌ای برای رقم هایولا ۳۰۸ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود.

به‌طورکلی بهاره‌سازی باعث کوتاه شدن دوره رویشی می‌شود و گیاه سریع‌تر مراحل نمو را برای رسیدن به مرحله گلدهی طی می‌کند. گلیشنر و آپلبی (۱۹۹٦) دریافتند که افزایش تیمار بهاره‌سازی باعث تسریع دوره رویشی گیاه نسبت به تیمار عدم بهاره‌سازی شد، و در نتیجه روز تا رسیدن به هر یک از مراحل نمو فنولوژیکی در ارقام کانولا کاهش یافت. فلود و هالوران (۱۹۸٤) بیان داشتند که در صورت عدم تأمین نیاز بهاره‌سازی برای گیاه، تأخیر در آغازش گلدهی رخ می‌دهد و این تأخیر تا زمانی‌که نیاز بهاره‌سازی برای گیاه رفع نشود همچنان ادامه پیدا می‌کند. از نتایج حاصل می‌توان دریافت که شدت بهاره‌سازی بر زمان وقوع گلدهی موثراست و هر چه دوره بهاره‌سازی بیشتر باشد گلدهی زودتر رخ می‌دهد. نتایج این تحقیق با نتایج مورفی و اسکارچ (۱۹۹٤) مطابقت داشت. آن‌ها بیان نمودند که واکنش به بهاره‌سازی در ارقام کانولا باعث کاهش روز تا هر یک از مراحل نمو فنولوژیکی می‌شود. اختلاف‌های بین ارقام ناشی از اختلاف‌های ژنتیکی است. تورلینگ و ویجندراداس (۱۹۹۷) بیان داشت که اختلاف‌های ژنتیکی در بین ارقام کنترل‌کننده مکانیسم‌های وابسته به دما هستند و این مکانیسم‌ها آغازش گلدهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

جدول ۱- مجموع مربعات روز تا آغاز گلدهی تحت تأثیر تیمارهای مختلف بهاره‌سازی در ارقام کانولا.

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز تا ظهور جوانه سبز	روزتا ظهور جوانه زرد	روز تا آغاز گلدهی	روز تا پایان گلدهی
تکرار	۳	٤٦/۲٤	۳۰/۱٦	۱٤/۰۲	۳٤/٤٦
رقم	۵	۲۱۲۱/۲۸**	۲۲۹۸/۸۰**	۱۹۳۰/۷۲**	۸۲۸/۱٤**
خطای a	۱۵	۳۹/۷۹	٤۱/۲۵	۲۰/۵۲	۳۹/٤۹
تیمار بهاره‌سازی	۵	۱۵٦۹/۵۳**	۱۳۲۹/۱۳**	۱۱۸۲/٦٤**	٤٤۸/٤۷**
بهاره‌سازی × رقم	۲۵	۲۳۲/۹۲**	۱۳٦/۱۱**	۱۱۹/۳۱**	٦٦/۵٦**
اشتباه آزمایشی	۹۰	۱۳۱/۷	۱۵۱/۰۸	۱۱٤/۲	٤۸/۷۹

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ضرایب a و b و ضریب تبیین معادله خطی y=a-bx بین روز بهاره‌سازی و روز تا آغاز گلدهی در ارقام کانولا.

رقم	b±se	a±se	x_0±se	CV	R^2	سطح احتمال
آپشن ۵۰۰	-۰/۰۸±۰/۰۱۳	٤٥/۳۲±۰/٤۰	-	۱/۲۸	۰/۹۰	۰/۰۰۳٤
آرجی اس ۰۰۳	-۰/۱۵±۰/۰۰۹	٤۳/٦۹±۰/۲۹	-	۱/۰۳۲	۰/۹۸	۰/۰۰۰۱
هایولا ٤۲۰	-۰/۱۵±۰/۰۳	٤۱/٤۸±۰/۹٥	-	۳/٥	۰/۸٦	۰/۰۰۷٤
هایولا ۳۰۸	-۰/۲۸±۰/۰٥	۳٦/۹٥±۰/٦۸	۲۸/٦٦±۳/۹۷	۰/۰۱۹	۰/۹۷	۰/۰۰۰۱
هایولا ٤۰۱	-۰/۲۰±۰/۰٤٤	٤۰/۱٦±۱/۳٤	-	٥/۲	۰/۸۳	۰/۰۱۰۸
هایولا ٦۰	-۰/۲۰±۰/۰۱٤	٤۲/٥۳±۰/٤۲	-	۱/٥	۰/۹۸	۰/۰۰۰۱

سرعت نسبی نمو: ارتباط روز بهاره‌سازی و سرعت نسبی نمو و معادله پیش‌بینی آنها در ارقام کانولا در شکل ۲ نشان داده شده است. از این شکل می‌توان دریافت که با افزایش روز بهاره‌سازی، سرعت نسبی نمو به‌صورت خطی افزایش یافت. ضریب تبیین بالا نشان‌دهنده ارتباط بسیار قوی بین سرعت نسبی نمو و روز بهاره‌سازی است. در تمامی این ارقام به استثنای هایولا ۳۰۸ رابطه رگرسیونی سرعت نسبی نمو و روز بهاره‌سازی از مدل خطی y=a+bx تبعیت کرد که در این مدل y سرعت نسبی نمو، x روز بهاره‌سازی b و a به‌ترتیب شیب خط رگرسیون و عرض از مبدأ می‌باشند.

جدول ۳ رابطه سرعت نسبی نمو و روز بهاره‌سازی را در ارقام مختلف کانولا نشان می‌دهد. به غیر از رقم هایولا ۳۰۸، برای کلیه ارقام رابطه رگرسیونی ساده خطی به خوبی توانست تغییرات سرعت نسبی نمو را توجیه نماید. ارقام آپشن ۵۰۰، آرجی اس ۰۰۳، هایولا ٤۲۰، هایولا ٦۰ و هایولا ٤۲۰ به‌ترتیب دارای شیب ۰/۰۰۱۲، ۰/۰۰۱۷، ۰/۰۰۲۲، ۰/۰۰۲۵ و ۰/۰۰۲٦ می‌باشند. در رقم هایولا ۳۰۸ واکنش سرعت نسبی نمو به روز بهاره‌سازی از یک مدل خطی دوتکه‌ای تبعیت کرد، بدین‌ترتیب که با افزایش تیمار بهاره‌سازی تا ۲۹ روز سرعت نسبی نمو به‌صورت خطی و با شیب ۰/۰۰٤۸ افزایش یافت ولی پس از آن با افزایش تیمار بهاره‌سازی افزایش در سرعت نسبی نمو دیده نشد و سرعت نسبی نمو ثابت ماند.

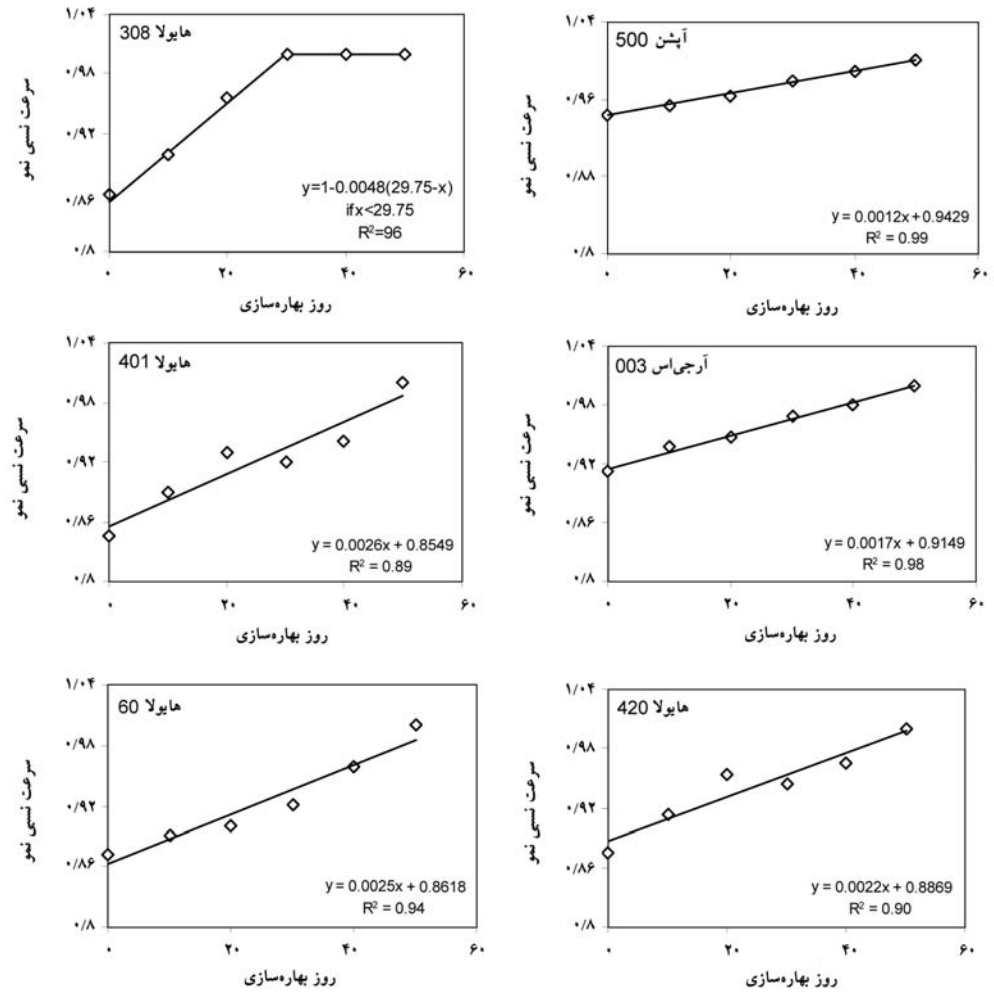
واکنش سرعت نسبی نمو در هایولا ۳۰۸ از معادله رگرسیونی زیر تبعیت کرد:

$y=1-b(x_0-x)$ if $x<x_0$
$y=1-b(x_0-x_0)$ if $x\geq x_0$

Archive of SID

www.SID.ir

در این معادله y سرعت نسبی نمو، x روز بهاره‌سازی و x_0 نقطه شکست یا میزان بهاره‌سازی است که در آن سرعت نسبی نمو ثابت می‌شود و b شیب خط رگرسیون است.



شکل ۲- رابطه رگرسیونی سرعت نسبی نمو و روز بهاره‌سازی در ارقام مختلف کانولا.

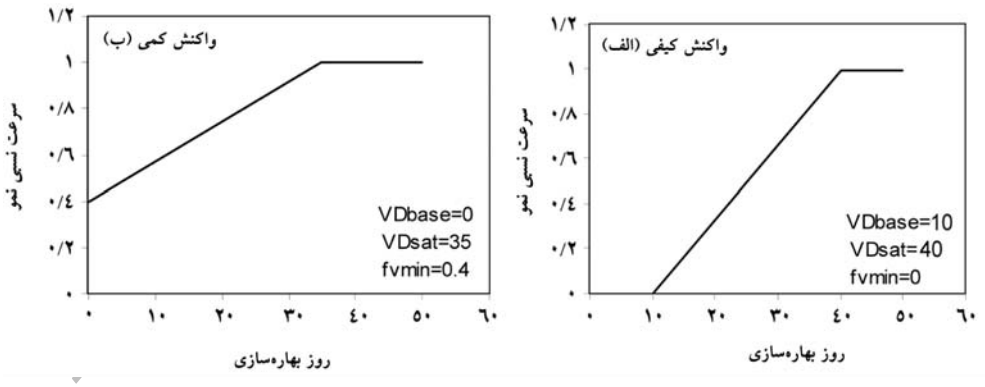
به‌طورکلی بهاره‌سازی باعث افزایش سرعت نسبی نمو می‌شود، در واقع بهاره‌سازی تعداد روز لازم تا ظهور مراحل نمو فنولوژیکی را کاهش می‌دهد که این موضوع باعث افزایش سرعت نمو می‌شود.

www.SID.ir

طبق یافته‌های ماسل و همکاران (۱۹۸۹) و مورفی و اسکارچ (۱۹۹۳) مطالعات ما نیز نشان داد که عدم بهاره‌سازی باعث طولانی‌تر شدن مراحل نمو شد و با افزایش تیمار بهاره‌سازی سرعت نسبی نمو افزایش یافته و مراحل نمو کوتاه‌تر شد. نتایج به‌دست آمده با نتایج فاندریچ و مالوری اسمیت (۲۰۰۶) که بر گیاه گوت گراس[1] انجام دادند مطابقت دارد، ایشان نیز بیان داشتند که بهاره‌سازی باعث تسریع نمو می‌شود. همچنین گلیشنر و آپلبی (۱۹۹۶) دریافتند که افزایش تیمار بهاره‌سازی باعث افزایش سرعت نمو می‌شود.

نتیجه‌گیری

دو نوع واکنش به بهاره‌سازی وجود دارد. واکنش کیفی و واکنش کمی. (شکل ۳) واکنش کیفی و واکنش کمی به بهاره‌سازی را نشان می دهد. در واکنش کیفی تا زمانی‌که نیاز بهاره‌سازی به حد معینی نرسد (روز بهاره‌سازی پایه) حداقل سرعت نمو صفر (fvmin=0) خواهد بود و برای آغاز سرعت نسبی نمو نیاز به یک مقدار روز بهاره‌سازی پایه است (VDbace=10). در واکنش کمی، عدم بهاره‌سازی تنها سرعت نمو را کاهش می‌دهد و در حالت عدم بهاره‌سازی، یک حداقل سرعت نمو (fvmin=0.4) وجود دارد. در رقم‌های با واکنش کمی، روز بهاره‌سازی پایه صفر خواهد بود (VDbace=0).



شکل ۳- واکنش سرعت نمو به میزان بهاره‌سازی، واکنش کیفی (الف) و واکنش کمی (ب).
مقادیر پارامترهای هر مدل در شکل آورده شده است.

1- *Aegilops Cylendrica*

Archive of SID

www.SID.ir

برای کمی‌سازی واکنش سرعت نمو به بهاره‌سازی از معادله ۱ و ۲ استفاده شد.

معادله ۱ $R/Rmax=1 \qquad if \;\; VD<VDsat$

معادله ۲ $$R/R\max = fv\min+\left(\frac{1-fv\min}{VDsat-VDbase}\right)(VD-VDbase) \quad if \quad VD<VDsat$$

در این مدل $fvmin$ حداقل سرعت نمو در شرایط عدم بهاره‌سازی، $VDbase$ روز بهاره‌سازی است که در کمتر از آن سرعت نمو صفر خواهد بود، $VDsat$ روز بهاره‌سازی است که در آن واکنش بهاره‌سازی اشباع می‌شود و حداکثر سرعت نمو حاصل می‌آید، $R/Rmax$ سرعت نسبی نمو است.

واکنش تمامی رقم‌ها به بهاره‌سازی در این مطالعه از نوع کمی بود، به‌همین دلیل $VDbace$ در کلیه رقم‌های مورد مطالعه برابر صفر خواهد بود. جدول ٤ مقادیر روز بهاره‌سازی که در آن واکنش بهاره‌سازی اشباع می‌شود ($VDsat$) و حداقل سرعت نسبی نمو ($fvmin$) در شرایط عدم بهاره‌سازی را برای رقم‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، رقم آپشن ۵۰۰ در بین رقم‌های مورد مطالعه دارای بالاترین حداقل سرعت نسبی نمو بود. این رقم دارای کمترین شیب سرعت نسبی نمو به ازای افزایش هر روز بهاره‌سازی در بین ارقام مورد مطالعه است و رقم هایولا ٤۰۱ کمترین حداقل سرعت نسبی نمو به میزان ۰/۸۵ را دارا بود. جدول ٤ نشان می‌دهد که ارقام آپشن ۵۰۰، آرجی اس۰۰۳، هایولا ٤۲۰، هایولا ٦۰ و هایولا ٤۰۱ پس از ۵۰ روز بهاره‌سازی و رقم هایولا ۳۰۸ پس از ۲۹/۷ روز به اشباع بهاره‌سازی برای سرعت نسبی نمو رسید. این موضوع نشان می‌دهد که رقم هایولا ۳۰۸ به‌میزان بهاره‌سازی کمتری در مقایسه با سایر ارقام نیاز داشت.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با افزایش تیمار بهاره‌سازی سرعت نسبی نمو به‌صورت خطی افزایش یافت و در نتیجه مدت زمان لازم تا رسیدن به هر یک از مراحل نمو فنولوژیک کاهش یافت. افزایش سرعت نسبی نمو باعث کاهش روز تا رسیدن به هر یک از مراحل نمو فنولوژیکی و به دنبال آن کاهش شاخص‌های رشد گردید. از نتایج حاصل از این مطالعه در مدل‌های شبیه‌سازی نمو کانولا استفاده خواهد شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ارتباط سرعت نسبی نمو با روز بهاره‌سازی در ارقام کانولای مورد آزمایش.

رقم	b±se	a±se	x_0±se	CV	R^2	سطح احتمال
آپشن ۵۰۰	۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۰۰۳	۰/۹٤±۰/۰۰۱	–	۰/۱۵	۰/۹۹	<۰/۰۰۰۱
آرجی اس ۰۰۳	۰/۰۰۱۷±۰/۰۰۰۰۸	۰/۹۱±۰/۰۰۲	–	۰/۳۹	۰/۹۸	<۰/۰۰۰۱
هایولا ٤۲۰	۰/۰۰۲۲±۰/۰۰۰۳۵	۰/۸۸±۰/۰۱۰	–	۱/۵۹	۰/۹۰	۰/۰۰۳۵
هایولا ۳۰۸	۰/۰۰٤۸±۰/۰۰۰۳	-	۲۹/۷۵±۱/۵۹	۰/۰۱	۰/۹٦	<۰/۰۰۰۱
هایولا ٤۰۱	۰/۰۰۲٦±۰/۰۰۰۵۱	۰/۸۵±۰/۰۱۵	–	۲/۳۳	۰/۸۹	۰/۰۰۵٤
هایولا ٦۰	۰/۰۰۲۵±۰/۰۰۰۳۱	۰/۸٦±۰/۰۰۹	–	۱/٤۱	۰/۹٤	۰/۰۰۱۳

جدول ٤- روز بهاره‌سازی پایه که در کمتر از آن سرعت نمو صفر خواهد بود (**VDbase**)، حداقل سرعت نمو در شرایط عدم بهاره‌سازی (**fvmin**) و روز بهاره‌سازی که در آن واکنش بهاره‌سازی اشباع می‌شود (**VDsat**) در ارقام کانولای مورد آزمایش.

رقم	VDbase	fvmin	VDsat
آپشن ۵۰۰	۰	۰/۹٤	۵۰
آرجی اس ۰۰۳	۰	۰/۹۱	۵۰
هایولا ٤۲۰	۰	۰/۸۸	۵۰
هایولا ٦۰	۰	۰/۸٦	۵۰
هایولا ٤۰۱	۰	۰/۸۵	۵۰
هایولا ۳۰۸	۰	۰/۸٦	۲۹/۷

فهرست منابع

Baloch, D.M., Karow, R.S., Marx, E., Kling, J.G., and Witt, M.D. 2003. Vernalization studies with pacific Northwest. Agron. J. 95: 1201-1208.

Chourad, P. 1960. Vernalization and its relation to dormancy. Annu. Rev. Plant Phys. 11: 191-238.

Collins, W.J., and Wilson, J.H. 1974. Node of flowering as an index of plant development, Ann. Bot. 38: 175-180.

Evans, L.T. 1971. Flower initiation and foreign concept. Annu, Rev. Plant Physiol. 22: 365-394.

Frandrich, L., and Maloort-Smith, C.A. 2006. Vernalization responses of field grown jointed goat grass (*Aegilops cylindrical*). Winter wheat, and spring wheat. Weed Sci. 4: 695-704.

Flood, R.G., and Halloran, G.M. 1984. The association of vernalization and photoperiod responses in wheat. Cereal Res. 12: 5-11.

Archive of SID

www.SID.ir

Gleichsner, J.A., and Appleby, A.P. 1996. Effect of vernalization on flowering in rip guy brome (*Bromus diandrus*). Weed Sci. 44: 57-62.

Halse, N.J., and Weir, R.N. 1970. Effects of vernalization, photoperiod, and temperature on phonological development and spikelet number of Australian wheat. Aust. J. Agric. Res. 21: 383-393.

Hodgson, A.S. 1978. Rapeseed adaptation in northern New South Wales. I. Phonological responses to vernalization, temperature and photoperiod by annual and biennial cultivars of *Brassica compestris*, *B. napuse* and wheat cv. Timgalen. Aust. J. Agric. Res. 29: 693-710.

Levy, J., and Peterson, M.L. 1972. Responses of spring wheats to vernalization and photoperiod. Crop Sci. 12: 487-490.

Jedel, P.E., Evans, L.E., and Scarth, R. 1986. Vernalization response of selected group of spring wheat.(*Triticum aestivum* L.) cultivars. Can. J. Plant. Sci. 66: 1-9.

Masel, J., Doussinauit, G., and Sun, B. 1989. Response of wheat genotypes to temperature and photoperiod in natural conditions. Crop. Sci. 29:712-721.

Murphy, L.A., and Scarth, R. 1994. Vernalization response in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Can. J. Plant. Sci. 74: 275-277.

Murphy, L.A., and Scarth, R. 1998. Inheritance of the vernalization response determined by doubled Haploids in spring oilseed rape *(Brassica napus* L.). Crop. Sci. 38: 1463-1467.

Richardson, J.M., Morrow, L.A., and Gealy, D.R. 1986. Floral induction of downy brome *(Bromus tectorum)* as influenced by temperature and photoperiod. Weed Sci. 34: 698-703.

Soltani, A. 1998. Applicatian of SAS in statistical analysis. JDM Press. Mashhad, Iran.169 pages.

Sylvester-Bradley, R., and Makepeace, R.G. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*B. napus*). Asp. Appl. Biol. 6: 399_420.

Sylvester-Bradley, R., and Makepeace, R.G. 1985. Revision of a code for stage of development in oilseed rape. Asp. Appl. Biol. 10: 395-400.

Thurling, N., and Vijendra Das, L.D. 1977. Variation in the pre anthesis development of spring rape (*Brassica napus* L.). Aust. J. Agric. Res. 28:597-607.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 2 (1): 123-135
www.ejcp.info

The effect of vernalization on phenologhy and development rate in Canola

***M. Nikobin[1], N. Latifi[2], A. Soltani[2], A. Faraji[2] and F. Mirdavar Dost[1]**
[1]M.Sc. Student, Department of Agronomy of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

Abstract

In order to determine the effect of vernalization on phenology and development rate of canola varieties, an experiment was conducted at research farm of Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources during 2005-2006. The experiment was a randomized complete block design arranged in split plot with four replications. Six varieties of canola (Option500, RGS003, Hyola308, Hyola60, Hyola420 and Hyola401) were as main-plots, and six vernalization periods (0, 10, 20, 30, 40 and 50 days) were as sub-plots. The results showed that increase in the duration of vernalization from 0 to 50 days, caused decrease in the number of days to development stages (beginning of green and yellow bud, and beginning and end of flowering), and caused increase in development rate. The response of all varieties to vernalization was quantitative, indicating that no-vernalization treatment did not stop their flowering. The varieties could develop to the flowering with 85-94% of their maximum development speed. In Hyola308, the vernalization demand was 30 days, but, in other varieties, that was 50 days. A simple vernalization model was produced according to the result of this study, which could be used in simulation models of canola phenologic development.

***Keywords*:** Canola; Vernalization; Phonological changes; Development of relative rate

*- Corresponding Author; Email: m.nikobin@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir