Archive of SID

یافته های نوین کشاورزی
سال دوم- شماره۲- زمستان ۱۳۸٦

تاثیر تنش خشکی بر گره‌بندی و تثبیت نیتروژن نژادهای مختلف باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم در سویا

امین فرنیا*، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
قربان نورمحمدی، استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
احمد نادری، استادیار پژوهشی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی

چکیده

به منظور ارزیابی گره‌بندی و میزان تثبیت نیتروژن در رقم کلارک سویا در شرایط تنش‌خشکی و تعیین باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم برتر، تحقیقی در دو سال زراعی ۱۳۸۲ و۱۳۸۳ انجام گرفت. آزمایش ها به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های‌کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آبیاری شامل سه سطح خشکی، تنش ملایم(۸۵٪ نیاز آبی گیاه)، تنش متوسط(۷۰٪ نیاز آبی گیاه)، تنش سخت (۵۵٪ نیاز آبی گیاه) و آبیاری مطلوب (شاهد) به عنوان فاکتور اصلی در نظر گرفته شدند. سه نژاد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم به نام‌های هلی‌نیترو، ریزوکینگ، نیتراژن و یک تیمار بدون تلقیح با باکتری(شاهد) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. مقدار آب آبیاری به روش برآورد نیاز آبی گیاه و تشتک تبخیر، محاسبه و اعمال گردید. در زمان کاشت تلقیح بذور با باکتری انجام گرفت. صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل تعداد گره، وزن‌خشک گره، اندازه گره، میزان تثبیت نیتروژن و عملکرد نیتروژن تثبیت شده در واحد سطح بودند. نتایج نشان داد تفاوت میزان تثبیت نیتروژن و عملکرد نیتروژن تثبیت شده در شرایط مطلوب آبیاری و تنش خشکی، معنی‌دار گردید. نژادهای مختلف باکتری دارای کارآیی متفاوتی بودند، در شرایط مطلوب آبیاری نژاد هلی‌نیترو با تثبیت بیشتر نیتروژن، ماده‌خشک بالاتری را تولید نمود. با اعمال تنش خشکی، نژاد ریزوکینگ از کارآیی بیشتری برخوردار بود و در شرایط تنش خشکی، افزایش تولید تعداد گره فعال موجود روی ریشه و تثبیت نیتروژن بیشتر منجر به تولید ماده‌خشک بالاتری گردید. بنابراین دستیابی به ماده‌خشک بالا، در شرایط آبیاری مطلوب با استفاده از نژاد هلی‌نیترو و در شرایط تنش خشکی با استفاده از نژاد ریزوکینگ میسر می‌باشد. نتایج نشان داد اندازه و وزن گره معیار مناسبی برای سنجش میزان تثبیت نیتروژن نمی‌باشد.

واژه های کلیدی: سویا، تنش خشکی، تثبیت نیتروژن، نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم

---

* نویسنده رابط: Email: afarnia @yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله:۸۸/٤/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۷/۵

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اهمیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در سویا و باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم توسط تعداد زیادی از محققین که جنبه‌های مختلف این ارتباط را بررسی می‌کنند شناخته شده است، بعد از آلوده‌شدن ریشه سویا به وسیله ریزوبیوم ژاپونیکوم، گره‌ها در پوسته خارجی ریشه به وجود می‌آیند (٦). باکتری‌ها با تولید اکسین و سیتوکنین، موجب ایجاد و رشد گره می‌شوند (٦). درون گره تشکیل شده باکتروئیدهای حاوی آنزیم تثبیت‌کننده نیتروژن یعنی نیتروژناز وجود دارد که با محلول قرمز رنگ لگ‌هموگلوبین احاطه شده است، نقش آن تسهیل انتشار اکسیژن به باکتروئیدها است (٥). عوامل محیطی مختلفی از قبیل درجه‌حرارت خاک، غلظت اکسیژن خاک، طول روز بر تشکیل گره تاثیر می‌گذارند، چندین ماده‌غذایی نیز بر تشکیل گره تاثیر می‌گذارد که کودهای نیتروژنه بیشترین اثر را بر تشکیل گره دارند (٤). چهار ژن گیاه میزبان که بر تشکیل گره تاثیر می‌گذارند توسط ویبر و همکاران (۱۹۷۱) شناسایی شده‌اند، در بین نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم توانایی رقابت نژادها در تشکیل گره تحت تاثیر ژنوتیپ گیاه، تاریخ کاشت، درجه‌حرارت و تعداد نسبی باکتری در ریزوسفر ریشه قرار می‌گیرد.

هارد و دروم (۱۹۸۸) مقدار نیتروژن تثبیت شده توسط سویا را ٦٥ تا ۱۱٥ کیلوگرم در هکتار در سال و المریچ و همکاران (۱۹۹۷) این مقدار را ٥۷ تا ۹٤ کیلوگرم در هکتار در سال گزارش کرده‌اند. اسلام و افندی (۱۹۹۰) حداکثر مقدار تثبیت نیتروژن در سویا را ۲۳۷ کیلوگرم در هکتار در سال ذکر کرده‌اند. ویبر(۱۹۷٦) گزارش داد که، در زراعت سویا با تولید۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار دانه، ۱٦۰ کیلوگرم در هکتار تثبیت نیتروژن، انجام گرفت. کارشناسان میکروبیولوژی خاک همواره سعی خود را معطوف به جداسازی و شناسایی نژادهای ریزوبیوم همزیست سویا کرده‌اند که کارآیی مناسبی در تثبیت نیتروژن داشته باشند، در حالی که محققین علوم زراعی بیشتر در پی‌یافتن ارقام مناسب بوده‌اند، ولی راه صحیح‌تر آن است که برای هر منطقه ارقام مناسب سویا و نژادهای کارآمد باکتری آزمایش شوند و بهترین ترکیب رقم–باکتری معرفی گردد. بر اساس نظر المریچ و همکاران (۱۹۹۷) تعداد گره‌های ریشه و الگوی پراکنش آنها روی ریشه‌های سویا بستگی به رقم داشته و در هر رقم با دیگری متفاوت است. مطالعات نشان داده که گیاه میزبان و نژادهای ریزوبیوم از نظر میزان تثبیت نیتروژن با هم اختلاف دارند و اثرات متقابل معنی‌داری بین نژادهای باکتری و نیز نژادهای ریزوبیوم و ژنوتیپ گیاه سویا وجود دارد(۲۲ و ۲۱). مؤثرترین ارقام سویا جهت همزیستی با باکتری، گروهی هستند که درصد بیشتری از اسیمیلات تولید شده را جهت استفاده باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به ریشه منتقل نمایند (۱٥). تعداد ۲۸ نژاد باکتری ریزوبیوم سویا شناسایی شدند که دارای کارآیی متفاوتی در تثبیت نیتروژن بودند (۸). ابل و اردمن(۱۹٦٤) نژادهای متفاوت باکتری را روی ارقام سویا مورد بررسی قرار دادند، در این آزمایش ریزوبیوم‌های بومی روی ارقامی که با آن منطقه سازگاری داشته‌اند از نظر تولید گره دارای تاثیر بیشتری بوده‌اند. عکس‌العمل

www.SID.ir

Archive of SID

نژادهای باکتری از نظر میزان تثبیت نیتروژن، تشکیل گره، سازگاری به محیط خاک، شرایط اقلیمی منطقه و برخی عوامل دیگر متفاوت می‌باشد و پتانسیل تشکیل گره با توجه به نوع نژاد باکتری مورد استفاده، تعیین می‌شو د (۲۵).یک عامل مهم در تراکم جمعیت باکتری‌ها در ریزوسفر ریشه سویا، رطوبت خاک است، کمبود رطوبت خاک خطرناک‌تر از آب اضافی خاک به شمار می‌آید و در صورتی که این مشکل به همراه درجه‌حرارت بالا باشد خطر بیشتر می‌شود (۱۹). اسپرنت (۱۹۷٦) اثرات تنش خشکی را بر ساختمان و فعالیت گره‌ها مطالعه نمود و بیان کرد که با کاهش مقدار رطوبت خاک، از فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به شدت کاسته می‌شود و نژادهای مختلف باکتری در برخورد با این مشکل، عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. باتملی(۱۹۹۱) بیان نمود که در خاک‌های با رطوبت کم و حرارت بالا و هم چنین خاک‌هایی با فقر غذایی و ظرفیت پایین نگهداری آب، مهم‌ترین مشکل و محدودیت برای ریزوبیوم و تثبیت نیتروژن به شمار می‌روند.

یک هدف مهم در تحقیقات تلقیح گیاهان لگوم، انتخاب نژادهای مؤثر ریزوبیوم برای میزبان است، این نژادها باید بتوانند خود را در ریزوسفر گیاه مستقر نموده و در تشکیل گره قادر باشند به خوبی با ریزوبیوم‌های بومی خاک رقابت نمایند، مکانیزم‌هایی که برتری رقابت را در یک نژاد ایجاد می‌کنند پیچیده می‌باشند، در حال حاضر مطالعات اندکی روی تثبیت نیتروژن در کشور صورت گرفته ولی در سال‌های اخیر توجه خاصی به این امر معطوف گردیده است. مطالعه حاضر با هدف معرفی بهترین نژاد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم تحت شرایط مطلوب آبیاری و تنش خشکی انجام یافته است.

مواد و روش ها

این تحقیق به صورت آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد، اجرا گردید. تیمارهای اصلی آزمایش شامل آبیاری مطلوب و سه سطح تنش خشکی، تنش ملایم (۸۵٪ نیاز آبی گیاه)، تنش متوسط (۷۰٪ نیاز آبی گیاه)، تنش سخت (۵۵٪ نیاز آبی گیاه) به عنوان فاکتور اصلی و سه نژاد باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم به نام‌های هلی‌نیترو، ریزوکینگ، نیتراژن و تیمار بدون تلقیح با باکتری(شاهد) به عنوان فاکتور فرعی روی رقم کلارک سویا، اعمال گردیدند. مقدار آب آبیاری و تیمارهای تنش خشکی از طریق برآورد نیاز آبی گیاه و تشتک تبخیر و با استفاده از روابط زیر محاسبه و اجرا شد (جدول ۱).

$$ET_o = E_p \,.\, K_p$$

که در این فرمول:

ET_o= تبخیر و تعرق گیاه مرجع

K_p= تبخیر روزانه از طشت تبخیر

www.SID.ir

Archive of SID

E_p= ضریب طشت تبخیر(معادل ۰/۷۵)

$$ET_c = K_c \,.\, ET_o$$

ET_c= مصرف روزانه آب سویا

K_c= ضریب گیاه زراعی که مقدار آن از شکل ۱ به دست می‌آید.

$$AW = FC - PWP$$

AW= رطوبت قابل استفاده گیاه یا رطوبت سهل‌الوصول

FC= ظرفیت زراعی خاک

PWP= نقطه پژمردگی دایم

$$RAW = f \,.\, AW$$

RAW= رطوبت خاک قبل از آبیاری

F= آب موجود در خاک که حداکثر محصول به دست می‌آید، برای سویا ۷۰٪ رطوبت قابل استفاده خاک است.

$$dn = \frac{(FC - RAW)As.D}{100}$$

Dn= آب مورد نیاز گیاه

As= جرم مخصوص ظاهری خاک

D= عمق نفوذ ریشه (بر اساس نمونه‌برداری‌های صورت گرفته ٦۰ سانتی متر منظور شد)

$$N = \frac{dn}{ETc}$$

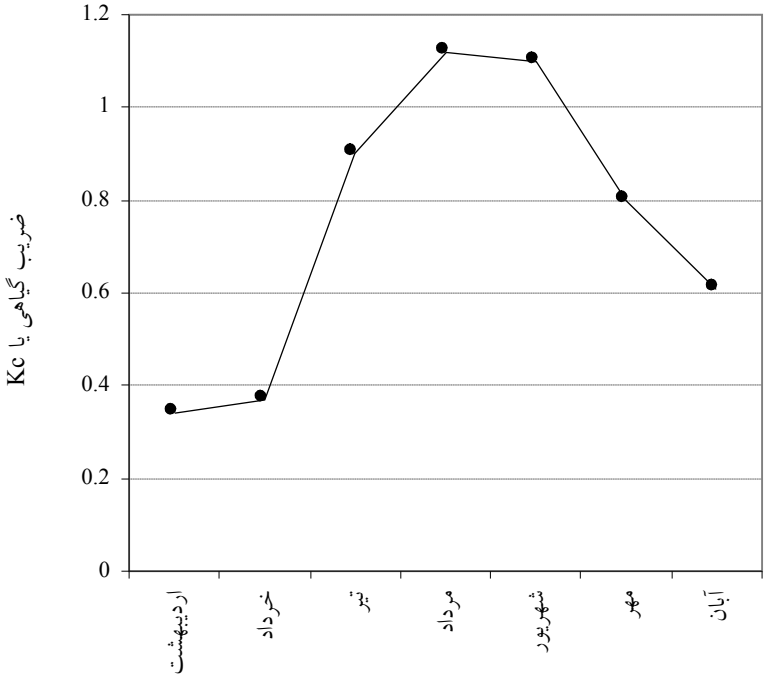
N= دور آبیاری

جدول۱: مقدار آب مورد نیاز هر پلات آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳

سال زراعی	نیاز آبی ($m^3.ha^{-1}$)	آبیاری مطلوب هر پلات ($m^3.18m^{-2}$)	۸۵٪ نیاز آبی هر پلات ($m^3.18m^{-2}$)	۷۰٪ نیاز آبی هر پلات ($m^3.18m^{-2}$)	۵۵٪ نیاز آبی هر پلات ($m^3.18m^{-2}$)
۱۳۸۲	۷٦٦٦	۱٦/۵۵	۱٤/۵۱	۱۲/٤٦	۱۰/٤۲
۱۳۸۳	۷۷۳٤	۱۷/۵۹	۱٤/۹۵	۱۲/۳۱	۹/٦۸

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منحنی Kc سویا

آبیاری کلیه تیمارها تا ۳۰ روز پس از کاشت به طور یکنواخت انجام شد، بعد از این زمان، تیمار تنش اعمال گردید. تلقیح بذر با باکتری در زمان کاشت صورت گرفت. میزان مصرف باکتری یک پاکت ۳۰۰ گرمی به ازای ٦۰ کیلوگرم بذر می‌باشد و برای نژادهای مورد استفاده، یکسان بود. تاریخ کاشت هر دو سال آزمایش۲۰ اردیبهشت بود. تراکم گیاه ۳۳ بوته در هر مترمربع بوده و هر کرت شامل پنج خط کشت به طول شش متر و فاصله ۰/٦ متر بود. کلیه مراقبت‌های زراعی به صورت یکنواخت روی کرت‌های آزمایشی اعمال گردید. با توجه به نتایج المریج و همکاران (۱۹۹۷) و حفیظ و همکاران (۲۰۰۰) که حداکثر فعالیت گره‌بندی را در مرحله شروع غلاف‌بندی سویا گزارش دادند، جهت ارزیابی فعالیت گره‌بندی و تثبیت نیتروژن، بوته‌ها در این مرحله برداشت شدند. صفات تعداد گره، وزن‌خشک گره، اندازه گره و مقدار نیتروژن تثبیت شده در گره با استفاده از روش احیای استیلن (شول هورن و بوریس۱۹٦٦، کوچ و ایوانز۱۹٦٦ و دیلورث ۱۹٦٦) و عملکرد نیتروژن تثبیت شده در هر مترمربع، محاسبه گردید. در زمان رسیدگی محصول، خط وسط هر پلات با حذف حواشی در سطح یک مترمربع از سطح خاک قطع و در آون با ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤۸ ساعت قرار گرفت و کل ماده‌خشک اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS و Minitab انجام گرفت، اثرات تنش خشکی، نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم و اثر متقابل آنها ارزیابی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب ماده‌خشک کل، گره‌بندی و صفات وابسته به آن، مقدار نیتروژن تثبیت شده در گره و عملکرد تثبیت نیتروژن در واحد سطح، تحت تاثیر تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم در جدول ۲ نشان داده شده است. در این آزمایش اثر نژادهای مختلف باکتری بر روی تعداد گره معنی‌دار بود. تأثیر تیمارهای آبیاری روی این فاکتور نیز اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول۲). نژاد هلی‌نیترو تعداد گره بیشتری را در گیاه به وجود آورد (جدول٤). به نظر می‌رسد که علت آن اختلاف ژنتیکی و توان رقابتی بالای نژادهای مختلف باکتری و سازگاری بهتر در ریزوسفر گیاهی است. نژادهای باکتری از لحاظ تولید تعداد گره تحت تاثیر تنش‌خشکی قرار گرفتند، به طوری که تحت شرایط آبیاری مطلوب نژاد هلی‌نیترو بیشترین تعداد گره ریشه را تولید نمود، اما با اعمال تنش خشکی از کارآیی همه نژادهای باکتری مخصوصا نژاد هلی‌نیترو کاسته شد، تحت شرایط تنش‌خشکی ملایم و تنش‌خشکی متوسط، نژاد ریزوکینگ برتری یافت و در تنش‌خشکی شدید تعداد گره‌های تولید شده توسط نژادهای باکتری تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول های۳، ٤ و٥). در شرایط تنش خشکی نژاد ریزوکینگ از توان همزیستی و گره‌زایی بهتری برخوردار است و قدرت سازگاری بهتری نسبت به شرایط سخت محیطی دارد و می‌تواند از شرایط موجود و با توجه به کاهش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه، استفاده بیشتری نماید. دانشیان (۱۳۷٤) در مطالعه بر روی اثر متقابل نژادهای باکتری ریزوبیوم (هلی‌نیترو، گلدکت و ریزوکینگ) و ارقام مختلف سویا (ویلیامز، سنچوری و هارکور) به اثر معنی‌دار نژاد باکتری تحت تاثیر عوامل محیطی اشاره نمود که در این بین نژاد گلدکت از گره‌زایی بیشتری برخوردار بود. هوبل و الکان (۱۹۷۷) در یک مطالعه روی ارقام سویا و جمعیت‌هایی از سه نژاد باکتری ریزوبیوم در شرایط تنش رطوبتی، بر اثر متقابل معنی‌دار تنش خشکی و نژاد باکتری اشاره نمودند. در مطالعه‌ای که توسط زنگی و مکنزی(۱۹۹۲) روی تاثیر تنش خشکی بر کارآیی نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم انجام دادند نتیجه گرفتند که، نژادهای باکتری دارای عکس‌العمل‌های متفاوتی هستند، بعضی از نژادها از مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی و شرایط نامساعد محیطی برخوردارند. حفیظ و همکاران (۲۰۰۰) در آزمایشی روی میزان گره‌بندی ارقام مختلف عدس توسط نژادهای مختلف باکتری *Rhizobium leguminosarum* نشان دادند که نژادها و ارقام، اثر معنی‌داری در تعداد گره داشته‌اند. هم چنین اسپرنت و اسپرنت(۱۹۹۰) در مطالعه روی تاثیر همزیستی نژادهای *R. meliloti* گونه‌های یونجه یک ساله تحت تاثیر تنش‌خشکی، بر اثر متقابل معنی‌دار نژاد و تنش اشاره نمودند. هم چنین در این تحقیق تعداد گره موجود روی ریشه با مقدار نیتروژن تثبیت شده همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = ۰/۹۹$) داشت (شکل های ۲، ۳ و ٤) و می‌تواند به عنوان معیار مناسبی جهت تخمین کارآیی نژادهای باکتری مورد استفاده قرار بگیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: نتایج تجزیه مرکب گره‌بندی و صفات وابسته به آن، مقدار تثبیت نیتروژن، عملکرد تثبیت نیتروژن در هر مترمربع و ماده‌خشک گیاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات مورد بررسی					
		تعداد گره در بوته	وزن‌خشک گره در بوته	اندازه گره	مقدار نیتروژن تثبیت‌شده در گره	عملکرد تثبیت نیتروژن	ماده‌خشک گیاه
		P≤α	P≤α	P≤α	P≤α	P≤α	P≤α
سال	۱	ns	ns	ns	*	ns	ns
سال بلوک	٤	–	–	–	–	–	–
تیمار آبیاری	۳	**	**	ns	*	**	**
تیمار آبیاری سال	۳	*	ns	ns	ns	ns	ns
تیمار آبیاری سال بلوک	۱۲	–	–	–	–	–	–
نژاد باکتری	۳	**	*	*	**	**	**
باکتری تیمار آبیاری	۹	**	*	*	**	**	**
باکتری سال	۹	ns	ns	ns	ns	ns	ns
باکتری تیمار آبیاری سال	۹	ns	ns	ns	ns	*	ns
باکتری تیمار آبیاری سال بلوک	٤۸	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (٪)		٦/۰۳	۳/۲٦	۱٤/۰۸	۵/۰۱	۳/۰۸	۸/۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

وزن‌خشک گره، تحت تأثیر نژادهای مختلف باکتری و تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول های۳و٤)، به طوری که نژاد هلی‌نیترو، وزن‌خشک گره بیشتری را نسبت به سایر نژادهای باکتری تولید نمود و پس از آن نژاد ریزوکینگ در رده بعدی قرار گرفت (جدول های ۳، ٤ و۵). در این خصوص، برگرسن و همکاران (۱۹۷۳) در یک آزمایش اثر نژادهای مختلف ریزوبیوم ژاپونیکوم را بر وزن‌خشک گره ارقام سویا، معنی‌دار گزارش کرد، در آزمایش وی، بیشترین وزن‌خشک گره، در مرحله R_4 (پایان غلاف‌بندی) بود. در همین ارتباط هارد و دروم (۱۹۸۸) در مطالعه روی میزان گره‌بندی و تثبیت نیتروژن سویا توسط نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم به اثر معنی‌دار نژادهای باکتری اشاره نمودند. همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود با افزایش تنش‌خشکی، وزن‌خشک گره کاهش یافت که در نژاد ریزوکینگ و نیتراژن این کاهش شدیدتر بود، در تنش سخت رطوبتی اختلاف وزن‌خشک گره در بین نژادهای باکتری به حداقل خود رسید که دلیل آن را می‌توان به کاهش تولید مواد فتوسنتزی و هم‌چنین کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

تثبیت نیتروژن در گیاه مرتبط دانست. در بررسی اثر متقابل تیمارهـای آبیـاری و نژادهـای بـاکتری، نـژاد هلی‌نیترو در تیمارهای مختلف آبیاری بیشترین وزن‌خشک را به خود اختصاص داد و این در حـالی بـود که تحت تاثیر تنش خشکی، از تثبیت نیتروژن نژاد هلی‌نیترو به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای کاسته شد، بنـابراین به نظر می‌رسد باکتری‌های موجود در گره‌هـای روی ریـشه ایـن نـژاد، توانـسته‌انـد بـا تولیـد اکـسین و سیتوکنین، گره بزرگ‌تری را به وجود آوردند اما در مرحله بعدی، که انجام فرآیند تثبیت نیتروژن بـوده از کارآیی کمی نسبت به نژاد ریزوکینگ برخودار بوده‌اند (شکل۷). حفیظ و همکـاران (۲۰۰۰) در آزمـایش نژادهای باکتری ریزوبیوم لگومینوزارم روی عدس نتیجه گرفتند که نژادهای بـاکتری اثـر معنـی‌داری بـر وزن‌خشک گره دارند و اعمال تنش رطوبتی تأثیر معنی‌داری روی این صفت می‌گذارد. اوهاما (۱۹۸٤) در آزمایش روی اثر متقابل نژادهای *R. phaseoli* و تنش خشکی بر رقم لوبیا، به وجود اختلاف معنی‌دار در این خصوص اشاره کردند، عکس‌العمل نژادهای باکتری در برخورد با تنش متفاوت بود.

جدول۳: میانگین گره‌بندی و صفات وابسته به آن در رقم کلارک سویا تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

تیمارهای آبیاری	صفات مورد بررسی					
	تعداد گره در بوته	وزن‌خشک گره در بوته (gr)	اندازه گره در بوته (mm)	مقدار نیتروژن تثبیت شده در گره ($\mu molN.Plant^{-1}.d^{-1}$)	عملکردنیتروژن تثبیت‌شده ($gr.m^{-2}$)	ماده‌خشک گیاه ($gr.m^{-2}$)
آبیاری مطلوب	۲۰/۹a	۳/۱a	٤/٦a	۲/۲a	۱۸/۳a	۸۱۰a
تنش ملایم	۲۰/۲b	۳/۰a	٤/٥a	۱/۹b	۱۷/۱b	۷٦۱b
تنش متوسط	۱۸/۲c	۲/۱b	٤/٤a	۱/۷bc	۱٤/۹c	۷٤۲c
تنش سخت	۱٥/۰d	۱/٦bc	٤/٤a	۱/٦c	۱۲/٦d	٦۳۰d

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد

تحت تأثیر تنش‌خشکی اندازه گره معنی‌دار نبود که دلیل آن را می‌توان تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه جهت رشد و گسترش ریشه و دست یابی به منابع جدید آب مرتبط دانست، اما این فاکتور تحت تاثیر نژادهای باکتری معنی‌دار گردید، که قدرت تولید باکتروئیدها در تولید اکسین و سیتوکینین از دلایل تفاوت نژادهای مختلف باکتری در اندازه گره است (۱٦ و۲۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤: میانگین گره بندی و صفات وابسته به آن در سویا تحت تاثیر نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم

نژادهای باکتری	صفات مورد بررسی					
	تعداد گره در بوته	وزن‌خشک گره در بوته (gr)	اندازه‌گره در بوته (mm)	مقدار نیتروژن تثبیت شده در گره ($\mu molN.Plant^{-1}.d^{-1}$)	عملکردنیتروژن تثبیت شده ($gr.m^{-2}$)	ماده خشک گیاه ($gr.m^{-2}$)
هلی نیترو	۲۲/۱۸a	۳/٤۰a	٤/۸۸a	۲/۳٥a	۲۰	۸۳۰
ریزوکینگ	۲۱/٥۱ab	۳/۳۰ab	٤/۸۰ab	۲/۰٥b	۱۸/۷٥	۷۸۰
نیتراژن	۱۸/۷۸c	۲/٤۹c	٤/٦۸bc	۱/۷٦c	۱٦/۲٥	۷٤۲
بدون باکتری	۰/۰۱d	۰/۰۱d	۰/۰۱d	۰/۰۱d	۰/۰۱	٦٤٦

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد

جدول٥: میانگین گره‌بندی و صفات وابسته به آن در رقم‌کلارک سویا تحت تاثیر اثر متقابل تنش‌خشکی و نژادهای باکتری ریزوبیوم ژاپونیکوم

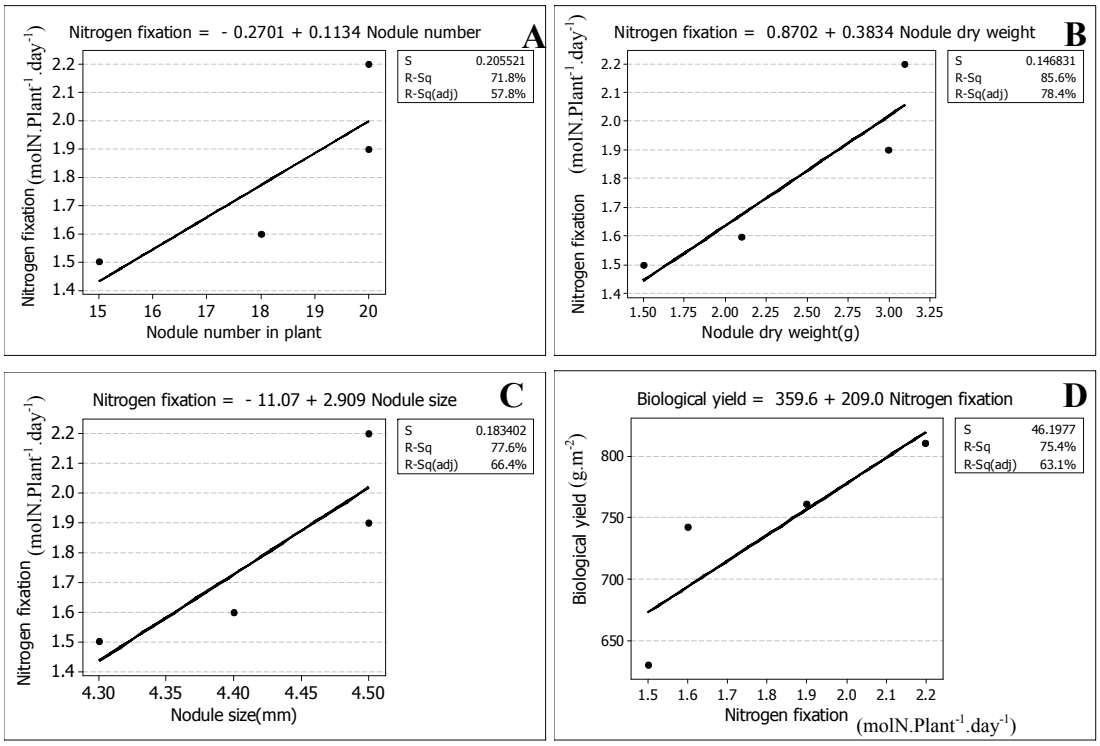
تیمارهای آزمایشی		صفات مورد بررسی					
		تعداد گره در بوته	وزن‌خشک گره در بوته (gr)	اندازه گره در بوته (mm)	مقدار نیتروژن تثبیت‌شده در گره ($\mu molN.Plant^{-1}.d^{-1}$)	عملکردنیتروژن تثبیت شده ($gr.m^{-2}$)	ماده‌خشک گیاه ($gr.m^{-2}$)
آبیاری مطلوب	هلی نیترو	۲٦/۹a	٤/۱a	٥/۲a	۲/۹a	۲٤/۰a	۸۷۰a
	ریزوکینگ	۲۳/۲b	۳/٤a	٥/۲a	۲/٥b	۲۱/۹b	۸٥۳b
	نیتراژن	۲۲/۳c	۳/۱a	٥/۲a	۲/۳bc	۲۰/۲c	۸٤۸b
	بدون باکتری	۰/۱d	۰/۱b	۰/۱b	۰/۱d	۰/۱d	۷۷۰c
تنش ملایم	هلی نیترو	۲۰/۳b	٤/۰a	٥/۱a	۲/۲b	۲۰/۰a	۸۲۲a
	ریزوکینگ	۲۳/۲a	۳/۲a	٥/۱a	۲/٦a	۲۱/۰a	۸۳۰a
	نیتراژن	۱۹/۲c	۳/۰a	٥/۱a	۲/۰bc	۱۸/۹b	۷۹٥b
	بدون باکتری	۰/۱d	۰/۱b	۰/۱b	۰/۱d	۰/۱c	۷٥۹c
تنش متوسط	هلی نیترو	۱۸/۱b	۳/۱a	٥/۰a	۱/۹a	۱۸/٤a	۷۸۰b
	ریزوکینگ	۱۹/٥a	۲/٥a	٥/۰a	۲/۰a	۱۹/۱a	۷۹۰a
	نیتراژن	۱۷/۹b	۲/۲a	٤/۹a	۱/۹a	۱٦/۹b	۷٦۰c
	بدون باکتری	۰/۱c	۰/۱b	۰/۱b	۰/۱b	۰/۱c	۷۰۰d
تنش سخت	هلی نیترو	۱٦/۲b	۲/۲a	٥/۰a	۱/۹a	۱٥/۸a	٦۷۰b
	ریزوکینگ	۱٦/۷a	۱/۸a	٥/۰a	۱/۹a	۱٦/٦a	٦۸٥a
	نیتراژن	۱٥/۹b	۱/٥a	٤/۹a	۱/۷ab	۱۳/۳b	٦۱۰c
	بدون باکتری	۰/۱c	۰/۱b	۰/۱b	۰/۱c	۰/۱c	٥۲٥d

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه گره در مراحل اولیه تشکیل گره مشخص می‌گردد که به توانایی باکتری در تولید هورمون‌هایی از جمله اکسین و سیتوکینین بستگی دارد، ممکن است فعالیت باکتری‌ها پس از این زمان کاهش و یا متوقف گردد، به همین دلیل تثبیت نیتروژن کاهش می‌یابد.



شکل۲- روابط رگرسیونی بین گره‌بندی و صفات وابسته به آن، تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

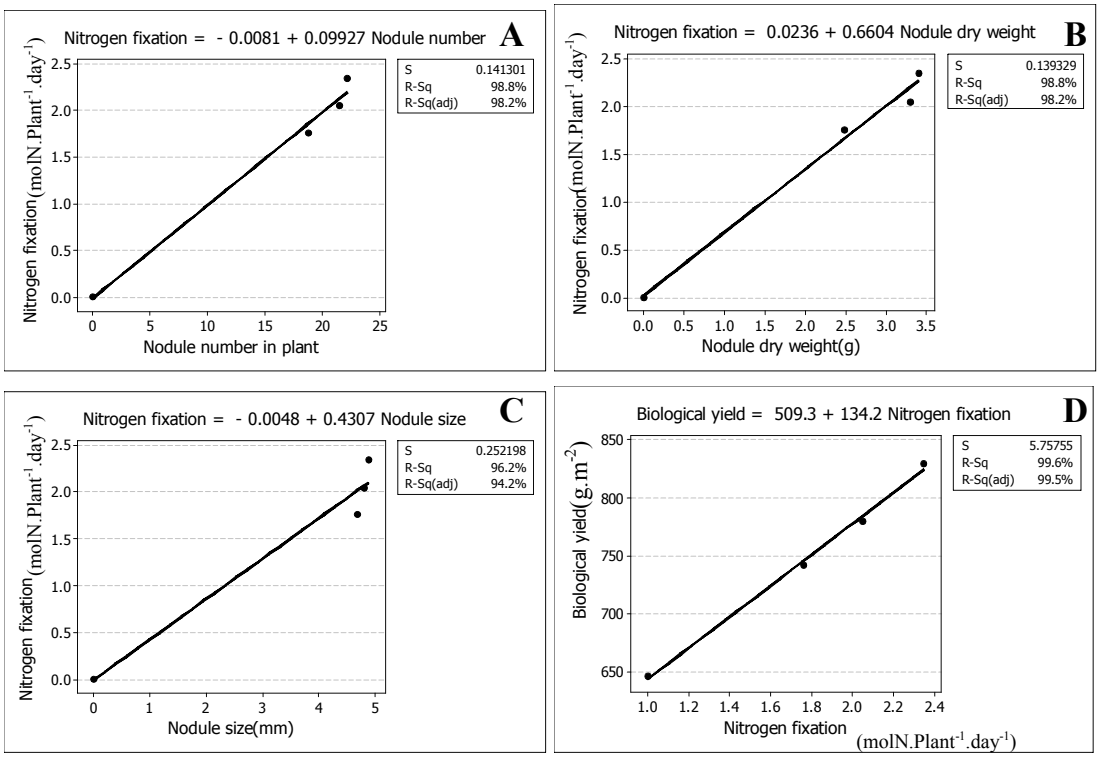
A=رابطه رگرسیونی بین تعداد گره با تثبیت نیتروژن B =رابطه رگرسیونی بین وزن‌خشک گره با تثبیت نیتروژن

C=رابطه رگرسیونی بین اندازه گره با تثبیت نیتروژن D=رابطه رگرسیونی بین تثبیت نیتروژن با عملکرد دانه

بر اساس نتایج به دست آمده، اندازه گره معیار مناسبی جهت سنجش توان تثبیت نیتروژن توسط نژاد باکتری نمی‌باشد زیرا همان طور که در جدول های ٤ و ٥ مشاهده می‌گردد اندازه گره در نتیجه فعالیت باکتری نیتراژن بیشتر از نژادهای هلی‌نیترو و ریزوکینگ بود در حالی که حداکثر مقدار نیتروژن تثبیت شده در شرایط آبیاری مطلوب توسط هلی‌نیترو و در شرایط تنش رطوبتی توسط نژاد ریزوکینگ، تولید شد. نتایج حاصل از آزمایش واسیلاس و نلسون(۱۹۹۲) و گارنر(۱۹۹۸) روی سویا نشان داد که همبستگی مثبت جزیی بین اندازه گره و مقدار نیتروژن تثبیت شده وجود دارد. گزارش های کمی در ارتباط با رابطه بین اندازه گره و مقدار نیتروژن تثبیت شده وجود دارد، اما آنچه مسلم است ارتباط اندازه گره، نشان‌دهنده توانایی باکتری جهت تثبیت نیتروژن نمی‌باشد (۱۱ و ۲۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- روابط رگرسیونی بین گره‌بندی و صفات وابسته به آن، تحت تاثیر نژادهای باکتری

A=رابطه رگرسیونی بین تعداد گره با تثبیت نیتروژن B=رابطه رگرسیونی بین وزن‌خشک گره با تثبیت نیتروژن

C=رابطه رگرسیونی بین اندازه گره با تثبیت نیتروژن D=رابطه رگرسیونی بین تثبیت نیتروژن با عملکرد دانه

مقدار تثبیت نیتروژن، عملکرد تثبیت نیتروژن و تولید ماده‌خشک توسط سویا برای سطوح تنش خشکی و نژادهای مختلف باکتری، اختلاف معنی‌دار را در سطح احتمال ۵٪ نشان دادند (جدول۱). باکتری نژاد هلی‌نیترو در شرایط آبیاری مطلوب، بیشترین تثبیت نیتروژن و تولید ماده‌خشک را دارا بود و با اعمال تنش از توانایی آن نسبت به نژاد ریزوکینگ کاسته شد، در تنش‌های ملایم و متوسط نژاد ریزوکینگ برتری یافت و در تنش سخت همه نژادها در یک گروه قرار گرفتند که می‌تواند به دلیل کاهش شدید تولید و انتقال مواد فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی سخت و تخصیص مقدار کمتری از مواد فتوسنتزی به گره‌ها و در نتیجه باکتروئیدها باشد. در تیمار شاهد با توجه به عدم تلقیح با باکتری و عدم تثبیت نیتروژن، کمترین ماده‌خشک به دست آمد (جدول های۳، ٤و٥). در مطالعات مشابه، کوچ و ایوانز (۱۹۹٦) در آزمایش روی میزان گره‌بندی و تثبیت نیتروژن سویا، گزارش نمودند که تفاوت معنی‌داری در کل نیتروژن تثبیت شده وجود دارد. در آزمایش دیگری که روی مقادیر تثبیت نیتروژن سویا صورت گرفت مشاهده شد که نژادهای مختلف دارای توان متفاوت تثبیت نیتروژن می‌باشند که با توجه به مقادیر نیتروژن تثبیت شده ماده‌خشک تولیدی گیاه نیز متفاوت می‌باشد (۱۳ و ۲۵). در این تحقیق، تثبیت نیتروژن با تولید ماده‌خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۹۹) داشت (شکل ۳)، به طوری که با

www.SID.ir

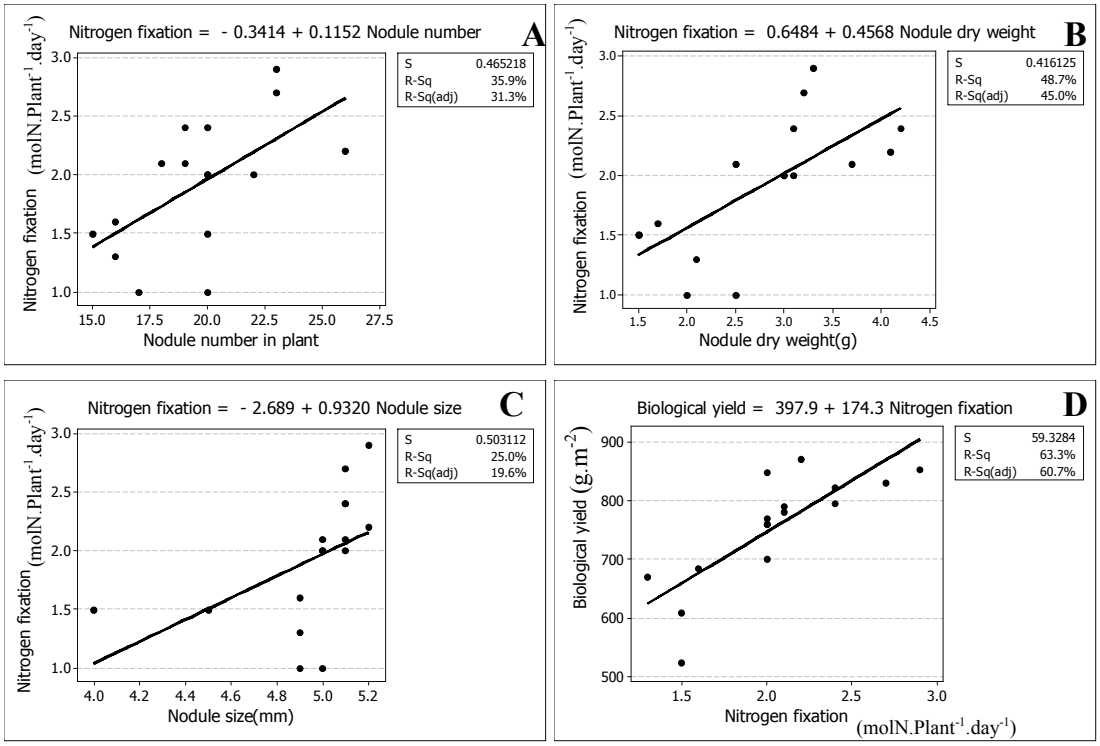
Archive of SID

افزایش مقدار نیتروژن تثبیت شده تقریبا به طور خطی مقدار ماده‌خشک تولید شده افزایش یافت که به دلیل تولید سطح فتوسنتزکننده بیشتر و تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه می‌باشد و این خود بر تثبیت نیتروژن اثر تشدیدکننده می‌تواند داشته باشد. همبستگی مثبتی بین توان تثبیت نیتروژن و تولید ماده‌خشک گیاه گزارش شده است (۲۹). توان تثبیت نیتروژن و تولید ماده‌خشک گیاه، تحت تاثیر عوامل مختلفی از قبیل ژنوتیپ گیاه، نژاد باکتری، رطوبت خاک، نیتروژن خاک و ... قرار می‌گیرد (۳ و ۱۱). به طوری که تحت تاثیر تیمارهای آبیاری رابطه همبستگی(r=۰/٦٦) تثبیت نیتروژن با عملکرد بیولوژیکی کاهش یافت(شکل های ۲ و ٤). با اعمال تنش خشکی کاهش مقدار تثبیت نیتروژن و ماده‌خشک در گیاهانی از قبیل سویا، باقلا، نخود و نخود فرنگی گزارش شده است (۱۵).

کاهش تثبیت نیتروژن در نژادهای مختلف باکتری تحت تاثیر سطوح تنش خشکی و به خصوص در تنش شدید می‌تواند عمدتاً مربوط به آنزیم موجود در برگ باشد که مسئول تجزیه محصولات تثبیت نیتروژن انتقال یافته به گره‌ها در برگ‌ها می‌باشد این آنزیم دارای حساسیت زیادی نسبت به کمبود آب است و فعالیت آن دچار اختلال می‌گردد، با کاهش فعالیت این آنزیم، اثر بازخوری منفی بر روی فعالیت تثبیت نیتروژن دارد، در نتیجه تثبیت نیتروژن کاهش می‌یابد (جدول ۵)، اما مکانیزم آن به طور کامل مشخص نشده است (۲۸). دلیل دیگری که می‌توان علت کاهش تثبیت نیتروژن با کاهش رطوبت خاک را توجیه نمود کاهش تنفس سلول‌های ریشه و مخصوصا تنفس گره‌های موجود روی ریشه می‌باشد، با کاهش تنفس گره، انرژی مورد نیاز تثبیت نیتروژن کاهش می‌یابد و سبب کاهش تثبیت نیتروژن می‌گردد (۲۷). بر اساس گزارش واسیلاس و نلسون (۱۹۹۲) کاهش بیش از ۲۰درصد رطوبت گره، سبب توقف تثبیت نیتروژن می‌گردد و تنفس گره را به شدت کاهش می‌دهد، با کاهش رطوبت میزان تثبیت نیتروژن و تنفس گره به کمتر از ۲۰درصد تنزل می‌یابد. هم چنین تغییرات روزانه قابل‌توجهی در میزان تثبیت نیتروژن به وسیله گره سویا در رابطه با تغییرات مقدار رطوبت گزارش شده است(۱۵). به نظر می‌رسد که کاهش تثبیت نیتروژن در اثر خشکی گره، مربوط به کاهش تنفس گره به دلیل کمبود اکسیژن در باکتری‌ها می‌باشد، چنین کمبودی در اثر ایجاد یک مانع فیزیکی در ورود اکسیژن به گره به وجود می‌آید که در اثر بی‌میلی لگ‌هموگلوبین گره‌خشک نسبت به اکسیژن پدید می‌آید. این نظریه با توجه به این که اثرات منفی کمبود رطوبت بر تثبیت نیتروژن و تنفس گره با افزایش غلظت اکسیژن در اطراف گره برطرف می‌شود مطرح می‌گردد (۱۵). تنش خشکی ملایم باعث کاهش تثبیت نیتروژن گردید اما در تنش‌های متوسط و سخت، تثبیت نیتروژن کاهش شدیدی را نشان داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد کمبود رطوبت در حد متوسط سبب تغییرات ساختمانی از قبیل پارگی پلاسمودسماتا در بخش خارجی سلول‌های کورتکس گره‌های سویا می‌شود، این خسارت نه تنها در اثر تعرق بیش از حد گره به دلیل خشکی هوای خاک، بلکه در اثر جذب مواد مضر مانند نمک‌های در تماس با ریشه ایجاد می‌گردد (۲۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- روابط رگرسیونی بین گره‌بندی و صفات وابسته به آن، تحت تاثیر اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نژادهای باکتری

A=رابطه رگرسیونی بین تعداد گره با تثبیت نیتروژن B=رابطه رگرسیونی بین وزن‌خشک گره با تثبیت نیتروژن

C=رابطه رگرسیونی بین اندازه گره با تثبیت نیتروژن D=رابطه رگرسیونی بین تثبیت نیتروژن با عملکرد دانه

به طور کلی، معیار تعداد گره همبستگی مثبت و معنی‌دار با توان تثبیت نیتروژن نژاد باکتری دارد، در صورتی که اندازه گره معیار مناسبی به شمار نمی‌آید و از این فاکتور نمی‌توان جهت تعیین کارآیی نژاد باکتری برتر استفاده نمود. هم چنین آب مهم‌ترین عامل محیطی مؤثر بر تثبیت نیتروژن است. کافی نبودن آب از دو طریق فعالیت گره‌ها را کاهش و یا متوقف می‌کند، یکی اثر غیرمستقیم تنش‌خشکی است که در مراحل اولیه باعث کاهش فتوسنتز گیاه می‌شود، زیرا روزنه‌ها بسته شده و کاهش ورود دی‌اکسیدکربن به برگ باعث کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌گردد، چنان‌چه این شرایط به مدت طولانی ادامه یابد انتقال کربوهیدرات‌ها به گره‌ها کاهش می‌یابد، که دلیل آن کاهش میزان تولید مواد فتوسنتزی و هم‌چنین مصرف مواد فتوسنتزی جهت رشد و توسعه ریشه به منظور دستیابی به منابع جدید آب، می‌باشد. این عامل باعث کاهش تثبیت نیتروژن شده و با کاهش نیتروژن مورد نیاز گیاه، فرایند تولید و توسعه برگ‌ها و اندام‌های رویشی کند می‌شود که خود منجر به کاهش فتوسنتز گیاه می‌گردد و در تنش سخت این عامل تشدید می‌گردد. هم چنین اثر مستقیم تنش خشکی بر تثبیت نیتروژن، از طریق کاهش انتشار اکسیژن به گره و در

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه کاهش تنفس گره است. با توجه به این که تثبیت نیتروژن واکنشی انرژی‌خواه می‌باشد، محدودیت تولید انرژی در گره‌های موجود بر روی ریشه، تثبیت نیتروژن را کاهش می‌دهد. همان طور که ذکر شد عکس‌العمل نژادهای باکتری نسبت به تیمارهای متفاوت بود، نژاد هلی‌نیترو با تولید تعداد گره‌های فعال بیشتر در شرایط آبیاری مطلوب تثبیت بیشتر نیتروژن را سبب گردد که منجر به تولید ماده‌خشک بالاتر شد اما تحت شرایط تنش‌های ملایم و متوسط، نژاد باکتری ریزوکینگ با سازگاری بهتر به شرایط تنش، نیتروژن بیشتری را تثبیت و در اختیار گیاه قرار داد و در تنش سخت، تفاوتی بین نژادهای باکتری مشاهده نشد. بنابراین می‌توان توصیه نمود که مناطق شرایط مساعد زراعی در طول دوره رشد گیاه وجود دارد از نژاد هلی‌نیترو و در مناطقی که ممکن است تنش خشکی اتفاق بیافتد از نژاد ریزوکینگ استفاده نمود. هم چنین لازم است عکس‌العمل نژادهای باکتری و قدرت سازگاری آنها را تحت شرایط مختلف و تنش‌های دیگر مورد ارزیابی قرار داد.

منابع

۱- **آینه بند، ا. ۱۳۷۲.** تعیین منحنی رشد بررسی اثر تاریخ کشت بر عملکرد و ارقام کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده کشاورزی.

۲- **انوری، م. ت. ۱۳۷٦.** اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا .پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- **حاج محمدنیا قالی بافت، ک. ۱۳۷٦.** بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی رشد، عملکرد و اجزای محدود ارقام کلزای پاییزه در شرایط محیطی تبریز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی.

٤- **خواجه‌پور، م. ۱۳۸۳.** گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ٥٦٤ صفحه.

٥- **شیرانی‌راد، ا. ح.۱۳۷۳.** بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روند رشد و صفات زراعی دو رقم کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده کشاورزی.

٦- **شیرانی‌راد، ا. ح. و دهشیری، ع. ۱۳۸۱.** راهنمای کلزا(کاشت، داشت و برداشت). سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی نشر آموزش کشاورزی،۱۱٦ صفحه.

۷- **عزیزی، م. ا. سلطانی و خاوری خراسانی، س.(۱۳۷۸)** کلزا. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد،۲۳۰ صفحه

۸- **کوچه باغی، ا. ح. ۱۳۸۳.** تاثیر سه تاریخ کاشت برروی عملکرد و صفات قابل اندازه‌گیری در رقم سرز. خلاصه مقالات اولین همایش ملی دانه‌های روغنی در گرگان.

۹- **ناصر قدیمی، ف. ۱۳۸۳.** بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای زمستانه. نتایج تحقیقات به زراعی کلزا در سال ۸۳-۱۳۸۲.

۱۰- **ناصری، ف.۱۳۷۰.** دانه‌های روغنی. انتشارات آستان قدس رضوی مشهد،۵۷۲ صفحه.

۱۱- **نبوی محلی، آ. ۱۳۷٦.** بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزا عمکرد و خصوصیات رشد سه رقم کلزای پاییزه در منطقه مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی.

www.SID.ir

Archive of SID

12-David, E., Anway, H. and Harbans, L. 1999. Canola oil yield and quality as affecled in Virginia. Crop.sci., 39: 254-256.

13-Guardia, M. D. and Perez-torrez, E. B. 1978. Growth and development of spring varieties in autumn sowing in southern spain. Proc 5 th rapeseed conf, Malmo, swedden, pp:245-249.

14-Jenkins, P. D. and Leitch, M. H. 1989. Effect of sowing date on the growth and yield of winter oilseed rape. Agr.j.Sci.,105:405-420

15-Mendham, N. J. and Scott, R. K. 1975. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape.J. Agric.Sci.,84:487-502.

16-Mendham, N. J. and Shipway, P. A. 1981. The effect of delay sowing and weather on growth , development and yield of winter oilseed rape (***brassica napus***). J.Agric. sci., 96:389-416.

17- Mukurasi, N. J. 1978. Research on rapeseed and fodder rape at uyole, Tanzania proc. 5 th. Int. Rapeseed Conf. Swedden,pp:280-288.

18-Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Euorop .J.Agric.,19:453-463

19-Potts, M. J and Gardiner,W. 1980. The potential of spring oilseed rape in the west of Scotland. Exol, Husb, 36:64-74

20-Thurling, N. 1974. Morphophysiological determination of yield in rapeseed. Aust .J. Agric.Res.,75:711-721

www.SID.ir