نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی - پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

با مجوز شمارة 88/6124 مورخ 1388/08/25 از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامي

و درجه علمي‌پژوهشي به شمارة 3/11/3785 مورخ 1389/03/17 از وزارت علوم، تحقيقات و فناوري

جلد4، شمارهٔ1، نيمهٔ اوّل1392

صاحب امتياز: **دانشگاه فردوسي مشهد، پژوهشكدة علوم گياهي**

مدير مسئول: **دكتر محمد كافي**

سردبير: **دكتر عبدالرضا باقري**

مدير اجرايي: **مهندس حسن پرسا**

ويراستار: **مهندس حسن پرسا**

همكاران اين شماره: **مهندس حامد طلاچيان - سيدمهدي ميرشاه‌ولاي - رحمان اسدي**

ناشر: **پژوهشكدة علوم گياهي دانشگاه فردوسي مشهد**

چاپ: **مؤسسة چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسي مشهد**

شمارگان: **150 نسخه**

اين نشريه در قالب تفاهم‌نامة همكاري ميان دانشگاه فردوسي مشهد با دانشگاه‌هاي صنعتي اصفهان، تربيت مدرس، شهيد باهنر كرمان، علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، آزاد اسلامي واحد علوم و تحقيقات فارس و علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري و با هدف گسترش همكاري‌هاي علمي و پژوهشي منتشر مي‌شود.

اين نشريه در پايگاه اطلاعات علمي جهاد دانشگاهي به نشاني www.SID.ir نمايه مي‌شود.

نشاني:

مشهد، ميدان آزادي، پرديس دانشگاه فردوسي مشهد، پژوهشكدة علوم گياهي

دفتر نشرية پژوهش‌هاي حبوبات ايران، صندوق پستي: 1653-91775، كد پستي: 9177948974

تلفن: 8804816 و 8804801 (0511)، نمابر: 8804825 (0511)

پست الكترونيك: rcps@um.ac.ir

تارنما: http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR و http://rcps.um.ac.ir

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

فهرست مقالات

جلد٤، شمارهٔ١، نیمهٔ اوّل ١٣٩٢

سخن سردبیر

حبوبات به‌عنوان يكي از مهم‌ترين منابع گياهي غني از پروتئين، دومين منبع مهم غذايي انسان پس از غلات، به‌شمارمي‌روند. اين گياهان با داشتن قابليت تثبيت زيستي نيتروژن، نقش درخورتوجهي در بهبود حاصلخيزي خاك دارند. حبوبات در تناوب با بسياري از گياهان زراعي، كشت و كار مي‌شوند و بدين‌ترتيب با تنوع‌بخشي به نظام‌هاي كشت مبتني بر غلات، جايگاه ويژه‌اي در كشاورزي پايدار به خود اختصاص داده‌اند. اين گياهان، كم‌توقع بوده و براي كشت در نظام‌هاي زراعي كم‌نهاده مناسب مي‌باشند. همچنين به صورت گياهان پوششي، در جلوگيري از فرسايش خاك مؤثرند. مجموعة اين ويژگي‌ها، حبوبات را از جنبه‌هاي زراعي، بوم‌شناختي و زيست‌محيطي در جايگاه ارزشمندي قرار داده است.

حبوبات در ايران پس از غلات، بيشترين سطح زيركشت را دارا هستند. بر اساس آمار، سالانه سطحي حدود يك‌ميليون‌ودويست‌هزار هكتار در كشور به كشت حبوبات اختصاص مي‌يابد كه از اين سطح، سالانه حدود 700هزارتُن محصول به‌دست مي‌آيد. نگاهي اجمالي به آمار توليد و سطح زيركشت اين محصولات در ايران و مقايسة آن با آمار جهاني نشان مي‌دهد كه بازده توليد اين محصولات در كشور ما، بسيار ناچيز بوده و گاه با نوسانات شديدي همراه است. هرچند بخشي از پايين‌بودن بازده توليد اين محصولات را مي‌توان به وضعيت ويژة طبيعي و اقليمي كشور مربوط دانست اما علت ديگر آن را بايد در بي‌توجهي به سرمايه‌گذاري‌هاي مرتبط با توليد به‌ويژه فقر تحقيقات حبوبات، جستجو كرد. اين كم‌توجهي‌ها سبب شده است كشت بعضي محصولات زراعي مانند غلات و محصولات نقدينه‌اي، جايگزين كشت حبوبات در اراضي مرغوب شده و لذا كشت حبوبات، بيش‌ازپيش به مناطق حاشيه‌اي و كم‌بازده رانده شود. اين وضعيت، چالشي بزرگ را فراروي مجموعة برنامه‌ريزان، سياست‌گزاران و نيز محققان حبوبات در كشور قرار داده است.

اهميت حياتي اين محصولات به‌ويژه از نظر تأمين نيازهاي پروتئيني كشور و نيز حفظ بوم‌نظام‌هاي طبيعي ايجاب مي‌كند تا به امر پژوهش‌هاي دامنه‌دار پيرامون جنبه‌هاي مختلف توليد اين محصولات به‌منظور پاسخ‌گويي به نيازهاي جديد، به‌صورت ويژه‌اي پرداخته شود. نكتة مهمي كه در طراحي و اجراي برنامه‌هاي تحقيقات حبوبات بايد همواره مد نظر باشد، قرارداشتن كشور در وضعيت طبيعي و اقليمي خشك است؛ به‌طوري كه بيش از 90درصد از توليد حبوبات در كشور ما در شرايط ديم با بارش‌هاي بسياراندك انجام مي‌شود. بدين‌ترتيب، انطباق با اين شرايط خشك ضمن حفظ پايداري توليد، به‌عنوان يكي از اصول بنيادين در تدوين و اتخاذ سياست‌ها و خط‌مشي‌هاي تحقيقاتي در رابطه با حبوبات، مد نظر قرار بگيرد.

به‌هر حال، تعيين يك راهبرد واحد، هماهنگي و انسجام بين مراكز علمي و تحقيقاتي و نيز تبادل اطلاعات و تجارب به‌دست‌آمده بين محققان در مراكز مختلف، عواملي هستند كه ما را در رسيدن به اهداف بلندمدت تحقيقات حبوبات ياري خواهند كرد. در اين راستا، پژوهشكدة علوم گياهي دانشگاه فردوسي مشهد با همكاري مراكز دانشگاهي و تحقيقاتي كشور، نشرية علمي‌پژوهشي "**پژوهش‌هاي حبوبات ايران**" را با هدف انتشار دستاوردهاي حاصل از تحقيقات حبوبات پژوهشگران كشور، آغاز كرده است. اميد است اين اقدام، بستر مناسبي را جهت شكل‌گيري فضاي تعامل علمي و رشد قابليت‌هاي محققان اين عرصه فراهم آورد.

با احترام

عبدالرضا باقري

سردبير نشريه پژوهش‌هاي حبوبات ايران

باسمه‌تعالي

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه فردوسی مشهد

معرّفي نشريه، فراخوان و شرايط پذيرش مقاله، راهنماي تهيه و ارسال مقاله

الف- معرفي نشريه

«پژوهش‌هاي حبوبات ايران» نشريه‌اي است با درجة علمي‌پژوهشي كه به‌وسيلة پژوهشكدة علوم گياهي دانشگاه فردوسي مشهد در قالب تفاهم‌نامة همكاري با شش دانشگاه كشور شامل دانشگاه‌هاي صنعتي اصفهان، تربيت‌مدرس، شهيد باهنر كرمان، علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، آزاد اسلامي واحد علوم و تحقيقات و دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري، به تعداد دو شماره در سال انتشار مي‌يابد. اين نشرية تخصصي، نتايج تحقيقات حبوبات را در زمينه‌هاي مختلف پژوهشي، منتشر خواهد كرد. منظور از حبوبات، بقولات مهم زراعي شامل نخود، عدس، انواع لوبيا، ماش، باقلا، نخودفرنگي، دال‌عدس و خُلّر است.

ب- فراخوان و شرايط پذيرش مقاله

ب-1- مقالات بايد نتيجة پژوهش‌هاي اصيل در زمينه حبوبات بوده و پيش‌تر در نشرية ديگري چاپ نشده و يا همزمان به نشرية ديگري ارسال نشده باشند. مراحل ارسال مقاله و پيگيري وضعيت آن، از طريق پايگاه اختصاصي نشرية پژوهش‌هاي حبوبات ايران در سامانة يكپارچة مديريت نشريه‌هاي علمي دانشگاه فردوسي مشهد به نشاني http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR خواهد بود.

ب-2- نويسنده(گان) طي تعهدنامه‌اي، ضمن اعلام ارسال مقاله با ذكر عنوان، رعايت اخلاق پژوهشي و نيز اصول اخلاقي نشر را ابراز مي‌نمايند. اين تعهدنامه بايد به امضاي نويسندة مسئول و نيز يكايك نويسندگان مقاله (در صورت وجود)، رسيده و پس از اسكن، از طريق سامانة اينترنتي نشريه در بخش بارگذاري فايل‌هاي الحاقي، بارگذاري گردد.

ب-3- مسئوليت هر مقاله از نظر علمي به‌عهدة نويسنده(گان) آن خواهد بود.

ب-4- مقالات به‌وسيلة شوراي نويسندگان (هيئت تحريريه) و با همكاري هيئت داوران ارزيابي شده و در صورت تصويب، بر اساس ضوابط خاص نشريه در نوبت چاپ قرار خواهند گرفت. نشريه در رد يا پذيرش و نيز ويراستاري و تنظيم مطالب مقالات، آزاد است.

ب-5- زبان اصلي نشريه، فارسي است و مقالات، حاوي چكيده به زبان انگليسي نيز خواهند بود.

ج- راهنماي تهيه و ارسال مقاله

ج-1- روش نگارش

متن مقاله بايد در محيط نرم‌افزار MS-Office Word 2007 با ابعاد A4 با فاصلة دو و نيم سانتي‌متر از لبه‌ها و فاصلة1/5 بين خطوط با قلم نازنين اندازة12 تايپ شود. لازم است تمام سطرهاي متن مقاله، به‌صورت ادامه‌دار (Continuous) شماره‌گذاري (Line numbering) شوند. همة صفحه‌هاي مقاله بايد داراي شماره بوده و تعداد آن از 20 تجاوز نكند. هرگونه شكل، جدول و فرمول نيز به‌صورت واضح به همين نرم‌افزار انتقال يابد.

ج-2- اجزاي مقاله

هر مقالة تخصصي، حداقل بايد در دو فايل جداگانه شامل فايل صفحة مشخصات و فايل متن مقاله، تهيه و ارسال شود. بخش‌هاي ضروري هر يك از اين دو فايل و نيز اصول لازم كه در تهية آنها بايد رعايت شوند، به‌شرح زير است:

ج-2-1- در فايل صفحة مشخصات، موارد زير بايد به‌دقت به هردو زبان فارسي و انگليسي قيد گردند: عنوان مقاله، نام و نام خانوادگي نگارنده(گان)، درجة علمي، عنوان شغلي، محل خدمت، آدرس دقيق پستي، پست الكترونيك، تلفن ثابت و تلفن همراه. چنانچه مقاله توسط بيش از يك‌نفر تهيه شده باشد، نام مسئول مكاتبه (Corresponding Author) با گذاشتن ستاره‌اي روي آن، مشخص و در پاورقي همين صفحه درج شود. صفحة مشخصات، بدون شماره است. چنانچه مقاله، خلاصه يا بخشي از پايان‌نامه (رساله) دانشجويي باشد، لازم است موضوع در پاورقي صفحة مشخصات با قيد نام استاد راهنما و دانشگاه مربوط، منعكس شود. فايل صفحة مشخصات به‌صورت جدا از فايل متن مقاله، در گام پنجم از فرآيند ارسال مقاله (بارگذاري فايل‌هاي الحاقي)، بارگذاري شود.

ج-2-2- فايل متن مقاله، بايد حاوي بخش‌هاي عنوان، چكيدة فارسي و واژه‌هاي كليدي، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتايج و بحث، سپاسگزاري (در صورت لزوم)، فهرست منابع و چكيدة انگليسي باشد. در اولين صفحه، عنوان مقاله بدون هرگونه ذكر نام و مشخصات نويسنده(گان)، درج شود. عنوان بايد خلاصه، روشن و بيان‌كنندة موضوع پژوهش بوده و از 20كلمه تجاوز نكند. چكيده، حداكثر در 250كلمه نوشته شده و همة آن در يك پاراگراف تنظيم شود. چكيده با وجود اختصار بايد محتواي مقاله و برجسته‌ترين نتايج آن را بدون استفاده از جدول، شكل و كلمات اختصاري تعريف‌نشده، ارائه كند.

ج-2-3- پس از چكيده، واژه‌هاي كليدي آورده شود. به اين منظور تنها از واژه‌هايي استفاده شود كه در عنوان و حتي‌المقدور در چكيدة مقاله از آن‌ها ذكري به‌ميان نيامده باشد.

ج-2-4- در مقدمه، بايد سوابق پژوهشي مربوط به موضوع تحقيق، توجيه ضرورت و نيز اهداف تحقيق، به‌خوبي ارائه شوند.

ج-2-5- مواد و روش‌ها بايد كاملاً گويا و روشن بوده و در آن، مشخصات محل و نحوة اجراي آزمايش همراه با روش گردآوري داده‌ها و پردازش و تحليل آنها با ذكر منابع، به‌روشني ارائه شود. در صورت كاربرد معادلات رياضي، بايد همة اجزاي معادله به‌طور دقيق تعريف شده و در صورت استخراج معادله توسط نگارنده(گان)، نحوة حصول آن در پيوست، آورده شود.

ج-2-6- نتايج و بحث بايد به‌صورت توأم ارائه شده و يافته‌هاي پژوهش (نتايج) با استناد به منابع علمي مرتبط با موضوع، مورد بحث قرار گيرند. عنوان جدول‌ها، در بالا و عنوان شكل‌ها در پايين آنها آورده شود. اين عناوين بايد گوياي كامل نتايج ارائه شده در جدول يا شكل بوده و همة اطلاعات و تعاريف لازم را شامل شوند، به‌طوري‌كه نياز به مراجعه به متن مقاله نباشد. ترجمة انگليسي عنوان‌ها و زيرعنوان‌هاي جداول و شكل‌ها و نيز واحدها و توضيحات علايم و اختصارات، در زير نوشتة فارسي آنها درج شود. ساختار جداول به‌صورت چپ‌چين تنظيم شده و محتواي آنها (اعداد) تنها به انگليسي نوشته شود. شكل‌ها كاملاً به انگليسي تهيه شوند. شكل‌ها و جدول‌ها بدون كادر باشند و حروف، عناوين و علائم به‌كار رفته در آنها، كاملاً خوانا و تفكيك‌پذير باشند. شكل‌ها و جدول‌ها، هر كدام به‌طور مستقل داراي شمارة ترتيبي مستقل باشند و حتماً در داخل متن به آنها ارجاع داده شود. براي بيان اوزان، واحدها و مقادير از سيستم متريك استفاده شود.

ج-2-7- در صورت لزوم، جهت تشكر از شخص يا سازمان، اين مطلب با عنوان "سپاسگزاري" بعد از نتايج و بحث آورده شود.

ج-2-8- در بخش منابع، يك فهرست شماره‌گذاري شده از منابع استفاده‌شده كه همگي به‌ترتيب حروف الفبا تنظيم شده باشند، ارائه شود. تنها منابعي بايد ذكر شوند كه در ارتباط نزديك با كار نويسنده بوده و مستقيماً از آنها استفاده شده باشد. همة منابعي كه در متن ذكر شده‌اند، بايد در فهرست منابع با مشخصات كامل نوشته شوند. در مواردي كه فقط چكيدة مقاله در اختيار بوده است، پس از نام منبع، كلمه (abstract) داخل پرانتز ذكر شود. نحوه ارجاع به منابع در متن به‌صورت اسم نويسنده(گان) و تاريخ انتشار منبع باشد. حتي‌الامكان از نام بردن افراد در شروع جمله خودداري گردد و منابع در انتهاي جمله و در پرانتز ارائه شوند، مانند (Nezami, 2007). براي جداسازي منابع از ";" استفاده شود مانند (Saxena, 2003; Singh *et al*., 2008; Bagheri & Ganjeali, 2009). چنانچه در شروع جمله به منبعي استناد شود به صورت نام (سال) نوشته شود مانند Parsa (2007). اسامي فارسي نيز بايد به لاتين و سال شمسي به ميلادي برگردان شوند.

ج-2-9- صفحة آخر، شامل عنوان مقاله به انگليسي، چكيدة انگليسي و كلمات كليدي به زبان انگليسي است. از ذكـر اسـامي و آدرس نويسندگان در اين صفحه خودداري شود. چكيدة انگليسي تا حد امكان منطبق با چكيدة فارسي تنظيم شود.

ج-3- نحوة تنظيم فهرست منابع

كلية منابع فارسي و انگليسي، به زبان انگليسي و با قلم Times New Roman اندازة12در فهرست منابع نوشته شوند. لازم است منابع فارسي به زبان انگليسي برگردان شده و در آخر هر منبع، در صورت داشتن خلاصة انگليسي، عبارت In Persian with English Summary و در صورت نداشتن خلاصة انگليسي، عبارت In Persian در داخل پرانتز نوشته شود. در نوشتن منابع، نام نشريات به‌صورت كامل درج شود. از ذكر منابع بي‌نام و خارج از دسترس، خودداري شود.

مثال‌هايي از نحوة نوشتن فهرست منابع در زير آمده است:

ج-3-1- مجلات:

Anbessa, Y., Warkentin, T., Vandenberg, A., and Ball, R. 2006. Inheritance of time to flowering in chickpea in a short-season temperate environment. Journal of Heredity 97(1): 55-61.

ج-3-2- كتاب تأليف شده:

James, E.K., Sprent, J.I., and Newton, W.E. 2008. Nitrogen-Fixing Leguminous Symbioses. Kluwer Academic Publishers.

ج-3-3- مقاله يا يك فصل از كتاب تدوين‌شده (Edited book):

Mettam, G.R., and Adams, L.B. 1999. How to prepare an electronic version of your article. In: B.S. Jones and R.Z. Smith (Eds.). Introduction to the Electronic Age. E-Publishing Inc., New York, p. 281-304.

ج-3-4- مقاله در نشرية برخط (On-line):

Mantri, N.L., Ford, R., Coram, T.E., and Pang, E.C.K. 2010. Evidence of unique and shared responses to major biotic and abiotic stresses in chickpea. Environmental and Experimental Botany 69(3): 286-292. Available at Web site http://www.sciencedirect.com/ (verified 1 August 2010).

ج-3-5- مقاله يا نوشته از اينترنت مربوط به يك دانشگاه يا سازمان:

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). 2010. Crops varieties released, 1977-2007, cereal and legume varieties released by national programs: Kabuli chickpea. Available at Web site http://www.icarda.org/Crops_Varieties_KC.htm (verified 1 August 2010).

ج-3-6- رساله‌هاي تحصيلي:

Bagheri, A. 1994. Boron tolerance in grain legumes with particular reference to the genetics of boron tolerance in peas. Ph.D. Thesis. University of Adelaide, South Australia.

ج-3-7- كنفرانس‌هاي علمي:

Porsa, H., Nezami, A., Gholami, M., and Bagheri, A. 2010. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for cold tolerance at fall sowing in highland and cold areas of Iran. (abstract). In: Abstract Book of the 3rd Iranian Pulse Crops Symposium, May 19-20, 2010. Kermanshah Agricultural Jahad Organization. p. 49. (In Persian).

ج-3-8- نرم‌افزارهاي رايانه‌اي:

SAS Institute. 1999. SAS/Stat User’s Guide, Version 8.0. SAS Institute, Cary, NC.

MSTAT-C. Version 1.42. Freed, R.D. and Eisensmith, S.P. Crop and Soil Sciences Department. Michigan State University.

در انتها، فايل متن مقاله را نيز در گام چهارم از فرايند ارسال مقاله، بارگذاري نماييد.

* * * * *

نشاني:
مشهد، ميدان آزادي، پرديس دانشگاه فردوسي مشهد، پژوهشكدة علوم گياهي، دفتر نشرية پژوهش‌هاي حبوبات ايران
صندوق پستي: 1653-91775، كُد پستي: 9177948974
تلفن: 8804816 و 8804801 (0511)، نمابر: 8804825 (0511)
پست الكترونيك: rcps@um.ac.ir
تارنما: http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR
http://rcps.um.ac.ir

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 20-9، نيمة اول1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 9-20

مطالعة عملكرد دانه و غلاف سبز و اجزاي عملكرد دانه تحت تأثير فاصلة بين و داخل رديف در باقلا رقم بركت

اسماعيل گل‌چين[1*]، ابراهيم زينلي[2] و كامبيز پوري[3]

1- دانشجوي كارشناسي‌ارشد زراعت
2- عضو هيأت علمي گروه زراعت، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع‌طبيعي گرگان، e.zeinali@yahoo.com
3- دانشجوي كارشناسي‌ارشد زراعت، kambizpoori@yahoo.com

تاريخ دريافت: 1390/11/29
تاريخ پذيرش: 1391/05/18

چكيده

گسترش كشت باقلا (*Vicia faba* L.) مي‌تواند پايداري سيستم‌هاي زراعي را بهبود بخشيده و مزاياي مهم ديگري را درپي داشته باشد. با اين حال، در رابطه با جنبه‌هاي مختلف مديريت توليد اين گياه، اطلاعات اندكي وجود دارد. از اين‌رو، اين آزمايش به‌منظور مطالعه واكنش عملكرد و اجزاي عملكرد دانه و غلاف سبز و تعدادي ديگر از ويژگي‌هاي زراعي باقلا رقم بركت به فاصلة بين و داخل رديف در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي به صورت فاكتوريل در سه تكرار در سال زراعي 89-1388 در مزرعه تحقيقاتي دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان اجرا شد. فاكتورهاي آزمايش شامل فاصلة بين رديف (15،30، 45 و60سانتي‌متر) و فاصلة بين بوته‌ها در رديف (5،10و 15سانتي‌متر) بود. نتايج تجزيه واريانس، حاكي از تأثير معني‌دار فاصلة بين و داخل رديف و اثر متقابل آنها بر عملكرد غلاف سبز، عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك بود. با افزايش فاصلة بين رديف‌ها عملكردها كاهش يافتند و در هر يك از فاصلة بين رديف‌ها به‌استثناي فاصلة 15سانتي‌متر، با افزايش فاصلة داخل رديف‌ها عملكرد كاهش يافت. در فاصلة بين رديف 15سانتي‌متر، كمترين عملكرد دانه و غلاف سبز از فاصلة داخل رديف 5سانتي‌متر به‌دست آمد؛ اما بين دو فاصلة ديگر، اختلاف معني‌داري وجود نداشت. به‌طوركلي، در اين مطالعه با افزايش تراكم بوته بين 11 و 67بوته و همچنين در تراكم‌هاي برابر، در تيمارهاي با توزيع يكنواخت‌تر بوته‌ها عملكردها بهبود يافتند. در ميان اجزاي عملكرد، اندازة دانه تحت تأثير فاكتورهاي آزمايش قرار نگرفت. تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثير فاصلة داخل رديف قرار گرفت؛ اما تعداد غلاف در بوته به‌طور معني‌داري تحت تأثير هر دو فاكتور و اثر متقابل آنها قرار گرفت. تغيير تعداد غلاف در واحد سطح، مهم‌ترين دليل تغييرات عملكرد بود. نتايج به‌دست‌آمده حاكي از واكنش قابل‌توجه عملكرد باقلا به فاصلة بين و داخل رديف و ضرورت مطالعه اثر متقابل اين فاكتورها با ساير عوامل مانند تاريخ كاشت و رقم مي‌باشد.

واژه‌هاي كليدي: باقلا، فاصلة بين و داخل رديف، عملكرد دانه، عملكرد غلاف سبز

مقدمه

سطح زيركشت باقلا در ايران حدود 35هزارهكتار و گرگان يكي از مهم‌ترين مناطق كشت آن مي‌باشد (Majnoon Hosseini, 2008). عملكرد باقلا در كشور به‌طور ميانگين 2000 تا 4000كيلوگرم دانه خشك و 15 تا 18تُن در هكتار غلاف سبز است (Najafi, 2001). در ايران، باقلا با دو هدف توليد غلاف سبز و دانه خشك كشت مي‌شود؛ ضمن اين‌كه پس از برداشت غلاف سبز، از شاخ و برگ آن نيز به‌عنوان كود سبز يا علوفه استفاده مي‌كنند. گسترش كشت باقلا به‌دليل ويژگي‌هاي ارزشمند اين گياه از جمله داشتن دانه و علوفه‌اي غني از پروتئين، توان زياد براي تثبيت بيولوژيك نيتروژن، سرمادوست‌بودن و در نتيجه امكان كشت به‌صورت پاييزه و به‌تبع آن نياز كم يا حتي عدم نياز به آبياري (در مناطق شمالي كشور)، برداشت زودهنگام در بهار و در نتيجه امكان كشت بيشتر گياهان زراعي گرمادوست در تناوب با آن، مي‌تواند پايداري سيستم‌هاي زراعي را بهبود بخشيده و مزاياي مهم ديگري را درپي داشته باشد.

تراكم بوته از مهم‌ترين عوامل مؤثر بر عملكرد باقلا به‌شمار مي‌رود (Khalil *et al.*, 2010). در شرايط بدون تنش خشكي، افزايش تراكم بوته تا حدي كه موجب بهبود استفاده از تشعشع شود، با افزايش عملكرد مادة خشك و دانه همراه خواهد بود (Banayan Aval *et al.*, 2007). به‌طور معمول، در گياهان زراعي محدوديتي براي تنظيم فاصلة بوته‌ها در داخل رديف وجود ندارد؛ اما در گياهان زراعي وجيني، نياز به انجام مكانيزة

* **نويسنده مسئول:** همراه: 09113742465، golchin811@yahoo.com

مراقبت‌هاي زراعي، كاهش فاصلة رديف‌ها براي افـزايش تـراكم بوته يا توزيع يكنواخت‌تر بوتـه‌هـا در زمـين را محـدود سـاخته است (Khajeh Pour, 2009). اين مسئله به‌ويژه در كشت‌هاي ديرهنگام حايز اهميت است كه انعطاف‌پذيري و قـدرت تـرميم بوتـــه‌هـــا كمتـــر و تـــراكم مطلـــوب بيشـــتر اســـت (Kashiri *et al*., 2006).

Majnoon Hosseini (2008) فاصـلة مناسـب بـين رديف‌هاي كاشت باقلا را 45 تا 60 و فاصلة مناسب بين بوته‌هـا در رديف‌هاي كاشت را 10 تـا 15سـانتي‌متـر گـزارش كـرد. در مطالعة Silim & Saxena (1993) بيشترين عملكـرد بـاقلا از فاصلة رديف 22/5سـانتي‌متـر يـا تـراكم 22بـذر در متـرمربـع به‌دست آمد. Osrosh *et al*, (2000) با بررسي اثر فاصلة بين و داخل رديف بر عملكرد دانه بـاقلا در منطقـه دزفـول بيشـترين عملكرد دانه را از فاصلة رديف‌هاي كاشت 45 تا 75سانتي‌متر و فاصـلة بـين بوتـه در رديـف10سـانتي‌متـر بـه‌دسـت آوردنـد. Ghanbari *et al*, (2003) با مطالعه فاصلة بين رديف 45، 55 و 65سانتي‌متر و فاصلة داخل رديف10،20 و30سـانتي‌متـر بـر عملكرد باقلا نتيجه گرفتند كه با افزايش فاصـلة بـين و داخـل رديف‌هاي كاشت، عملكـرد بـاقلا كـاهش مـي‌يابـد. در مطالعـة ايشان، عملكـرد بـاقلا در فاصـلة رديـف كاشـت 45سـانتي‌متـر (3/06تُـــن در هكتـــار) در مقايســـه بـــا فاصـــلة بـــين رديـــف 65سـانتي‌متـر (2/22تُـن در هكتـار)، 33درصـد بيشـتر بـود. همچنين، عملكرد باقلا در فاصـلة داخـل رديـف10سـانتي‌متـر (2/63تُـــن در هكتـــار)، 32درصـــد بيشـــتر از فاصـــلة داخـــل رديـف30سـانتي‌متـر (1/98تُـن در هكتـار) بـود. در فاصـلة رديف‌هاي زياد به‌دليل كاهش تراكم بوته به زير تراكم مطلوب و در فاصلة رديـف‌هـاي خيلـي‌كـم بـه‌دليـل شـدت زيـاد رقابـت درون‌گونـــه‌اي، عملكـــرد دانـــه بـــاقلا كـــاهش مـــي‌يابـــد (Hashem Abadi & Sedaghat Hour, 2006).

Khalil *et al*, (2010) تأثير تـراكم بوتـه (از150تـا600 هزاربوته در هكتار) بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و عملكرد دانه در واحد سطح را معني‌دار گزارش كردند. ايشـان بيشـترين ارتفاع بوته را در بيشـترين تـراكم (60بوتـه در متـرمربـع)، امـا بيشترين عملكرد را در تـراكم 45بوتـه در متـرمربـع بـه‌دسـت آوردند. Idris (2008) گزارش كرد كه با افزايش فاصلة بوته‌هـا از10به30سانتي‌متر، تعداد غـلاف در بوتـه و سـاقة اصـلي و در نتيجه عملكرد دانه در بوته افزايش يافت. وي اظهار داشـت كـه تعداد دانه در غلاف، كمتر از تعداد غـلاف در بوتـه تحـت تـأثير فاصلة بين بوته‌ها قرار گرفت؛ ولي اندازة دانـه بـا تغييـر فاصـلة بوته‌ها تغيير نكرد.

با افزايش تراكم گياهي، تعداد شاخه‌هاي فرعي و درنتيجه عملكرد دانه در بوته كـاهش مـي‌يابـد كـه علـت ايـن كـاهش، افزايش رقابت بين بوته‌ها و كاهش فضاي قابل استفاده هر بوتـه است (Shukla & Dixit, 2000; Mokhtar, 2001). در واقع، در فاصلة رديف‌هاي كم، سهم ساقه اصلي از عملكرد كـل دانـه، بيشتر است. با افزايش فاصلة بين رديف‌ها از سهم ساقة اصلي از عملكرد كُل، كاسته و بر سهم شاخه‌هاي فرعي افزوده مي‌شـود. همچنين، در رقم‌هايي كه پتانسيل عملكـرد سـاقه اصـلي زيـاد است، شاخص سطح بـرگ و مـاده خشـك بيشـتري در فاصـلة رديف‌هاي كم نسبت به فاصلة رديف‌هاي زياد توليد مي‌شود. در واقع در اين گونه واريته‌ها، مواد فتوسنتزي با كـارآيي بيشـتري به غلاف‌هاي ساقة اصلي تخصيص مي‌يابد و درنتيجـه، عملكـرد بيشتري در فاصلة رديف‌هاي كم نسبت بـه فاصـلة رديـف‌هـاي زياد توليد مي‌شود (Norsworthy & Emerson, 2005).

با توجه به كمبود اطلاعات در زمينـة واكـنش عملكـرد و اجزاي عملكرد دانه و نيز عملكرد غلاف سـبز بـه فاصـلة بـين و داخل رديف‌هاي كاشت در باقلا رقم بركت به‌عنـوان مهـم‌تـرين رقم باقلاي مورد استفاده در منطقه گرگان، انجام مطالعه حاضر مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش درسال زراعي 89-1388 در مزرعة تحقيقاتي دانشگاه علوم كشاورزي و منابع‌طبيعي گرگـان واقـع در عـرض جغرافيايي 36/85درجة شمالي و طول جغرافيايي54/27درجـه شرقي و ارتفاع 13متر از سطح دريا انجام شد. ميانگين بارندگي ساليانه محل انجام آزمايش 554ميلي‌متر، بافت خـاك مزرعـه، لوم رسي سيلتي (10درصد شن، 52درصد سـيلت و 38درصـد رس)، هدايت الكتريكي0/6دسي‌زيمنس بـر متـر و اسـيديتة آن 6/8 بـود. ايـن آزمـايش بـه صـورت فاكتوريـل در قالـب طـرح بلوك‌هاي كامل تصادفي در سه تكـرار انجـام شـد. فاكتورهـاي آزمايش شامل فاصلة بين رديـف در چهـار سـطح (15،30، 45 و60سانتي‌متر) و فاصـلة داخـل رديـف در سـه سـطح (5،10 و 15سانتي متر) بود. زمين مورد استفاده در سال قبل از آزمايش، آيش بود. بر اساس نتيجة تجزيه خاك و توصيه كودي، قبـل از كاشت100كيلوگرم در هكتار كود فسفات آمونيوم،150كيلوگرم در هكتـار سـولفات پتاسـيم و50كيلـوگرم در هكتـار كـود اوره به‌عنوان آغازگر[1] به خاك اضافه شـد. هـر كـرت شـامل6رديـف كاشت به طول6متر بود. رقم مورد مطالعه، رقم بركـت بـود كـه كاشت آن در منطقه متداول است. كاشت بذرها بـا دسـت و در

1. Starter

تاريخ30آذرماه1388 انجام شد. براي اطمينـان از دسـتيابي بـه تراكم مورد نظر، در هر محل، دو عدد بذر كاشته شد و به‌منظور تنظيم تراكم بوتـه، پـس از اسـتقرار كامـل بوتـه‌هـا بـه حـذف بوته‌هاي اضافي اقدام شد؛ به‌طوري‌كه تراكم بوتـه در تيمارهـاي (فاصلة داخـل رديـف- فاصـلة بـين رديـف) 5 × 15، 10× 15، 15× 15، 5 ×30، 10×30، 15×30، 5 × 45، 10 ×45، 15× 45، 5 ×60، 10×60 و 15×60 بـه‌ترتيـب برابـر 133/3، 66/7، 44/4، 66/7، 33/3، 22/2، 44/4، 22/2، 14/8، 33/3، 16/7 و 11/1 بوته در متر مربع بود. مبارزه با علف‌هـاي‌هـرز در طول فصل رشد در سه نوبت به صورت وجين دستي انجام شد. بـراي تعيـين عملكـرد غـلاف سـبز و دانـه در واحـد سـطح، نمونه‌گيري به مساحت يك مترمربع با رعايت اثر حاشـيه در دو نوبت به‌ترتيب در مرحلة پرشدن غلاف‌هـا و رسـيدگي برداشـت دانه انجام شد. براي تعيين اجزاي عملكرد دانه (تعداد غـلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن100دانـه)، ارتفـاع بوتـه، تعـداد گره در ساقه اصلي، تعداد شاخه و عملكرد بيولوژيك، در مرحله رسيدگي فيزيولوژيك از هر كرت10بوته به‌طور تصادفي انتخاب شد. براي تجزيه واريانس داده‌ها و مقايسه ميانگين‌ها از نرم‌افزار آماريSAS (Soltani، 2007) و براي رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. همچنين، همة مقايسات ميانگين بـه‌روش LSD انجام شد. در مواردي كه اثر متقابل فاكتورهاي آزمـايش، معني‌دار بـود، بـراي مقايسـة ميـانگين‌هـا از روش بـرش‌دهـي فيزيكي استفاده شد (Soltani, 2006).

نتايج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتايج تجزيه واريانس، اثر فاصلة بـين بوتـه‌هـا در داخل رديف بر ارتفاع بوته در سطح احتمال يك‌درصد معنـي‌دار بود؛ اما اثر فاصلة بين رديف و همچنين اثر متقابل اين دو فاكتور بر ارتفاع بوته معني‌دار نبود (جدول1). با كاهش فاصلة بوته‌ها در داخل رديف از10 به 5سانتي‌متر، افزايش معني‌داري در ميانگين ارتفاع بوته‌هاي باقلا مشاهده شد؛ درحالي‌كه افزايش ارتفاع بوتـه در نتيجة كاهش فاصلة بـين بوتـه‌هـا از 15 بـه 10سـانتي‌متـر، معني‌دار نبود. ارتفاع بوته در سه فاصـلة 5، 10 و 15سـانتي‌متـر به‌ترتيب 107/05، 98/92 و 96/98سانتي‌متر بود. همچنـين، بـا وجود معني‌دارنبودن تأثير فاصلة بين رديف‌ها، رونـدي افزايشـي در ارتفاع نهايي بوته‌ها به‌موازات كـاهش فاصـلة بـين رديـف‌هـا، به‌ويژه در هنگام كاهش فاصلة از30 به 15سانتي‌متر اتفاق افتاد؛ به‌اين‌ترتيب كه ارتفاع بوته از 98/12سـانتي‌متـر در فاصـلة بـين رديف60سانتي‌متـر تـا 105/44در 15سـانتي‌متـر، متغيـر بـود. نتايجي مشابه توسط Khalil *et al*, (2010) و Stringi *et al*, (1988) براي باقلا گزارش شده است. علت اين افزايش، تشديد رقابت بين بوته‌ها براي نور با افزايش تراكم مي‌باشد. در واقـع بـا كاهش فاصلة بين بوته‌ها، سايه‌اندازي بوته‌هاي مجـاور روي هـم زودتر شروع شده و رقابت براي نور تشديد مـي‌شـود كـه نتيجـة آن، افزايش طول ميانگره‌هاي ساقه و در نهايت، افـزايش ارتفـاع بوته اسـت(Silim & Saxena, 1993). معنـي‌دارنبـودن تـأثير فاكتورهاي آزمايش بر تعداد گره در ساقه (جـدول1) مؤيـد ايـن مطلب است كه افزايش معني‌دار ارتفاع بوته با كاهش فاصلة بين بوته‌ها در رديف، بيشتر ناشي از تفاوت طول ميانگره‌هـاي سـاقه بوده است تا تعداد گـره در سـاقه اصـلي. مشـابه بـا ايـن نتـايج، يافته‌هاي Khadem Zadeh *et al*, (2004) و Kashiri *et al*, (2006) نيز حاكي از اثر معنـي‌دار تـراكم گيـاهي و يـا فاصـلة رديف در سويا بر ارتفاع بوته و عدم تـأثير آن بـر تعـداد گـره در ساقه اصلي بود.

تعداد شاخه در بوته

نتايج تجزيه واريانس داده‌ها نشان داد كه اثر فاصلة بين و داخل رديف و همچنين اثر متقابل آنهـا بـر تعـداد شـاخه‌هـاي فرعي در سطح احتمال يك‌درصد معنـي‌دار بـود (جـدول1). در تيمارهاي مختلف، ميـانگين تعـداد شـاخه در بوتـه از 0/03 تـا 1/88 متغير بود كه مطابق انتظار، كمترين آن در تيمار 5 × 15 (بيشـترين تـراكم بوتـه) و بيشـترين آن در تيمـار 15×60 (كمترين تراكم بوته) مشاهده شـد (جـدول2). بـه‌طـوركلي، بـا افزايش فاصلة بين و داخل رديف و بـه بيـان ديگـر بـا افـزايش فضاي هر بوته، بر ميانگين تعـداد شـاخه در بوتـه افـزوده شـد. بااين‌حال، ميزان افزايش تعداد شاخه در بوته در نتيجة افـزايش فاصلة بين بوته‌ها در رديف در فاصلة بين رديـف‌هـاي متفـاوت يكسان نبود. بدين‌ترتيب كه به‌طوركلي با افـزايش فاصـلة بـين رديف، واكنش تعداد شاخه در بوته به فاصلة بوته‌هـا در رديـف، افزايش يافت. به‌نظر مي‌رسـد بـا افـزايش فاصـلة بـين و داخـل رديف و به‌عبارتي كاهش تراكم بوتـه بـه‌دليـل افـزايش قابليـت دسترسي به نور و كاهش رقابت بين بوته‌ها جهت دسـتيابي بـه منابع، امكان شاخه‌دهي بيشتر براي هر بوتـه فـراهم گرديـده و درنتيجه بـر تعـداد شـاخه‌هـا افـزوده مـي‌شـود. البتـه واكـنش شاخه‌دهي گياه به تغيير تراكم بوته، بسته به محيط و ژنوتيـپ، متفاوت است. نكتة قابل‌توجه اين كه تعداد شاخة فرعي در بوته در اين مطالعه حتي در فواصل زياد، كم بود كه مـي‌تـوان آن را بـه كاشـت نسـبتاً ديـر بـاقلا، بـه‌عـلاوه شـكل خـاص و زمـان شـاخه‌دهـي بـاقلا نسـبت داد. Husain *et al*, (1999)، Mokhtar (2001) و El-Metwally *et al*, (2003) نيز طي آزمايشات خود دريافتند كه افزايش تراكم بوتـه در بـاقلا باعـث كاهش تعداد شـاخه‌هـاي فرعـي در بوتـه مـي‌شـود. همچنـين Norsworthy & Emerson (2005) نتايج مشـابهي را بـراي سويا (*Glycine max* L.) گزارش كردند.

جدول ۱. تجزيه واريانس (ميانگين مربعات) ارتفاع بوته، تعداد گره ساقه اصلي، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملكرد غلاف سبز، عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيک. (A فاصلهٔ بين رديف و B فاصلهٔ داخل رديف).

Table 1. ANOVA Results (means squares) of Plant Height, Node Number per Stem, Branch Number per Plant, Pod Number per Plant, Seed Number per Pod, 100-Seed Weight, Green Pod Yield ($t.ha^{-1}$), Grain Yield ($t.ha^{-1}$) and Biological Yield ($t.ha^{-1}$). (A and B: inter and intra row spacing respectively).

منابع تغيير S.O.V	درجهٔ آزادی DF	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد گره در ساقه اصلی Node Number per Stem	تعداد شاخه در بوته Branch Number per Plant	تعداد غلاف در بوته Pod Number per Plant	تعداد دانه در غلاف Seed Number per Pod	وزن صد دانه 100-Seed Weight	عملكرد غلاف سبز Green Pod Yield	عملكرد دانه Grain Yield	عملكرد بيولوژيک Biological Yield
بلوک Block	2	33.4 ns	0.18 ns	0.03 ns	0.11 ns	0.27 ns	100.33 ns	12.6 ns	0.63 ns	0.81 ns
A	3	97.0 ns	0.13 ns	1.01 **	4.47 **	0.31 ns	219.88 ns	389.15 **	12.42 **	88.36 **
B	2	342.4 **	0.07 ns	2.77 **	5.89 **	1.35 *	345.25 ns	207.73 **	7.47 **	73.42 **
A×B	6	26.1 ns	0.23 ns	0.26 **	0.30 **	0.46 ns	227.13 ns	141.96 **	4.48 **	3.50 **
خطا Error	22	45.4	0.57	0.01	0.11	0.37	134.6	10.61	0.45	0.49

ns، *، **: به ترتيب غير معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **, non significant, and significant difference at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

اجزاي عملكرد دانه

نتايج تجزية واريانس داده‌ها نشان داد كه تأثير فاصلة بين و داخل رديف و همچنين اثر متقابل آنها بر تعداد غلاف در بوته معني‌دار بود؛ درحالي‌كه تعداد دانه در غلاف فقط تحت تأثير فاصلة بين بوته‌ها در رديف قرار گرفت (در سطح احتمال 5درصد) و وزن دانه تحت تأثير هيچ‌يك از فاكتورهاي آزمايش و اثرات متقابل آنها قرار نگرفت (جدول1). ميانگين تعداد غلاف در بوته در تيمارهاي مختلف بين 0/87 (مربوط به تيمار 5 × 15) و 4/34 (مربوط به تيمار 15×60) متغير بود. روند كلي تغييرات ميانگين تعداد غلاف در بوته در تيمارهاي مختلف نشان مي‌دهد كه با افزايش فاصلة بين رديف‌ها و بوته‌ها، بر تعداد غلاف در بوته افزوده شده است (جدول3). با اين حال، معني‌دارشدن اثرات متقابل دو فاكتور در رابطه با تعداد غلاف در بوته حاكي از آن است كه ميزان افزايش تعداد غلاف در بوته در نتيجة افزايش فاصلة بين بوته‌ها در رديف در فواصل مختلف بين رديف، متفاوت بوده است؛ به‌اين‌صورت كه در فاصله‌رديف‌هاي بيشتر، اولاً تعداد غلاف در بوته در هريك از فواصل بين بوته در رديف، بيشتر از فاصله‌رديف‌هاي كمتر بود و ثانياً افزايش فاصلة بين بوته‌ها در رديف با افزايش بيشتر تعداد غلاف در بوته، همراه بود (جدول 2). كاهش تعداد غلاف در بوته با كاهش فاصلة بين بوته‌ها به‌ويژه در فاصله‌رديف‌هاي كمتر را مي‌توان به كاهش تعداد كل گره بارور در بوته در نتيجة كاهش تعداد شاخه فرعي و همچنين ريزش ساختمان‌هاي زايشي به‌دليل رقابت بين بوته‌ها براي نور نسبت داد. بيشترين ميانگين تعداد دانه در غلاف (4/56) مربوط به فاصلة داخل رديف 15سانتي‌متر و كمترين آن (3/97) مربوط به فاصلة داخل رديف 5سانتي‌متر بود. بين فاصلة داخل رديف 5 و10سانتي‌متر به‌لحاظ آماري، اختلاف معني‌داري از نظر اين صفت مشاهده نشد.

به‌طور معمول، در ميان اجزاي عملكرد دانه در بقولات، تعداد غلاف در بوته، بيشترين تغييرات را در واكنش به تغييرات محيطي و دست‌كاري‌هاي مديريتي از جمله تغيير فضاي هر بوته نشان مي‌دهد و علت اصلي تغيير عملكرد دانه به‌شمار مي‌رود. در مقابل، تعداد دانه در غلاف و به‌ويژه اندازة دانه (وزن دانه) تغييرپذيري به‌مراتب كمتري در مقايسه با تعداد غلاف نشان مي‌دهند. Agung & Mcdonald (1998) و Mohdal *et al*, (2004) گزارش كردند كه تعداد غلاف در بوته مهم‌ترين جزء عملكرد دانه بوده و بيشترين سهم را در تغييرات عملكرد دانه دارد و با كاهش تراكم گياهي يا افزايش فاصلة بين رديف، بر شمار آن در بوته افزوده مي‌شود. Idris (2008) نيز افزايش تعداد غلاف در بوته و ساقة اصلي و درنتيجه عملكرد دانه در بوته را در نتيجة افزايش فاصلة بوته‌ها

از10به30سانتي‌متر گزارش كرد. وي اظهار داشت كه تعداد دانه در غلاف، كمتر از تعداد غلاف در بوته تحت تأثير فاصلة بين بوته‌ها قرار گرفت؛ ولي وزن دانه با تغيير فاصلة بوته‌ها تغيير نكرد. Liu *et al,* (2010) گزارش كردند با وجود اين كه تعداد دانه در غلاف به‌وسيلة مكانيسم‌هاي ژنتيكي تعيين مي‌شود و يك مؤلفة نسبتاً ثابت است؛ اما تا حدودي تحت تأثير تراكم بوته قرار مي‌گيرد. نتايج مشابهي مبني بر عدم تأثير يا تأثير كم تراكم گياهي بر تعداد دانه در غلاف توسط Norsworthy & Emerson (2005) براي گياه سويا و توسط Mohdal *et al,* (2004) و Agung & Mcdonald (1998) براي گياه باقلا گزارش شده است. مطابق با يافته‌هاي اين مطالعه، نتايج Salih & Salih (1980) و Graf & Rowland (1987) نيز بر عدم تأثير تراكم گياهي بر وزن دانه دلالت داشت. بااين‌حال، مغاير با اين يافته‌ها، Stringi *et al,* (1988) گزارش كردند كه با افزايش تراكم بوته، وزن دانه به‌طور معني‌داري كاهش يافت.

جدول 2- مقايسة ميانگين‌هاي اثرات متقابل فاصلة بين و داخل رديف براي تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملكرد غلاف سبز، عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك

Table 2. Mean comparisons of inter- and intra- row spacing interactions for branch number per plant, pod number per plant, green pod yield ($t.ha^{-1}$), grain yield ($t.ha^{-1}$) and biological yield ($t.ha^{-1}$)

عملكرد بيولوژيك (تُن در هكتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملكرد غلاف سبز (تُن در هكتار) Green pod yield ($t.ha^{-1}$)	عملكرد دانه (تُن در هكتار) Grain yield ($t.ha^{-1}$)	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد شاخه در بوته Branch number per plant	فاصلة داخل رديف Intra row spacing	فاصلة بين رديف Row spacing
14.91 a	24.85 b	5.23 b	0.87 b	0.03 c	5	**15**
13.49 a	36.54 a	7.13 a	2.23 a	0.18 b	10	
11.91 b	32.35 a	6.68 a	2.32 a	0.51 a	15	
1.55	**4.56**	**1.27**	**0.22**	**0.25**		LSD
11.49 a	31.42 a	6.05 a	1.81 b	0.13 c	5	**30**
7.39 b	20.13 a	3.94 b	2.08 b	0.41 b	10	
6.17 b	19.91 b	3.88 b	3.30 a	1.03 a	15	
2.35	**7.07**	**1.47**	**0.50**	**0.18**		LSD
11.9 a	29.87 a	6.05 a	2.52 a	0.25 b	5	**45**
6.83 b	16.52 b	3.61 b	2.87 a	1.16 a	10	
4.48 c	11.97 b	2.93 b	3.44 a	1.20 a	15	
0.72	**7.36**	**1.58**	**1.20**	**0.41**		LSD
8.35 a	23.43 a	4.71 a	2.60 b	0.38 c	5	**60**
5.49 b	14.51 ab	3.40 ab	3.40 ab	0.69 b	10	
4.81 b	10.08 b	2.94 b	4.34 a	1.89 a	15	
0.99	**9.98**	**1.50**	**1.00**	**0.28**		LSD

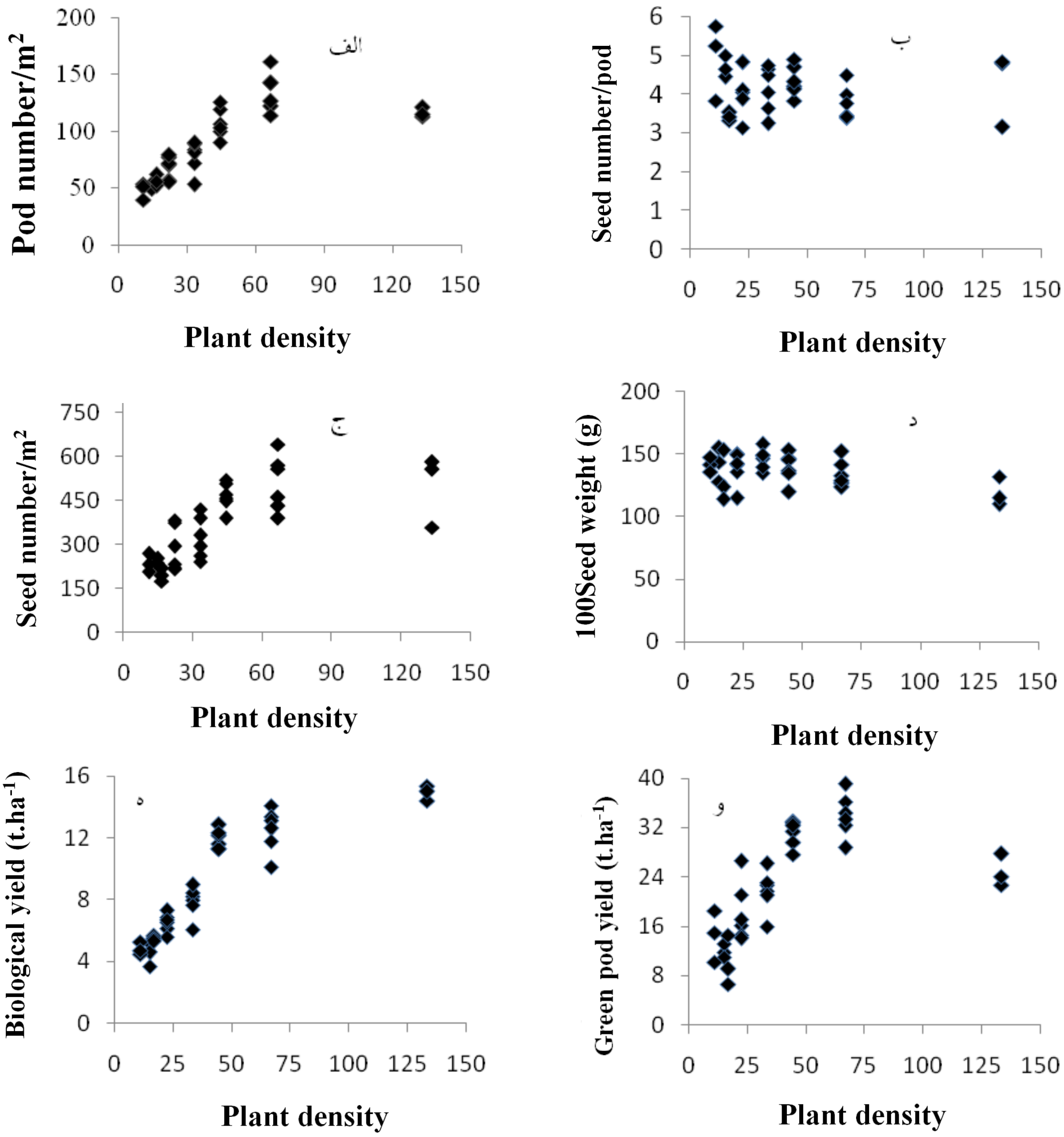
* ميانگين هاي داراي حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماري اختلاف معني‌داري (در سطح احتمال 5درصد) با يكديگر ندارند.

* Within columns, means followed by the same letter are not different (P= 0.05), statistically.

عملكرد غلاف سبز و دانه

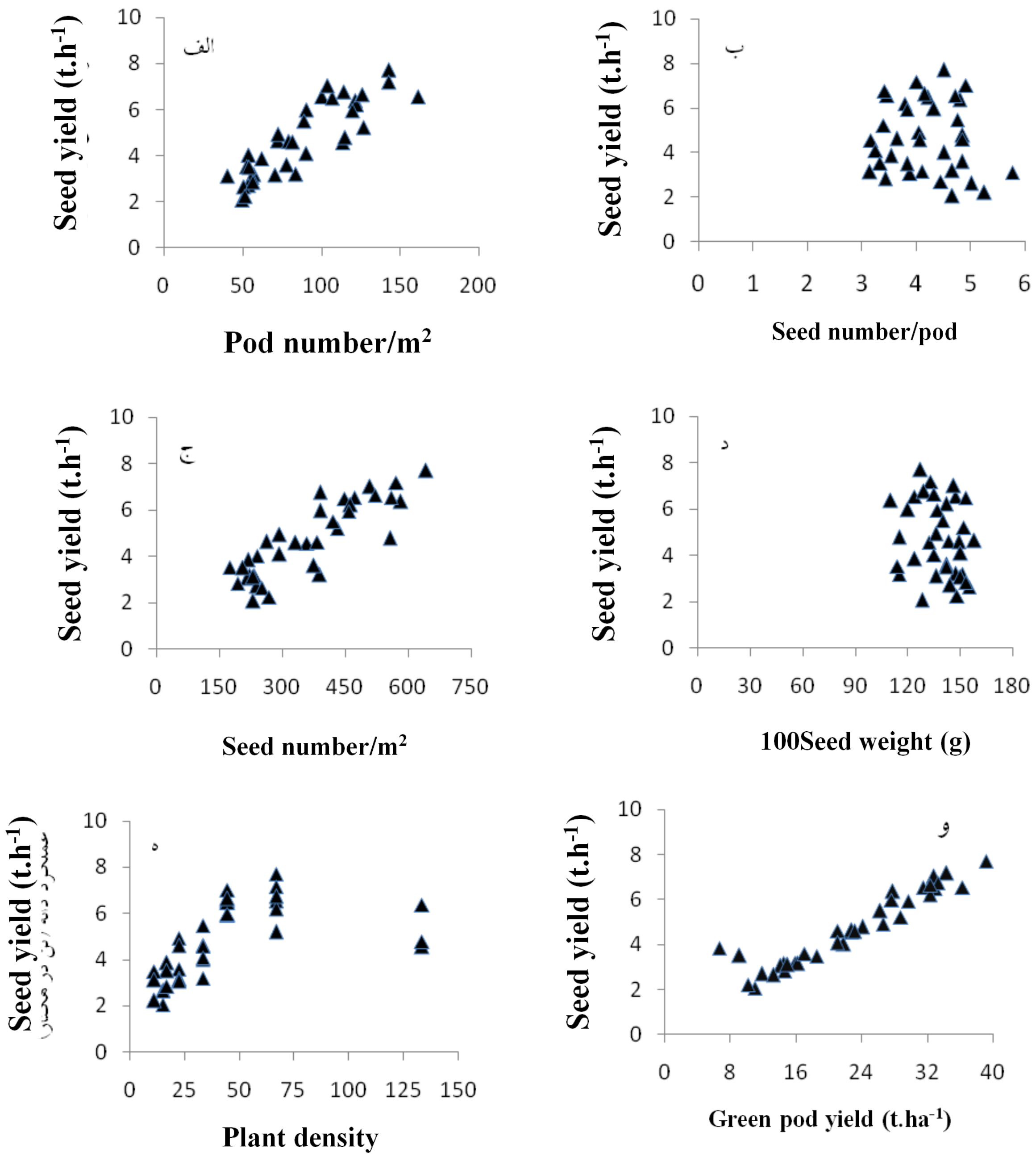
الگوي كلي واكنش عملكرد غلاف سبز و دانه در رقم باقلاي مورد مطالعه به تغييرات فاصله‌هاي بين و داخل رديف‌ها، و همچنين تراكم بوته (شكل‌هاي 1-و ، 2-ه) بسيار مشابه بود. به‌همين دليل، رابطة بسيار نزديكي بين عملكرد غلاف سبز و عملكرد دانه وجود داشت (شكل 2-و). نتايج تجزيه واريانس داده‌ها حاكي از تأثير معني‌دار فاصلة بين و داخل رديف و همچنين اثر متقابل آنها بر عملكرد غلاف سبز و دانه در سطح احتمال يك‌درصد بود (جدول 1). عملكرد غلاف سبز در تيمارهاي مختلف بين 10/07 و 36/54تُن در هكتار و عملكرد دانه در تيمارهاي مختلف بين 2/46 و 7/14تُن در هكتار متغير بود. به‌طور كلي، نتايج نشان‌دهندة رابطة معكوس فاصلة بين رديف‌ها با عملكرد غلاف سبز و دانه بود؛ به‌طوري‌كه با افزايش فاصلة رديف‌ها از 15 به 60سانتي‌متر، عملكرد غلاف سبز و دانه در واحد سطح كاهش يافت. همچنين، در همة فواصل بين رديف به‌جز فاصلة 15سانتي‌متر، بيشترين عملكرد از فاصلة 5 سانتي‌متر بين بوته‌ها به‌دست آمد. در مقابل، در فاصله رديف 15سانتي‌متر، كمترين عملكرد از فاصلة داخل رديف 5 و بيشترين عملكرد از فاصلة 10سانتي‌متر به‌دست آمد؛ ضمن اين‌كه بين فواصل 5 و10سانتي‌متر اختلاف معني‌داري از نظر عملكرد دانه و غلاف سبز وجود نداشت. در فاصله رديف‌هاي30، 45 و60سانتي‌متر بين فواصل10و 15سانتي‌متر، اختلاف معني‌داري از نظر اين صفت مشاهده نشد. به‌نظر مي‌رسد تراكم بوته در آرايش كاشت 5 × 15 (133بوته در

مترمربع) بيشتر از حد مطلوب بوده كه بـه رقابـت شـديد بـين بوته‌ها براي دريافت نور و ساير منابع مؤثر بر رشد و ايجاد ورس و در نهايت به كاهش عملكرد غـلاف سـبز و دانـه منجـر شـده است؛ اما تراكم بوته در سه آرايـش كاشـت10× 15 (67بوتـه)، 15× 15 (44بوتـه) و 5 × 30 (67بوتـه) بـراي دسـتيابي بـه حداكثر عملكرد در شرايط محيطـي ايـن آزمـايش كـافي بـوده است. بالابودن عملكردها در تيمـار10× 15 نسـبت بـه 5 × 30 (با تراكم مساوي 67بوتـه در مترمربـع) را مـي‌تـوان بـه توزيـع يكنواخت بوته‌ها (نزديك‌تر شـدن بـه آرايـش كاشـت مربـع) و درنتيجه تأخير در شروع و همچنين كاهش شدت رقابـت بـين بوته‌ها به‌علاوه بهبود راندمان استفاده از عوامل محيطي نسـبت داد و كمتربودن عملكرد به‌دست‌آمده در آرايـش كاشـت مربـع 15× 15 باوجود توزيع كاملاً يكنواخت بوته‌ها نسبت به آرايـش مستطيلي10× 15 را مي‌توان به ناكافي‌بودن تعـداد بوتـه‌هـا در واحد سطح براي به حداكثر رسانيدن راندمان استفاده از نهاده‌ها به‌ويژه تشعشع نسبت داد.



شكل 1- رابطة تراكم بوته با تعداد غلاف در مترمربع (الف)، تعداد دانه در غلاف (ب)، تعداد دانه در مترمربع (ج)، وزن100دانه (د)، عملكرد مادة خشك (ه) و عملكرد غلاف سبز (و)

Fig. 1. Relationship between plant density and pod number/m^2 (a), seed number/pod (b), seed number/m^2 (c), 100seed weight (d), dry matter yield (e) and green pod yield (f)



شكل 2- رابطة تعداد غلاف در مترمربع (الف)، تعداد دانه در غلاف (ب)، تعداد دانه در مترمربع (ج)، وزن100دانه (د)، تراكم بوته (ه) و عملكرد غلاف سبز (و) با عملكرد دانه

Fig. 2. Relationships between grain yield and pod number/m^2 (a), seed number/ pod (b), seed number/m^2 (c), 100seed weight (d), plant density (e) and green pod yield (f)

در ایــن آزمــایش، كمتــرین عملكردهــا از تیمارهــاي 15×60، 10×60 و 15×45 به‌دست آمدند (جدول 2)؛ يعني تيمارهايي كه در آنها بسته‌شدن كانوپي بسيار دير اتفاق افتاد و تعداد و توزیع بوته‌ها در زمین براي دریافت كامل تشعشـع خورشیدي كافي و مناسب نبود.

Hashem Abadi & Sedaghat Hour (2006) اظهار داشتند كه در فاصلة ردیف‌هاي زیاد، به‌دلیـل كـاهش تـراكم

بوته به زير تراكم مطلوب، و در فاصلة رديف‌هاي خيلي‌كم به‌دليل شدت زياد رقابت درون‌گونه‌اي، عملكرد دانة باقلا كاهش مي‌يابد. Caballero (1987) در آزمايشي به اين نتيجه رسيد كه افزايش تراكم بوته باقلا از10به50بوته در مترمربع عملكرد دانه را افزايش مي‌دهد كه با نتايج اين مطالعه مطابقت دارد. Ghanbari *et al*, (2003) نيز با مطالعه فاصلة بين و داخل رديف بر عملكرد باقلا نتيجه گرفتند كه با افزايش اين فواصل كاشت، عملكرد باقلا كاهش مي‌يابد. البته ايشان فواصل بين رديف كمتر از 45 و فواصل داخل رديف كمتر از 10سانتي‌متر را بررسي نكردند. همچنين، در مطالعة Silim & Saxena (1993) بيشترين عملكرد باقلا از فاصلة رديف 22/5سانتي‌متر به‌دست آمد. با اين حال، Osrosh *et al*, (2000) با بررسي اثر فاصلة بين و داخل رديف بر عملكرد دانه باقلا در منطقه دزفول بيشترين عملكرد دانه را براي فاصلة رديف‌هاي 45 تا 75سانتي‌متر و فاصلة داخل رديف10سانتي‌متر گزارش كردند كه مغايرت نتايج آنها با نتايج مطالعة حاضر را مي‌توان به تفاوت شرايط محيطي (خاك، دما، رطوبت)، زمان كاشت و ژنوتيپ نسبت داد.

تغيير عملكرد دانه در واحد سطح مي‌تواند از طريق تغيير تعداد دانه در واحد سطح، وزن دانه و يا هر دو جزء اتفاق افتاده باشد. نتايج تجزيه واريانس حاكي از عدم تأثيرپذيري اندازة دانه از تغييرات فاكتورهاي آزمايشي بود (جدول 1). شكل 1 نيز عدم وجود رابطة مشخص بين وزن دانه و فاكتورها را به روشني نشان مي‌دهد. از اين‌رو، تغيير عملكرد به‌طور عمده ناشي از تغييرات تعداد دانه در واحد سطح بوده است. همچنين، از بين دو جزء تعيين‌كنندة تعداد دانه در واحد سطح (يعني تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در غلاف) تعداد دانه در غلاف واكنش چنداني به فاكتورهاي آزمايش نشان نداده است (شكل 1-ب). در مقابل، رابطه‌اي قوي بين تراكم بوته و تعداد غلاف در واحد سطح (شكل 1-الف) ديده مي‌شود؛ رابطه‌اي كه بسيار شبيه رابطة تراكم بوته با عملكرد غلاف سبز (شكل 1-و) و عملكرد دانه (شكل 2-ه) مي‌باشد. از اين‌رو، تغييرات عملكردهاي دانه و غلاف سبز در تيمارهاي مختلف را مي‌توان به‌طور عمده به تغيير تعداد غلاف در واحد سطح نسبت داد. بررسي روابط عملكرد دانه با تعداد غلاف در واحد سطح (شكل 2-الف)، تعداد دانه در غلاف (شكل 2-ب)، تعداد دانه در واحد (شكل 2-ج)، تراكم بوته و وزن100دانه (شكل 2-د) مؤيد مطالب يادشده مبني بر رابطة قوي عملكرد دانه با تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در واحد سطح و تراكم بوته (تا يك حد معين) و فقدان رابطة مشخص عملكرد دانه با تعداد دانه در غلاف و وزن100دانه است.

رابطة تراكم بوته و آرايش كاشت با عملكرد

هدف ما در اين مطالعه، تفكيك تأثير آرايش كاشت از تراكم بوته بر صفات مورد بررسي نبود؛ چون در اين صورت بايستي در تراكم (هاي) ثابت، آرايش‌هاي مختلف كاشت با يكديگر مقايسه مي‌شدند، بلكه ما با هدفي كاربردي تيمارهاي آزمايش را تنظيم كرديم. در نتيجه، با تغيير سطوح فاكتورهاي آزمايش (فاصلة بين رديف‌ها و بين بوته‌ها در رديف) دامنة وسيعي از تراكم‌ها (از 11 تا 133بوته در مترمربع) به‌وجود آمد. با اين حال، در تعدادي از تيمارها (10× 15 با 5 × 30، 15× 15 با 5 × 45، 10 × 30 با 5 × 60، و 15× 30 با 10 × 45) آرايش كاشت متفاوت اما تراكم بوته برابر بود كه اين برابري تراكم بوته، امكان بررسي تأثير آرايش كاشت را به‌طور نسبي فراهم مي‌كند.

به‌طور كلي، داده‌هاي حاصله نشانگر افزايش عملكرد غلاف سبز و دانه با افزايش تراكم بوته از 11به 67بوته در مترمربع است در حالي كه افزايش بعدي تراكم بوته (از 67 به 133بوته) كه از كاهش فاصلة بين بوته‌ها در رديف از10به 5سانتي‌متر در فاصلة رديف 15سانتي‌متر به‌دست آمد، نه‌تنها با افزايش عملكرد همراه نبود بلكه كاهش نسبي عملكرد غلاف سبز و دانه را نيز در پي داشت (شكل 1-و، براي عملكرد غلاف سبز و شكل 2-ه براي عملكرد دانه). تيمارها و نتايج اين آزمايش، اطلاعات كافي در رابطه با عملكردهاي غلاف سبز و دانه در تراكم‌هاي بين دو تيمار 67 و 133بوته را به‌دست نمي‌دهد و نمي‌توان با استفاده از داده‌هاي آزمايش، نقاط شروع و پايان دامنة تراكم‌هاي مطلوب رقم مورد آزمايش را مشخص كرد، اما از آن‌جايي كه اختلاف معني‌داري بين عملكردهاي دو آرايش 15× 15 و10× 15 وجود نداشت مي‌توان نتيجه گرفت كه افزايش بيشتر تراكم بوته نسبت به تراكم 67بوته در مترمربع نمي‌توانست به افزايش بيشتر عملكرد دانه منتهي شود. از سوي ديگر، كاهش تراكم بوته نسبت به تراكم 44بوته در مترمربع به كاهش ميانگين عملكرد دانه و غلاف سبز منتهي شده است. بنابراين مي‌توان نتيجه گرفت كه در شرايط آزمايش، تراكم مطلوب احتمالاً بين 44 و 67بوته قرار داشته است. اگرچه شايد اين تراكم‌ها كمي بيشتر از مقدار مورد انتظار به‌نظر برسند اما نبايد فراموش كرد كه زمان كاشت اين آزمايش همانند بسياري از مزارع كشاورزان در سال آزمايش، ديرتر از زمان معمول بوده است. از اين‌رو، ممكن است آرايش كاشت

و تراكم مطلوب در شرايط كاشت به‌موقع باقلا نسبت به آنچه در اين‌جا به‌دست آمد، متفاوت و كمي كمتر باشد. مشابه با اين نتيجه، Mohdal *et al*, (2004) در مورد يك رقم بومي باقلا و Board *et al*, (1992) در مورد سويا، افزايش عملكرد در واحد سطح با افزايش تراكم بوته تا يك حد معين (تراكم مطلوب) را گزارش كردند. مقايسة عملكردها در تيمارهاي يادشده (با آرايش متفاوت اما تراكم برابر) نشان‌دهندة برتري آرايش كاشت10× 15 بر 5 × 30، 15× 15 بر 5 × 45، و 15 × 30 بر10 × 45 بود. به بيان ديگر، در يك تراكم ثابت، عملكرد در آرايش‌هاي كاشتي كه در آنها بوته‌ها به‌طور يكنواخت‌تر توزيع شده و آرايش كاشت به مربع نزديك‌تر بود، بيش‌تر از آنهايي بود كه بوته‌ها به‌طور غيريكنواخت‌تر توزيع شده بودند. اين نتيجه را مي‌توان به استفادة كارآمدتر از عوامل محيطي مؤثر بر رشد و عملكرد و نيز كاهش شدت رقابت بين بوته‌هاي باقلا نسبت داد. البته در اين ميان، برتري آرايش 5 × 60 بر10 × 30 يك استثنا بود كه با توجه به يكساله‌بودن آزمايش نمي‌توان به‌طور قاطع دربارة آن اظهارنظر كرد؛ اما به‌نظر مي‌رسد بيش‌تر ناشي از خطاهاي آزمايشي به‌ويژه نايكنواختي احتمالي زمين آزمايشي بوده است.

عملكرد بيولوژيك

بر اساس نتايج، تأثير فاصلة بين و داخل رديف و همچنين اثر متقابل آنها بر عملكرد بيولوژيك (عملكرد كل مادة خشك در مرحلة رسيدگي) در سطح احتمال يك‌درصد معني‌دار بود (جدول 1). هم‌چنان كه انتظار مي‌رفت، با كاهش فاصلة بين و داخل رديف‌ها، بر عملكرد بيولوژيك افزوده شد به‌طوري‌كه بيشترين عملكرد بيولوژيك (14/91تُن در هكتار) در تيمار 5 × 15 و كمترين عملكرد بيولوژيك (4/81تُن در هكتار) در تيمار 15 × 60 به‌دست آمد (جدول2). بديهي است رابطة منفي بين عملكرد بيولوژيك و فواصل بين و داخل رديف‌ها ناشي از افزايش تعداد بوته در واحد سطح و در نتيجه تسريع در بسته‌شدن كانوپي و دريافت كامل تشعشع بوده است (Banayan Aval *et al*, 2007)؛ ضمن اين‌كه عملكرد بيولوژيك حتي با افزايش تراكم بوته از 67 به 133 روند افزايشي خود را دنبال كرد كه واكنشي متفاوت با عملكرد دانه و غلاف سبز و مطابق انتظار بود. رابطة مثبت بين تراكم بوته و عملكرد مادة خشك در شكل 1-ه به‌خوبي مشاهده مي‌شود. به‌طور مشابه، Mohdal *et al*, (2004) افزايش عملكرد ماده خشك با افزايش تراكم بوته را گزارش كردند.

نتيجه‌گيري

در اين مطالعه، عملكرد غلاف سبز و دانة خشك، به‌شدت به تغيير فاصلة بين و داخل رديف‌ها واكنش نشان داد به‌طوري‌كه با كاهش فاصلة بين رديف‌ها از 60 به 15سانتي‌متر، عملكرد دانه و غلاف سبز باقلا به‌ترتيب از 3/68 و 16تُن در هكتار به 6/35 و 31/25تُن در هكتار افزايش يافت. همچنين، ميانگين عملكرد غلاف سبز و دانه در سه فاصلة داخل رديف 5، 10، و 15سانتي‌متر به‌ترتيب 5/54 و 27/39، 4/52 و 20/82، و 3/99 و 19/69تُن در هكتار بود كه حاكي از افزايش عملكرد با كاهش فاصلة بين بوته‌ها در رديف مي‌باشد. داده‌ها همچنين نشان مي‌دهند كه تأثير تغيير فاصلة بين رديف‌ها از تغيير فاصلة داخل رديف بيشتر بوده است. نتايج اين آزمايش نشان‌دهندة افزايش عملكرد با افزايش تراكم بوته از تراكم 11 (آرايش كاشت 15× 60) تا 67 (آرايش10× 15) بوته در مترمربع و كاهش نسبي آن با افزايش بيشتر تراكم از 67 به 133بوته (آرايش كاشت 5 × 15) بود. در اين مطالعه، بيشترين عملكردها از تيمارهاي فواصل بين و داخل رديف10× 15، 15× 15 و 5 × 30 به‌دست آمدند كه تراكم بوته در آنها به‌ترتيب 67، 44 و 67 بوته در مترمربع بود. علاوه بر اين، نتايج گوياي آن هستند كه در تراكم‌هاي مساوي، عملكرد در آرايش‌هاي كاشتي بيشتر بود كه در آنها بوته‌ها به‌طور يكنواخت‌تري در زمين توزيع شده بودند. بررسي واكنش اجزاي مختلف عملكرد به فواصل بين و داخل رديف و همچنين رابطة بين اين اجزاء و عملكرد دانه و غلاف سبز نشان داد كه علت عمدة تغييرات عملكرد، تغيير تعداد غلاف در بوته و در واحد سطح بوده است. به‌هرحال، اگرچه براي قابل‌توصيه‌شدن نتايج بايستي آزمايش در چند سال و محيط انجام شود، ولي بر اساس اين نتايج، تراكم‌هاي معمول منطقه (كمتر از 30بوته در مترمربع) به‌ويژه در تاريخ‌هاي كاشت ديرتر براي دستيابي به حداكثر عملكرد كافي نيستند و تراكم بايستي دست‌كم به 45بوته در مترمربع افزايش يافته و با كاهش فاصلة بين رديف‌هاي كاشت تا حد امكان، بوته‌ها به‌طور يكنواخت‌تري توزيع شوند.

منابع

1. Agung, S., and McDonald, G.K. 1998. Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Aust. J. Agric. Res. 49: 79-88.
2. Banayan Aval, M., Jami Alahmad, M., Kamkar, B., Mahdavi Damghani, A., and Salehi, M. 2007. In Foundation of Tropical Agriculture. (Translation), Ferdowsi University of Mashhad Press. 334 p.
3. Board, J.E., and Harville, B.G. 1992. Explanation for greater light interception in narrow- vs. wide-row soybean. Crop Sci. 32: 198-202.
4. Caballero, R. 1987. The effect of plant population and row width on seed yields and yields components of field beans. Res. Dev. Agric. 4: 147-150.
5. El-Metwally, A.M., Abdalla, M.M.F., Darwish, D.S., and Waffa, K. 2003. Performance of two faba bean cultivars under different plant distribution patterns. Abstract of Proc. 10th National Conf. Agron., 7-10 Oct. El-Arish, Egypt. 24-25.
6. Ghanbar Birani, D., Sekhavat, R., Osrosh, R., and Shimi, S. 2003. The effect of Hebrides and plant density on populations of weeds and faba bean yield. Iranian J. Crop Sci. 5: 315-327.
7. Graf, R.J., and Rowland, G.G. 1987. Effect of plant density on yield and components of yield of faba bean. Can. J. Plant Sci. 67: 1-10.
8. Hashem Abadi, D., and Sedaghat Hour, SH. 2006. Effect of density and sowing date on yield and yield components of winter Mazandarani faba bean (*Vicia faba* L.) J. Agri Sci. 12: 135-142.
9. Husain, M.M., Hill, G.D., and Gallagher, J.N. 1988. The response of field beans (*Vicia faba* L.) to irrigation and sowing date. I. yield and yield components. J. of Agric. Sci. Camb. 111: 211-232.
10. Idris, A.L.Y. 2008. Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). Res. J. Agric. & Bio. Sci. 4: 146-148.
11. Kashiri, H., Kashiri, M., Zeinali, E., and Bagheri, M. 2006. Effect of row spacing and plant density on yield and yield components of soybean cultivars grown in the summer. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 147-156.
12. Khadem Hamzeh, H., Karimi, R.M., Rezai, A., and Ahmadi, M. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic traits, yield and yield components of soybean. Iranian J. Agri. Sci. 35: 357-367.
13. Khajeh Pour, M.R. 2009. Principles and Fundamentals of Agronomy. Jehad of Isfahan University of Technology Press. 654 p.
14. Khalil, S.K., Wahab, A., Rehman, A., and Amin, R. 2010. Density and planting date influences on phenological development assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. Pak. J. Bot. 42: 3831-3838.
15. Liu, X.B., Herbert, S.J., Hashemi Zhand, M., Wang, C., and Jin, J. 2010. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. Intl. J. Plant Prod. 4: 1-10.
16. Lopez-Bellido, F.J., Lopz-Bellido, L., and Lpoez- Bellido, R.J. 2005.Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). Eur. J. Agron. 23: 359-378.
17. Majnon Hoseyni, N. 2008. Pulse Crops. 4th Edition. Jehad of Tehran University Publication. 283 p.
18. Mason, W.K., Rowse, H.R., Bennie, A.T.P, Kaspar, T.C., and Taylor, H.M. 1982. Response of soybeans to two row spacing and two soil water levels. II. Water use, root growth and plant water status. Field Crops Res. 5: 15-29.
19. Mohdal, A.R., Munira, T., and Tahawa, M. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). J. Agri. Bio. 6: 294-299.
20. Mokhtar, A. 2001. Response of yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.) to increasing level of nitrogen and phosphorus under two levels of plant stand density. Ann. Agric. Sci. Ain Shams Univ. 46: 143-154.
21. Nezami, A., and Rashed Mohasel, M.H. 1995. Effect of planting date and density on yield and yield components of soybean in Mashhad region. J. Agri. Sci. Technol. 9: 22-39.
22. Norsworthy, J.K., and Emerson, R. 2005. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. Agron. J. 97: 919-23.
23. Salih, F.A., and Salih, S.H. 1980. Influence of seed size on yield and yield components of broad bean (*Vicia faba* L.). Seed Sci. Technol. 8: 175-81.
24. Shukla, K.N., and Dixit, R.S. 2000. Nutrient and plant population management in summer green gram. Indian J. Agron. 41: 78-83.
25. Silim, S.N., and Saxena, M.C., 1993. Yield and water use efficiency of faba bean sown at two row spacing and seed densities. Exp. Agric. 29: 173-181.

26. Soltani, A. 2006. Reconsideration of Application of Statistical Method in Agricultural Researches. Jehad of Mashhad University Press, 74 p.
27. Soltani, A. 2007. Application of SAS in Statistical Analysis. Second Edition. Jehad of Mashhad University Press, 182 p.
28. Stringi, L., Amato, G.S., and Gristina, L. 1988. The effect of plant density on faba bean in semi-arid Mediterranean conditions: 1. *Vicia faba* L. var. equina (c.v. Gemini). Rivista di Agronomia 22: 293-301.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 9-20

Studying grain and green pod yield, and grain yield components as affected by inter- and intra- row spacing in faba bean, Barakat cultivar

Golchin[1*], E., Zeinali[2], E. & Pouri[3], K.

1. MSc. Student in agronomy
2. Assistant professor, Department of Agronomy,
Gorgan University Agricultural Science & Natural Resources, e.zeinali@yahoo.com
3. MSc. Student in agronomy, kambizpoori@yahoo.com

Received: 18 February 2012
Accepted: 8 August 2012

Abstract

Spreading faba bean (*Vicia faba*) cultivation can enhance the sustainability of cropping systems and have other important benefits. However, there is little information on the various aspects of production management for this crop. Then, this experiment was carried out to study the response of some agronomic characteristics of faba bean cv Barakat to inter- (15, 30, 45 and 60 cm) and intra-row (5, 10 and 15 cm) spacing. The experiment was conducted at the Research Field of Gorgan University of Agricultural Sciences in 2009-2010 growing season in a randomized complete block design as factorial arrangement with three replications. The results of analysis and variance indicated the significant effects of inter- and intra-row spacing, and their interactions on green pod, grain and biological yield. The yields reduced as inter-row and intra-row spacing increased with an exception about 15 cm inter-row spacing in which the lowest grain and green pod yield was attained from 5 cm intra-row spacing. There was no significant difference between 10 and 15 cm intra-row spacing in 15 cm inter-row spacing. In this study, the yields increased with increasing plant density between 11 and 67 plants/m^2, and with more uniform planting arrangement in even plant density, generally. Among yield components, the effect of experimental factors on the seed size was not significant, the seed per pod only affected significantly by intra-row spacing, while the pod number per plant affected by both factors. The change in the pod number/m^2 was the main reason for the yield alteration. The obtained results indicated the substantial response of faba bean yield to inter- and intra-row spacing, and the necessity of investigating the interactions between these factors and other factors such as planting date and genotype.

Key words: Faba bean, Grain yield, Green pod yield, Inter- and intra- row spacing

*** Corresponding Author:** golchin811@yahoo.com, Mobile: 09113742465

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 21-30

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 30-21 ، نيمة اول 1392

ارزيابي كاشت بقولات به‌عنوان گياهان جايگزين در نظام زراعي آيش - گندم در استان خراسان شمالي

احمد نظامي[1*]، عبدالرضا باقري[1]، مرتضي عظيم‌زاده[2]، علي‌اكبر محمودي[3] و علي بزرگمهر[4]

1- اعضاي هيئت علمي دانشكده كشاورزي، دانشگاه فردوسي مشهد
2- عضو هيئت علمي دانشگاه آزاد اسلامي واحد شيروان
3- عضو هيئت علمي ايستگاه تحقيقات كشاورزي ديم خراسان شمالي، برزل‌آباد- شيروان
4- كارشناس ايستگاه تحقيقات منابع‌طبيعي و امور دام خراسان شمالي، سيساب- بجنورد

تاريخ دريافت: 1390/06/07
تاريخ پذيرش: 1390/10/12

چكيده

نتايج بررسي‌هاي برخي از محققان نشان مي‌دهد كه در مناطق خشك و نيمه‌خشك، كاربرد طولاني‌مدت آيش در نظام‌هاي زراعي متكي بر كشت گندم، سبب افزايش فرسايش و كاهش حاصلخيزي خاك مي‌شود و كاشت بقولات به‌عنوان محصول جايگزين آيش ممكن است سبب بهبود پايداري توليد گردد. اين پژوهش با هدف مطالعة امكان جايگزيني بقولات در سيستم تناوبي رايج كشت غلات (آيش-گندم) در خراسان شمالي با استفاده از شش الگوي تناوبي دوساله شامل گندم-گندم، آيش-گندم، نخود-گندم، عدس-گندم، ماشك علوفه‌اي-گندم و يونجة يكساله-گندم در استان خراسان شمالي (ايستگاه تحقيقات منابع‌طبيعي و امور دام خراسان در سيساب-بجنورد) طي چهار سال (از سال زراعي 82-1381 تا سال زراعي 85-1384) و در قالب دو دورة تناوبي دوساله اجرا شد. در بررسي ميانگين بيوماس گياهان جايگزين آيش در دو سال زراعي 82-1381 و 84-1383 مشاهده شد كه بيوماس گندم، بيش از بيوماس بقولات بود و در بين بقولات مورد مطالعه، بيوماس ماشك و عدس نيز بيش از بيوماس نخود و يونجه بوده است. از نظر عملكرد دانه نيز عملكرد گندم (159/9گرم در مترمربع) بيش از عملكرد عدس و نخود (به‌ترتيب با 86/8 و 83/3گرم در مترمربع) بوده است. ميانگين عملكرد گندم در دو دورة تناوبي به‌طور معني‌داري (P< 0/05) تحت‌تأثير محصولات جايگزين آيش قرار گرفت. عملكرد گندم در تيمار آيش-گندم (180/8گرم در مترمربع) بيش از ساير تيمارها بود و عملكرد گندم در تيمارهاي عدس-گندم و ماشك-گندم نيز ضمن نداشتن تفاوت معني‌دار با عملكرد تيمار آيش-گندم، بيش از ساير تيمارها بود؛ درحالي‌كه در تيمار گندم-گندم كمترين عملكرد (110/4گرم در مترمربع) حاصل شد. با توجه به نتايج حاصله، به‌نظر مي‌رسد گياهان عدس و ماشك بتوانند به‌عنوان گياهان كانديدا جهت جايگزيني آيش در استان خراسان شمالي مدنظر قرار گيرند.

واژه‌هاي كليدي: تناوب، توليد پايدار، عدس، عملكرد، ماشك

مقدمه

در اكثر مناطق ديم ايران به‌دليل نوسان در شرايط آب‌وهوايي، توليد و عملكرد غلات از ثبات كافي برخوردار نبوده و چندان پايدار نيست؛ به‌طوري‌كه در برخي از سال‌ها به‌دليل خشكسالي تقريباً هيچ‌گونه محصولي به‌دست نمي‌آيد و در بعضي از سال‌ها به‌دليل ريزش مناسب نزولات جوي، عملكرد و توليد محصولات ديم، نسبتاً قابل‌توجه مي‌باشد. در اين مناطق، نظام‌هاي زراعي غالباً به‌صورت گندم-آيش است و دورة آيش، زماني در ذخيره‌سازي رطوبت مؤثر است كه آب حاصل از بارندگي در طول اين دوره بتواند به اعماق خاك نفوذ كند. مثلاً ذخيرة مقدار80 تا100ميلي‌متر بارندگي در سال آيش مي‌تواند موفقيت توليد محصول سال بعد را تا حد زيادي تضمين كند (Alizadeh & Koochaki, 1986; Rashed Mohassel & Koochaki, 1990).

با وجود اين، آيش به‌صورت درازمدت ممكن است منجر به افزايش فرسايش (Halvorson *et al.*, 2000) و كاهش حاصلخيزي خاك شود؛ به‌طوري‌كه نتايج گزارش‌هاي موجود حاكي از آن است كه در نتيجة فرسايش و اكسيداسيون مواد

[*] **نويسنده مسئول:** عضو هيئت علمي گروه زراعت و اصلاح نباتات و قطب علمي گياهان ويژه، دانشكده كشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد، همراه: 09153163348، nezami@um.ac.ir

آلي خاك در طول نيمة اول قرن گذشته در دشت‌هاي وسيع آمريكا، ميزان مادة آلي خاك، 40 تا 70درصد كاهش يافته است (Haas *et al.*, 1957). در واقع، كاشت محصولات زراعي و به‌دنبال آن آيش باعث مي شود كه خاك در شرايط مناسبي براي تجزية مواد آلي قرار گيرد و از طرف ديگر شرايط مساعد براي فرسايش خاك نيز فراهم گردد (Black *et al.*, 1981; Pannkuk *et al.*, 1997) و اين وضعيت، تلفات مواد آلي را تسريع مي‌كند (Aase *et al.*, 1996; Rasmussen & Parton, 1994). لذا دستيابي به يك نظام زراعي مطلوب كه در آن، عملكرد گندم و حاصلخيزي خاك از ثبات و پايداري مطلوبي برخوردار باشد، ضروري است (Bagheri *et al.*, 1997). در همين راستا در برخي از مناطق نيمه‌خشك دنيا تحقيقات متعددي روي كشت بقولات، به‌عنوان محصولي جايگزين آيش، با تأكيد بر ايجاد ثبات در توليد محصولات زراعي و بهبود حاصلخيزي خاك انجام شده است (Durutan *et al.*, 1990; Biederbeck *et al.*, 1993; Badaruddin & Meyer, 1990)؛ زيرا حضور بقولات در نظام هاي زراعي از طريق تثبيت نيتروژن (Sarrantonio & Gallandt, 2003) و افزايش مواد آلي خاك سبب بهبود حاصلخيزي خاك و عملكرد محصول مي‌شود، ضمن اين‌كه فرسايش خاك را نيز كاهش خواهد داد (Sheaffer & Seguin, 2003; Schlegel & Havlin, 1997).

بررسي انواع نظام‌هاي زراعي ازجمله تناوب دوسالة گياهان آفتابگردان، گلرنگ، جو، زيره، عدس، نوعي ماشك و نخود (به‌عنوان گياهان جايگزين آيش) با گندم در تركيه نشان داد كه بقولات در مقايسه با محصولاتي نظير گلرنگ و جو رطوبت بيشتري را براي گندم سال بعد باقي مي‌گذارند. در اين آزمايش، عملكرد گندم بعد از بقولات تقريباً معادل عملكرد گندم بعد از آيش بوده است. تداوم اين مطالعه و حصول داده‌هاي طولاني‌مدت نيز مشخص ساخت كه بقولاتي مانند عدس، نخود، ماشك و اسپرس، محصولات مناسبي براي جايگزيني آيش در اين كشور هستند و به‌دنبال آن در مدتي كمتر از10سال، حدود 2/6ميليون‌هكتار از اراضي آيش در اين كشور توسط كشت جايگزين (بقولات) مورد استفاده قرار گرفتند. بر اساس نتايج اين آزمايش‌ها محصولاتي نظير عدس، نخود و ماشك براي نواحي مسطح و محصولي نظير اسپرس براي مناطق داراي شيب بيشتر از 8درصد توصيه شدند (Durutan *et al.*, 1990).

حضور بقولات در سال آيش، همچنين ممكن است از طريق مصرف آب، سبب كاهش آب قابل‌دسترس براي گندم در سال بعد شود و توليد آن را كاهش دهد. به‌طور مثال با وجود اين‌كه نتايج آزمايش انجام‌شده در ايالات متحده (در شمال داكوتا) نشان داد كه نظام زراعي بقولات-گندم بهاره اثر معني‌داري بر كاهش مقدار آب خاك در مقايسه با كاشت متوالي گندم و يا نظام زراعي گندم-آيش نداشته است (Badaruddin & Meyer, 1989)، ولي شواهدي در دسترس است كه در شرايطي كه نزولات جوي كم باشند، بقولات تا حد زيادي آب خاك را كاهش داده و سبب كاهش عملكرد غلات در سال بعد مي‌شوند (Utomo *et al.*, 1987; Schlegel & Havlin, 1997). از سوي ديگر، بررسي (McGuire *et al.*, 1998) نشان داد كه هرچند در نظام زراعي بقولات-گندم، رطوبت بيشتري از خاك نسبت به نظام زراعي آيش-گندم تخليه شد، ولي هرگونه اثر مضرّ اين وضعيت بر روي عملكرد گندم به‌دليل بارندگي فراوان در طول زمستان سال بعد، حذف گرديد. در برخي از آزمايش ها در نواحي مرطوب نيز مشاهده شده است كه آب تخليه‌شده توسط بقولات جايگزين آيش، مشابه با تلفات آب در دورة آيش بوده است (Badaruddin & Meyer, 1990; Badaruddin & Meyer, 1989).

در كشور ما، ديم‌كاري و زراعت در مناطق خشك به‌عنوان يك تكنيك و فن و نيز منبع عظيم توليد مواد غذايي، كمتر مطرح است و غالباً به‌عنوان يك فعاليت جنبي به‌حساب مي‌آيد. با وجودي كه در سال‌هاي اخير، بسياري از اصول علمي در كشاورزي ما وارد شده است، ولي به‌نظر مي‌رسد كه ديم‌كاري از اين رهگذر، نصيب چنداني نبرده است. در همين راستا انجام هرگونه فعاليت تحقيقاتي كه منجر به افزايش ثبات توليد گندم در مناطق ديم و حفظ و بهبود حاصلخيزي خاك گردد، ضروري مي‌باشد. لذا اين تحقيق با هدف بررسي امكان جايگزيني بقولات دانه‌اي (مانند نخود و عدس) و علوفه‌اي (مانند يونجة يكساله و ماشك) در سيستم تناوبي رايج آيش- غلات در خراسان شمالي انجام شده است.

مواد و روش‌ها

اين پژوهش به منظور مطالعه شش الگوي تناوبي دو ساله شامل: گندم-گندم، آيش-گندم، نخود-گندم، عدس-گندم، ماشك علوفه‌اي-گندم و يونجة يكساله-گندم در استان خراسان شمالي، ايستگاه تحقيقات منابع‌طبيعي و امور دام خراسان در سيساب- بجنورد (37درجه و 28دقيقه شمالي و 57درجه و 27دقيقه شرقي و ارتفاع 1350متر از سطح دريا با متوسط بارندگي280ميلي‌متر در سال) طي چهار سال از سال زراعي 82-1381 تا سال زراعي85-1384 و در قالب دو دورة تناوبي دوساله اجرا شد.

عمليات زراعي و تأمين مقادير كود و ميزان بذر جهت كاشت گياهان زراعي بر اساس تجارب و توصيه‌هاي ايستگاه تحقيقاتي انجام شد. جهت اجراي عمليات آماده‌سازي ابتدا در اواسط پاييز زمين شخم برگردان زده شد و معادل60كيلوگرم در هكتار كود سوپرفسفات تريپل پخش و سپس توسط ديسك با خاك مخلوط شد. طول هركرت 9متر و عرض آن 6متر درنظر گرفته شد و محصولات زراعي نيز به اين صورت كشت شدند: گندم (رقم سرداري) توسط عميق‌كار در اواخر پاييز (آذرماه) در رديف‌هايي با فاصله 25سانتي‌متر از يكديگر و بر اساس120كيلوگرم بذر در هكتار كاشت و در زمان رسيدگي كامل برداشت شد. قبل از كاشت نيز معادل 30كيلوگرم در هكتار كود اوره به زمين داده شد. يونجة يكساله (*Medicago scutellata*) در اسفندماه و بر اساس10كيلوگرم بذر در هكتار، كشت و در مرحلة50درصد گلدهي برداشت شد. ماشك گل‌خوشه‌اي (*Vicia villosa*) در اسفندماه و بر اساس ميزان20كيلوگرم بذر در هكتار كشت و در مرحلة50درصد گلدهي برداشت شد. عدس (*Lens culinaris*)، توده محلي رباط، بر اساس تراكم200بوته در مترمربع در اسفندماه كشت و در زمان رسيدگي كامل برداشت شد. نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم ILC482 نيز در اسفندماه و بر اساس تراكم30بوته در مترمربع كشت و در زمان رسيدگي كامل برداشت شد. همچنين براي هر چهار گياه لگوم،30كيلوگرم در هكتار كود اوره قبل از كاشت در هر كرت پخش شد و فاصلة رديف‌ها نيز 25سانتي‌متر درنظر گرفته شد. علف‌هاي‌هرز كرت‌هاي گندم، در صورت نياز، با علف‌كش2,4-D و علف‌هاي‌هرز قطعات لگوم به‌روش دستي حذف شدند. علف‌هاي‌هرز قطعات آيش نيز توسط ديسك يك‌بار در بهار و در صورت نياز يك‌بار در تابستان كنترل شدند.

به‌منظور پايش تغييرات درصد وزني رطوبت خاك، نمونه‌گيري خاك در پاييز (قبل از كاشت محصول زراعي) از هركدام از كرت‌ها و در دو تكرار از عمق 30-0 و 60-30 سانتي‌متري انجام شد. درصد رطوبت خاك از طريق فرمول زير اندازه‌گيري شد:

درصد وزني رطوبت خاك =

100 × {(وزن خاك مرطوب - وزن خاك خشك)/ وزن خاك خشك}

جدول 1 – ميانگين دماي ماهانه و مجموع بارندگي ماهانه طي چهار سال زراعي و ميانگين بلندمدت آنها در خراسان شمالي

Table 1. Monthly mean temperature and rainfall during four years of experiment in Sisab, Northern Khorasan

Long term Ave.		2005-2006		2004-2005		2003-2004		2002-2003		Month
Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	Rain (mm)	Temp. (°C)	
10.4	16.2	9.0	18.7	5.9	15.6	1.9	15.8	1.0	19.7	مهر 23 Sep-22 Oct
31.4	10.4	63.9	9.3	19.5	11.8	45.6	11.4	30.9	11.5	آبان 23Oct-21Nov
18.0	4.8	10.9	6.1	39.0	4.2	24.9	4.1	24.5	2.2	آذر 22Nov-21Dec
19.6	3.0	38.1	0.1	37.0	1.3	19.3	4.1	28.5	2.5	دي 22Dec-20Jan
28.8	2.2	21.6	4.7	30.2	0.6	19.2	5.2	37.4	2.6	بهمن 21Jan-19Feb
35.0	5.9	12.5	8.2	78.8	8.0	27.2	6.9	77.8	4.7	اسفند 20Feb-19Mar
43.7	11.4	47.2	12.1	44.0	9.5	69.1	10.2	79.5	10.2	فروردين 20Mar-20Apr
33.6	16.3	23.1	17.9	19.4	17.1	36.3	16.7	48.3	13.7	ارديبهشت 21Apr-21May
16.4	21.0	9.9	21.8	69.4	20.9	1.7	20.5	21.0	18.7	خرداد 22May-21Jun
4.9	24.6	8.6	25.8	0.0	25.7	12.0	23.4	0.0	24.6	تير 22Jun-22Jul
13.0	25.1	0.0	25.5	18.1	24.3	31.5	25.3	0.0	24.8	مرداد 23Jul-21Aug
9.7	22.3	1.4	21.8	0.1	22.0	0.0	22.0	0.0	22.1	شهريور 22Aug-22Sep
264.3		**246.2**		**356.4**		**288.7**		**348.4**		**Total**

به منظور تعيين وزن‌خشك و عملكرد محصولات دانه‌اي (گندم، عدس و نخود) با حذف يك‌متر از اطراف هر كرت، مساحت 28مترمربع برداشت و پس از اندازه‌گيري و ثبت وزن‌خشك كُل، دانه‌ها به‌صورت دستي (كوبيدن، غربال‌كردن و باددادن) جدا و توزين شدند. به‌منظور تعيين عملكرد محصولات علوفه‌اي (يونجة يك‌ساله و ماشك علوفه‌اي)، اين محصولات در زمان50درصد گلدهي با حذف اثرات حاشيه، برداشت شده و به‌منظور تعيين وزن‌خشك علوفة توليدي،200گرم علوفة تَر در آون70درجه سانتي‌گراد گذاشته شده و بعد از 72ساعت وزن‌خشك آن اندازه‌گيري شد.

آزمايش به‌صورت طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با سه تكرار و شش تيمار تناوب زراعي اجرا شد. تجزية داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد و مقايسة ميانگين‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتايج و بحث

ميزان بارندگي و ميانگين دماي ماهانه مربوط به منطقة مورد مطالعه طي چهار سال آزمايش در جدول 1 آمده است. ميزان بارندگي طي سه سال زراعي82-1381، 83-1382 و 84-1383 به‌ترتيب 32، 9 و 35 درصد بالاتر از ميانگين بلندمدت اين منطقه (264/3 ميلي‌متر) و در سال زراعي 85-1384 هفت درصد كمتر از ميانگين بلندمدت منطقه بود.

در بررسي ميانگين بيوماس گياهان جايگزين آيش طي دو مرحله اجراي سيستم تناوبي در سال‌هاي زراعي82-1381 و 84-1383 مشاهده شد كه بيوماس گندم (471گرم در مترمربع) بيش از بيوماس بقولات بوده و در بين بقولات نيز بيوماس ماشك و عدس (به‌ترتيب با 253 و 246گرم در مترمربع) بيش از بيوماس نخود و يونجه (به‌ترتيب با 180 و 145گرم در مترمربع) بوده است (جدول 2). از نظر عملكرد دانه نيز هرچند عملكرد گندم (159/9گرم در مترمربع) بيش از عملكرد دانه در عدس (86/8گرم در مترمربع) و نخود (83/3گرم در مترمربع) بود، ولي حصول عملكرد نسبتاً مناسب عدس و نخود طي دو سال زراعي، كه از ميانگين عملكرد كشوري دو محصول مذكور نيز بالاتر مي‌باشد، قابل‌توجه است. ميانگين توليد علوفه توسط ماشك و يونجه در دو سال مذكور نيز به‌ترتيب 253/1 و 145/2گرم ماده خشك در مترمربع بود. در بررسي پيشين در اين منطقه، در سالي كه ميزان نزولات جوي كمتر از80درصد ميانگين بلندمدت آن بود، نه‌تنها بيوماس تمام گياهان جايگزين آيش به‌شدت كاهش يافت، بلكه گياهاني نظير نخود و عدس حتي نتوانستند توليد دانة چنداني داشته باشند؛ ضمن اين‌كه توليد دانه در گندم نيز بيش از 21گرم در مترمربع نبود و ميزان توليد علوفه گياهي نظير ماشك و يونجه نيز به‌ترتيب حدود 8/3 و 11گرم ماده خشك در مترمربع بوده است (Nezami *et al.*, 2005).

جدول 2- بيوماس و عملكرد دانه (گرم در مترمربع) در گياهان جايگزين آيش طي دو مرحله اجراي سيستم تناوبي در سال‌هاي زراعي82-1381 و 84-1383 در خراسان شمالي

Table 2. Biomass and yield ($g.m^{-2}$) of substituting crops for fallow in two stages of rotation during 2002-2003 and 2004-2005 growing season in northern Khorasan

گياه جايگزين آيش fallow substituting crops	سال زراعي82-1381 2002-2003 بيوماس Biomass	عملكرد دانه Yield	سال زراعي84-1383 2004-2005 بيوماس Biomass	عملكرد دانه Yield	ميانگين دو سال Two years average بيوماس Biomass	عملكرد دانه Yield
يونجه Medic	136.6	0.0	153.8	0.0	145.2	0.0
ماشك Vicia	237.4	0.0	268.8	0.0	253.1	0.0
عدس Lentil	217.7	88.7	274.3	85.0	246.0	86.8
گندم Wheat	498.3	156.1	443.3	163.7	470.8	159.9
نخود Chickpea	197.3	104.7	163.7	62.0	180.5	83.3

همان‌طور كه در جدول1 مشاهده مي‌شود، ميزان بارندگي در سال‌هاي زراعي82-1381و 84-1383به‌ترتيب 32 و 35درصد بيش از ميانگين بارندگي بلندمدت اين منطقه بوده است؛ بنابراين به‌نظر مي‌رسد شرايط مطلوب از نظر ريزش نزولات جوي طي اين دو سال، منجر به توليد نسبتاً مناسب تمام محصولات جايگزين آيش شده است.

ميانگين عملكرد دانة گندم طي دو مرحله اجراي سيستم تناوبي كشت جايگزين آيش در دو سال زراعي 83-1382و 85-1384به‌طور معني‌داري (P<0.05) تحت‌تأثير محصولات جايگزين آيش قرار گرفت (جدول3). عملكرد گندم در تيمار آيش-گندم (با 180/8گرم در مترمربع) بيشتر از ساير تيمارها بود درحالي‌كه تيمار گندم-گندم، كمترين عملكرد (با 110/4گرم در مترمربع) را داشت. در بين تيمارهاي بقولات علوفه‌اي نيز عملكرد گندم پس از ماشك بيش از عملكرد آن پس از يونجه بود، ضمن اين‌كه در بين تيمارهاي بقولات دانه‌اي نيز عملكرد گندم پس از عدس، بيشتر از عملكرد آن پس از نخود بود.

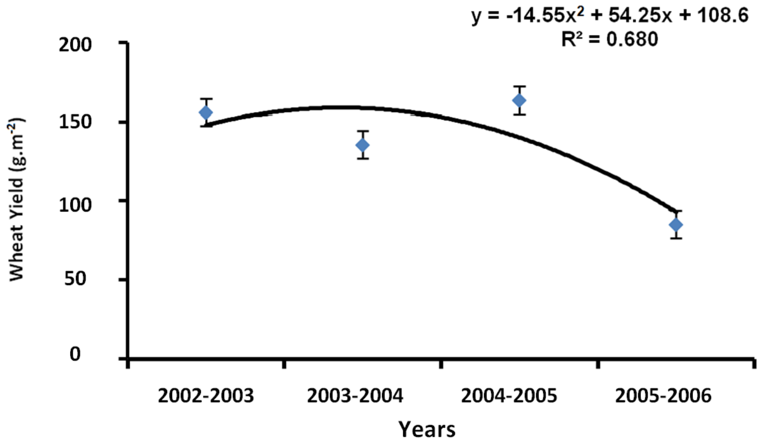
جدول 3- بيوماس و عملكرد دانه (گرم در مترمربع) گندم پس از گياهان جايگزين آيش طي دو مرحله اجراي تناوب در سال‌هاي زراعي83-1382 و 85-1384 در خراسان شمالي

Table 3. Biomass and yield (g.m^{-2}) of wheat after substituting crops for fallow in two stages of rotation during 2003-2004 and 2005-2006 growing season in northern Khorasan

تناوب Rotation	سال زراعي83-1382 بيوماس 2003-2004 Biomass	عملكرد دانه Yield	سال زراعي85-1384 بيوماس 2005-2006 Biomass	عملكرد دانه Yield	ميانگين دو ساله بيوماس Two years average Biomass	عملكرد دانه Yield
يونجه-گندم Medic-Wheat	542.3	143.8	337.5	111.4	439.9	127.6
آيش-گندم Fallow-Wheat	585.1	172.6	518.7	188.9	551.6	180.8
ماشك-گندم Vicia-Wheat	586.3	166.4	468.7	155.5	527.5	161.0
عدس-گندم Lentil-Wheat	548.8	155.9	376.1	176.4	462.4	166.2
گندم-گندم Wheat-Wheat	447.0	135.7	354.3	85.1	400.7	110.4
نخود-گندم Chickpea-Wheat	509.5	157.2	322.6	113.0	416.1	135.1
LSD $_{(0.05)}$	**ns**	**ns**	**ns**	**41.9**	**ns**	**40.9**

بررسي عملكرد گندم در هر كدام از سال‌هاي زراعي 83-1382و 85-1384 نشان مي‌دهد كه عملكرد گندم در سال اول تحت‌تأثير محصولات جايگزين آيش قرار نگرفته است (جدول3)، درحالي‌كه در سال دوم جايگزيني آيش با محصولات ديگر سبب كاهش معني‌دار عملكرد گندم نسبت به تيمار آيش شده است؛ به‌عنوان مثال، جايگزيني آيش با گندم سبب كاهش 55درصدي عملكرد گندم در تيمار گندم-گندم در مقايسه با تيمار آيش-گندم شده است. در سال83-1382 عملكرد گندم در تيمارهاي يونجه-گندم و نخود-گندم تفاوت معني‌داري با عملكرد آن در تيمار آيش-گندم نداشت، درصورتي‌كه در سال 85-1384 عملكرد گندم در تيمارهاي يونجه و نخود حدود41درصد نسبت به تيمار آيش-گندم كاهش داشت، درحالي‌كه تفاوت چنداني بين عملكرد گندم در تيمارهاي عدس و ماشك با عملكرد آن در تيمار آيش مشاهده نشد. در بررسي Durutan *et al*. (1990) نيز مشاهده شد كه عملكرد گندم بعد از بقولات (به‌ويژه محصولات زمستانه) تقريباً معادل عملكرد گندم بعد از آيش بوده است؛ درحالي‌كه بررسي ديگران (Schlegel & Havlin, 1997; Vigil & Nielsen, 1998) نشان داد كه عملكرد گندم بعد از كشت بقولات كاهش يافته است. در سال زراعي85-1384 همچنين عملكرد گندم پس از كاشت گياهاني نظير عدس و تيمار آيش نسبت به عملكرد آن در

تيمارهاي مشابه در سال زراعي83-1382 افزايش داشته است، درصورتي‌كه عملكرد گندم در تيمار كشت گندم پس از هركدام از محصولاتي مانند يونجه، ماشك، گندم و نخود در سال85-1384، كمتر از عملكرد آن نسبت به سال83-1382 بوده است (جدول 3). نكتة قابل‌توجه در اين آزمايش، كاهش شديد عملكرد گندم در تيمار گندم-گندم در سال زراعي 85-1384در مقايسه با عملكرد اين محصول در دورة تناوبي قبلي آن مي‌باشد (جدول 3). به‌نظر مي‌رسد كشت مستمرّ گندم در طول چهار سال زراعي در اين آزمايش، سبب كاهش عملكرد اين محصول شده است؛ البته به‌جز در سال زراعي 85-1384كه به‌دليل ريزش مناسب نزولات جوي (جدول 1) عملكرد گندم در اين نظام زراعي بهبود نسبتاً قابل‌توجهي در مقايسه با سال‌هاي ديگر داشته است (شكل 1)؛ درصورتي‌كه كاشت يك‌سال‌درميان گندم در تيمار آيش-گندم به‌دليل ذخيرة رطوبت در طول سال‌هاي آيش، منجر به بهبود عملكرد گندم شده است. بررسي داده‌هاي درصد رطوبت خاك پيش از كاشت گياهان در سال‌هاي83-1382و 85-1384 در اين منطقه نشان مي‌دهد كه در هر دو سال زراعي، درصد رطوبت در اعماق مختلف خاك در تيمار آيش-گندم غالباً به‌طور معني‌داري بيش از درصد رطوبت آن در ساير تيمارها بوده است (جدول4). از سوي ديگر با وجود اين‌كه در تيمار گندم-گندم درصد رطوبت خاك در سال83-1382 كمتر از ساير تيمارهاي جايگزين آيش بود، ولي اين وضعيت در سال 85-1384 مشاهده نشده است. بنابراين به‌نظر مي‌رسد كه عامل (يا عوامل) ديگري نيز به‌جز رطوبت خاك ممكن است در كاهش عملكرد گندم در تيمار گندم-گندم تأثير داشته است. در همين راستا محققان اظهار داشته‌اند كه كاشت مستمرّ يك محصول زراعي ممكن است از طريق افزايش آفات و بيماري‌ها (Karlen *et al.*, 1994) و به‌ويژه كاهش حاصلخيزي خاك، سبب كاهش عملكرد آن محصول گردد.



شكل 1- عملكرد گندم در نظام زراعي گندم-گندم در خراسان شمالي طي چهار سال زراعي

خطوط عمودي نشاندهندة خطاي استاندارد (SE) مي‌باشد.

Fig. 1. Wheat yield in wheat-wheat based system during four years growing season in northern Khorasan

Vertical lines indicate standard error (SE).

نتيجه‌گيري

بررسي دو دورة تناوبي نشان داد عملكرد گندم پس از آيش، بيشتر از ساير تيمارها بود؛ درحالي‌كه عملكرد گندم در نظام زراعي گندم-گندم كاهش يافت و لذا به‌نظر مي‌رسد هرچند نظام زراعي گندم-گندم ممكن است تاحدي سبب بهبود درآمد كشاورز شود، ولي در درازمدت سبب كاهش عملكرد گندم خواهد شد. در مقابل، كشت بقولات به‌ويژه عدس و ماشك منجر به توليد بيوماس و عملكرد قابل‌مقايسه‌اي نسبت به تيمار گندم و آيش شد و لذا به‌نظر مي‌رسد اين محصولات مي‌توانند به‌عنوان گياهان كانديدا جهت جايگزيني آيش در اين منطقه مد نظر باشند. نتايج حاصله در ساير مناطق دنيا نيز حاكي از جايگزيني برخي

بقولات علوفه‌اي مانند نوعي ماشك در سيستم‌هاي تناوبي مي‌باشد (Schlegel & Havlin, 1997).

در اين آزمايش، بقولات دانه‌اي مشابه با نظام زراعي رايج در منطقه به‌صورت بهاره مورد مطالعه قرار گرفتند. كاشت بهارة اين محصولات، كه عمدتاً متكي به ريزش نزولات جوي هستند، سبب مي‌شود كه گياه با گرما و تنش خشكي (به‌ويژه در مرحلة زايشي) مواجه شود و لذا عملكرد دانه كاهش يابد (Nezami & Bagheri, 2005). از سوي ديگر با توجه به موفقيت‌هاي نسبي در خصوص شناسايي ارقام عدس و نخود متحمل به سرما جهت كاشت پاييزة آنها (Bagheri *et al.*, 2004; Nezami & Bagheri, 2005) استفاده از اين ارقام به‌جاي آيش (در نظام زراعي آيش-گندم) احتمالاً سبب بهبود بيشتر توليد و درآمد كشاورزان خواهد شد. Durutan *et al.* (1990) نيز اظهار داشته‌اند كه سودمندي بقولات زمستانه از نظر ذخيره‌سازي رطوبت براي گندم سال بعد، بيش از بقولات بهاره است.

جدول 4- درصد وزني رطوبت درعمق 0-30 و 30-60 سانتي‌متري خاك مزرعه قبل از كاشت گياهان زراعي در هر كدام از سال‌هاي زراعي مورد مطالعه

Table 4. Moister percentage in 0-30 and 30-60 depth (cm) of field soil before crop planting in each growing season

1384-85		1383-84		1382-83		1381-82		تناوب
30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	
2005-2006		2004-2005		2003-2004		2002-2003		Rotation
30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	
8.6	14.8	6.5	7.1	4.5	8.6	10.2	15.7	يونجه-گندم Medic-Wheat
16.0	18.5	7.6	8.1	6.7	12.1	8.0	14.8	آيش-گندم Fallow-Wheat
10.8	16.4	6.9	8.1	5.2	8.0	9.3	15.6	ماشك-گندم Vicia-Wheat
9.3	14.7	6.8	8.7	3.7	7.2	9.8	15.6	عدس-گندم Lentil-Wheat
9.2	14.9	4.7	6.5	3.0	6.1	10.4	15.5	گندم-گندم Wheat-Wheat
12.9	16.8	6.0	6.7	4.1	8.8	9.1	14.7	نخود-گندم Chickpea-Wheat
4.0	**ns**	**ns**	**ns**	**0.75**	**1.2**	**ns**	**ns**	**LSD $_{(0.05)}$**

سپاسگزاري

اعتبار اين پروژه از طريق قطب علمي گياهان ويژه، دانشكده كشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد تأمين شده است كه به اين وسيله سپاسگزاري مي‌گردد. همچنين از مسئولان و كاركنان محترم ايستگاه تحقيقات منابع طبيعي شمال خراسان- بجنورد به‌خاطر دراختيارقراردادن امكانات اجراي طرح و نيز كمك‌هاي بي‌دريغ آنها تشكر مي‌شود.

منابع

1. Aase, J.K., Pikul, J.L., Prueger, J.H., and Hatfield, J.L. 1996. Lentil water use and follow water losing in a semiarid climate. Agron. J. 88: 723-728.
2. Alizadeh, A., and Koochaki, A. 1986. Principles of Agronomy in Dry Area (Vol. 2, translated). Astan Ghods Razavi Pub. Mashhad, Iran.
3. Badaruddin, M., and Meyer, D.W. 1989. Water use by legumes and its effect on soil water status. Crop Sci. 29: 1212-1216.
4. Badaruddin, M., and Meyer, D.W. 1990. Green-manure legume effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. Crop Sci. 30: 819-825.
5. Bagheri, A., Nezami, A., and Parsa, M. 1997. Strategies for optimal using of fallow area with emphasis of sustainability for dryland farming systems of Iran. World Food Day Papers, Iranian Ministry of Agriculture, Office of International and Local Organizations, p. 27-37.
6. Bagheri, A., Nezami, A., and Hojjat, S.S. 2004. Evaluation of cold tolerance in lentil for fall planting in the highlands of Iran. Final Report of Research Project, Ferdowsi University of Mashhad.
7. Biederbeck, V.O., Bouman, O.T., Looman, J., Slinkard, A.E., Bailey, L.D., Rice, W.E., and Janzen, H.H. 1993. Productivity of four annual legumes as green manure in dryland cropping systems. Agron. J. 85: 1035-1043.
8. Black, A.L., Brown, P.L., Halvorson, A.D., and Siddoway, F.H. 1981. Dryland cropping strategies for efficient water-use to control saline seeps in the Northern Great Plains. U.S.A. Agric. Water Manage. 4: 295-311.
9. Durutan, N., Meyveci, K., Karaca, M., Avci, M., and Eguboglu, H. 1990. Annual cropping under dry land conditions in Turkey: a case study. P. 239-255. In: A.E. Osman (Ed.). The Role of the Legumes in the Farming Systems of the Mediterranean Areas. ICARDA. The Netherlands.
10. Haas, H.J., Evans, C.E., and Miles, E.F. 1957. Nitrogen and Carbon Changes in Great Plains Soils as Influenced by Cropping and Soil Treatments. USDA Tech. Bull. 1164. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
11. Halvorson, A.D., Black, A.L., Krupinsky, J.M., Merrill, S.D., Wienhold, B.J., and Tanaka, D.L. 2000. Spring wheat response to tillage and nitrogen fertilization in rotation with sunflower and winter wheat. Agron. J. 92: 136-144.
12. Karlen, D.L., Varvel, G.E., Bullock, D.G., and Cruse, R.M. 1994. Crop rotation for 21st century. Adv. Agron. 53: 1-45.
13. McGuire, A.M., Bryant, D.C., and Denison, R.F. 1998. Wheat yields, nitrogen uptake, and soil moisture following winter legume cover crop vs. fallow. Agron. J. 90: 404-410.
14. Nezami, A., Bagheri, A., Kafi, M., Mahmudi A., and Abedi, K. 2005. Effects of legumes as alternative crops for fallow period in wheat-based cropping systems of Northern Khorasan. Iranian Agric. J. of Sic. and Ind. 19: 191-204.
15. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 156-170.
16. Pannkuk, C.D., Papendick, R.I., and Saxton, K.E. 1997. Fallow management effects on soil water storage and wheat yields in the Pacific Northwest. Agron. J. 89: 386-391.
17. Rashed Mohassel, M.H., and Koockaki, A. 1990. Principles of Dry Farming (translated). Mashhad Jahad University Pub. Iran.
18. Rasmussen, P.E., and Parton,V. 1994. Long-term effects of residue management in wheat-fallow: I. Inputs, yield, and soil organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 523-530.
19. Sarrantonio, M., and Gallandt,V. 2003. The role of cover crops in North American cropping systems. p. 53-74. In: A. Shrestha (Ed.). Cropping Systems: Trends and Advances. The Haworth Press, Inc.
20. Schlegel, A.J., and Havlin, J.L. 1997. Green fallow for the Central Great Plains. Agron. J. 89: 792-767.
21. Sheaffer, C.C., and Seguin, P. 2003. Forage legumes for sustainable cropping systems. p. 187-215. In: A. Shrestha (Ed.). Cropping Systems: Trends and Advances” The Haworth Press, Inc.

22. Utomo, M., Blevins,V., and Frye, W.W. 1987. Effect of legume cover crops and tillage on soil water, temperature, and organic matter. p. 5-6. In: J.F. Power (Ed.). The Role of Legumes in Conservation Tillage Systems. Soil & Water Conserv. Soc., Ankeny, IA.
23. Vigil, M.F., and Nielsen, D.C. 1998. Winter wheat yield depression from legume green fallow. Agron. J. 90: 727-734.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 21-30

Evaluation of legumes as substituting crops for fallow in wheat-based rotation on North Khorasan Province

Nezami[1], A., Bagheri[1], R., Azim-Zadeh[2], M., Mahmoudi[3], A. & Bozorgmehr[4], A.

1. Contributions from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Azad University, Shirvan Branch
3. Contribution from Dryland Research Center, Shirvan, Northern Khorasan
4. Research Station for Natural Resources, Bojnourd, Northern Khorasan,

Received: 29 August 2011
Accepted: 2 January 2012

Abstract

Long term use of fallow in wheat-based cropping system of dry and semi-dry lands can increase erosion and decrease soil fertility. Legumes as substituting crops for fallow could improve sustainability in this area. This study was conducted to evaluate the substituting of some legumes for fallow in a 2-yr wheat rotation at Research Stations in North Khorasan Province (Natural Resources Research Station of North Khorasan, Sisab-Bojnord) from 2002 till 2006. Six cropping systems, follow-wheat, wheat-wheat, chickpea-wheat, lentil-wheat, vicia-wheat and annual medic-wheat, were used on three replications. According to the average data from biomass and yield of substituting crops, wheat biomass was more than the legumes biomass in 2002-03 and 2004-05, and among the legumes, vicia and lentil biomass was more than that from chickpea and annual medic. Also, wheat yield (159.9 $g.m^{-2}$) was more than lentil and chickpea yield (86.8 and 83.3 $g.m^{-2}$). Average wheat yield on the two rotation cycles ($P<0.05$) affected by previous substituting crops, significantly. The most and the least wheat yield was achieved on the fallow-wheat (180.8 $g.m^{-2}$) and wheat-wheat (110.4 $g.m^{-2}$) rotations. However, the wheat yield on the lentil-wheat and vicia-wheat rotations had not significantly different from wheat-wheat cropping system. According to the results, it seems that lentil and vicia could be introduced as a crop candidate for substituting for fallow at the North Khorasan province.

Kew words: Lentil, Rotation, Sustainable production, Vicia, Yield

---

Corresponding Author: nezami@um.ac.ir; Mobile: 09153163348

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 42-31 ، نيمة اول 1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 31-42

بررسي تنوع ژنتيكي و روابط بين صفات زراعي در نمونه‌هاي انتخابي كلكسيون لوبيا

شاهين واعظي[1*]، رقيه چراغ‌افروز[2] و احمد عباسي‌مقدم[1]

1- استاديار‌ان بخش تحقيقات ژنتيك و بانك‌ژن گياهي ملي ايران وابسته به مؤسسة تحقيقات اصلاح و تهيه نهال‌وبذر

واعظي: svaezi2003@yahoo.com؛ عباسي‌مقدم: abbasimoghadam@gmail.com

2- دانشجوي سابق كارشناسي‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامي، واحد علوم و تحقيقات؛ rcheraghafroz@gmail.com

تاريخ دريافت: 1391/03/09
تاريخ پذيرش: 1391/09/19

چكيده

تنوع ژنتيكي موجود براي صفات در لوبيا مي‌تواند در برنامه‌هاي به‌نژادي آن و انتخاب ژنوتيپ‌هاي با صفات زراعي مطلوب مورد استفاده قرار گيرد. به‌منظور بررسي تنوع ژنتيكي صفات زراعي و كيفيت دانه و تعيين روابط ميان عملكرد دانه و برخي صفات مورفولوژيكي، تعداد 52نمونه لوبيا (*Phaseolus vulgaris*) در مزرعه تحقيقاتي بانك‌ژن گياهي ملي ايران در مؤسسه تحقيقات اصلاح و تهيه نهال‌وبذركرج در سال1390 مورد ارزيابي قرار گرفت. آزمايش در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با دو تكرار انجام پذيرفت. صفات مورد مطالعه مطابق دستورالعمل مؤسسه بين‌المللي ذخاير توارثي گياهي، اندازه‌گيري شدند. نتايج آمار توصيفي صفات نشان داد كه تنوع قابل‌ملاحظه‌اي در ارتباط با صفات تعداد گره در ساقه اصلي، وزن100دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته وجود دارد. دامنه تغييرات براي صفات تعداد دانه در بوته، وزن100دانه، تعداد روز تا رسيدگي و عملكرد بذر تك‌بوته به‌ترتيب برابر با 32 تا150دانه، 14/8 تا 74/22گرم، 46 تا 96روز و 11/2 تا 55/1گرم برآورد گرديد. ضرايب تنوع فنوتيپي و ژنتيكي نيز براي صفات تعداد گره در ساقه اصلي، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن100دانه و عملكرد بذر تك‌بوته بالا بود. همچنين وراثت‌پذيري عمومي بالا (بين 62/8 تا 82/9درصد) براي كليه صفات به‌جز تعداد روز تا گلدهي (22/3درصد) و تعداد روز تا غلافدهي (7/9درصد) مشاهده شد. تجزية خوشه‌اي نيز ژنوتيپ‌ها را به سه گروه تقسيم نمود كه دو گروه داراي بيشترين عملكرد بذر تك‌بوته بودند. در ميان صفات كيفي حداكثر تنوع براي وضعيت نخ غلاف و حداقل آن براي انحناي نوك غلاف مشاهده شد. نتايج همبستگي‌هاي ساده، رگرسيون چندگانه و تجزيه عليت نشان داد كه صفات غلاف در بوته، وزن100دانه و تعداد بذر در بوته به‌عنوان اجزاي عملكرد بيشترين تأثير را بر عملكرد بذر تك‌بوته دارا بودند. در تجزيه به مؤلفه‌هاي اصلي، چهار مؤلفه حدود 67/60درصد از كل تغييرات داده‌ها را توجيه كردند.

واژه‌هاي كليدي: تنوع ژنتيكي، لوبيا، صفات مورفولوژيكي، وراثت‌پذيري، صفات زراعي، همبستگي بين صفات، تجزيه و تحليل چندمتغيره

مقدمه

نگهداري و دردسترس‌قراردادن ژرم‌پلاسم به‌عنوان تنوع ژنتيكي، براي برآوردن نيازهاي روزافزون به‌نژادگران از اهميت خاصي برخوردار است. گسترش ارقام جديد بايد موجب چشم‌پوشي از نياز به نگهداري منابع ژنتيكي شود (Frankel & Hawkes, 1975). آگاهي از تنوع ژنتيكي و مديريت منابع ژنتيكي به‌عنوان گام مهم پروژه‌هاي اصلاح‌نباتات تلقي مي‌شود. تنوع و گزينش، دو ركن اصلي هر برنامة اصلاحي بوده و گزينش در صورتي ممكن است كه براي صفت مورد مطالعه تنوع مطلوبي در مواد آزمايشي موجود باشد؛ به‌طوري‌كه تنوع ژنتيكي گياهي را يكي از اجزاي كليدي سامانه‌هاي واقعي توليد كشاورزي در هر اكوسيستم مي‌دانند (Vejdani *et al*., 1994). يك برنامة اصلاحي، زماني موفق است كه دو عامل تنوع و انتخاب در گياه مورد آزمايش وجود داشته باشد. استفاده از واريته‌هاي محلي و توده‌هاي بومي در جهت ايجاد تنوع موردنياز، بسيارمفيد مي‌باشد (Abdmishani & Boshehri, 2007).

لوبيا معمولي (*Phaseolus vulgaris* L.) گياهي ديپلوئيد با 22كروموزوم و با منشأ مناطق جنوبي و مركزي قارة آمريكا مي‌باشد كه دانه‌هاي اين گياه از نظر خوراكي، باارزش‌ترين دانة حبوبات بوده و داراي بيشترين سطح زيركشت در بين حبوبات است (Vaezi *et al*., 2000).

لوبيا در ايران حدود نصف سطح زيركشت حبوبات را به خود اختصاص داده و به‌همين دليل به‌نژادي آن اهميت

[*] **نويسنده مسئول**: كرج، بلوار شهيدفهميده، صندوق پستي: 4119-31585، تلفن: 02632701260، همراه: 09123308156

روزافزونـــي يافتـــه اســـت (Marjani *et al*., 1995). Dargahi *et al*, (2006) در بررسـي صـفات مورفولوژيـك و اجزاي عملكرد در ژنوتيپ‌هاي رشدنامحدود لوبيا، از تجزيـه بـه عامل‌ها به روش مؤلفه‌هـاي اصـلي و دوران عامـل‌هـا بـه روش وريماكس بهره بردند و تجزيـه تمـام ژنوتيـپ‌هـا، سـه عامـل را نمايــان ســاخت كــه بــه‌ترتيــب 13/3، 31 و 14/8درصــد و به‌طوركلي 77/1درصد از نوع تنوع كل را توجيه كرد.

با بررسي ضرايب همبسـتگي سـاده صـفات در576نمونـه لوبيا نشان داده شده كه تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته، تعداد گره در ساقه، وزن100دانه و ارتفاع بوته، بيشترين تأثير را بر عملكرد بذر و دانه دارند و بررسي تنوع صفات نشان دادند كه صفات تعداد بذر در بوته، عملكرد دانه، ارتفاع بوته، تعـداد گـره در ساقه و وزن100دانه از تنوع زيادي برخوردار مـي‌باشـند. در همين بررسي، تجزيه مؤلفه اصلي نيز نشان داد كه پـنج مؤلفـة اصلي در مجموع 73/19درصد از كل تغييرات متغيرها را توجيه مـي‌كنـد (Amini *et al*., 2002). Rahnamaie Tak *et al*, (2007) با بررسي250نمونـه از كلكسـيون لوبيـاقرمز بانـك ژن گياهي ملي ايران، بر اساس تجزيه به مؤلفه‌هـاي اصـلي، هفـت مؤلفه اصلي را با استفاده از صفات كمـي مشـخص نمودنـد كـه 69/4درصد از تغييرات كل را توجيـه نمودنـد. Aggarwal & Singh (1973) با بررسـي 35رقـم لوبيـا گـزارش كردنـد كـه عملكرد به‌طور معني‌داري با تعداد روز تا گلدهي، تعـداد روز تـا رسيدن غلاف‌ها، تعداد غـلاف در بوتـه، تعـداد بـذر در غـلاف و وزن100دانه همبستگي دارد. در همين بررسي، زمـان گلـدهي با زمان رسيدن غلاف‌ها، تعداد غلاف‌ها در بوته با تعداد بـذر در غـلاف و نيـز زمـان رسـيدگي كامـل بـا تعـداد بـذر در غـلاف، همبستگي مثبت نشان دادند؛ ولي همبستگي غلاف در بوتـه بـا وزن100دانه، منفي محاسبه شـد. Escribano *et al*, (1997) با بررسي 59رقم لوبيا نتيجه گرفتند كه تنوع قابل‌ملاحظه‌اي در مورد صفات طول و عرض غلاف و طول و ضـخامت دانـه وجـود دارد. Denis *et al*, (2007) در بررسي صـفات مورفولوژيـك و اجزاي عملكرد در ژنوتيپ‌هاي رشدمحدود و نامحـدود لوبيـا بـا استفاده از فشرده‌سازي متغيرهاي مورد مطالعه به روش تجزيـة عامل‌ها، سه عامل را معرفي نمودند كه به‌ترتيب بـا 31/31، 31 و 8/14درصد و جمعاً 77/1درصـد از كـل تنـوع صـفات مـورد مطالعه را توجيه كردند.

با توجه به ضرورت ارزيابي ذخاير ژنتيكي گياهي بـه‌منظـور به‌كارگيري پتانسيل اين مواد در به‌نژادي و افزايش توليـد گياهـان زراعي از جمله لوبيا، اين تحقيق با هـدف بررسـي الگـوي تنـوع و تعيين فاصلة ژنتيكي در نمونه‌هـاي انتخـابي لوبيـا، تعيـين روابـط عملكرد بوته و اجزاي آن و برخي ديگر از صفات مهم مورفولوژيكي و شناسايي سهم هر يك از آنها در گوناگوني كُـل جمعيـت مـورد مطالعه با استفاده از برخي روش‌هاي چندمتغيره به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

در اين پروژه، 52 نمونه انتخابي لوبيا موجود در بانـك ژن گياهي ملي ايران در قالـب طـرح آزمايشـي بلـوك‌هـاي كامـل تصادفي با دو تكرار، كشت شدند و مورد مطالعه قرارگرفتند. هر كرت شامل دو رديف به طول دو متر و به فاصله 50سـانتي‌متـر از هــم درنظرگرفتــه شــد. فاصـله بوتــه‌هــا روي هــر خــط، 25سانتي‌متر و عمق كاشت بذور حدود پنج سـانتي‌متـر بـود و كرت‌ها نيز از هم يك‌متر فاصله داشتند.

نمونه‌ها در اوايل ارديبهشـت‌مـاه و در مزرعـة تحقيقـاتي مؤسســه تحقيقـات اصـلاح و تهيـه نهـال‌وبـذر كـرج بـا عـرض جغرافيايي 35درجه و 49دقيقه و طـول جغرافيـايي50درجـه و 58دقيقه به ارتفاع 1292/9متر از سطح دريا كشت شدند. ايـن منطقه از نظر اقليمي در محدودة گرم‌وخشك مديترانـه‌اي قـرار دارد. در طول دورة رشد، مهم‌ترين صفات رويشي-مورفولوژيكي و آگرومورفولوژيكي شامل: رنگ گلبرگ استاندارد و تعداد غلاف در بوته؛ برخي از صفات فنولوژيكي شامل تعداد روز تا گلـدهي، روز تا تشكيل غلاف و روز تا پرشدن غلاف و صفات مربـوط بـه غلاف و دانه شامل طول غلاف، عرض غلاف، طول نوك غـلاف، رنگ غلاف، فيبر ديواره غلاف، انحناي غلاف، شكل نوك غلاف، نخ غلاف، تعداد حفره در غـلاف و تعـداد بـذر در غـلاف، طبـق دستورالعمل IPGRI (IBPGRI, 1982) اندازه‌گيري شدند.

در مورد صفاتي كه اثر ژنوتيپ در جدول تجزيـه واريـانس معني‌دار بود، آمار توصيفي كمي بر اسـاس محاسـبه ميـانگين، انحراف‌معيار، حـداقل و حـداكثر و ضـريب تغييـرات فنـوتيپي، ضريب تنوع ژنوتيپي و ضريب تنوع فنوتيپي براي صفات كمـي محاسبه گرديد. تعيين نما و نيز شاخص شانون (H`) و شـانون استانداردشده (نسبي) (J´) با استفاده ازفرمول‌هـاي زيـر بـراي صفات كيفي صورت گرفت:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s}(ni/N)\log(ni/N)$$

$$J' = H' / \log(s)$$

در اين فرمول‌ها به‌ترتيب ni/N نشان‌دهندة فراواني نسبي هر گروه فنوتيپي در صفت مربوطه و s تعداد گروه‌هاي فنوتيپي هر صفت مي‌باشد. هر چه مقدار اين شاخص براي صفتي بيشتر باشـد، نشـان‌دهنـدة تنـوع بيشـتر آن صـفت خواهـد بـود (Chaudhray *et al*., 2004). شـاخص شـانون استانداردشـده (نسـبي) امكـان مقايسـه شـاخص صـفات مختلـف را فـراهم مي‌كند (Grenier *et al*., 2001).

جدول 1- نحوه ارزيابي و امتيازدهي صفات كيفي در كلكسيون لوبيا مطابق دستورالعمل IPGRI

Table 1. Evaluating and scoring method of quality attributes in bean collection accordance with IPGRI descriptor

صفات Traits	گروه‌هاي فنوتيپي groups Phenotypic
رنگ غلاف Pod color	1- بنفش‌تيره؛ 2- جگري؛ 3- سبز با نوار ارغواني؛ 6- سبزتيره؛ 7- سبزمعمولي؛ 8- طلايي يا زردكمرنگ 1. purple Dark; 2. Hepatic; 3.Green with tape purple; 6. Dark green; 7. Normal green; 8. Golden or pale yellow
انحناي غلاف Pod shape	3- راست؛ 5- كمي انحنا؛ 7- انحناي زياد؛ 9- با انحناي مكرّر 3. Right; 5. A curve; 7. High curvature; 9. Constant curvature
انحناي نوك غلاف Pod tip angle	1- نامشخص؛ 3- انحناي بالا؛ 5- راست؛ 7- افتاده 1. Unknown; 3. High curvature; 5. Right; 7. Fallen
شكل مقطع عرضي غلاف Pod transect	1- خيلي‌پهن؛ 2- گلابي‌شكل؛ 3- گرد؛ 4- شكل عدد 8 لاتين 1. Very broad; 2. Pear shaped; 3. Circular; 4. Figure 8 Latin
نخ غلاف Pod string	صفر- بدون‌نخ؛ 3- نيمه‌نخدار؛ 5- نخدار 0. Without yarn; 3. Half cord; 5. Pull cord
فيبر ديواره غلاف Pod wall quality	3- بسيارچسبنده؛ 5- غلاف چرمي؛ 7- غلاف شكننده 3. Very sticky; 5. Leather sheath; 7. Fragile sheath

همبستگي فنوتيپي (rp) وهمبستگي ژنوتيپي (rg) از طريق روابط زير محاسبه گرديد:

$$rp = Covp\ (x1, x2)/[Vp(x1)\cdot Vp(x2)]^{½}$$
$$rg = Covg\ (x1, x2)/[Vg(x1)\cdot Vg(x2)]^{½}$$

كه در آن، Cov_p و Cov_g به‌ترتيب بيانگر كواريانس فنوتيپي و ژنوتيپي است و همچنين Vp و Vg به‌ترتيب نماد واريانس فنوتيپي و واريانس ژنتيكي مي‌باشند كه اولي برابر است با ميانگين واريانس كُل فنوتيپي (Vp/r) و ديگري حاصل كسر ميانگين مربعات اشتباه (MSe) از واريانس كل فنوتيپي مي‌باشد (Johnson *et al.*, 1998).

وراثت‌پذيري عمومي صفات(h2B) نيز بر اساس نسبت كلي (Vg) به (Vp) برآوردگرديد (Allard, 1999).

محاسبه ضرايب همبستگي ساده با استفاده از ضريب پيرسون جهت معرفي مهم‌ترين صفات كمي مؤثر در افزايش عملكرد و از تجزيه رگرسيون‌گام‌به‌گام نيز به‌منظور تعيين نقش صفات مختلف و اهميت آنها در ميزان عملكرد بذر تك‌بوته استفاده شد (Marjani *et al.*, 1995). همچنين از تجزيه عليت جهت تجزيه ضرايب همبستگي و يافتن ارتباط حقيقي اثرات مستقيم و غيرمستقيم صفات بر عملكرد دانه استفاده گرديد (Agrama *et al.*, 1996). به‌منظور تعيين سهم هرصفت در تنوع كُل، كاهش حجم داده‌ها و تغيير داده‌ها و تفسير بهتر روابط از تجزيه به مؤلفه‌هاي اصلي استفاده شد (Senath & Sokal, 1973). گروه‌بندي ژنوتيپ‌ها و تعيين تنوع و نيز والدين مناسب و همچنين تجزيه خوشه‌اي به روش وارد انجام گرفت. تجزيه‌هاي آماري اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS و SPSSبه‌ترتيب نسخه 9 و 18 انجام شدند.

نتايج و بحث

نتايج آزمون تجزيه واريانس نشان داد كه تمامي صفات مورد بررسي به‌جز تعداد گره در ساقه اصلي، تعداد روز تا گلدهي، تعداد روز تا غلافدهي و وزن100دانه براي ژنوتيپ‌ها در سطح 0/01 معنادار مي‌باشد. همچنين صفات تعداد گره در ساقه اصلي، طول‌گل‌آذين، تعداد روز تا رسيدن غلاف‌ها، تعداد بذردرغلاف و وزن100دانه در بلوك‌ها به‌طور متفاوتي عمل كرده‌اند. بنابراين مواد ژنتيكي مورد مطالعه داراي تنوع لازم هستند. (جدول نشان داده نشده است).

در جدول2، ميانگين و انحراف‌معيار، كمينه، بيشينه و ساير آماره‌هاي صفات مورد اندازه‌گيري آورده شده است.

ضريب تنوع فنوتيپي و ژنتيكي براي دو صفت تعداد روز تا گلدهي و تعداد روز تا غلاف‌دهي، زياد نبود؛ ولي باتوجه به پايين‌بودن وراثت‌پذيري عمومي صفات مذكور، به‌نظر مي‌رسد عوامل محيطي تأثير زيادي بر بروز فنوتيپي اين صفت داشته باشند (جدول2). ضرايب تنوع فنوتيپي، ژنتيكي و وراثت‌پذيري عمومي صفت تعداد گره در ساقه اصلي به‌ترتيب برابر 47/5، 38/9 و 62/8درصد بود. با توجه به تنوع ژنتيكي بالا براي تعداد گره در ساقه اصلي، مي‌توان اين صفت را با برنامه‌هاي انتخاب بهبود داد. در اين ارزيابي ضرايب تنوع فنوتيپي و ژنتيكي براي صفت ارتفاع بوته به‌ترتيب 22/4 و 24/6درصد بود. نظر به اين‌كه ارتفاع بوته از وراثت‌پذيري عمومي بالايي (81/3درصد) برخوردار بود، مي‌توان ژنوتيپ‌هاي با ارتفاع مناسب را انتخاب كرد و در برنامه‌هاي به‌نژادي مورد استفاده قرار داد. ارتفاع زياد بوته‌ها موجب افزايش خوابيدگي و در نتيجه كاهش عملكرد شده و از طرف

ديگر ارتفـاع خيلـي‌كـم نيـز برداشـت مكـانيزه را غيـرممكن مي‌سازد.

ضرايب تنوع فنوتيپي، ژنتيكي و وراثت‌پـذيري عمـومي براي صفت طول گـل آذيـن بـه‌ترتيـب برابـر 24/5، 21/6 و 68/7درصد برآورد شد كه با توجه بـه ميـزان وراثـت‌پـذيري عمومي مي‌توان نتيجه گرفـت كـه هـر دو عامـل محيطـي و ژنتيكي نقش نسبتاً زيادي در بروز اين صفت داشته‌اند.

تعداد روز تا رسيدن غلاف‌ها داراي ضرايب تنوع ژنتيكي و فنـوتيپي پـايين و نزديـك بـه‌هـم (18/1 و 16درصـد) و وراثت‌پذيري عمومي بالا بـود كـه بيـان‌كننـدة تـأثير بيشـتر عوامل ژنتيكي بر اين صفت مي‌باشد. طول دورة رشد در گياه لوبيا مخصوصاً در مـواردي كـه زودرسـي مطلـوب باشـد، از اهميـت ويـژه‌اي برخـوردار اسـت و وجـود تنـوع ژنتيكـي و وراثت‌پذيري بالا امكان انتخاب ژنوتيپ‌هاي زودرس را از بين لاين‌هاي ارزيابي‌شده فراهم مي‌سازد.

ضرايب تنوع فنوتيپي و ژنتيكي و وراثت‌پذيري عمـومي براي صفات طول غلاف، عرض غلاف، تعـداد غـلاف در بوتـه، تعـداد بـذر در غـلاف، تعـداد دانـه در بوتـه، وزن100دانـه و عملكرد بذر تك‌بوته، نشان مي‌دهد كـه تنـوع مشـاهده‌شـده براي ايـن صـفات، بيشـتر منشـأ ژنتيكـي داشـته و انتخـاب مي‌تواند در بهبود آن موثر باشد.

نتايج ارزيابي صـفات كمـي (جـدول2) نشـان داد كـه نمونه‌هاي مورد بررسي از تنـوع زيـادي بـراي صـفات كمـي برخوردار هستند. صفت تعداد گره در ساقه اصـلي، بيشـترين ضريب تغييرات فنوتيپي را به خود اختصاص داد و پس از آن، صفت عملكرد دانة تـك‌بوتـه، بـالاترين تغييـرات فنـوتيپي را داشت. بعد از اين دو صفت، صفات وزن100دانه، تعـداد دانـه در بوته و تعـداد غـلاف در بوتـه، بـه‌ترتيـب داراي بيشـترين ضريب تغييرات فنوتيپي بودند.

همان‌طوركه مشـاهده مـي‌شـود (جـدول2)، عملكـرد و اجزاي آن از تنوع زيادي برخوردارند كه اين تنوع مي‌تواند در اصلاح ژنتيكي ارقام لوبيا به‌كارگرفته شود. (Dargahi *et al*, 2006)، (Amini *et al*, (2002)، Azizi & Rezayi) 2001)، (Garcia *et al*, (1997)، Zeven *et al*, (1999) و Raffi & Nath (2004) نيز وجود تنوع زياد و قابل‌ملاحظـه بذر تك‌بوته و ساير صفات ذكرشده را گزارش نموده‌اند.

كلاس‌هاي فنوتيپي مشاهده‌شده براي صفات كيفـي در جدول3 درج شده است. نتايج اين جدول نشـان‌دهنـدة ايـن است كه در ژرم‌پلاسم لوبياهاي مورد بررسـي بـا اسـتفاده از شاخص‌هاي شانون، صفت نخ غلاف، داراي بيشترين تنوع در توده‌هاي مورد بررسي بود. پس از اين صـفت، صـفات فيبـر ديواره غلاف، انحناي غلاف و رنـگ غـلاف بـه‌ترتيـب داراي بيشترين تنوع بودند. در تطابق با ساير كارهاي انجـام شـده، Hornakova *et al*, (2003)، تنوع ژنتيكي قابل‌ملاحظـه‌اي را در ارتباط با صفات فيبر ديواره غلاف و شكل بذر مشـاهده كردند. Dargahi *et al*, (2006) نيز در تنوع توده‌هاي مورد بررسي، تنوع زياد صفات فيبر ديواره غلاف و خوابيدگي بوتـه را گزارش كردند.

نتايج همبستگي بين صـفات كمـي در جـدول 4 ارائـه شده است. مشاهدات نشان داد كه بيشترين همبستگي مثبت و معني‌دار به‌ترتيـب در بـين صـفات تعـداد روز تـا رسـيدن غلاف‌ها با تعداد روز تا غلافـدهي (r =0/822)، تعـداد روز تـا غلاف‌دهي با تعداد روز تا گلدهي (r=0/725)، تعداد دانـه در بوته با تعداد غلاف در بوته (r=0/712)، عملكرد دانه تك‌بوته با تعـداد غـلاف در بوتـه (r=0/683)، تعـداد روز تـا رسـيدن غلاف‌ها با تعـداد روز تـا گلـدهي (r=0/644)، عملكـرد دانـه تك‌بوته با تعـداد دانـه در بوتـه (r=0/585) و عملكـرد دانـه تك‌بوته با وزن100دانه (r=0/507)، مشاهده شد كه همگـي در سطح 1درصد معني‌دار شدند.

بيشترين همبستگي منفي و معني‌دار در سطح 1درصـد در بـين صـفات تعـداد غـلاف در بوتـه بـا طـول غـلاف (r= -0/361)، وزن100دانـــه بـــا تعـــداد دانـــه در بوتـــه (r= -0/345) و طول غلاف با طول گـل آذيـن (r= -0/304) مشاهده شد.

با توجه به قاعـدة ارائـه‌شـده توسـط (Skinner *et al*, 1999) با درجة آزادي 486، تنها همبسـتگي بـالاي r= 0/7 يا پايين‌تر از r= -0/7 را مي‌توان معني‌دار دانست.

به نظر Snedcor (1980) براي اين حدود مي‌تـوان تـا 50درصد تغييرات خطي يك متغير توسط متغير همبسته‌اش را قابل پيش‌بيني دانست. دو جزء عملكرد شامل تعداد غلاف در بوته و تعداد بـذر در بوتـه، بـالاترين همبسـتگي مثبـت و معني‌دار را به‌ترتيب با مقادير 0/683 و 0/585 با عملكرد بذر تك‌بوته نشان دادند (جدول4).

جدول ۲- آماره‌های صفات کمی در کلکسیون لوبیای مورد بررسی

Table 2. Descriptive statistics of quantitative traits in the bean collection

صفات Traits	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	حداکثر Maximum	حد اقل Minimum	دامنه تغییرات Range	ضریب تنوع فنوتیپی(٪) Coefficient of phenotypic variation (%)	ضریب تنوع ژنتیکی(٪) Coefficient of genetic variation (%)	وراثت پذیری عمومی(٪) Heritability (%)
تعداد گره در ساقه اصلی Number of nodes per main stem	4.73	2.247	11	2	9	47.5	38.9	62.8
تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	40.40	5.201	59	30	29	12.5	5.27	22.3
ارتفاع بوته Plant height	41.65	9.350	61	25	36	22.4	24.6	81.3
طول گل آذین Inflorescence	2.1660	.53281	3.60	1.00	2.60	24.5	21.6	68.7
تعداد روز تا غلافدهی Days to pod emergence	53.5200	6.42671	71.00	42.00	29.00	12	2.83	7.9
تعداد روز تا رسیدن غلاف ها Days to pod maturity	73.69	11.811	96	46	50	16	18.1	86
طول غلاف Pod length	9.3758	2.56527	20.40	1.40	19.00	27.3	32	86.5
عرض غلاف Pod width	1.1400	.21973	1.80	.60	1.20	19.2	18.6	75
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	15.25	4.894	29	7	22	32	37.5	86.6
تعداد بذر در غلاف Number of seeds per pod	5.22	1.268	8	1	7	24.2	24.2	77.2
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	78.16	25.483	150	32	118	32.6	33	75.5
وزن۱۰۰دانه 100 seed weight	36.2389	12.65786	74.22	14.80	59.42	34.9	30.4	66.1
عملکرد بذر در تک بوته Seed yield per plant	27.2536	10.18099	55.10	11.20	43.90	32.3	41.7	82.9

جدول3- آماره‌هاي نما و شاخص شانون تنوع صفات كيفي در كلكسيون لوبيا

Table 3. Mode, Shannon index of variation for the quality traits in the bean collection

صفات Traits	انواع مشاهده (فراواني نسبي به درصد) Of view (the percent relative abundance)	نما (امتياز) Façade (Score)	شانون Shannon index	شانون استانداردشده Shannon standardized index
رنگ غلاف Pod color	(76.92)7: (23.07)3	7	3.873	0.99
انحناي غلاف Pod shape	(11.53)9 : (76.92)5: (11.53)3	5	3.879	0.992
انحناي نوك غلاف Pod tip angle	(38.46)7 : (28.84)5 : (32.69)3	7	3.853	0.985
شكل مقطع عرضي غلاف Pod transect	(25)4 : (40.38)3 : (5.76)2 : (28.84)1	3	3.802	0.972
نخ غلاف Pod string	(84.61)5 : (15.38) 0	5	3.874	1
Pod wall quality	(42.30)7 : (50)5 :(7.69)3	5	3.892	0.995

در تطابق با اين نتيجه، Ramaltto *et al*, (1980)، Neinhuis & Singh (1986)، Raffi & Nath (2004) و Dargahi *et al*, (2006) نيز همبستگي مثبت و معني‌دار دو صفت فوق را با عملكرد بذر تك‌بوته گزارش كردند. Chalyk *et al*, (2004) نيز بيشترين همبستگي عملكرد را با تعداد غلاف در بوته برابر 72درصد گزارش كردند. بين دو صفت تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در بوته نيز همبستگي مثبت معني‌داري (712درصد) وجود داشت كه با نتايج Chang (1984) و Dargahi *et al*, (2006) مطابقت دارد. با توجه به نتايج به‌دست‌آمده مي‌توان گفت همان‌طوركه ضرايب همبستگي موجود بين صفات نشان مي‌دهد، صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن100دانه بيشترين نقش مثبت را در بهبود صفات عملكرد دانه تك‌بوته دارا مي‌باشد كه با نتايج Beyzaie (2002) و Ramaltto *et al*, (1980)، مطابقت دارد؛ لذا مي‌توان آنها را به‌عنوان اصلي‌ترين و شاخص‌ترين معيارهاي انتخاب استفاده كرد.

به‌منظور شناسايي نوع اثرگذاري‌ها و همچنين ميزاني از سهم صفات در توجيه‌پذيري تغييرات مقادير عملكرد دانه، تجزيه ضرايب عليت انجام شد و نتايج آن در جدول5 ارائه گرديد. ابتدا با استفاده از رگرسيون گام‌به‌گام، صفات مؤثر بر تغييرات عملكرد دانه مشخص شدند (نتايج، نشان داده نشده است)، ولي مشخص شد كه صفات تعداد غلاف در بوته، پس از آن وزن100دانه و در آخر نيز تعداد بذر در بوته با مقدار واريانس تبيين‌شده 0/724درصد، وارد مدل شدند. تجزيه ضرايب عليت نشان داد كه تعداد غلاف در بوته و وزن100دانه به‌ترتيب داراي بيشترين اثرگذاري مستقيم بر عملكرد مي‌باشند. تعداد بذر در بوته، كمترين تأثير مستقيم (482درصد) را بر عملكرد دارا بوده ولي اثر غيرمستقيم قابل‌توجه اين صفت از طريق تعداد غلاف در بوته (328درصد) در نهايت باعث افزايش همبستگي آن با عملكرد شد. Amini *et al*, (2002) اظهار داشت براي عملكرد دانه، تعداد دانه در بوته اثر مستقيم و مثبتي دارد. به‌نژادگران علاقمند به شناسايي ويژگي‌هايي غير از عملكرد هستند كه بتوانند از آنها به‌عنوان معياري در انتخاب والدين و يا تك‌بوته در نسل‌هاي درحال تفكيك آنها استفاده كنند. بر اساس پژوهش‌هاي گذشته، انتخاب بر اساس اجزاي عملكرد، پيشرفت ژنتيكي بيشتري را نسبت به انتخاب بر اساس خود عملكرد در افزايش عملكرد داشته است (Siahposh *et al*., 2003).

تجزيه مؤلفه‌هاي اصلي بر اساس توجيه دست‌كم 67درصد از تغييرات موجود در ماتريس كواريانس داده‌هاي مربوط به صفات انجام شد. در نتيجه اين تحليل تعداد چهار مؤلفه اصلي استخراج گرديد كه جزئيات ضرايب مؤلفه‌ها در جدول 6 نشان داده شده است. اين نوع تجزيه موجب تبديل متغيرهاي اوليه به متغيرهاي جديدي به نام مؤلفه‌هاي اصلي مي‌شود كه با استفادة همزمان از تغييرات آنها ايدة كامل‌تري از هر يك از آنها به‌تنهايي به‌دست مي‌آيد (Lezzoni & Prits 1991). بزرگترين ضرايب مثبت مؤلفه اصلي با توجيه24/70درصد از تغييرات ساختار كواريانس داده‌هاي مربوط به صفات تعداد گره در ساقه اصلي، تعداد روز تا گلدهي، تعداد روز تا غلاف‌دهي و تعداد روز تا رسيدن غلاف‌ها مي‌باشد كه با همبستگي‌هاي معناداري اين متغيرها در جدول 4 همخواني دارد.

جدول4- ضرايب همبستگي ساده بين صفات كمي در كلكسيون لوبيا

Table 4. Simple correlation coefficients of quantitative traits in bean collection

صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-تعداد گره در ساقه اصلي **Number of nodes per main stem**	1												
2-تعداد روز تا گلدهي **Days to flowering**	0.377**	1											
3-ارتفاع بوته **Plant height**	0.336**	0.330**	1										
4-طول گل‌آذين **Inflorescence**	0.377**	0.082	0.239*	1									
5-تعداد روز تا غلافدهي **Days to pod emergence**	0.393**	0.725**	0.376**	0.258**	1								
6-تعداد روز تا رسيدن غلاف‌ها **Days to pod maturity**	0.488**	0.644**	0.405**	0.389**	0.822**	1							
7-طول غلاف **Pod length**	-0.132	-0.024	-0.030	-0.304**	0.051	-0.082	1						
8-عرض غلاف **Pod width**	0.063	-0.029	-0.101	-0.039	-0.089	0.028	0.203*	1					
9-تعداد غلاف در بوته **Number of pods per plant**	0.094	-0.125	0.098	0.058	-0.016	-0.059	-0.361**	-0.191	1				
10-تعداد بذر در غلاف **Number of seeds per pod**	0.085	0.253*	0.027	-0.095	0.081	0.014	0.334**	0.055	-0.243	1			
11-تعداد دانه در بوته **Number of seeds per plant**	0.063	-0.046	0.101	0.016	-0.040	-0.135	-0.219*	-0.117	0.712**	0.009	1		
12-وزن100 دانه **100 seed weight**	0.064	0.033	-0.111	0.109	0.029	0.088	-0.025	0.207*	0.065	-0.095	-0.345**	1	
13-عملكرد بذر تك‌بوته **Seed yield per plant**	0.052	-0.063	0.002	0.107	-0.059	-0.093	-0.197*	0.044	0.683*	-0.005	0.585**	0.507**	1

*&**: Significant at 5% &1%

*و**: به‌ترتيب معني‌دار در سطح احتمال 5 و 1درصد

جدول 5- تجزيه ضرايب علّيت براي عملكرد بذر تك‌بوته در نمونه‌هاي مورد مطالعه لوبيا

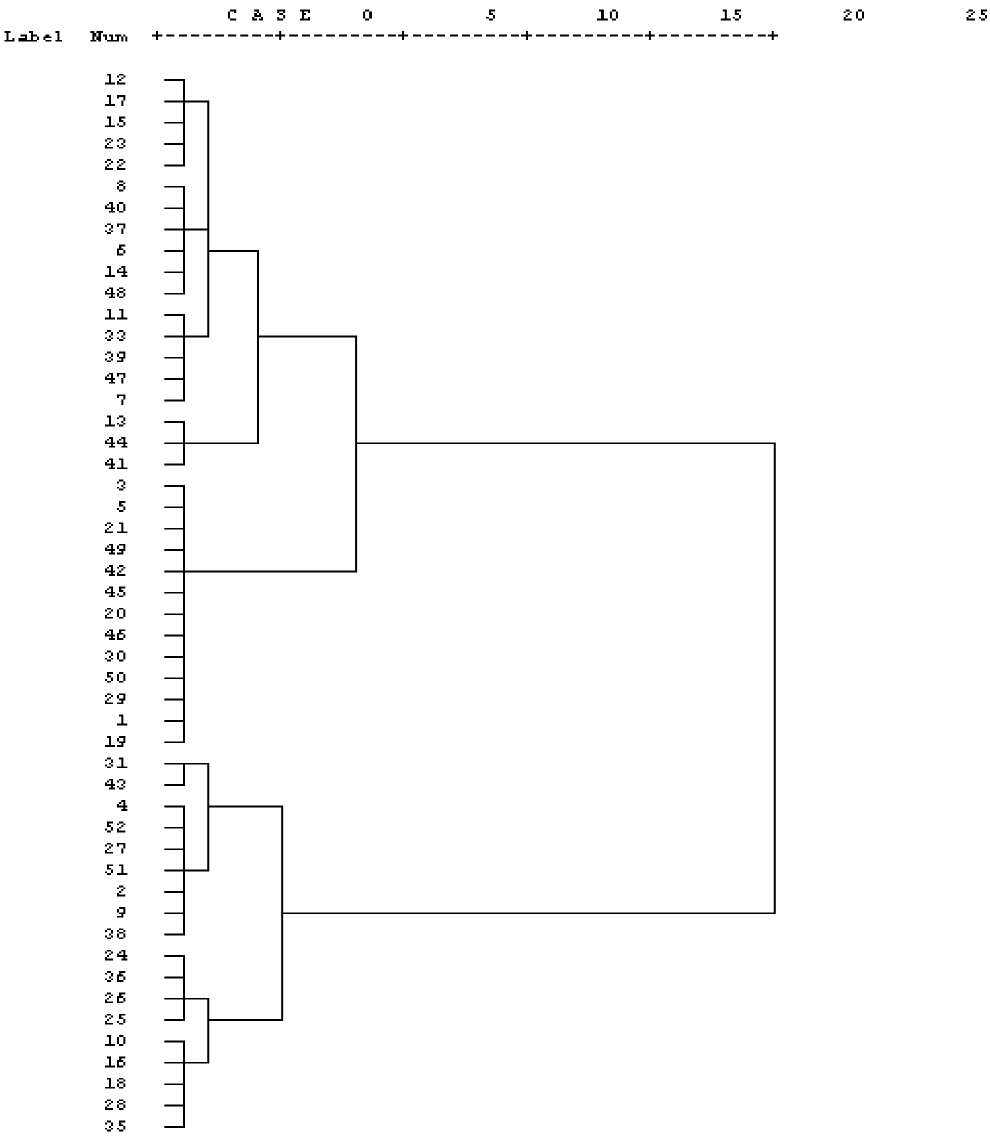
Table 5. Path coefficient analysis for seed yield per plant in the collection of beans

صفات Traits	ضريب همبستگي Correlation coefficient	اثر مستقيم Direct effect	اثر غير مستقيم از طريق Indirect effect		
			تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	وزن100دانه 100 seed weight	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	0.683	0.656	-	0.031	-0.004
وزن100دانه 100 seed weight	0.507	0.654	-0.044	-	-0.103
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.585	0.482	0.328	-0.225	-

جدول 6- مقادير ويژه، بردارهاي ويژه و واريانس‌هاي نسبي شش مؤلفه اصلي اول در كلكسيون لوبيا

Table 6. Eigen values, Eigen vectors and the relative variance of six main components in the collection of beans

صفات Traits	مؤلفه اول (First)	مؤلفه دوم (Second)	مؤلفه سوم (Third)	مؤلفه چهارم (Fourth)
تعداد گره در ساقه اصلي Number of nodes per main stem	0.3690	0.0940	-0.0680	0.0050
تعداد روز تا گلدهي Days to flowering	0.4370	-0.0830	0.0500	0.2050
ارتفاع بوته Plant height	0.3230	0.0760	0.1990	0.0130
طول گل‌آذين Inflorescence	0.2640	0.1530	-0.1470	-0.3490
تعداد روز تا غلاف‌دهي Days to pod emergence	0.4850	-0.0390	0.0400	0.0820
تعداد روز تا رسيدن غلاف‌ها Days to pod maturity	0.5010	-0.0400	-0.0650	-0.0630
طول غلاف Pod length	-0.0590	-0.3390	-0.0140	0.4670
عرض غلاف Pod width	-0.0260	-0.1270	-0.4210	0.2350
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	-0.0180	0.5600	0.0580	0.1020
تعداد بذر در غلاف Number of seeds per pod	0.0690	-0.1800	0.1070	0.5870
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	-0.0320	0.4770	0.3250	0.2970
وزن100دانه 100 seed weight	0.0340	0.0780	-0.7290	0.0400
عملكرد بذر تك‌بوته Seed yield per plant	-0.0260	0.4910	-0.3110	0.3270
مقدار ويژه Eigen value	3.2128	2.6217	1.5602	1.3965
واريانس نسبي توجيه‌شده Proportion of explained variance	0.2470	0.2020	0.1200	0.1070
واريانس نسبي تجمعي توجيه‌شده Cumulative of explained variance	0.2470	0.4490	0.5690	0.6760



شكل 1- نمودار درختي حاصل از تجزيه كلاستر52نودة لوبيا با استفاده از صفات مورفولوژيك

Fig. 1. Dendrogram of cluster analysis of 52 accession of bean using morphological traits

مؤلفه دوم كه ميزان 20/2درصد از تغييـرات كواريـانس داده‌ها را توجيه مي‌نمايد، داراي بزرگترين ضرايب مثبـت در صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته و عملكرد بـذر مي‌باشد كه اين ارتباط نيـز در جـدول 5 (نتـايج همبسـتگي ساده صفات) به‌طور معني‌داري به‌دست آمده بود.

Amini *et al*, (2002) نيز گزارش داد كه عملكرد بذر تك‌بوته با اجزاي عملكـرد از جملـه تعـداد غـلاف در بوتـه و تعداد بذر در بوته با اثر مثبت در يك مؤلفه قرار گرفتند.

مؤلفه سوم كه 12درصد از كُل تغييرات واريانس داده‌ها را توجيه مي‌نمايد با قدرمطلق بزرگ‌ترين ضريب، تأكيـد بـر وزن100دانه و عرض غلاف داشت.

مؤلفه چهارم، 10/70درصد از واريانس صفات را توضيح داد. در اين مؤلفه، صفات طول گل‌آذين، طول غلاف و تعـداد بذر در غلاف، بزرگ‌ترين اثر مثبـت را داشـتند. در مجمـوع، ميزان 67/60درصد از واريانس داده‌ها توسـط ايـن مؤلفـه‌هـا توجيه‌پذير بوده است.

طبق نتايج حاصله، به‌نظر مي‌رسد به‌نژادي لوبيا به دومين مؤلفه از اولويت بيشتري نسبت به مؤلفه اول كه شامل صفات فنولوژيك متوالي است، برخوردار است؛ زيرا اين مؤلفه متشكل از عملكرد و صفات وابسته به آن مي‌باشد. چنين نتيجه‌اي را Azizi & Rezayi (2001) نيز با توجه به عامل دوم از نتيجه تجزيه به عامل‌ها بر روي ژنوتيپ‌هاي لوبيا ارائه داده‌اند.

با توجه به شكل1، گروه‌بندي نمونه‌هاي مورد بررسي براساس صفات ارزيابي‌شده در فاصله 2/5واحد فاصله اقليدسي باعث قرارگيري نمونه‌ها در سه گروه مجزا شد؛ به‌طوري‌كه در كلاستر اول 19 نمونه، در كلاستر دوم 13 نمونه، در كلاستر سوم هم 18 نمونه قرار گرفت.

Rahnamaie Tak *et al*, (2007) نمونه‌هاي لوبياقرمز را به شش دسته تقسيم كرد و Dargahi *et al*, (2006) نمونه‌هاي لوبياسفيد مورد بررسي را بر اساس اقليم به سه‌دسته تفكيك كرد. اين تقسيم‌بندي نشانگر وجود تنوع خوبي در بين نمونه‌ها مي‌باشد كه مي‌توان از آن در برنامه‌هاي اصلاحي و دورگ‌گيري استفاده كرد.

توده‌هاي گروه اول از نظر طول غلاف، داراي بيشترين مقدار نسبت به گروه‌هاي ديگر بودند.

گروه دوم داراي تعداد گره در ساقه اصلي، عرض غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملكرد دانه تك‌بوته بيشتري نسبت به ساير گروه‌ها بود.

در گروه سوم نيز طول گل‌آذين، وزن100دانه، تعداد روز تا گلدهي، ارتفاع بوته، تعداد روز تا غلاف‌دهي، تعداد روز تا رسيدن غلاف‌ها و تعداد بذر در غلاف بيشتري نسبت به ساير گروه‌ها مشاهده شد.

در گروه دوم با توجه به قرارگرفتن دو جزء اصلي عملكرد و عملكرد دانه تك‌بوته در اين گروه، بيشترين ضريب تنوع و در گروه اول، كمترين ضريب تنوع مشاهده شد. همچنين در گروه سوم، بيشترين تعداد ضريب تغييرات براي صفات مورد بررسي قرار گرفت.

در برنامه‌هاي اصلاحي براي اهداف مورد نظر مي‌توان براساس اين گروه‌بندي، نمونه‌هاي مطلوب را انتخاب كرد.

به‌طور كلي نتايج اين مطالعه نشان داد تنوع ژنتيكي قابل‌توجهي براي صفات زراعي مختلف از جمله عملكرد و اجزاي آن در ژنوتيپ‌هاي لوبيا مورد بررسي وجود دارد و بعضي از ژنوتيپ‌ها از پتانسيل ژنتيكي بسيارخوبي براي افزايش عملكرد دانه برخوردار هستند. لذا با توجه به اين تنوع ژنتيكي و همچنين ميزان وراثت‌پذيري عمومي بالا براي اكثر صفات، امكان بهبود آنها از طريق برنامه‌هاي انتخاب فراهم مي‌باشد.

از حيث انتخاب ژنوتيپ‌هاي برتر مي‌توان نمونه‌هاي متعلق به كلاستر دوم يعني 13نمونة قرارگرفته در اين گروه را براي مقايسه با ارقام تجاري و اعتبار پايداري عملكردي و به‌عبارتي ورود به چرخة به‌نژادي، مورد توجه قرارداد.

منابع

1. Abd-Mishani, S., and Shah-Nejat Boshehri, A.A. 1997. Advanced Plant Breeding (Vol. l). Tehran University Publishers.
2. Aggarwal, V.D., and Singh, T.D. 1973. Genetic variability in agronomic traits in common bean. Crop Sci. 123-132.
3. Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its component in maize. Plant Breeding 115: 343-346.
4. Allard, R.W. 1999. Principles of Plant Breeding. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York.
5. Amini, A. 2002. Genetic and geographical evaluation of 576 kinds of beans with one gene in agricultural faculty of Karaj using multivariable methods. Agricultural Science Journal of Iran 33: 605-615.
6. Ayaz, S., McKenzie, B.A., Hill, G.D., and McNeil, D.L. .2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment I. Yields and harvest index. Journal of Agricultural Science 142: 9-19.
7. Azizi, F., Rezai, A., and Maybodi, S.M. 2001. Genetic and phenotypic variability and factor analysis for morphological traits in genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 5: 127-141.
8. Beizaee, A. 2002. The evaluation of the phenotype and genotype variety of quantitative characteristics and their correlation with the performance of the beans. M.S. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch, 157pp.
9. Cchaudhray, P., Gauchan, D., Rana R.B., Sthapit, B.R., and Jarvis D.I. 2004. Potential loss of rice landraces from a terai community in Nepal: a case study from Kachrowa, Bara. Plant Genetic Resources Newsletter 137: 14-21.

10. Chalyk, L.V., Balashov, T.N., and Zuchenka, A.A. 2004. Relationship between yield in rench bean varieties and its structural components. Genetic heskie osnovy selektsii selskoknozyaist vennykh ratenii zhivotnykh. Biology Bulletin 29: 53-55.
11. Chang, C.H. 1984. Effects of growth environments on yield and its components in kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Annual Report 1983-1984, Institute of Botany, Academia Sinica 30-31.
12. Dargahi, H.R., Vaezi, Sh., Aghaeei, M.J., and Rahnamei Tak, A. 2006. The evaluation of the genetic variety present in some of the types of the white bean lines and accessions in Iran using multivariable analysis method (Abstract). In: Abstract Book of the Ninth Genetic Convention in Iran, Tehran, Milad Symposium Center.
13. Denis, J.C., and Adams, M.W. 1972. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18: 71-78.
14. Escribano, M.R., Santalla,V., and de Ron, A.M. 1997. Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from northwestern Spain. Euphytica 93: 71-81.
15. Frankel, O.H., and Hawkes, J.G. 1975. Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Cambridge University Press.
16. Garcia, H., Rogelio Aguirre, J.R., and Muruaga J.S. 1997. Morphological and agronomic traits of a wild population and an improved cultivar of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Annals of Botany 79: 207-213.
17. Grenier, C., Hamon, P., and Bramel-Cox, P.J. 2001. Core collection of sorghum: II Comparison of three random sampling strategies. Crop Sci. 41: 241-246.
18. Hayes, Richard, Singh, and Shree, P. 2007. Response of cultivars of race Durango to continual dry bean versus rotational production systems. Agronomy Journal 99: 1458-1462.
19. Hornakova, O., Zavodna, M., Zakova, M., Kraic, J., and Deber, F. 2003. Diversity of common bean landraces collected in the western and eastern Carpatien. Czech J. Genet. Plant Breed. 39: 73-83.
20. IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1982. Descriptors for *Phaseolus vulgaris*. IBPGR, Rome, Italy.
21. Johnson, H.W., Robinson , H.F., and Comstock, R.E. 1955. Estimation of genetic and environmental variability in soybeans. Agron. J. 47: 314-318.
22. Joshi, B.D., and Mehra, K.L. 1984. Path analysis of productivity in French bean. Prog Hort 16: 78-84.
23. Lezzoni, A.F., and Prits, M.P. 1991. Applications of principal component analysis to horticulture research. Hortsicence 26: 334-338.
24. Marjani, A. 1995. The evaluation of the phenotype changes in quantitative characteristics of beans and studying the correlation between them and the performance using causal analysis. M.A. Thesis, Islamic Azad University, Karaj Branch.
25. Neinhuis, J., and Singh, S.P. 1986. Combining ability analysis and relationships among yield, yield component and architectural traits in dry bean. Crop Sci. 26: 21-27.
26. Raffi, S.A., and Nath, U.K. 2004. Variability, heritability, genetic advance and relationships of yield and yield contributing characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Bio. Sci. 4:157-159.
27. Rahnamaee Tak, A., Vaezi. SH., Mozafari, J., and Shah Nejat Boushehri, A. 2006. Correlation and path analysis the performance of the seeds and its relative characteristics in red beans. (Abstract). In: Abstract Book of the Ninth Genetic Convention in Iran, Tehran, Milad Symposium Center.
28. Ramaltto MAP., Deb, A.L., and Teixeira, N.C.S. 1980. Genetic and phenotypic correlations among different characters in beans. Abs on Field beans (*P. vulgaris*). Vol. 5, CIAT, Colombia.
29. SAS Institute. 1997. The SAS System for Windows. Release 6. 12. SAS Inst., Cary. NC.
30. Siah Poush, M.A., Nourmohammadi, GH., and Saeedi, A. 2003. Genetic difference, inheritance capability, and correlation coefficients and seed performance, components as well as some morphologic characteristics of wheat. Agricultural Science Journal of Iran 2: 86-101.
31. Singh, G., and Singh, M. 1994. Correlation and path analysis in black gram (*Phaseolus mungo*). Indian J. Agri. Sci. 64: 462-464.
32. Skinner, D.Z., Bauchan, G.R., Auricht, V., and Hughes, S. 1999. A method for the efficient management and utilization of large germplasm collection. Crop Sci. 39: 1237-1242.
33. Sneath, P.H.A., and Sokal, R. 1973. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. Freeman, San Francisco, CA.
34. Vaezi, SH., Abdmishani, S., and Yazdi Samadi, B. 2000. Correlation analysis and the causality of seed performance and related characteristics in corn. Agricultural Science Journal 31: 71-83.
35. Zeven, A.C., Waninge J., Hintum, T.V., and Singh, S.P. 1999. Phenotypic variation in a core collection of common bean in the Netherlands. Euphytica 109: 93-106.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 31-42

Evaluation of genetic diversity and relationship among agronomic traits in selected accessions bean collection

Vaezi[1*], S., Cheraghafrooz[2], R. & Abbasimoghddam[1], A.

1. Assistance professor, Department of genetic & plant genetic resources- Seed & Plant Improvement Institute, Karaj- Iran (Vaezi: svaezi2003@yahoo.com; Abbasimoghddam: abbasimoghadam@gmail.com)
2. Former MSc. Student, Science & Research Branch, Islamic Azad University, rcheraghafroz@gmail.com

Received: 29 May 2012
Accepted: 9 December 2012

Abstract

Genetic diversity in bean collection can be used in breeding program for selection of genotype with desirable agronomic traits. Fifty two accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris*) has been evaluated for genetic diversity of agronomic traits, grain quality and determination of association between grain yield and some morphological traits at Research Farm of National Plant Gene Bank of Iran, Seed and Plant Improvement Institute in Karaj during 2011. Complete randomized block design with two replications has been used for conduction of experiment and statistical analysis. According to Biodiversity International descriptors traits understudy has been recorded. Descriptive statistics results of traits analysis indicated considerable diversity regarding node number on main stem, 100 seed weight, seed number per plant and pod number per plant. Variation for traits of seed number per plant, 100 seed weight, days to maturity and seed yield per plant ranged between 32-150 seeds, 14.8-74.22 g, 46-96 days and 11.2-55.1 g, respectively. Coefficients of variation for genetic and phenotypic were high regarding traits of node number on main stem, pod number per plant, seed number per plant, 100 seed weight and seed yield per plant. All traits except days to flowering (22.3%) and days to forming pod (7.9%) had high heritability between 62.8-82.9%. Based on cluster analysis genotypes understudy classified in tree groups among them two had highest single plant seed yield. Among qualitative characters maximum variation has been observed for pod string and minimum for pod tip curve. According to results of simple correlation, multiple regression and path analysis; pod number per plant, 100 seed weight and seed number per plant as components of yield had the greatest impact on performance of single plant seed yield. During principal component analysis 67.60% of recorded traits variations were due to four factors.

Key words: Agronomic traits, Common bean, Genetic diversity, Heritability, Morphological traits, Multivariate analysis

*** Corresponding Author:** Tel.: 02632701260, Mobile: 09123308156

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 50-43، نيمة اول1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 43-50

مطالعة بيان ژن *Cu/znSOD* و فعاليت آنزيم SOD در ژنوتيپ‌هاي نخود زراعي (*Cicer arietinum* L.) تحت تنش خشكي

سيدرضا هاشمي[1*]، سعيد ملك‌زاده شفارودي[2]، سيدحسن مرعشي[2] و علي گنجعلي[3]

1- دانش‌آموخته كارشناسي‌ارشد بيوتكنولوژي، گروه بيوتكنولوژي و به‌نژادي گياهي، دانشكده كشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
2- به‌ترتيب استاديار و دانشيار گروه بيوتكنولوژي و به‌نژادي گياهي، دانشكده كشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
3- دانشيار گروه زيست‌شناسي دانشكده علوم، دانشگاه فردوسي مشهد

تاريخ دريافت: 1391/06/01
تاريخ پذيرش: 1392/02/18

چكيده

نخود عمدتاً در نظام‌هاي كشاورزي مناطق خشك و نيمه‌خشك كشت مي‌شود و تنش خشكي، عامل اصلي محدودكنندة عملكرد اين گياه محسوب مي‌شود. تحقيق حاضر با هدف بررسي اثر تنش خشكي بر روي بيان ژن *Cu/znSOD* با استفاده از تكنيك Real time PCR اجرا شد. براي نرمال‌سازي داده‌ها از ژن خانگي*Elongation factor* استفاده شد و با روش اندازه‌گيري نسبي، داده‌ها مورد ارزيابي قرار گرفت. براي يافتن رابطه محتمل بين سطح مولكولي و فيزيولوژيك اثرات تيمارها، ميزان پروتئين كل محلول برگي و همچنين ميزان فعاليت آنزيم SOD (EC: 1.15.1.1) اندازه‌گيري شد. تنش رطوبتي با 30درصد ظرفيت زراعي در مرحلة گلدهي اعمال گرديد و نمونه‌برداري در سه زمان قبل از تنش، 48ساعت بعد از تنش و 24ساعت بعد از آغاز دورة بازيابي‌گياه، صورت گرفت. اين تحقيق با آزمايش فاكتوريل در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با سه تكرار اجرا شد. نتايج آناليز داده‌هاي Real time PCR حاكي از آن بود كه بيان ژن *Cu/znSOD* در ژنوتيپ متحمل بين‌المللي (MCC877)، نسبت به دو ژنوتيپ كانديداي متحمل (MCC696) و ژنوتيپ حساس (MCC759) در شرايط كنترل، بيشتر بود ($P< 0.05$). مطابق با برخي از نتايج مطالعات گذشته، ميزان بيان ژن *Cu/znSOD* نسبت به شاهد، در زمان بعد از تنش خشكي كاهش داشت و در دورة بازيابي گياه نسبت به شاهد، روند افزايشي پيدا كرد. اندازه‌گيري ميزان پروتئين‌هاي كُل محلول برگي و همچنين فعاليت آنزيم SOD تحت تيمارهاي خشكي و SA نسبت به شرايط كنترل، تفاوت معني‌داري را نشان ندادند.

واژه‌هاي كليدي: تنش خشكي، نخود زراعي، *Cu/znSOD*، SOD

مقدمه

نخود زراعي (*Cicer arietinum* L.) گياهي خودگرده‌افشان، يك‌ساله، ديپلوئيد (2n=2x=16) و داراي ژنوم كوچك (740 Mb) است (Roorkiwal & Sharma, 2012). نخود با توليد جهاني معادل 8ميليون‌تُن، سومين حبوبات مهم دنيا مي‌باشد. اين گياه همچنين جايگاه نخست آسيا و مناطق شمال آفريقا را دارا مي‌باشد (Malhorta & Saxena, 2002). نخود، يك لگوم سرمادوست است كه مي‌تواند در مناطق گرمسيري نيمه‌خشك كشت‌وكار شود. انتشار اين محصول در منطقه مديترانة كهن، بين مراكش در غرب تا هيماليا در شرق، گزارش شده است. درحال‌حاضر، نخود در بيش از 40كشور جهان كشت‌وكار مي‌شود (Parsa & Bagheri, 2007).

بذر نخود به‌دليل داشتن 20 تا 30درصد پروتئين، 40درصد كربوهيدرات و 3 تا 6درصد روغن، از گياهان مهم در كشاورزي محسوب مي‌شود. نخود، اغلب در مناطق خشك و نيمه‌خشك جهان تحت شرايط ديم كشت مي‌شود؛ بنابراين تنش خشكي مهم‌ترين عامل محدودكنندة عملكرد، به‌شمار مي‌رود (Millan *et al*., 2006).

در ايران، نخود معمولاً در مناطقي كشت مي‌شود كه رطوبت خاك در انتهاي فصل رسيدن گياه، محدودكنندة توليد است و گياه با خشكي انتهاي فصل مواجه مي‌شود. در چنين مناطقي سازوكارهاي كارآمد مرتبط با ريشه و اندام هوايي در ثبات عملكرد موثر خواهند بود. به‌طوركلي در برنامه‌هاي اصلاح كلاسيك براي مقاومت به خشكي دو روش مورد توجه است. روش اول، يك روش تحليلي است كه گزينش بر اساس صفات مقاومت به خشكي انجام مي‌شود و دوم، روش تجربي است كه در اين روش گزينش بر اساس عملكرد دانه انجام مي‌شود. استفاده توأم از اين دو روش براي گزينش ارقام و ژنوتيپ‌هاي

* **نويسنده مسئول:** اسفراين، خيابان شهيدمنفردي7، پلاك63. كد پستي: 9661976443، همراه: 09158847278، تلفن: 05857227218
rhashemi83@yahoo.com

متحمل به خشكي منجر به حصول نتايج مؤثرتري خواهد شد (Parsa & Bagheri, 2007). تنش خشكي به‌وسيلة تغيير فعاليت آنزيم‌ها و تغيير در نرخ فتوسنتز گياه و وضعيت آب برگ، باعث كاهش رشد گياه مي‌شود. برگ‌ها حساس‌ترين اندام گياه نسبت به ساير اندام‌ها در تنش خشكي مي‌باشند. كاهش رشد برگ و در نتيجه كاهش تعرق، يكي از مهم‌ترين مكانيسم‌هاي مواجهة گياهان با خشكي است (Jaleel *et al.*, 2007).

تنش‌هاي غيرزيستي از طريق ايجاد تغييراتي در مسير متابوليسم كربوهيدرات‌ها بر افزايش يا كاهش سطح بيان ژن‌هاي مربوطه، اثرگذار مي‌باشند (Gupta & Kaur, 2005) بنابراين باعث القاي بيان و يا ممانعت از بيان ژن‌هاي خاصي مي‌شوند (Kasuga *et al.*, 1999)، لذا شناسايي ژن‌هاي كانديداي مربوطه درلاين‌هاي متحمل و حساس به كمك ارزيابي تغييرات بيان ژن‌ها در حالت اعمال تنش نسبت به حالت بدون تنش، براي اجراي برنامه‌هاي افزايش مقاومت گياه نخود زراعي به تنش خشكي مي‌تواند نقطة آغاز بسيارمناسبي باشد. مطالعة واكنش اين ژن‌ها در ژنوتيپ‌هاي مورد بررسي به اعمال تنش خشكي، با هدف انتخاب براي ژنوتيپ‌هاي متحمل صورت مي‌گيرد و همچنين معرفي ژن‌هاي مؤثر در مقاومت به تنش خشكي، مي‌تواند نقطة شروعي براي توليد گياهان تراريخته باشد.

تحقيق حاضر به تفاوت بيان ژن *Cu/znSOD*، كُدكنندة آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز، كه اولين سد دفاعي در برابر گونه‌هاي فعال اكسيژن است، مي‌پردازد. در اين تحقيق با استفاده از تكنيك Real time PCR ميزان بيان ژن تحت شرايط تنش خشكي و بدون خشكي در سه ژنوتيپ منتخب گياه نخود زراعي اندازه‌گيري شده است. مطالعة بيوشيميايي در جهت ارتباط احتمالي نتايج مولكولي و بيوشيميايي نيز صورت گرفت. از آنجايي كه محصول نهايي ژن مورد مطالعه در اين تحقيق، آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز است، لذا جهت شناسايي ارتباط احتمالي سطح بيان ژن با فعاليت آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز، فعاليت آنزيم مذكور نيز اندازه‌گيري شد. براي آناليز داده‌هاي حاصل از فعاليت آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز كه توسط دستگاه اسپكتوفتومتري اندازه‌گيري شد، ميزان پروتئين كُلّ محلول برگي نيز توسط دستگاه مذكور بررسي شد.

مواد و روش‌ها

مواد گياهي و طرح آزمايشي

جهت بررسي ميزان بيان ژن *Cu/znSOD* تحت شرايط تنش خشكي و ارتباط احتمالي ميزان بيان اين ژن با ميزان فعاليت آنزيم SOD تحت شرايط مذكور، سه ژنوتيپ مختلف شامل ژنوتيپ متحمل بين‌المللي (MCC877)، ژنوتيپ كانديداي متحمل (MCC696) و ژنوتيپ حساس (MCC759) انتخاب و بذور آنها از بانك بذر پژوهشكدة علوم گياهي دريافت شد. لاين MCC877 با نام بين‌المللي ICC4958، به‌عنوان متحمل‌ترين ژنوتيپ نخود به تنش خشكي شناخته مي‌شود (Millan *et al.*, 2006). اين ژنوتيپ، داراي تيپ دسي بوده و ساير ژنوتيپ‌هاي انتخابي، تيپ كابلي داشتند. دو لاين MCC696 و MCC759، به‌ترتيب ژنوتيپ‌هاي‌كانديداي بومي متحمل و حساس معرفي شده بودند (Ganjeali *et al.*, 2011). در آزمايش‌هاي مذكور، شاخص‌هاي كمي مقاومت و حساسيت به تنش خشكي محاسبه شده و از نتايج آنها در انتخاب ژنوتيپ‌هاي مناسب براي تحقيق جاري بهره گرفته شد. ژنوتيپ MCC696 كه از نظر شاخص‌هاي مقاومت و پاسخ به خشكي از سايرين برتر بود، به‌عنوان كانديداي مقاومت به خشكي و ژنوتيپ MCC759 با دارابودن ضعيف‌ترين شاخص‌ها از قبيل شاخص‌هاي كمي مقاومت و حساسيت به تنش خشكي، به‌عنوان كانديداي حساسيت نسبت به تنش خشكي معرفي شدند (Ganjeali *et al.*, 2011).

خاك مورد استفاده براي كشت، با نسبت مساوي از مخلوط خاك‌برگ، ماسة بادي سرندشده و خاك باغچه تهيه شد. به‌دليل اين‌كه مسيرهاي پاسخ سيگنال‌هاي خشكي و شوري در بسياري از موارد همپوشاني دارند، نمونه‌اي از خاك براي تعيين هدايت الكتريكي (EC) در گروه خاكشناسي دانشكده كشاورزي مورد آزمايش قرار گرفت. از آن جايي كه EC بيش از 4000ميلي زيمنس، شور محسوب مي‌شود و نتيجة آزمايش 4700ميلي زمينس تعيين شد، بنابراين خاك پس از توزيع در گلدان‌ها و پيش از كاشت، چندبار مورد آبشويي سنگين قرار گرفت تا EC آن به حد متعادل برسد. جهت كاشت از 90گلدان مشابه استفاده شد كه مجموع وزن هر گلدان با خاك، سه‌كيلوگرم بود. در هر گلدان، پنج بذر به‌طور يكسان در تمامي تيمارها كشت شد. آزمايش به‌صورت فاكتوريل و در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با سه تكرار به‌اجرا درآمد. سه ژنوتيپ نخود در دو سطح تنش خشكي به‌ترتيب شامل80درصد ظرفيت زراعي (شاهد بدون تنش) و 30درصد ظرفيت زراعي (تنش خشكي)، و زمان نمونه‌برداري از برگ‌ها در سه‌سطح شامل قبل از تنش، 48ساعت بعد از اعمال تنش و 24ساعت بعد از آغاز دورة بازيابي، مورد ارزيابي قرار گرفت. پس از سبزشدن گياهان در هر گلدان، بوته‌ها در اوايل

مرحلة رشد سريع و قبل از گل‌دهي، تُنك شده و به يك‌بوته در هر گلدان كاهش يافت. اين آزمايش در سال1390 انجام شد.

در تحقيق جاري، اعمال تنش خشكي بر اساس ظرفيت زراعي صورت گرفت، پيش از كاشت، ظرفيت زراعي به‌صورت دقيق اندازه‌گيري شد. براي اين كار از پنج‌گلدان كه آنها نيز با خاك تهيه‌شده جهت كاشت، پر شده بودند و وزن دقيق آنها به سه‌كيلوگرم (W1) رسيده بود، استفاده شد. اين گلدان‌ها به‌صورت كاملاً اشباع، آبياري‌شدند، به‌صورتي‌كه آب، روي سطح خاك ايستاده و از سوراخ‌هاي كف گلدان خارج شد و براي ممانعت از تبخير به‌صورت سرپوشيده، در محيط سايه قرار گرفتند. وزن آنها پس از گذشت 24ساعت، مجدداً تعيين شد. به‌علت بالابودن رطوبت نسبي گلخانه، توزين در ساعات 48 و 72ساعت نيز صورت گرفت، تا زماني‌كه آب ثقلي كاملاً خارج و وزن گلدان‌ها (W2) ثابت شد. تفاضل دو عدد ميزان رطوبت گلدان، درصد ظرفيت زراعي مي‌باشد. پنج گلدان به‌منزلة پنج تكرار براي تعيين ظرفيت زراعي مي‌باشند كه براي كاهش خطا در تعيين ظرفيت زراعي، از ميانگين اعداد حاصل از آنها استفاده شد. تنش خشكي كه در اين آزمايش اعمال شد، معادل30درصد ظرفيت زراعي در نظر گرفته شد. اعمال تنش خشكي به گياهان، در مرحلة گلدهي صورت پذيرفت. پيش از اعمال تنش خشكي، گلدان‌ها توزين شده و وزن آنها به‌صورت ثابت در حالت80درصد ظرفيت زراعي نگه داشته شد.

بررسي ترانس‌كريپتومي ژن *Cu/znSOD* در ژنوتيپ‌هاي مختلف گياه نخود تحت شرايط تنش خشكي

نمونه‌برداري از گياهان، در سه مرحلة مختلف شامل پيش از اعمال تنش با ظهور گل‌ها در هر ژنوتيپ، 48ساعت بعد از اعمال تنش و 24ساعت بعد از آغاز دورة بازيابي گياه، صورت گرفت. دو برگ مركب ما قبل آخر، به‌وسيلة قيچي از گياه جدا شد و بلافاصله در نيتروژن مايع قرار گرفت. سپس، نمونه‌ها به فريزر80-درجة سانتي‌گراد منتقل شدند.

استخراج RNA

از نمونه‌هاي فريزشده با روش سيترات سديم، RNA استخراج شد (Sanchez & Carbajosa, 2008).

حذف DNA با تيمار DNase

به‌منظور حصول RNA خالص، RNAهاي استخراج‌شده با استفاده از آنزيم DNase 1 شركت Fermentas (USA, 2001)، طبق دستورالعمل شركت سازنده مورد تيمار قرار گرفتند.

تعيين غلظت و كيفيت RNA با نانودراپ

جهت تعيين غلظت و كيفيت نمونه‌هاي RNA، نانودراپ (Nanodrop 2000 spectrophotometer) نمونه‌ها با نسبت‌هاي 260/230 و 260/280 انجام شد. غلظت داده‌شده توسط دستگاه، براي ساخت cDNA مورد استفاده قرار گرفت.

سنتز رشته مكمل cDNA

به‌منظور سنتز cDNA از كيت Fermentas (USA, 2000) طبق دستورالعمل شركت سازنده استفاده شد.

طراحي آغازگر

براي طراحي آغازگر مناسب از توالي mRNA ي ژن SOD مربوط به *Cicer arietinum* (AJ012739) با استفاده از نرم‌افزار Primer Premier 5 استفاده شد. ژن خانگي *Elongation factor* (AJ004960.1) به‌عنوان ژن كنترل داخلي در سنجش بيان ژن مورد استفاده قرار گرفت (جدول1).

جدول1- پرايمرهاي مورد استفاده

Table 1. Primers used in this study

دماي اتصال Annealing temperature	اندازه محصول Product size	توالي آغازگر Primer sequence	آغازگر Primer
47	277bp	5TAACTTCAGTCAGGAGGGAG3´	*Cu/zn SOD-F*
		´GGAGTTTGGTCCAGTGAGA35	*Cu/zn SOD-R*
47	101bp	5CTCCAAGGATGACCCTGCTAA3´	*Elongation factor-F*
		´CGAGGACTGGGGCATAACC35	*Elongation factor-R*

تجزيــه و تحليــل الگــوي بيــان ژن *Cu/znSOD* بــا اســتفاده از Real time PCR

در اين آزمايش به‌منظور نرمال‌كـردن داده‌هـا، از ژن خـانگي *Elongation factor* به‌صورت كنترل دروني استفاده شـد. بـراي انجام Real time PCR از آغازگرهاي اختصاصي جـدول1 بـراي تكثير ژن هدف و ژن خانه‌دار استفاده شد. برنامة حرارتـي مطـابق جدول2 به دستگاه داده شد. اجزاي واكنش به‌صورت مسترميكس سـايبرگرين 12/5 ميكروليتـر، آغـازگر رفـت‌وبرگشـت هـر كـدام 0/5ميكروليتـر، نمونـه cDNA 2/5ميكروليتـر، آب دوبـار تقطيـر 9ميكروليتر و در حجم كل 25ميكروليتر آماده شد.

جدول2- چرخه دمايي واكنش Real time PCR

Table 2. Reaction temperature cycle in Real time PCR

مرحله Stage	دما Temperature (°C)	زمان Time	چرخه Cycle
واسرشت اوليه (Primary denature)	95	10 min	1
واسرشت ثانويه (Secondary denature)	95	15 s	
اتصال (Annealing)	47	30 s	40
بسط (Extension)	72	30 s	
بسط نهايي (Final extension)	72	7 min	1

در نهايت، محصولات PCR بر روي ژل آگـارز يـك‌درصـد مشاهده شدند تـا از تكثيـر اختصاصـي ژن بـا انـدازه مـوردنظر اطمينان حاصل گردد. از آنجايي كه ژن موردنظر داراي اينترون مي‌باشد، با توجه بـه تفـاوت انـدازة محصـول cDNA و DNA پس از روي‌ژل‌بردن محصولات PCR، عدم آلودگي cDNA بـه DNA ژنومي تأييد شد. واكنشReal time PCR در40چرخه و حجم نهايي20ميكروليتر در دسـتگاه ABI PRISM 7300 Real time Amplification Thermal Cycling System صورت گرفت. با استفاده از فرمول ΔΔ CT تغييرات بيـان ژن نسبت به نمونه‌هاي شاهد محاسبه گرديد.

براي cDNAي مربوط به هر آزمايش، سه تكرار تكنيكـي گذاشته شد كه اين تكرارها در آزمون آماري مورد استفاده قـرار گرفتند. سپس داده‌ها بـا آزمـون تـوكي در نـرم‌افـزارJMP4 در سطح معني‌داري 5درصد، مقايسه ميانگين شد.

روش استخراج و سنجش پروتئين‌هاي محلول در بافت گياهي

پروتئين‌هاي محلول (سيتوپلاسمي) با كمك بافر فسـفات پتاسيم 0/1مولار (pH=7/4) در دماي 4-0درجة سانتي‌گراد بـا نسبت w/v (1:20) استخراج شدند. مقـدار پـروتئين در طـول مــوج660نــانومتر بــا كمــك اســپكتروفتومتر و بــه‌روش (Lowry, 1951) اصـلاح‌شـده، انـدازه‌گيـري شـد. منحنـي استاندارد با كمك آلبومين سرم گاوي رسم گرديد و در نهايـت غلظت پروتئين بر حسب گرم در100گرم وزن تر نمونة گيـاهي محاسبه شد.

اندازه‌گيري فعاليت آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز

بــراي انــدازه‌گيــري فعاليــت ايــن آنــزيم از روش (Beauchamp & Fridovich, 1971) استفاده شد. سـنجش فعاليت آنزيم سوپراكسيد ديسموتاز با استفاده از سنجش مهـار احيــاي نــوري نيتروبلوتترازوليــوم (NBT) در طــول مــوج 560نانومتر انجام گرفت.

تجزيه و تحليل آماري

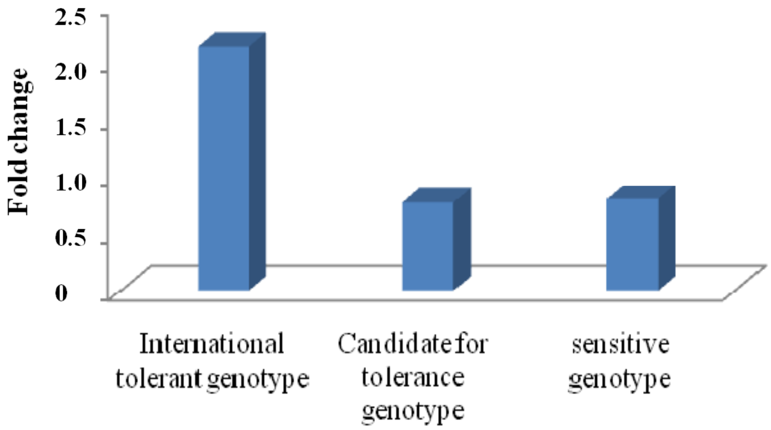
براي تجزيه و تحليـل داده‌هـاي حاصـل از آزمـايش‌هـاي بيوشـيميايي، از نـرم‌افزارهـاي Excel و JMP اسـتفاده شـد. مقايسه ميانگين داده‌ها توسط آزمون توكي در سطح معني‌داري $P< 0.05$ صورت گرفت.

نتايج و بحث

بررسي اثر ژنوتيپ در ميزان بيان ژن *Cu/znSOD*

در تحقيــق حاضــر تفــاوت معنــي‌داري در بيــان ژن *Cu/znSOD* بين ژنوتيـپ متحمـل بـين‌المللـي و دو ژنوتيـپ حساس به خشكي و كانديداي متحمـل ديـده شـد. در شـرايط كنترل، بيان ژن مذكور در ژنوتيپ متحمل بين‌المللي نسبت به دو ژنوتيـپ ديگـر بيشـتر بـود (شـكل 1). از آنجـايي‌كـه ژن *Cu/znSOD* يـك ژن پراهميـت در تـنش خشـكي محسـوب مي‌شود، افزايش بيان اين ژن در ژنوتيپ متحمل بين‌المللي كـه يك ژنوتيپ مقاوم به خشكي است، دور از انتظار نبـود. احتمـالاً

اين نتيجه مؤيد اين مطلب است كه ژنوتيپ متحمل بين‌المللي، در شرايط نرمال، سطح بيان ژن *Cu/znSOD* را براي مقابله با تنش خشكي، بالا نگه مي‌دارد.



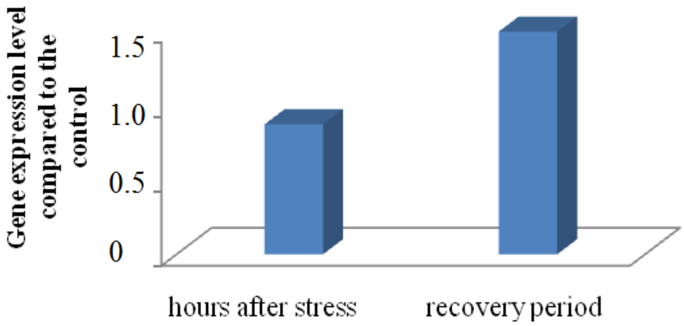
شكل1- بيان نسبي ژن *Cu/znSOD* در سه ژنوتيپ در شرايط كنترل

Fig. 1. Relative gene expression of *Cu/znSOD* in three genotypes in control condition

بررسي اثر تنش خشكي و زمان نمونه‌برداري در بيان ژن *Cu/znSOD*

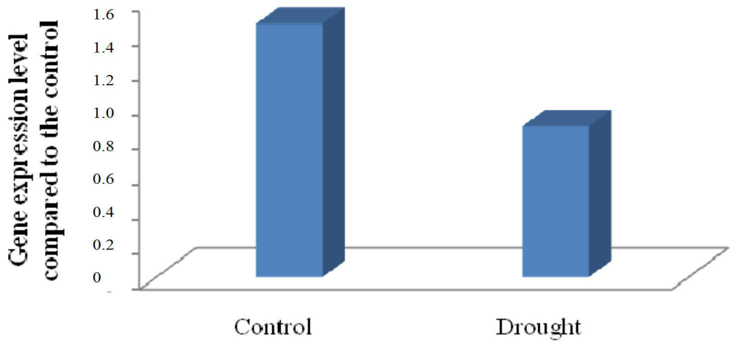
در شرايط تنش خشكي، روزنه‌ها متعاقب افزايش غلظت ABA در سلول‌هاي مزوفيل برگ، بسته مي‌شوند و به‌دنبال آن، غلظت CO_2 در بافت مزوفيل كاهش مي‌يابد. در اين شرايط، واكنش‌هاي تاريكي فتوسنتز متوقف شده و محصولات حاصل از واكنش‌هاي روشنايي (ATP و NADPH)، مصرف نمي‌شوند. در چنين شرايطي به‌دليل عدم اكسيداسيون مولكول NADPH، مصرف +NADP جهت دريافت الكترون كاهش مي‌يابد. بنابراين مولكول اكسيژن در مسير زنجيرة انتقال الكترون به‌عنوان پذيرندة الكترون عمل مي‌كند و راديكال آزاد سوپر اكسيد توليد مي‌شود (Sairam & Saxena, 2000) . اين گونه‌هاي فعال اكسيژن به‌عنوان پيام‌رسان، در مسير انتقال پيام تنش‌هاي غيرزيستي ايفاي نقش مي‌كنند. در ساعات اوليه تنش كه سطح بيان فاكتورهاي رونويسي بالاست، احتمالاً اين فاكتورهاي رونويسي، باعث افزايش بيان ژن‌هاي تأخيري كه در ارتباط با تنش خشكي از جمله *Cu/znSOD* هستند، مي‌شوند. افزايش پروتئين‌هاي پاسخ به تنش در نتيجة بيان ژن‌هاي مرتبط، احتمالاً مهار پس‌نورد را به‌دنبال خواهد داشت كه در نتيجة آن، بيان ژن‌هاي فاكتورهاي رونويسي مانند دهيدرين‌ها، كاهش خواهد يافت. كاهش بيان ژن‌هاي فاكتورهاي رونويسي، احتمالاً كاهش بيان ژن‌هاي تأخيري از جمله *Cu/znSOD* را در ساعت‌هاي بعدي تنش، به‌دنبال خواهد داشت.

احتمالاً فاكتورهاي رونويسي كه بيان ژن‌هاي تأخيري ازجمله *Cu/znSOD* را كنترل مي‌كنند، در ساعات اولية تنش افزايش بيان دارند و روند كاهشي را در ساعات بعدي، در پي خواهند داشت. ارتباط بين دهيدرين‌ها و ژن *Cu/znSOD* توسط تحقيقات قبلي تأييد شده است (Uno *et al*., 2000; Jiang & Zhang, 2002) . در اين تحقيق نيز بيان ژن *Cu/znSOD* در زمان 48ساعت بعد از تنش خشكي نسبت به شاهد،كاهش پيدا كرد و در دورة بازيابي گياه روند افزايشي نشان داد (شكل 2). نتايج تحقيق روي برگ‌هاي گياه *Kentucky bluegrass* در رابطه با بيان ژن *Cu/znSOD* در سه زمان نمونه‌برداري قبل از تنش، 48ساعت بعد از تنش و دورة بازيابي گياه منطبق با نتايج اين تحقيق بود (Bian & Jiang, 2009). همچنين Nistal *et al*, (2002) نشان دادند كه تيمار خشكي در گياه نخود باعث كاهش بيان ژن *Cu/znSOD* شده است. در اين تحقيق نيز منطبق با نتايج اين پژوهشگران، تيمار تنش خشكي باعث كاهش بيان ژن *Cu/znSOD* شد (شكل 3).



شكل2- بيان نسبي ژن *Cu/znSOD* در زمان‌هاي نمونه‌برداري 48ساعت بعد از تنش خشكي و 24ساعت بعد از دورة بازيابي

Fig. 2. Relative gene expression of *Cu/znSOD* in sampling times of 48 hours after drought stress and 24 hours after recovery period



شكل3- بيان نسبي ژن *Cu/znSOD* در شرايط تنش خشكي (48ساعت بعد از تنش) نسبت به كنترل

Fig. 3. Relative gene expression of *Cu/znSOD* in drought stress condition (48 hours after stress) than control

بررسي اثر تنش خشكي روي ميزان فعاليت آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز و پروتئين كل محلول برگي

تنش خشكي تأثير معني‌داري بر فعاليت آنزيم سوپر اكسيد ديسموتاز نداشت. اين نتيجه منطبق با نتايج Nistal *et al*, (2002) بود. آنها اعلام كردند كه تحت تنش خشكي، فعاليت آنزيم SOD تغيير نكرد. همچنين Bian & Jiang (2009) گزارش كردند كه فعاليت آنزيم SOD در برگ‌ها بدون تغيير ماند كه اين نتيجه نيز منطبق با نتايج اين تحقيق بود.

برخي از تحقيقات برخلاف نتايج مذكور، اعلام كردند كه تنش خشكي در مرحلة گلدهي نخود باعث كاهش فعاليت آنزيم SOD مي‌شود (Rahbarian, 2011). برخلاف اين گزارش، Diaz *et al*, (2005) و Jaleel *et al*, (2007) افزايش فعاليت آنزيم SOD تحت تنش خشكي را گزارش كردند.

با اين اوصاف، اين فرضيه كه پاسخ آنزيم SOD به تنش رطوبتي متغير است، تقويت مي‌شود. اين فرضيه در برخي ديگر از تحقيقات (Nistal *et al*., 2002) گزارش شده است.

ميزان پروتئين‌هاي كُل محلول برگي تحت تيمار تنش خشكي، معني دار نشد. اين نتايج با برخي از نتايج تحقيقات گذشته همخواني نشان داد. Rahbaarian (2011) اعلام كرد كه پروتئين كل محلول برگي در ژنوتيپ MCC877 در شرايط تنش خشكي و بدون تنش، تغيير معني‌داري نداشته است.

نتيجه‌گيري

آنزيم سوپر اکسيد ديسموتاز کـه محصـول ژن *Cu/znSOD* است، به‌عنوان اولين خط دفاعي در برابر گونه‌هاي فعـال اکسـيژن ناشي از تنش‌هاي غيرزيستي، ايفاي نقـش مـي‌کنـد. لـذا در ايـن تحقيـق، واکـنش اولـين خـط دفـاعي گياهـان در سيسـتم‌هـاي آنتي‌اکسيدان مورد بررسي قرار گرفـت. بيـان ژن *Cu/znSOD* در شرايط کنترل، در ژنوتيپ متحمل بين‌المللي نسبت به دو ژنوتيـپ کانديداي متحمل و ژنوتيپ حساس، بيشتر بود. از آنجايي‌کـه ايـن ژن، يك ژن پراهميت در تنش خشـکي محسـوب مـي‌شـود، لـذا افزايش بيان اين ژن در ژنوتيپ متحمل بين‌المللي که يك ژنوتيپ مقاوم به خشکي اسـت، دور از انتظـار نبـود. بـر اسـاس بعضـي از تحقيقات گذشته نيز اين ژن در زمان‌هاي قبل از تنش، 48سـاعت بعد از تنش و دورة بازيابي گياه، ميزان بيان متفاوتي را نشـان داده بود. در نتايج تحقيقات حاضر نيز در زمان 48ساعت بعد از تـنش خشکي، ميزان بيان اين ژن نسبت به شـاهد کـاهش داشـت و در دورة بازيابي گياه، روند افزايشي نسبت به شاهد پيدا کرد.

منابع

1. Beauchamp, C., and Fridovich, I. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and applicable to acryl amide gels. Annu. Biochem. 44: 276-287.
2. Bian, S., and Jiang, Y. 2009. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of *Kentucky bluegrass* in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulturae 120: 264-270.
3. Diaz, P., Monza, J., and Marquez, A. 2005. Drought and saline stress, Lotus japonicus, Handbook 39-50.
4. Ganjeali, A., Porsa, H., and Bagheri, A. 2011. Assessment of Iranian chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms for drought tolerance. Agricultural Water Manangement 98: 1477-1484.
5. Gupta, A., and Kaur, N. 2005. Sugar signaling and gene expression in relation to carbohydrate metabolism under abiotic stresses in plants. J. Biosci. 30: 761-776.
6. Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2007. Induction of drought stress tolerance by ketoconazole in *Catharanthus* roseus is mediated by enhanced antioxidant potentials and secondary metabolite accumulation. Colloids Surf B Biointerfaces 60: 201-206.
7. Jiang, M., and Zhang, J. 2002 . Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. J. Exp. Bot. 53: 2401-2410.
8. Kasuga, M., Liu, Q., Miura, S., Yamaguchi-Shinozaki, K., and Shinozaki, K. 1999. Improving plant drought, salt and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. Nature Biotechnology 17: 287-291.
9. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randapp, R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biological Chemistry 191: 265-275.
10. Malhorta, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea, ICARDA Caravan 17: 20-22.
11. Millan, T., Clarke, H.J., Siddique, K.H.M., Buhariwalla, H.K.B., Gaur, P.M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding, new tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
12. Nistal, J.H., Dopico, B., and Labrador. 2002. Cold and salt stress regulates the expression and activity of a chickpea cytosolic Cu/Zn superoxide dismutase. Plant Science 163: 507-514.
13. Parsa, M., and Bagheri, A. 2007. Pulses. Publications Mashhad University Jihad. p. 65 & 106.
14. Rahbarian, R. 2011. Morphological and physiological and biochemical markers for evaluating the achievement of drought tolerant genotypes of chickpea. Ph.D. Thesis. Tarbiat Moallem University. p. 182 & 152.
15. Roorkiwal, M., and Sharma, P.C. 2012. Sequence similarity based identification of abiotic stress responsive genes in chickpea. Bioinformation 8: 92-97.
16. Sairam, R.K., and Saxena, D.C. 2000. Oxidative stress and antioxidant in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 55-61.
17. Sanchez. L.O., and Carbajosa, J.V. 2008. DNA-free RNA isolation protocols for *Arabidopsis thaliana* including seeds and siliques. Biomed Centerl. 1: 93.
18. Uno, Y., Furihata, T., Abe, H., Yoshida, R., Shinozaki, K., and Yamaguchi-Shinozaki, K. 2000. Arabidopsis basic leucine zipper transcription factors involved in an abscisic acid-dependent signal transduction pathway under drought and high-salinity conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 97: 11632-11637.

Study of gene expression pattern of *Cu/znSOD* and SOD enzyme activity under drought treatment in tolerant and sensitive lines of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Hashemi[1*], S.R., Malekzadeh Shafaroudi[2], S., Marashi[2], S.H. & Ganjeali[3], A.

1. MSc. Student of Biotechnology and Plant Breeding, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad
2. Faculty members of Biotechnology and Plant Breeding Department, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad
3. Department of Biology, College of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; ganjeali@um.ac.ir

Received: 22 August 2012
Accepted: 8 May 2013

Abstract

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is mainly cultivated in arid and semi-arid agricultural systems. Drought stress is a major factor delimiting maximum yield. This research evaluated the effects of drought stress treatments on expression of *Cu/znSOD* as a gene involving in drought tolerance by Real time PCR technique. To find the probable relationship between the molecular and physiological effects of treatments, total soluble leaf protein and enzyme activity of SOD (EC: 1.15.1.1) were measured. Drought stress was applied by 30% of field capacity in flowering stage. Sampling was arranged on three times; pre stress, 48 hours after stress and 24 hours after recovery period. This study conducted as a factorial experiment in randomized complete block design with three replications. Real time PCR data analysis indicated that the expression of *Cu/znSOD* between the two genotypes, candidate for tolerance (MCC696) and sensitive genotype (MCC759) was not significantly different from control condition. But the gene expression of *Cu/znSOD* in international genotype (MCC877) was more than other two genotypes in control condition. Consistent with some previous research results, gene expression levels of *Cu/znSOD* was reduced in two days after drought time than control, and increased in recovery stage compared to control plants. The measurement of total soluble leaf proteins and SOD enzyme activity under drought condition treatments revealed no significant difference compared to control conditions.

Key words: Chickpea, Drought stress, Enzyme superoxide dismutase, The gene *Cu/znSOD*

*** Corresponding Author:** rhashemi83@yahoo.com, Tel.: 05857227218, Mobile: 09158847278

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 58-51، نيمة اول 1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 51-58

بررسي تأثير تلقيح سويه‌هاي مختلف ريزوبيومي و مصرف كود بر عملكرد و اجزاي عملكرد نخود بومي نيشابور درخراسان‌رضوي

محمد قاسم‌زاده گنجه‌اي[1]* و احمد اصغرزاده[2]

1- دانشجوي دكتري علوم خاك دانشگاه فردوسي مشهد و عضو هيئت علمي مركز تحقيقات كشاورزي و منابع‌طبيعي خراسان‌رضوي
2- عضو هيئت علمي مؤسسه تحقيقات خاك‌وآب

تاريخ دريافت: 1390/12/06
تاريخ پذيرش: 1391/05/18

چكيده

به‌منظور بررسي كارآيي تلقيح بذر نخود با سويه‌هاي مختلف ريزوبيوم و همچنين كاربرد كود نيتروژن بر عملكرد و اجزاي عملكرد محصول نخود، آزمايشي در ايستگاه تحقيقات كشاورزي نيشابور واقع دراستان خراسان‌رضوي انجام شد. آزمايش در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با 13تيمار كه 9تيمار شامل سويه‌هاي برتر باكتري معرفي‌شده توسط مؤسسه تحقيقات خاك‌وآب (15، 14، 13، 12، 9، 6، 3، SWRI 1،2) و دو تيمار مصرف 70 و 140ميلي‌گرم بر كيلوگرم نيتروژن بدون تلقيح از منبع كود اوره و يك تيمار مصرف كود سولفات روي به‌ميزان 25كيلوگرم در هكتار و نيز شاهد (عرف زارع) در چهار تكرار اجرا شد. براساس نتايج، تفاوت‌هاي معني‌داري در بين تيمارها از نظر عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك مشاهده شد. تيمار تلقيحي SWRI12 بالاترين عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك را توليد نمود كه نسبت به تيمار شاهد، 77 تا 13درصد و نسبت به تيمارهاي فاقد تلقيح، 25 تا 40درصد افزايش عملكرد داشت. از نظر تعداد و وزن گره‌ها، تيمارهاي تلقيحي از وضعيت بهتري برخوردار بودند و حداكثر تعداد گره در تيمار تلقيحي SWRI12 با ميانگين 12/75گره و در تيماركودي نيتروژنه با مقدار كم با ميانگين 3/5 گره كمترين تعداد را داشت. از نظر درصد نيتروژن، تيمار SWRI15 با 4/5درصد نيتروژن، بالاترين درصد را دارا بود. در مجموع دو سال، استفاده از مايه‌تلقيح در تمامي موارد سبب افزايش وزن خشك، درصد نيتروژن و عملكرد محصول گرديد كه اين مقدار از 7درصد (سويه SWRI3) تا 25درصد (سويه SWRI2) متغير بود.

واژه‌هاي كليدي: ريزوبيوم، عملكرد، نخود، نيتروژن

مقدمه

يكي از پايه‌هاي اساسي كشاورزي پايدار، مديريت صحيح نيتروژن است. معادل 80درصد از نيتروژن تثبيت‌شده در سيستم‌هاي زراعي، مربوط به همزيستي بين گياهان لگوم باگونه‌هايي ازجنس‌هاي ريزوبيوم، برادي‌ريزوبيوم، مزوريزوبيوم، سينوريزوبيوم و آزوريزوبيوم مي‌باشد. گونه‌هاي مختلف ريزوبيوم داراي ميزبان‌هاي تخصصي هستند (Stephan, 2000). افزايش محصول در واحد سطح و بهبود كيفيت آن مي‌تواند از طريق تلقيح اين گياه با مايه‌تلقيح مناسب صورت پذيرد. مطالعة جمعيت مزوريزوبيوم تلقيح‌كنندة نخود در كشورهاي هند و پاكستان نشان مي‌دهد كه با توجه به جمعيت پايين اين باكتري‌ها در خاك، افزايش محصول قابل‌توجهي (حدود 20 تا 50درصد) با تلقيح اينكولوم مناسب امكان‌پذير است (Wani, 1995). درصورتي‌كه مقدار نيتروژن قابل‌استفادة خاك زياد باشد، بقولات از تثبيت زيستي نيتروژن استفاده نخواهند كرد (Singleton, 1993). در خاك‌هاي برخي از مناطق، تعداد كافي ريزوبيوم براي تثبيت زيستي نيتروژن وجود ندارد (Asgharzadehetal., 1999)؛ بنابراين مايه تلقيح و گياه بايد به نحو صحيحي انتخاب شود تا نتيجة مناسب به‌دست آيد (Hill, 1995). از جمله روش‌هاي تلقيح، پوشش بذر با پايه تلقيح پودري است. ريزوبيوم همراه با بذر، در خاك قرار مي‌گيرد و مي‌تواند ريشه‌هاي اوليه را آلوده كند (Horn *et al.*, 1996). تلقيح نخود با مزوريزوبيوم مي‌تواند به‌طور متوسط، 342كيلوگرم در هكتار افزايش محصول به‌بار آورد (Subba Rao, 1976). دامنة اين افزايش در 16منطقه، 10 تا 30كيلوگرم در هكتار گزارش شده است. نخود، سومين بقول دانه‌اي مورد كشت در جهان و مهم‌ترين بقول دانه‌اي كشت‌شده در ايران بوده و سطح زيركشت آن در ايران نزديك

* **نويسنده مسئول:** مشهد، مجتمع كشاورزي طرق، مركز تحقيقات كشاورزي و منابع‌طبيعي خراسان‌رضوي، بخش تحقيقات خاك‌وآب، كد پستي: 91735، صندوق پستي: 488، همراه: 09153178535، تلفن: 4-05113822301، farshidganjehie@yahoo.com

بــه يــك‌ميليــون هكتــار اســت (Ministry of Jihad-e-Agriculture,2006). باتوجه بـه اهميـت موضـوع در راسـتاي كاهش مصرف كودهاي نيتروژن‌دار و بررسي تأثير تلقيح باكتري و همچنين مصرف نيتروژن و روي بر عملكرد و اجزاي عملكـرد نخــود در منطقــة خراســان‌رضــوي، ايــن تحقيــق در ايســتگاه تحقيقات نيشابور انجام شد.

مواد و روش‌ها

محــل اجــراي آزمــايش، ايسـتگاه تحقيقـات كشـاورزي و منابع‌طبيعي نيشابور در قسمت مركزي استان خراسـان‌رضـوي با مختصات جغرافيايي 35درجـه و40دقيقـه و 36ثانيـه عـرض شمالي و 58درجه و 17دقيقه و30ثانيه طول شرقي بود. خـاك محل آزمايش از ردة اريدي‌سول‌ها بود. قبـل از انجـام آزمـايش، نمونة مركـب از خـاك مزرعـه مـوردنظر، تهيـه و جهـت انجـام آزمايشات فيزيكي و شيميايي به بخش خاك‌وآب منتقل گرديد. نتايج خصوصيات خاك و آب مزرعه در جدول 1 و 2 ارائه شـده اسـت. نيتـروژن كُـل بـه روش كجلـدال (Hinds & Lowe, 1980) فسفر قابل‌جـذب بـه روش اولسـن (Jackson, 1958)، پتاسـيم قابـل‌جـذب بـه روش اسـتات آمونيـوم و روي بـاروش عصاره‌گير DTPA و قرائت با دستگاه جذب اتمـي (Lindsay & Norvell, 1978) اندازه‌گيري شدند. اين آزمـايش در قالـب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با 13تيمار اجرا شـد. ايـن تعـداد شامل 9تيمار مشتمل بر سويه‌هاي برتر بـاكتري و معرفـي‌شـده توسط مؤسسه تحقيقـات خـاك وآب (15، 14، 13، 12، 9، 6، 3، SWRI 1،2)، دو تيمــار مصــرف70 و 140ميلــي‌گــرم بــر كيلوگرم نيتروژن بـدون تلقـيح از منبـع كـود اوره، يـك تيمـار مصرف كود سولفات روي به‌ميزان 25كيلوگرم در هكتـار و نيـز شاهد (عرف زارع) بودند كه در چهار تكرار مـورد آزمـايش قـرار گرفتند. در ايــن آزمــايش از ســويه‌هــاي بــاكتري مزوريزوبيــوم خالص‌سازي‌شده از مؤسسه تحقيقات خاك‌وآب استفاده شد. در ايــن روش از محــيط كشــت داراي آگــار (Yeast Mannitol Agar) YMA براي تكثير باكتري استفاده شد.

تعداد 12سوية تهيه‌شده، از نظركارآيي تثبيت نيتروژن، در جارلئونارد حاوي شن استريل و محيط بدون نيتروژن، مقايسـه شدند تا برترين آنها مشخص شوند. سويه‌هـاي برتـر در شـرايط ذكرشده بر روي حامـل مناسـب بـه‌صـورت بسـته‌هـاي حـاوي مايه‌تلقيح در آزمايش‌هاي مزرعه‌اي مورد آزمايش قـرار گرفتنـد (Asgharzadeh *et al.*, 1999). لـذا در آزمـايش‌هـاي اوليـه، برتري نسبي يكي از سويه‌ها (SWRI12) (با سه سال آزمايش) در شرايط مزرعه در منطقة نيشابور مشخص گرديد كه در ايـن تحقيق از آن استفاده شد.

جدول 1- نتايج تجزيه فيزيكي و شيميايي خاك محل اجراي آزمايش

Table 1. Soil physical and chemical properties of experimental location

بافت خاک Soil texture	روی قابل جذب Zn	مس قابل جذب Cu	منگنز قابل جذب Mn	آهن قابل جذب Fe (mg.kg^{-1})	پتاسیم قابل جذب K	فسفر قابل جذب P	نیتروژن کل N	کربن آلی Organic carbon %	آهک T.N.V	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC dsm^{-1}	درصد اشباع SP (%)	عمق خاک Depth (cm)
Silty clay loam	0.64	1.3	7.46	3.16	195	8.0	0.042	0.4	14.9	7.7	0.90	34.0	0-30

تلقيح با روش Sprinkle application بود به‌طوري‌كه بذرها پس از آغشته‌شدن با محلول چسباننده، با ماده‌اي تلقيحي مخلوط گرديدند. بعد از خشك‌شدن سطح بذور، به‌سرعت اقدام به كشت شد (Karasu *et al.*, 2009). سولفات روي به‌عنوان منبع روي به مقدار 25كيلوگرم در هكتار و اوره به‌عنوان منبع نيتروژن در مقادير70 و140ميلي‌گرم بر كيلوگرم در موقع كشت مصرف شدند. بذر نخود توده بومي نيشابور با تراكم 26بوته در مترمربع كاشته شد. فاصلة بين كرت‌ها،50سانتي‌متر بود و شش خط شش‌متري با فواصل30سانتي‌متري در هر كرت با چهار تكرار در فواصل دومتري درنظر گرفته شد. برداشت با حذف دو خط كناري و 1/5متر از طرفين، از چهار خط به‌طول سه‌متر انجام شد. سپس عملكرد دانه و كاه، درصد نيتروژن و درصد پروتئين در دانه تعيين شد. براي اندازه‌گيري نيتروژن و روي دانه، نمونه‌هاي مناسب پس از تهيه و آسياب‌كردن، به‌ترتيب با روش‌هاي كجلدال و جذب اتمي، تجزيه شيميايي و اندازه‌گيري شدند. پس از تجزيه‌واريانس داده‌ها، مقايسة ميانگين‌ها با آزمون چنددامنه اي دانكن و نرم‌افزارهاي SPSS وMSTATC انجام شد.

جدول 2 – نتيجه شيميايي آب

Table 2. Water chemical properties of experimental location

هدايت الكتريكي EC (ds/m)	اسيديته گل‌اشباع pH	كربنات Co_3^{-2}	بي‌كربنات HCO_3^- (meq/I)	كلر CL^-	سولفات $SO_4^=$	مجموع آنيون‌ها Total anions	كلسيم Ca^+	منيزيوم Mg^+	سديم Na^+ (meq/l)	مجموع كاتيون‌ها Total cations	نسبت جذب سديم SAR
0.65	8.0	ندارد	3.0	1.5	1.3	5.8	2.4	0.8	2.4	5.6	1.9

نتايج و بحث

نتايج تجزيه خاك نشان داد كه كمبود مواد آلي و كمبود نيتروژن و عناصر كم‌مصرف باتوجه به شرايط آهكي خاك، به‌چشم مي‌خورد (جدول 1). خلاصه نتايج تجزيه واريانس و ميانگين عملكرد دانه و كاه، درصد پروتئين، مقدار روي دانه و وزن‌خشك گره در تيمارهاي مختلف تلقيح با مزوريزوبيوم و سطوح كودي مورد آزمايش در جدول‌هاي 3 و4 آمده است. تغييرات عملكرد دانه متأثر از تغييرات اجزاي عملكرد شامل تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد بوته در مترمربع است.

اجزاي عملكرد

تيمارهاي آزمايش، تأثير معني‌داري بر تعداد دانه در غلاف داشتند و بر اين اساس، تيمار تلقيح مزوريزوبيوم افزايش معني‌داري در تعداد غلاف در بوته و نيز وزن100دانه نسبت به شاهد ايجاد نمودند (جدول 4). اين افزايش در مورد تعداد غلاف در بوته و وزن100دانه نشان داد كه در بين اجزاي عملكرد، تلقيح بر تعداد غلاف در بوته و پس از آن بر وزن100دانه مؤثرتر است. همچنين تيمارهاي تلقيح بيشترين تعداد غلاف در بوته را حاصل نمودند كه نسبت به تيمارهاي مصرف نيتروژن و روي اختلاف معني‌داري داشتند. مصرف نيتروژن از طريق مصرف كود و يا تلقيح بذر با مزوريزوبيوم به‌طور مستقيم يا غيرمستقيم بر رشد گياه تأثير دارد و با مصرف50كيلوگرم در هكتار نيتروژن به‌عنوان استارتر و تلقيح ريزوبيومي بذر نخود با سويه‌هاي مزوريزوبيوم، اجزاي عملكرد نسبت به شاهد افزايش مي‌يابد. همچنين همبستگي معني‌داري بين عملكرد و تعداد غلاف در بوته و وزن100دانه و تعداد دانه در غلاف به‌دست آمد (Guler *et al.*, 2001).

عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك

تيمارها تأثير معني‌داري بر عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك گذاشتند (جدول 2). در سال اول، تيمار SWRI12 با 1026كيلوگرم در هكتار از لحاظ مقدار محصول و عملكرد بيولوژيك 2201كيلوگرم در هكتار نسبت به تيمار شاهد حدود 30درصد افزايش بيشتري داشت. در همزيستي مزوريزوبيوم با نخود، نيتروژن تثبيت‌شده توسط باكتري در اختيار گياه قرار مي‌گيرد (Koutroubas *et al.*, 2009). تغييرپذيري تعداد غلاف در بوته و وزن100دانه در تيمارهاي مذكور در نهايت، منجر به تفاوت در عملكرد دانه در تيمارهاي آزمايشي شد. در تأييد تأثير مثبت تلقيح بر عملكرد نخود، محققان در ساسكاچوان و تركيه نشان دادند كه با تلقيح ريزوبيومي، عملكرد دانه نخود، به‌ترتيب دراين دو مكان، 36 و20 درصد افزايش يافت (Stephan, 2000; Kantar *et al.*, 2003).

در تحقيقي مشخص شد كه هرچند تفاوت بين عملكرد در دو حالت تلقيح و مصرف كود، معني‌دار نبود، اما تلقيح باعث صرفه‌جويي در مصرف كود نيتروژن‌دار شد (Saini *et al.*, 2004).

جدول۳- خلاصه تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد نخود

Table3. Analysis of valiance of chickpea yield and yield components

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات: عملکرد دانه Seed yield	عملکرد کاه و کلش Yield stalk	عملکرد گیاه در ۵۰٪ گل دهی به صورت ماده خشک Plant yield at 50% flowering as dry matter	درصد ازت در اندام هوایی در ۵۰٪ گل دهی % percent N at shoot in 50% flowering	کل جذب ازت در گیاه در ۵۰٪ گل دهی Total N uptake in plant at 50% flowering	درجه غده بندی Nodulation level
سال year	1	19.723 ns	23028.8 ns	33781.7**	87.373**	12072.9**	0.321 ns
خطا Error	6	1086.3	7852.4	21928.03	0.666	72.483	0.207
تیمار Treatment	13	22419.2**	17685.1**	17560.6**	0.439*	341.8**	2.455**
تیمار× سال Year*treatment	13	3651.4 ns	5332.4 ns	11074.6 ns	0.199 ns	62.036 ns	0.341 ns
خطا Error	78	3187.4	4007.6	32441.6	0.207	71.214	0.231
ضریب تغییرات C.V		% 6.03	% 4.92	% 13.22	% 16.66	% 22.84	% 14.86

** :معنی دار در سطح ۰،۰۱ **:Significant at 0.01

ns : عدم معنی دار ns:non-significant

جدول ۴- تأثیر تلقیح و سطوح کود بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود

Table 4. The effect of inoculation and fertilizer amounts on chickpea yield and yield components

درجه غده بندی Nodulation level	درجه غده بندی Nodulation level	درصد ازت در اندام هوایی در ۵۰٪ گل دهی % percent N at shoot in 50% flowering	کل جذب ازت در گیاه در ۵۰٪ گل دهی (کیلوگرم درهکتار) Total N uptake in plant at 50% flowering	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار) Plant yield at 50% flowering as dry matter	شرح تیمار Yield stalk	عملکرد دانه Seed yield	تیمار treatment
3.75	ABC	2.55 ABC	34.15 B	1381.1 ABC	1284.4 AB	945 ABCD	SWRI 1
3.5 ABC	BCD	2.67 AB	35.39 B	1348.2 ABC	1307.5 AB	ABCD 947.5	SWRI 2
3.63 ABCDE	ABC	3.08 A	48.54 A	1585.5 A	1355.7 A	1015.1 AB	SWRI 3
3 DEF	DEF	2.92 AB	38.85 AB	1346.4 ABC	1287.2 AB	930.6 BCD	SWRI 6
3 DEF	DEF	2.76 AB	34.46 B	1235.2 CD	1255 B	882.6 DE	SWRI 9
4 AB	AB	2.79 AB	43.61 AB	1585.2 A	1345.5 AB	1026 A	SWRI 12
3.5 ABCDE	BCD	2.76 AB	35.51 B	1322.1 ABC	1303.7 AB	ABCD 941.9	SWRI 13
3.31 BCDE	CDE	2.81 AB	36.75 AB	1328.6 ABC	1272.7 AB	890.5 CDE	SWRI 14
4.13 A	A	3.04 AB	46.73 AB	1543 AB	1329.4 AB	951 ABCD	SWRI 15
2.56 FG	FG	2.53 BC	35.58 B	1408.7 ABC	1287.5 AB	972 ABC	ازت ۱ (N1)
2.13 G	G	2.65 AB	34.92 B	1348.4 ABC	1256 B	921.7 CD	ازت ۲ (N2)
3.5 ABCDE	BCD	2.84 AB	37.6 AB	1355.1 ABC	1297.2 AB	949 ABCD	شاهد (سولفات روی)(Znso4)
2.81 EF	EF	2.14 C	21.38 C	1010.9 D	1164.5 C	816.1 E	شاهد(عرف زارع)(Control)
% 1= 0.634	% 5= 0.478	% 5= 0.452	% 1=11.14	% 1= 237.8	% = 83.57 1	% 1=74.53	LSD
	3.22	3.61A					سال اول(First year)
	3.33	1.85B					سال دوم (Second year)

نتيجه‌گيري

نتايج حاصل از اجراي مزرعه‌اي طرح و اندازه‌گيري مقدار محصول، درصد نيتروژن و ديگر فاكتورها نشان مي‌دهد كه در سال اول، تيمارهاي SWRI3 و SWRI12 معرفي‌شده توسط مؤسسه تحقيقات خاك‌وآب، با 1015 و 1026 كيلوگرم در هكتار از لحاظ مقدار محصول و درصد نيتروژن با برتري معني‌داري در سطح 5درصد نسبت به ديگر تيمارها از جمله تيمارهاي نيتروژنه (100 و 200كيلوگرم در هكتار اوره) در صدر قرار گرفته و به‌ترتيب سبب 199 و 210كيلوگرم در هكتار افزايش محصول نسبت به شاهد شدند. درسال دوم نيز تقريباً اين برتري ادامه يافت و عملكرد تيمارهاي تلقيحي SWRI15 و SWRI13 نسبت به ساير تيمارها از برتري نسبي بالايي برخوردار بودند. وضعيت گره‌بندي، هم از لحاظ تعداد و هم از لحاظ وزن‌خشك گره‌ها در تيمارهاي تلقيحي نسبت به ساير تيمارها از برتري نسبي بالايي برخوردار بودند. از نظر درصد نيتروژن، تيمار SWRI15 با 4/15درصد نيتروژن، بالاترين درصد نيتروژن را دارا بود. بيشتر نيتروژن تثبيت‌شده توسط مزوريزوبيوم در اختيار گياه ميزبان قرار گرفته و باعث افزايش غلظت نيتروژن به‌خصوص در اندام‌هاي هوايي گياه مي‌شود. در مجموع دو سال آزمايش ملاحظه گرديد كه استفاده از مايه‌تلقيح نخود در تمامي موارد، سبب افزايش وزن‌خشك، درصد نيتروژن و عملكرد محصول گرديد كه اين افزايش از 5 تا 30درصد متغير بود. اين افزايش محصول، بيش از اثر مصرف 220كيلوگرم اوره در هكتار مي‌باشد. بنابراين با استفاده از مايه‌تلقيح، نه‌تنها مي‌توان از مصرف كودهاي نيتروژنه پرهيز نمود؛ بلكه به‌دليل اثرات متعدد مايه‌تلقيح ريزوبيومي مي‌توان محصول بيشتر و غني‌تري نيز توليد نمود و اين در حالي است كه از آلودگي محيط‌زيست جلوگيري شده و از صرف هزينة كود نيتروژنه نيز پرهيز مي‌گردد.

منابع

1. Asgharzadeh, A., and Ghasemzadeh-ganjehie, M. 2011. Reducing nitrogen fertilizers through increasing nitrogen fixation potential in chickpea farming areas. Final Report, Iranian Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran.
2. Asgharzadeh, A., SalehRastin, N., and Mohhammadi, M. 1999. Investigation of potential of symbiosis nitrogen fixation of indigenous *Mesorhizobium ciceri* with two varieties of *Cicer arietinum* in Iran. Iranian Soil and Water Research Institute, Soil Water J. 12: 1-8.
3. Guler, M., Adak, M.S., and Ulukan, H. 2001. Determining relationships among yield and yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European J. Agronomy 14: 161-166.
4. Hinds, A., and Lowe, L.E. 1980. Application of the Berthelot reaction to the determination of ammonium-N in soil extracts and soil digests. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 11: 469-475.
5. Horn, C.P., Dalal, R.C., Birch, C.J., and Doughton, J.A. 1996. Nitrogen fixation in chickpea as affected by planting time and tillage practice. In: Proceeding of the 8th Australian Agronomy Conference, Jan. 28-30, 1996. The University of Toowoomba, Australia. p. 512.
6. Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
7. Koutroubas, S.D., Parageorgiou, M., and Fotiadis, S. 2009. Growth and nitrogen dynamics of spring chickpea genotypes in a Mediterranean-type climate. J. Agric. Sci. 147: 445-458.
8. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
9. Mckenzie, B.A., and Hill, G.D. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 23: 467-474.
10. Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2006. Agricultural Statistics for Agronomy, 2002- 2003. Department of Statistics and Information, Planning and Budget.
11. Saini, V.K., Bhandari, S.C., and Tarafdar, J.C. 2004. Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. Field Crops Research 89: 39-47.
12. Soleymani, R., and Asgharzadeh, A. 2010. Effects of *Mesorhizobium* inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed chickpea. Iranian Journal of Pulses Research 1: 1-9.
13. Stephan, K.B. 2000. Evaluation of granular *Rhizobium* inoculant for chickpea. Ph.D. Thesis. University of Saskatchewan, Canada.

14. Subba Rao, N.S. 1976. Field response of legumes in India to inoculation and fertilizer applications. In: P.S. Nutman (Ed.). Symbiotic nitrogen fixation in plants. p. 285-288. Cambridge University Press, London.
15. Wani, S.P., Rupela, O.P., and Lee. K.K. 1995. Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes. Plant and Soil 174: 29-49.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 51-58

Effects of rhizobiums sush inoculation and fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) in Khorasan-Razavi

Ghasemzadeh-Ganjehie[1*], M. & Asgharzadeh[2], A.

1. Student of PhD Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, Agriculture and Natural Resources Center of Khorassan-Razavi
2. Soil and Water Research Institute

Received: 25 February 2012
Accepted: 8 August 2012

Abstract

In order to evaluate the efficiency of inoculation of chickpea seeds with Mesorhizobium and application of nitrogen on yield and yield components of chickpea an experiment was conducted in Research Station of Neishobour, Khorasan-Razavi. The experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with four replications and 13 treatments including Mesorhizobium (SWRI 1, 2, 3, 6, 9, 12, 13, 14, 15), nitrogen levels (70 and 140 mg/Kg from urea source), zinc (25 $Kg.ha^{-1}$ from zinc sulphate source), and the control. Results showed that differences of grain and biological yield among treatments were significant ($P<0.01$). The highest grain yield (1026 $Kg.ha^{-1}$) and biological yield was obtained from SWRI12 inoculation. That was 7 to 13 percent greater than control for grain yield while for without inoculation was 25 to 40 percent greater. Maximum number of nodes was obtained SWRI12 treatment (12.75 node per plant), while minimum number of nodes was obtained from 70 mg/Kg N (3.5 node per plant). Maximum nitrogen content was obtained from SWRI12 treatment (4.5 percent). Combine analysis of two years result showed that inoculation treatments increased dry weight, N percent and yield.

Key words: Chickpea, Nitrogen, Rhizobium, Yield

* **Corresponding Author:** farshidganjehie@yahoo.com, Mobile: 09153178535

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 68-59، نيمة اول 1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 59-68

بررسي خصوصيات فنولوژي و مورفولوژي و همبستگي آنها با عملكرد در ارقام نخود زراعي (*Cicer arietinum* L.) تحت اثر تنش خشكي و كود نيتروژنه در استان كرمانشاه

مراد شعبان[1] ، سيروس منصوري‌فر[2]، مختار قبادي[2] و سيد حسين صباغ‌پور[3]

1- دانشجوي دورة دكتري علوم و تكنولوژي بذر و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامي واحد بروجرد، بروجرد، ايران
2- استاديار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشكده كشاورزي دانشگاه رازي كرمانشاه
3- دانشيار مركز تحقيقات كشاورزي و منابع‌طبيعي همدان

تاريخ دريافت: 1390/03/02
تاريخ پذيرش: 1390/09/14

چكيده

اين تحقيق به‌منظور بررسي اثرات تنش خشكي و كود نيتروژنه بر فنولوژي و مورفولوژي و همبستگي آنها با عملكرد دانة ارقام نخود زراعي اجرا شد. آزمايش به‌صورت اسپليت‌فاكتوريل در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با سه تكرار انجام شد. تيمار تنش خشكي شامل سطح بدون تنش خشكي (آبياري كامل)، سطح تنش خشكي متوسط (آبياري در زمان كاشت و اوايل گلدهي) و سطح تنش خشكي شديد (بدون آبياري)، در كرت‌هاي اصلي قرار گرفت. فاكتور تيمارهاي كود نيتروژنه (در دو سطح مصرف‌كود و بدون مصرف كود) و رقم (با چهار رقم آزاد، بيونيج، هاشم و ILC482) در كرت فرعي قرار گرفتند. نتايج اين تحقيق نشان داد تنش خشكي، اثر معني‌داري روي صفات موفولوژيك و فنولوژيك، عملكرد ماده خشك و عملكرد دانه گياه نخود داشت. با افزايش شدت تنش خشكي، طول دورة رشد گياه، ارتفاع گياه، عملكرد ماده خشك و عملكرد دانه كاهش يافت. در بين ارقام، رقم بيونيج در كوتاه‌ترين زمان، رسيدگي خود را كامل كرد و در شرايط تنش شديد، در طي 82روز مراحل فنولوژيك را طي كرد و داراي بالاترين ميزان عملكرد ماده خشك و دانه بود. رقم هاشم، طولاني‌ترين طول دورة رشد را داشت. در شرايط بدون تنش نيز كود نيتروژن اثر مثبتي روي عملكرد دانه داشت.

واژه‌هاي كليدي: رسيدگي، عملكرد، نخود

مقدمه

نخود زراعي (*Cicer arietinum* L.) از جمله گياهان زراعي متداول در مناطق خشك و نيمه‌خشك بوده و تنش خشكي به‌عنوان مهم‌ترين عامل در كاهش صفات وابسته به عملكرد در اين گياه مطرح شده است (Singh & Saxena, 1999). مراحل فنولوژيك در نخود به افزايش درجه‌حرارت و تنش خشكي حساس بوده و طول اين مراحل به‌وسيله عوامل محيطي (درجه‌حرارت، نور و رطوبت خاك) و عوامل ژنتيكي كنترل مي‌شود (Buddenhagen & Richrds, 1988). با افزايش شدت تنش خشكي، مراحل نموي گياه با سرعت بيشتري طي شده تعداد روز تا گلدهي، غلاف‌دهي و رسيدگي دچار نقصان مي‌گردد (Ortega *et al*., 1996). تنش خشكي ارتفاع گياه نخود را كاهش داده و باعث كاهش وزن برگ‌هاي نخود مي‌گردد (Gupta *et al*., 1993). نتايج آزمايشات مختلف نشان مي‌دهد كه تنش كمبود آب باعث كاهش معني‌دار عملكرد و اجزاي عملكرد گياه نخود شده است (Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006) كاهش عملكرد در شرايط تنش خشكي در گندم به‌دليل اثر منفي روي سطح برگ، فتوسنتز و سرعت رشد محصول مي‌باشد (Muchow, 1985). ماده خشك توليدي در گياه نخود به توسعة سطح برگ، دوام سطح برگ و مصرف آب وابسته است (Samin *et al*., 2006) . واكنش‌هاي فنولوژيك، مورفولوژيك، فيزيولوژيك و بيوشيميايي گياه به كمبود آب، بسته به شدت و طول دورة تنش، متفاوت مي‌باشد. كود نيتروژن يكي از نهاده‌هاي مهم در بخش كشاورزي بوده كه اثر مثبت و معني‌داري روي افزايش عملكرد گياهان مختلف دارد. تحقيقات مختلف نشان مي‌دهد كه كاربرد كود نيتروژن در گياه نخود سبب افزايش عملكرد و اجزاي عملكرد اين گياه شده و سبب افزايش تجمع ماده خشك در اين گياه مي‌گردد (Dahiya, 1993; Plancqaert, 1990). دراين تحقيق به بررسي تغييرات صفات مورفولوژيك، فنولوژيك و همبستگي

* **نويسنده مسئول**: گرگان، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع‌طبيعي گرگان
shaban.morad@yahoo.com

آنها با عملكرد دانـه در چهـار رقـم نخـود تحـت شـرايط تـنش خشكي و استفاده از كود نيتروژنه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

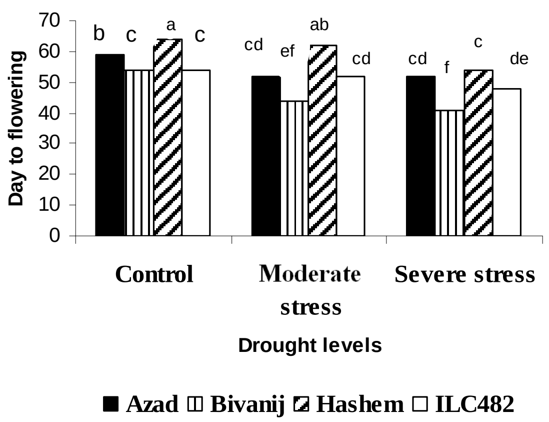
آزمايش در سال زراعي 88- 1387 در دانشكدة كشاورزي دانشگاه رازي كرمانشاه انجام شد. مختصـات جغرافيـايي محـل انجام آزمايش در 33درجه و36دقيقه عرض شمالي و 45درجـه و24دقيقـه طـول خـاوري از نصـف‌النهـار گرينـويچ بـا ارتفـاع 1319متر از سطح دريا قرار داشـت. شـرايط آب‌وهـوايي محـل آزمايش، سرد معتدل با متوسط درجه‌حرارت 22/6 و 5/9درجه سانتي‌گراد با متوسط بارندگي450ميلـي‌متـر مـي‌باشـد. خـاك محل آزمايش داراي بافت رسي بود. بذور در تاريخ 19فـروردين سال1388 كشت گرديـد و بلافاصـله آبيـاري شـدند. آزمـايش به‌صورت اسپليت‌فاكتوريل با طرح پايه بلوك‌هاي‌كامل تصـادفي با سه تكرار اجرا شد. در اين آزمايش، عامل آبياري در سه سطح تنش شديد S2 (بدون آبياري)، تنش متوسـط S1 (آبيـاري در زمان كاشت و اوايل گلدهي) و بدون تنش S0 (آبياري در زمان كاشت، اوايل گلـدهي، شـروع غـلاف‌دهـي و در زمـان پرشـدن دانه‌ها به‌عنوان شاهد) در كرت‌هاي اصلي قرار گرفتند. همچنين تركيب چهار رقم نخود شامل هاشم، آزاد، رقم محلـي بيـونيج و رقم ILC482 توأم با كاربرد كود نيتروژن شامل اوره بـه‌ميـزان 25كيلـوگرم در هكتـار نيتـروژن خـالص (N1) و سـطح بـدون مصرف كود نيتروژنه (N0) فاكتوريل شد و در كرت‌هاي فرعـي قرارگرفتند. هـر كـرت فرعـي داراي 6 رديـف كشـت بـه طـول پنج‌متر، با فاصله بين رديف 25سانتي‌متر و فاصـله روي رديـف 10سـانتي‌متـر بـود. بـذور قبـل از كاشـت بـا قـارچ‌كـش كاربوكسين‌تيرام ضدعفوني شد. قبل از شروع غلاف‌دهي مزرعـه با سم سوين به ميزان 3كيلوگرم در هكتار عليه آفت هليوتيس[1] سمپاشي شد. از هر واحد آزمايشي دو رديف كاشـت بـه‌عنـوان حاشيه و از ساير رديف‌ها بـراي بررسـي صـفات مورفولوژيـك و عملكرد ماده خشك و دانه استفاده گرديد. بـراي ثبـت مراحـل فنولوژيـك شـامل تعـداد روز تـا50درصـد گلـدهي و50درصـد غلاف‌دهي، به‌ترتيب بر اساس بازشدن حدود50درصد گـل‌هـا و تبديل50درصدگل‌ها به غـلاف صـورت گرفـت و تعـداد روز تـا رسيدگي نيز بـر اسـاس رسـيدگي فيزيولوژيـك (حـداكثر وزن بذور) تعيين گرديد. اندازه‌گيـري خصوصـيات مورفولوژيـك بـر روي پنج بوته تصادفي از هر كرت انجام شد. در زمان رسـيدگي كامل، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعـي در بوتـه و فاصـله اولـين غلاف از سطح خاك اندازه‌گيري شد. براي اندازه‌گيري عملكـرد ماده خشك و دانه در زمـان رسـيدگي، دو رديـف وسـط از هـر كرت برداشت و پـس از خشـك‌كـردن و تـوزين بيومـاس كـل، عملكرد ماده خشك، محاسبه و با توزين دانه‌ها عملكرد دانه نيز محاسبه گرديد.

ويـرايش و آنـاليز داده‌هـا بـا اسـتفاده از نـرم‌افزارهـاي EXCEL، SAS وMSTAT-C انجـام شـد. بـراي مقايسـة ميانگين‌ها از آزمون LSD در سطح 5درصد استفاده شد.

نتايج و بحث

روز تا50درصد گل‌دهي

تنش خشكي اثر معني‌داري روي تعداد روز تا گلـدهي در ارقـام مختلـف نخـود داشـت. همچنـين بـرهم‌كـنش تـنش خشكي×كود و رقم×كود اثر معني‌داري روي اين صـفت داشـت (جدول1). گياه نخود در شـرايط بـدون تـنش، داراي بـالاترين ميزان تعداد روز تا50درصد گلدهي بود و با افزايش شدت تنش خشكي از ميزان تعداد روز تا50درصد گلدهي كاسته شد. تنش خشكي سبب افزايش سرعت نمـو و كـاهش دورة نمـوي شـده (Goldani & Rezvani, 2007) و در نتيجـه تعـداد روز تـا 50درصد گلدهي نسبت به شاهد كاهش مـي‌يابـد. در هـر سـه تيمار تنش، رقم هاشم بيشترين تعداد روز را تا50درصد گلدهي طي كرد. تنش خشكي باعث گرديد كه تعـداد روز تـا50درصـد گلدهي در رقم هاشم به‌طور معني‌داري كاهش يابـد. همچنـين كمترين تعداد روز تا50درصد گلـدهي مربـوط بـه رقـم محلـي بيونيج بود (شـكل1). ايـن تفـاوت ارقـام بـه تفـاوت ژنتيكـي و سازگاري‌هاي مختلف آنها به منطقه برمي‌گـردد. ايـن نتـايج بـا نتايج ساير محققـان (Keating & Cooper, 1983; Ortega *et al*., 1996) همخواني داشت.



شكل1- اثر برهم‌كنش تنش خشكي و رقم بر تعداد روز تا 50درصد گل‌دهي در ارقام نخود

Fig. 1. Interaction effect of drought stress and cultivar on day to 50% flowering in chickpea cultivars

1. *Heliothis armigera*

روز تا 50درصد غلاف‌دهي

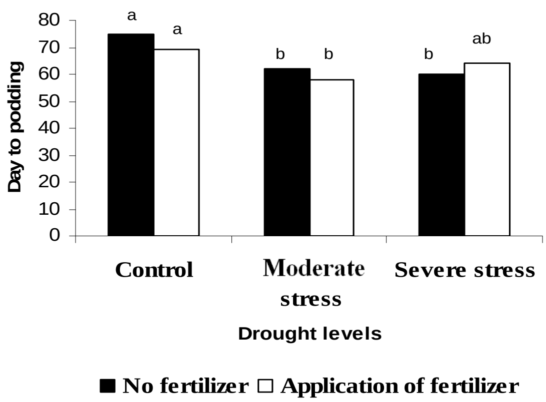
تأثير تنش خشكي، رقم و همه اثرات متقابل، به‌جز اثر متقابل دوگانه تنش×رقم، بر تعداد روز تا غلاف‌دهي معني‌دار بودند (جدول1). در شرايط تنش خشكي شديد، ارقام، تعداد روز كمتري را تا 50درصد غلاف‌دهي طي كردند و در شرايط عدم تنش، اين تعداد روز بيشتر شد به‌طوري‌كه اختلاف بين آنها معني‌دار بود. تنش خشكي تعداد روز تا گلدهي و غلاف‌دهي را كاهش داده و سبب زودرسي گياه مي‌گردد (Ortega *et al*., 1996). در بين ارقام، بيشترين تعداد روز تا غلاف‌دهي مربوط به رقم هاشم بود (74روز) و كمترين ميزان نيز مربوط به ارقام بيونيج (59 روز) و ILC482 (58 روز) بود (جدول2). مصرف كود نيتروژن در شرايط تنش شديد، سبب شد تا ارقام، تعداد روز بيشتري را تا50درصد غلاف‌دهي طي نمايند كه در مقايسه با عدم مصرف كود نيتروژن در اين شرايط، اختلاف معني‌داري داشت كه دليل آن نيز اين است كه افزايش مصرف نيتروزن سبب افزايش رشد سبزينه‌اي، افزايش حجم گياه و در نهايت، افزايش تعرق و تسريع در مرحله غلاف‌دهي گياه مي‌گردد (Read *et al*., 1982; Dahiya *et al*., 1993). مصرف كود نيتروژن سبب افزايش سطح سبز در تيمار بدون تنش شده و در اين شرايط، تعداد روز تا غلاف‌دهي نيز نسبت به شرايط عدم مصرف كود نيتروژنه افزايش يافت. در شرايط عدم وجود تنش خشكي و تنش متوسط، مصرف كود نيتروژنه اثر معني‌داري روي تسريع در مرحله غلاف‌دهي نداشت (شكل2). اين نتايج با نتايج (Auld *et al*., 1988; Ortega *et al*., 1996, Keating & Cooper, 1983) همخواني داشت.

روز تا رسيدگي

تنش خشكي، رقم و تمامي اثرات متقابل، به‌جز اثر متقابل تنش×كود، بر تعداد روز تا رسيدگي اثر معني‌داري داشتند (جدول1).

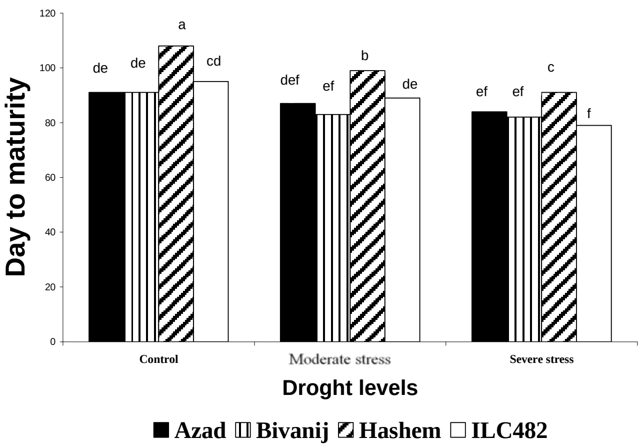
با افزايش شدت تنش خشكي، گياه تعداد روز كمتري را تا رسيدگي سپري كرده و در اين شرايط، گياه زودتر رسيده و با افزايش ميزان آبياري بر تعداد روز تا رسيدگي نيز افزوده شد. در شرايط بدون تنش، گياه از منابع محيطي بهتر استفاده نموده و افزايش توليد فتوآسيميلات‌ها در اين شرايط، ذخيرة كافي براي ادامة رشد را فراهم كرده و با به‌تأخيرافتادن دوران زايشي گياه، دورة رشد گياه افزايش يافته (Ortega *et al*., 1996; Goldani & Rezvani, 2007) و در نتيجه، تعداد روز تا رسيدگي نسبت به شرايط تنش افزايش مي‌يابد. در تمامي سطوح تيمار تنش خشكي، بيشترين تعداد روز تا رسيدگي را رقم هاشم به‌خود اختصاص داد. اين رقم در شرايط عدم تنش، دورة رشد خود را طي حدود 108روز به اتمام رساند كه در مقايسه با زمان رسيدگي ساير ارقام، اختلاف بسيارمعني‌داري داشت. رقم هاشم در شرايط تنش متوسط و شديد، به‌ترتيب دورة رشد خود را طي 99 و 91روز تكميل نمود. كمترين طول دورة رشد در شرايط عدم تنش، مربوط به رقم بيونيج و در شرايط تنش شديد، مربوط به رقمILC482 بود (شكل3)؛ با اين حال مي‌توان از رقم هاشم در كشت‌هاي انتظاري كه طول فصل رشد گياه در آنها افزايش مي‌يابد يا در مناطقي كه سرماي زمستان آنها زيان‌آور نيست، به‌صورت پاييزه بهره برد.

اين نتايج، با نتايج (Ortega *et al*., 1996; Keating & Cooper, 1983) مطابقت داشت.



شكل2- اثر برهم‌كنش تنش خشكي و كود نيتروژن بر تعداد روز تا50درصد غلاف‌دهي در ارقام نخود

Fig. 2. Interaction effect of drought stress and N fertilizer on day to 50% podding in chickpea cultivars



شكل3- اثر برهم‌كنش تنش خشكي و رقم بر تعداد روز تا رسيدگي در ارقام نخود

Fig. 3. Interaction effect of drought stress and cultivar on day to maturity in chickpea cultivars

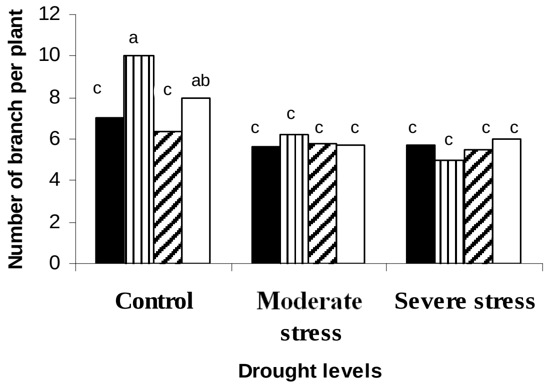
ارتفاع بوته

همان‌گونه كه در جدول تجزيه واريانس مشاهده مي‌شود، فقط اثر تنش خشكي و رقم روي ارتفاع بوته معني‌دار شد (جدول1). بيشترين ارتفاع براي بوته‌هاي نخود در شرايط عدم‌تنش به‌دست آمد و تنش خشكي سبب كاهش معني‌دار ارتفاع بوته‌ها گرديد. در شرايط تنش، افزايش سرعت رشد و كاهش دورة رشد گياه سبب كاهش ارتفاع گياه شده و در شرايط بدون تنش، افزايش دورة رشد گياه سبب افزايش فتوسنتز گياه شده و با افزايش فراهمي مواد فتوسنتزي براي گياه، رشد آن نيز افزايش يافته و به‌دنبال آن، ارتفاع گياه نيز افزايش مي‌يابد (Goldani & Rezvani, 2007). در بين ارقام نيز بيشترين ارتفاع بوته با ميانگين 38سانتي‌متر مربوط به رقم هاشم و كمترين ميزان آن با 27سانتي‌متر مربوط به رقم محلي بيونيج بود (جدول2) كه ويژگي پابلندي رقم هاشم و فرم خوابيدة بوتة رقم بيونيج نيز تأييدكنندة اين مطلب بوده و اين نتايج با نتايج كار محققان ديگر (Shobiri *et al*., 2007; Rezvani & Sadeghi, 2007; Goldani & Rezvani, 2007) نيز مطابقت داشت.

تعداد شاخه فرعي در بوته

اثر تنش خشكي روي تعداد شاخه فرعي در بوته در سطح يك‌درصد و اثر رقم و برهم‌كنش تنش×رقم روي تعداد شاخه فرعي در بوته در سطح پنج‌درصد معني‌دار شد و اثر ساير تيمارها روي آن معني‌دار نشد (جدول1).

مقايسه ميانگين‌ها نشان داد كه با افزايش شدت تنش خشكي، از تعداد شاخه فرعي در بوته كاسته شده است و بيشترين تعداد شاخه فرعي در بوته در شرايط بدون تنش به‌دست آمد. افزايش ميزان آبياري سبب افزايش رشد گياه، افزايش حجم اندام‌هاي هوايي و زيرزميني و افزايش تعداد شاخه فرعي در تك‌بوته مي‌گردد (Palled *et al*., 1985). در تيمار بدون تنش، بيشترين تعداد شاخه فرعي در بوته مربوط به رقم بيونيج بود و كمترين ميزان آن در همين تيمار مربوط به رقم هاشم بود (شكل4) و با توجه به اين خصوصيت مي‌توان تراكم كشت رقم هاشم را افزايش داد. رقم بيونيج ارتفاع كمتري داشته و داراي فرم خوابيده‌تري نسبت به ساير ارقام بوده و به‌جاي افزايش ارتفاع، تعداد شاخة فرعي خود را افزايش داده ولي رقم هاشم برعكس رقم بيونيج بوده و با توجه به فرم ايستا و بيشتربودن ارتفاع آن نسبت به ساير ارقام، داراي تعداد شاخه فرعي كمتري نسبت به ساير ارقام بود. تحقيقات مختلف نيز نشان دادند كه تنش خشكي باعث كاهش و آبياري سبب افزايش تعداد شاخه‌هاي فرعي در ارقام مختلف نخود گرديده است (Dahiya *et al*., 1993; Goldani & Rezvani, 2007).



■ Azad ◫ Bivanij ◪ Hashem □ ILC482

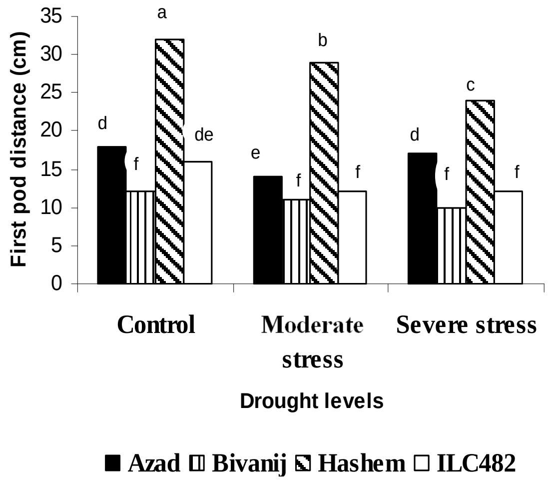
شكل4- اثر برهم‌كنش تنش خشكي و رقم بر تعداد شاخة فرعي در بوته در ارقام نخود

Fig. 4. Interaction effect of drought stress and cultivar on number of branch per plant in chickpea cultivars

فاصله اولين غلاف ازسطح خاك

اثر تنش خشكي، رقم و برهم‌كنش آنها روي فاصلة اولين غلاف از زمين در سطح يك‌درصد معني‌دار شد و اثر ساير تيمارها روي آن معني‌دار نشد (جدول1).

در شرايط بدون تنش، اولين غلاف بيشترين فاصله را از سطح زمين داشت و با افزايش شدت تنش خشكي از اين ميزان كاسته شد. گياه در شرايط تنش خشكي با كاهش سنتز آسيميلات مواجه شده و ضمن كاهش ارتفاع بوته از ميزان فاصله اولين غلاف از زمين نيز كاسته مي‌گردد (Rezvani & Sadeghi, 2007). در بين همة تيمارهاي تنش، بيشترين ميزان فاصلة اولين غلاف از زمين مربوط به رقم هاشم بود. بيشترين ميزان فاصله اولين غلاف از زمين در اين رقم در تيمار بدون تنش و كمترين ميزان آن در تيمار تنش شديد حاصل شد. پس از رقم هاشم، رقم آزاد بيشترين ميزان فاصله اولين غلاف از زمين را داشت. كمترين ميزان فاصلة اولين غلاف از زمين نيز مربوط به رقم بيونيج بود و اين صفت در بين تيمارهاي تنش در اين رقم، اختلاف معني‌داري را نشان نداد (شكل5). با توجه به اين‌كه رقم هاشم داراي بيشترين ميزان فاصله اولين غلاف از زمين است، مي‌توان با داشتن كمترين ميزان تلفات از اين رقم در برداشت مكانيزه استفاده نمود؛ ولي رقم بيونيج حتي اگر در شرايط بدون تنش نيز كشت گردد پتانسيل برداشت مكانيزه را دارا نمي‌باشد. اين يافته‌ها با نتايج محققان ديگر (Ortega *et al*., 1996; Rezvani & Sadeghi, 2007) نيز هماهنگي داشت.



شكل5- اثر برهم‌كنش تنش خشكي و رقم بر فاصله اولين غلاف از زمين در ارقام نخود

Fig. 5. Interaction effect of drought stress and cultivar on first pod distance in chickpea cultivars

عملكرد ماده خشك

اثر تـنش خشـكي روي عملكـرد مـاده خشـك در سـطح يك‌درصد معني‌دار شد و اثـر سـاير تيمارهـا روي آن معنـي‌دار نشد (جدول1). مقايسات ميانگين نشان داد كه بيشترين ميزان عملكـرد مـاده خشـك بـه‌ميـزان 4277كيلـوگرم در هكتـار در شرايط بدون تنش حاصل شد كه اين ميـزان بـا شـرايط تـنش متوسط، به‌ميزان 2645كيلوگرم در هكتار و همچنين با شرايط تـنش شـديد بـه‌ميـزان 1771كيلـوگرم در هكتـار اخـتلاف معني‌داري داشت (جدول2). عملكـرد مـاده خشـك در شـرايط بدون تنش، بيش از دوبرابر آن در شرايط تنش شديد مي‌باشـد كه نشان‌دهندة تأثير كاهندة تنش خشـكي روي عملكـرد مـاده خشك مي‌باشد. كاهش عملكرد ماده خشـك در شـرايط تـنش خشكي به‌دليل كاهش ميزان سطح برگ و به‌دنبـال آن كـاهش فتوسنتز برگ‌ها مي‌باشـد (Sinaki *et al*., 2007). در شـرايط عدم تنش خشكي، گياه طول دورة رشـد بيشـتري داشـته و در اين دوره با افزايش سطح برگ، توليد فتوسنتزي بيشتري داشته و در نتيجه عملكرد ماده خشـك آن نسـبت بـه شـرايط تـنش شـديد، افـزايش مـي‌يابـد (Latiri-Soki *et al*., 1998). بـين مصـرف و عـدم‌مصـرف كـود نيتروژنـه از ايـن نظـر اخـتلاف معني‌داري وجود نداشت. در بين ارقام، بيشترين ميزان عملكرد مادة خشك به‌ميزان 3279كيلوگرم در هكتـار مربـوط بـه رقـم هاشم بود كـه ايـن رقـم از ايـن نظـر بـا سـاير ارقـام، اخـتلاف معني‌داري داشـت. پـس از آن، رقـم بيـونيج بيشـترين ميـزان عملكرد مادة خشك به‌ميزان 2947كيلوگرم در هكتار را داشت. بيشتربودن عملكرد مادة خشك در رقم هاشـم بـه‌دليـل ارتفـاع زياد و همچنين طـولاني‌بـودن طـول دورة رشـد آن مـي‌باشـد. كمترين ميزان عملكرد مـادة خشـك در بـين ارقـام بـه‌ميـزان 2600كيلوگرم در هكتار در رقمILC482 به‌دست آمد.

عملكرد دانه

تـأثير تـنش خشـكي، رقـم و اثـر متقابـل تـنش خشكي×رقم×كود نيتـروژن روي عملكـرد دانـه، معنـي‌دار شـد (جدول 1). بيشترين ميـزان عملكـرد دانـه (2226كيلـوگرم در هكتار) در شرايط بدون تنش حاصل شد و كمتـرين ميـزان آن (815كيلوگرم در هكتار) در شرايط تنش شديد بـه‌دسـت آمـد (جدول 2)؛ به‌طوري‌كه در شـرايط بـدون تـنش، عملكـرد دانـه 64درصد بيشتر از شرايط تـنش شـديد بـود. در شـرايط تـنش خشكي به‌دليل كاهش دورة پرشدن دانه، عملكرد دانه تا حـدود 50درصد كاهش مي‌يابد (Araus *et al*., 2002; Goldani & Rezvani, 2007; Shobiri *et al*., 2007; Singh & Saxena, 1999). در تيمار تـنش متوسـط نيـز در بـين همـه ارقام، بيشترين عملكرد را رقم بيونيج بـه‌خـود اختصـاص داد و كمترين ميزان عملكرد هم مربوط به رقم هاشم بـود. بيشـترين ميزان عملكـرد دانـه در شـرايط تـنش شـديد در رقـم بيـونيج به‌دست آمد و اين ميزان حدود شش‌برابر عملكرد رقم هاشم در اين شرايط بود (جدول3). اين نتايج با نتايج حاصل از آزمايشات محققـان ديگـر (Ortega *et al*., 1996; Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006) مطابقـت داشت. مصرف كود نيتروژنه در شرايط بدون تنش، عملكرد سـه رقم بيونيج، هاشم و ILC482 را به‌طور معنـي‌داري نسـبت بـه تيمار عدم مصرف كود نيتروژنه افزايش داد؛ به‌طوري‌كـه در هـر كدام از سه رقم يادشده، مصرف كود نيتروژنه، عملكـرد دانـه را حدود600كيلوگرم در هكتار افزايش داد ولي رقم آزاد به مصرف كود نيتروژنه، واكنش منفي نشان داد؛ به‌طوري‌كه مصرف كـود نيتروژنــه باعــث كــاهش عملكــرد ايــن رقــم بــه‌ميــزان حـدود600كيلـوگرم در هكتـار شـد. رقـم بيـونيج بـا ميـزان 2730كيلوگرم در هكتار داراي بيشترين ميزان عملكرد دانـه در هكتار در شـرايط مصـرف كـود نيتروژنـه بـود. در تيمـار تـنش متوسط در همه ارقام، بيشترين ميزان عملكرد دانـه در شـرايط مصرف كود نيتروژنه حاصل شد. در شرايط عـدم مصـرف كـود نيتروژنه، رقم آزاد با 2583كيلوگرم در هكتـار داراي بيشـترين ميزان عملكرد در تيمار بدون تنش بود. افزايش عملكرد همـراه با مصرف كود نيتروژنه، به افزايش رشـد گيـاه و افـزايش توليـد مادة خشك در شرايط عدم وجود تـنش نسـبت داده مـي‌شـود (Plancqaert *et al*., 1995; Dahiya *et al*., 1993). در شرايط عدم وجود تنش خشكي، كـود نيتروژنـه باعـث افـزايش

رشد سبزينه‌اي سه رقم بيـونيج، هاشـم و ILC482 شـد و بـا توجـه بـه پتانسـيل بيشـتر ايـن ارقـام بـراي افـزايش توليـد مادةخشك، ديده مي‌شود كه عملكرد دانة آنهـا در ايـن شـرايط افزايش يافته است.

جدول1- تجزيه واريانس (ميانگين مربعات) مراحل فنولوژي و خصوصيات مورفولوژيك ارقام نخود تحت شرايط تنش خشكي و كود نيتروژنه

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for phenology and morphological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

منابع تغييرات	S.O.V	درجه آزادي df	ميانگين مربعات (MS) روزتا 50درصد گل‌دهي Day to flowering	روزتا 50درصد غلاف‌دهي Day to podding	روز تا رسيدگي Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعي در بوته Branch per plant	فاصله اولين غلاف از زمين First pod distance	عملكرد ماده خشك Biomass yield	عملكرد دانه Grain yield
تكرار	Replication	2	5.5	77.5	30.1	21.14	12.9	0.7	418114.1	938519.3
تنش خشكي	Drought stress (A)	2	504**	600**	954**	872.9**	30.6**	68**	38766584**	25713402.7**
خطاي a	Error a (Ea)	4	6.7	10.4	15	9.9	9.35	2.56	62798.3	970269.4
كود نيتروژنه	N fertilizer (B)	1	15.1^{ns}	0.01^{ns}	29^{ns}	3.5^{ns}	8.22^{ns}	7.77^{ns}	369871.3^{ns}	816011.1^{ns}
رقم	Cultivar(C)	3	567**	956**	2108**	522**	13.2*	1046.2**	1504421^{ns}	4155662.9**
تنش×كود	A×B	2	8.3^{ns}	94.8**	32^{ns}	1.94^{ns}	0.12^{ns}	0.51^{ns}	1203572^{ns}	279752.7^{ns}
رقم×كود	B×C	3	31.9*	104**	376**	7.46^{ns}	2.36^{ns}	0.87^{ns}	460928^{ns}	200018.5^{ns}
تنش×رقم	A×C	6	29.6*	20^{ns}	70**	13.7^{ns}	8.4*	27.05**	605401.1^{ns}	936594.4^{ns}
تنش×كود×رقم	A×B×C	6	1.73^{ns}	35*	101**	12.9^{ns}	0.98^{ns}	3.91^{ns}	450704.7^{ns}	2826761.1**
خطاي b	Error b (Eb)	42	11	14.78	12.8	369	31.2	3.08	23061040	181122.41
ضريب تغييرات	%CV		6.2	5.9	3.8	10.6	29.2	10	25.8	25.8

ns: غيرمعني‌دار، *: معني‌دار در سطح 5درصد، **: معني‌دار در سطح 1درصد

ns :Non-significant; * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول2- مقايسه ميانگين مراحل فنولوژي و خصوصيات مورفولوژيك در ارقام نخود تحت شرايط تنش خشكي و كود نيتروژنه

Table 2. Mean comparisons for phenology and morphological traits in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

تيمارها	Traits	روزتا 50درصد گل‌دهي Day to flowering	روزتا 50درصد غلاف‌دهي Day to podding	روز تا رسيدگي Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه فرعي در بوته Branch per plant	فاصله اولين غلاف از زمين First pod distance	عملكرد ماده خشك Biomass yield	عملكرد دانه Grain yield
تنش خشكي Drought stress:									
بدون تنش	No stress (S0)	58^{a}	70^{a}	99^{a}	36.5^{a}	7.66^{a}	19.4^{a}	4277^{a}	2229.6^{a}
تنش متوسط	Moderate stress (S1)	52^{b}	60^{b}	92^{b}	28.3^{b}	5.8^{b}	16.7^{b}	2654.8^{b}	1196.3^{b}
تنش شديد	Severe stress (S2)	49^{c}	62^{b}	86^{c}	24.8^{c}	5.56^{b}	16.2^{b}	1771.2^{c}	815^{b}
LSD		2.08	2.58	3.17	2.53	2.45	1.84	200.8	558.2
كودنيتروژن N fertilizer:									
بدون مصرف	No fertilizer (N0)	52	64.3	92	30.1	6.71	17.8	2972.7	1388.8^{a}
با مصرف	Used fertilizer (N1)	53	64.33	93	29.6	6.03	17.16	28.29	1438.3^{b}
LSD		1.57		1.7	1.52	2.45	0.83	390.5	120.6
ارقام Cultivars:									
آزاد	Azad	54^{b}	64^{b}	87^{b}	28.4^{b}	6.09^{ab}	16.9^{b}	2777^{ab}	1518.3^{a}
بيونيج	Bivanij	46^{d}	59^{c}	85^{b}	26.7^{b}	7.11^{a}	11.2^{d}	2947^{ab}	1675.5^{a}
هاشم	Hashem	60^{a}	74^{a}	108^{a}	37.8^{a}	5.33^{b}	28.3^{a}	3279.2^{a}	914.4^{b}
ILC482	ILC482	51^{c}	58^{c}	88^{b}	27.5^{b}	6.96^{a}	13.4^{c}	2600.6^{b}	1546.1^{a}
LSD		2.23	2.58	2.4	2.15	1.25	1.18	552.3	170.5

در هر ستون، مقادير فاقد يك حرف مشترك، داراي تفاوت معني‌دار آماري در سطح پنج‌درصد بر اساس آزمونLSD مي‌باشند.

In each column, amounts without one common letter are significantly different ($p<0.05$) based on LSD test.

جدول 3- مقايسه ميانگين اثرات متقابل تنش×كود×رقم براي عملكرد دانه (كيلوگرم در هكتار) ارقام نخود تحت شرايط تنش خشكي و كود نيتروژن

Table 3. Mean comparisons for interaction between stress, nitrogen, cultivar for seed yield (kg/ha) in chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

		Control بدون تنش		Moderate stress تنش متوسط		Severe stress تنش شديد	
ارقام	Cultivars	عدم مصرف كود No fertilizer	مصرف كود Application of fertilizer	عدم مصرف كود No fertilizer	مصرف كود Application of fertilizer	عدم مصرف كود No fertilizer	مصرف كود Application of fertilizer
آزاد	Azad	2583[a]	2000[abcd]	1130[def]	1356[bcdef]	923[efg]	1116[def]
بيونيج	Bivanij	2106[abc]	2730[a]	1343[bcdef]	1696[bcde]	1143[def]	1033[ef]
هاشم	Hashem	1580[bcdef]	2196[ab]	670[fg]	733[fg]	156[g]	150[g]
ILC482	ILC482	2076[abc]	2563[a]	1280[cdef]	1360[bcdef]	1066[ef]	930[efg]

در هر ستون، مقادير فاقد يك حرف مشترك، داراي تفاوت معني‌دار آماري در سطح پنج‌درصد بر اساس آزمونLSD مي‌باشند.

In each column, amounts without one common letter are significantly different (p<0.05) based on LSD test.

همبستگي صفات فنولوژيك و مورفولوژيك با عملكرد دانه

جدول 4 نشان مي‌دهد كه همبستگي بين عملكرد دانـه و ماده خشك مثبت و معني‌دار بود. اين موضوع نشان مي‌دهد كه در جريان افزايش عملكـرد دانـه، عملكـرد مـاده خشـك تـأثير به‌سزايي داشته است. در شرايط بدون تنش، افـزايش فتوسـنتز درگياه، منجر به افزايش توليد ماده خشك شد كه به‌دنبـال آن، عملكرد دانه نيز افزايش مي‌يابد كـه نشـان دهنـدة همبسـتگي مثبت اين دو مي‌باشـد (Plancqaert *et al*., 1990; Singh, 1995; Salam *et al*., 2006). تعـداد روز تـا گلـدهي، غلاف‌دهي و رسيدگي نيز با عملكرد مـادة خشـك و در نتيجـه عملكرد دانه همبستگي مثبت و معني‌دار داشت؛ يعني افـزايش تعداد روز تا گلدهي، غلاف‌دهي و رسيدگي نشان‌دهندة شـرايط مطلوب براي رشد گياه بود و گياه بدون برخورد با عوامل تنش‌زا و فراهمـي مـواد غـذايي رشـد كـرده و بـه‌دنبـال آن عملكـرد مادةخشك و دانه نيز افزايش يافته است. پس مـي‌تـوان نتيجـه گرفت كه تأثيرات مثبت خصوصـيات فنولوژيـك مـي‌توانـد بـر عملكرد دانه اثر مثبت داشته باشد. افزايش ارتفاع نيز با افزايش رشد گياه و عدم وجود تنش همراه است كه به‌دنبال آن، فاصـلة اولين غلاف از سطح خـاك نيـز افـزايش يافتـه و نشـان‌دهنـدة همبستگي مثبت آنها مـي‌باشـد كـه در ايـن شـرايط، عملكـرد مادةخشك و دانه نيز افزايش يافته است. افزايش ارتفاع و تعداد شاخه در بوته با افزايش عملكرد ماده خشك همراه مي‌باشد كه اين اتفاق نيز جـز در شـرايط بـدون تـنش، رخ نمـي‌دهـد و در شرايط تنش شديد هر دوي آنها كاهش مي‌يابند. اين نتـايج بـا نتايج حاصل از تحقيقات ديگـر (El-Gizawy & Mehasen, 2004) مطابق بود.

جدول4- همبستگي بين صفات فنولوژيك و مورفولوژيك ارقام نخود تحت شرايط تنش خشكي و كود نيتروژنه

Table 4. Correlation between phenological and morphological parameters of chickpea cultivars under drought stress and nitrogen fertilizer

		Day to flowering	Day to podding	Day to maturity	Plant height	Branch per plant	First pod distance	Biomass yield	Grain yield
روزتا 50درصدگل‌دهي	Day to flowering	1							
روزتا 50درصدغلاف‌دهي	Day to podding	0.89**	1						
روز تا رسيدگي	Day to maturity	0.89**	0.89**	1					
ارتفاع بوته	Plant height	0.91**	0.90**	0.94**	1				
تعداد شاخه فرعي در بوته	Branch per plant	-0.14 ns	-0.18 ns	-0.19 ns	0.07 ns	1			
فاصله اولين غلاف از زمين	First pod distance	0.88**	0.91**	0.92**	0.82**	-0.46 ns	1		
عملكرد ماده خشك	Biomass yield	0.65*	0.77*	0.82**	*0.65	*0.69	0.79**	1	
عملكرد دانه	Grain yield	0.88**	0.89**	0.92**	0.79*	**0.56	0.77*	0.96**	1

ns: غير معني‌دار، *: معني‌دار در سطح 5 درصد، **: معني‌دار در سطح 1 درصد

ns :Non-significant , * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتيجه‌گيري

در نتيجة اين تحقيق مشخص شد كه هر چه تنش خشكي شديدتري به گياه نخود وارد شد، مراحل نموي خود را با سرعت بيشتري طي كرده به‌طوري‌كه از تعداد روز تا گلدهي و غلاف‌دهي كاسته شد و گياه در مدت زمان كمتري رسيدگي خود را كامل نمود. همچنين تنش خشكي با اثر منفي بر فتوسنتز گياه باعث كاهش ارتفاع گياه، تعداد شاخه فرعي در بوته، فاصله اولين غلاف از سطح خاك و تجمع ماده خشك در گياه گشت. مصرف كود نيتروژن در شرايط بدون تنش سبب طولاني‌شدن طول دورة رشد گياه شده و مصرف آن در اين شرايط با توجه به مصرف آب براي عملكرد دانه مثبت ارزيابي شده و در شرايط تنش شديد تا اندازه‌اي تأثير منفي گذاشته است. با توجه به سازگاري رقم بيونيج به شرايط منطقه و همچنين سرعت رشد بالاي اين رقم و با توجه به اين‌كه در كمترين زمان ممكن، بيشترين ميزان ماده خشك در اين رقم تجمع يافت، در هر دوشرايط آبي و ديم داراي بالاترين ميزان عملكرد دانه بود و نشان مي‌دهد كه اين رقم پتانسيل بالايي براي افزايش عملكرد در اين شرايط را داشته و قادر است شرايط نامساعد را به خوبي تحمل كرده و عملكرد قابل‌قبولي در اين شرايط داشته باشد. همچنين با توجه به طولاني‌بودن طول دورة رويش رقم هاشم، اين رقم در شرايط ديم و به‌صورت كاشت بهاره، عملكرد اقتصادي توليد نكرد، زيرا مرحلة زايشي اين گياه با زمان كم‌آبي منطقه منطبق شده و در مرحلة بحراني پرشدن دانه‌هاي آن، با كمبود آب مواجه شده است. لذا بايستي يا در پاييز كشت شود يا در بهار به‌صورت آبي كشت شود تا عملكرد قابل‌قبولي توليد نمايد.

منابع

1. Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? Annual Botany 89: 925-940.
2. Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects on germination, emergence, and seed yield of chickpea. Agronomy Journal 80: 909-914.
3. Buddenhagen, I.W., and Richards R.A. 1988. Breeding cool-season food legumes for improved performance in stress environments. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool-Season Food Legumes. Kluwer, Dordrecht. The Netherlands.
4. Dahiya, S., Singh, M., and Singh, R.B. 1993. Economics and water use efficiency of chickpea as effected by genotypes, irrigation and fertilizer application. Crop Research-Hisar 6: 532-534.
5. El-Gizawy, N., and Mehasen, S.A.S. 2004. Yield and seed quality responses of chickpea to inoculation with phosphorein, phosphourus fertilizer and spraying with iron. The 4th Scientific Conference of Agricultural Sciences, Assiut., p. 1-12.
6. Goldani, M., and Rezvani, P. 2007. The effects of different irrigation regimes and planting dates on phenology and growth indices of three chickpea cultivars in Mashhad. Journal of Agricultural Science 14:12 pages. (In Persian with English Summary).
7. Gupta, A.K., Singh, J., Kaur, N., and Singh, R. 1993. Effect of polyethylene glycol-induced water stress on uptake interconversion and transport of sugars in chickpea seedlings. Plant Physiology & Biotechnology 31: 743-747.
8. Jongdee, B., Fukai, S., and Cooper, M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. Field Crops Res. 76: 153-163.
9. Keating, J.D.H., and Cooper, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as winter sown crop in Northen Syria: Moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science Camb. 100: 667-680.
10. Latiri-Soki, K., Noitclitt, S., and Lawlor, D.W. 1998. Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiency for durum wheat under semi-arid conditions. European Journal of Agronomy 9: 21-34.
11. Muchow, R.C. 1985. Phenology, seed yield and water use of grain legumes growth under different soil water regimes in a semi-arid tropical environment. Field Crops Research 11: 81-97.
12. Ortega, P., Jose, F., Grageda, G., and Morales, G. 1996. Effect of sowing dates, irrigation, plant densities, and genotypes on chickpea in Sonora, Mexico. Inter. Chickpea and Pigeon pea Newsletter 3: 24-26.
13. Palled, Y.B., Chandrashekharaiah, A.M., and Radder, G.D. 1985. Response of Bengal gram to moisture stress. Indian Journal of Agronomy 30: 104-106.
14. Plancqaert, Ph., Braun, Ph., and Werry, J. 1990. Agronomic studies on chickpea (*Cicer arietinum* L.). Options Mediterraneans-Sevie Seminaries. NO. 9: 87-92.
15. Read, D.W.L., Wander, F.G., and Cameron, D.R. 1982. Factors affecting fertilizer nitrogen response of wheat in southwestern Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 62: 577-588.

16. Rezvani, M.P., and Sadeghi, S.R. 2007. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar ILC3279). Journal of Agricultural Research of Iran 6: 314-325. (In Persian with English Summary).
17. Salam, M.A., Ahmed, S., Shahjahan, M., Islam, M.S., and Hossain, M.F. 2006. Response of chickpea varieties to different levels of irrigation in High Barind Tract. International Journal of Sustainable Agriculture and Technology 2: 32-39.
18. Samin, M., Sepahri, A., Ahmadvand, G., and Sabaghpoor, S.H. 2006. Effect of irrigation on growth and yield of four cultivars chickpea in grain filling and podding stages. Journal of Agriculture Research 7: 1-15. (In Persian with English Summary).
19. Saxena, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. In: *Aschochyta Blight* and Winter Sowing of Chickpeas. p: 123-139.
20. Shobiri, S., Golozani, G.K., Golchin, A., and Saba, J. 2007. Effect of water deficit on growth and grain yield of three cultivars of chickpea in Zanjan. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 14: 12 pages. (In Persian with English Summary).
21. Sinaki, J.M., Heravan, E.M., Rad, A.H.S., Noormohammadi, Gh., and Ghasem, Z.G.h. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science 2: 417-422.
22. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1999. Chickpeas (The Tropical Agriculturalist). Macmillan Education LTD, London and Bisingtone.
23. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agronomy Journal 89: 112-118.
24. Singh, S.P. 1995. Selection for water stress tolerance in interracial populations of common bean. Crop Science 35: 118-128.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 59-68

Investigation of phenological and morphological characteristics and correlation them with yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress and N fertilizer in Kermanshah province

Shaban[1] , M., Mansourifar[2], C., Ghobadi[2], M. and Sabaghpoor[3], S.H.

1. PhD Student in Seed Science and Technology, Gorgan Agricultural Science and Natural Resources University and Contribution of Young Researchers Club, Boroujerd Branch, Islamic Azad University, Boroujerd, Iran
2. Department of Crop Production and Plant Breeding, School of Agriculture, Razi University, Kermanshah
3. Contribution from Agriculture and Natural Resources Research Center of Hamedan

Received: 23 May 2011
Accepted: 5 December 2011

Abstract

This study was performed in order to evaluate the effects of drought stress and nitrogen fertilizer on phenology, morphology and yield of four cultivars of chickpea. This experiment was performed in a split-factorial using randomized complete block design with three replications. Drought stress treatment stood in main plots (in three levels) consisting of no drought stress (control), moderate drought stress (irrigation at planting and early flowering) and severe drought stress (no irrigation). Combination of nitrogen fertilizer (in two levels 0kg N/ha and 25kg N/ha) and cultivar treatment (four cultivars Azad, Bivanij, Hashem and ILC482) stood in sub plots. Results showed that drought stress had significant effect on phenology and morphological traits, biomass yield and grain yield. Increase of drought stress lead to reduce of growth period, plant height, biomass yield and grain yield. Among cultivar treatments, Bivanij had shorter phenological stages time as complete ripening and prepared of harvesting in 82 day in high water stress and had a highest biomass and grain yield. Hashem cultivar had a maximum growth length. Also, Nitrogen fertilizer had a positive effect on grain yield in non stress condition.

Key words: Chickpea, Maturity, Yield

*** Corresponding Author:** shaban.morad@yahoo.com

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 69-80

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 80-69، نيمة اول 1392

ارزيابي تحمل به سرما در كشت پاييزة نخود زراعي (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از صفات فنولوژيك و مورفولوژيك در منطقة كردستان

حيدر نادري[1*]، مجيد شكرپور[2]، علي اصغري[2]، همايون كانوني[3] و عزت‌ا... اسفندياري[4]

1- دانشجوي كارشناسي ارشد اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبيلي، اردبيل
2- استاديارن گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبيلي، اردبيل
3- عضو هيئت علمي مركز تحقيقات كشاورزي و منابع‌طبيعي كردستان، سنندج، صندوق پستي: 714
4- عضو هيئت علمي گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه، مراغه

تاريخ دريافت: 1391/02/19
تاريخ پذيرش: 1391/08/24

چكيده

كشت پاييزة نخود در مقايسه با كشت بهارة آن، عملكرد بيشتري توليد مي‌نمايد؛ اما حساسيت محصول به سرما مانع از انجام اين كار مي‌شود. به‌منظور بررسي و شناسايي ارقام پرمحصول و متحمل به سرما براي كشت پاييزه، 65لاين نخود زراعي (*Cicer arietinum* L.) به‌همراه رقم حساس به سرما ILC533 در سال زراعي 89-1388 در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با دو تكرار در ايستگاه سارال مركز تحقيقات كشاورزي سنندج مورد ارزيابي قرار گرفتند. تحمل به سرما با استفاده از درصد بقاءء و درجة تحمل به سرما مورد ارزيابي قرار گرفت. نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه بين ارقام از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن100دانه، عملكرد و درجة تحمل به سرما اختلاف معني‌دار وجود داشت. همبستگي عملكرد دانه با درصد بقاء، مثبت و معني‌دار و با درجة تحمل به سرما، منفي و معني‌دار بود. تجزية خوشه‌اي، ارقام مورد مطالعه را در سه گروه حساس و نيمه‌متحمل، متحمل و كاملاًمتحمل متمايز كرد. در اين پژوهش، 14لاين با داشتن درجة تحمل سرماي 3 و كمتر از 3، درصد بقاي 85 تا90درصد و عملكرد دانه بيش از 141گرم در مترمربع، به‌عنوان لاين‌هاي برتر شناخته شدند.

واژه‌هاي كليدي: تحمل به سرما، درصد بقاء، كشت پاييزه، نخود

مقدمه

نخود در دنيا پس از لوبيا (*Phaseolus vulgaris* L.) و نخودفرنگي (*Pisum sativum* L.) رتبة سوم و در جنوب آسيا رتبه اول را در بين حبوبات داراست (Gaur *et al*., 2010). نخود به‌طور عمده در بهار كشت شده و از رطوبت ذخيره‌شده در خاك استفاده مي‌كند (Malhotra & Saxena, 2002). نخود يكي از مهم‌ترين گياهان خانواده بقولات است كه سرشار از پروتئين و نشاسته بوده و درجيرة غذايي از اهميت زيادي برخوردار است (Kochaki & Banayan-Aval, 2002). برطرف‌كردن نقص پروتئيني غلات از طريق افزودن پروتئين حبوبات، يكي از بهترين راه‌حل‌هاي رفع كمبود پروتئين و كالري در كشورهاي درحال‌توسعه است. مقدار پروتئين نخود در مقايسه با ساير بقولات، ارزش بيولوژيك بالاتري (52 تا 78درصد) دارد و از پروتئين ساير بقولات مرغوب‌تر است (Samdaliri *et al*., 2010). ايران پس از كشورهاي هند، تركيه و پاكستان، چهارمين كشور توليدكنندة نخود در دنيا است (Gaure *et al*., 2010; Upadhyaya *et al*., 2007). دامنة عملكرد نخود از 0/35تُن در هكتار در ايران تا 1/60تُن در هكتار در مكزيك گزارش شده است (Upadhyaya *et al*., 2007).

مجموع سطح زيركشت، توليد و عملكرد نخود در ايران به‌ترتيب 735هزارهكتار، 288هزارتُن و390كيلوگرم در هكتار است (Kanouni *et al*., 2011). در مناطق ديم و به‌خصوص در نيمة غربي ايران، نخود به‌دليل قرارگرفتن در تناوب با گندم و جو ديم، نقش بسيارمهمي در حفظ و بقاي كشاورزي اين مناطق ايفا مي‌كند (Jalilian *et al*., 2005). در مناطق مديترانه‌اي، كشت زمستانة نخود نسبت به كشت بهارة آن، 60 تا 70درصد عملكرد بيشتري توليد مي‌كند (Singh, 1991). در مناطق مديترانه‌اي، عملكرد نخود با تغيير تاريخ كاشت از بهار به زمستان افزايش مي‌يابد. اما اين امر به‌دليل حساسيت ارقام به دماهاي پايين و بيماري‌هاي قارچي

* **نويسنده مسئول:** سنندج، خيابان بروجردي، خيابان چيمن، شمارة25، كدپستي: 6619938381، همراه: 09352782587، haidarnaderi@gmail.com

(*Ascochyta blight*) محدود شده است (Kanouni *et al.*, 2011; Millan *et al.*, 2006). اغلب برنامه‌هاي اصلاحي با تنوع ژنتيكي كم در خزانة ژني نخود و تعدادي از تنش‌هاي غيرزيستي مانند دماي پايين در هنگام گلدهي و غلاف‌دهي مواجه هستند كه باعث ناپايداري عملكرد در بسياري از مناطق رايج توليدكنندة نخود (اغلب در عرض‌هاي جغرافيايي 20 و40درجه) مي‌شوند (Clarke & Siddique, 2004). لگوم‌ها، شامل نخودفرنگي، لوبيا، عدس و نخود به‌ويژه در زمان گلدهي، اوايل شكل‌گيري غلاف و مراحل پرشدن دانه، بسيار حساس به سرما و يخ‌زدگي هستند (Maqbool *et al.*, 2010). يكي از عوامل بازدارندة كشت پاييزة نخود در مناطق سردسير كشور، صدمات ناشي از سرما و يخبندان مي‌باشد (Farayedi, 2007). از آنجايي‌كه مقاومت به سرما در شرايط مزرعه از مرحلة جوانه‌زني تا گلدهي كاهش مي‌يابد، تعيين مرحلة فنولوژيك در تعيين پاسخ محصول به سرما بسيار مهم است (Wery, 1999). در ايكاردا،4500رقم نخود براي تحمل به سرما ارزيابي شد و فقط 15رقم به‌عنوان ارقام متحمل شناخته شدند (Singh, 1991). در يك بررسي ديگر، اثرات كشت پاييزه و بهاره بر روي عملكرد، در 21رقم نخود با بررسي اجزاي عملكرد در آزمايش‌هاي مزرعه‌اي در دو سال در جنوب‌شرقي تركيه انجام شد. دورة رويشي طولاني‌تر نخودهاي كشت‌شده در پاييز، اثرات مثبتي بر شاخص‌هاي مربوط به عملكرد مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن100دانه داشتند. ميانگين كشت پاييزه، 102درصد نسبت به كشت بهاره عملكرد بيشتري توليد كرد (Ozdemir & Karadavot, 2003). به‌منظور اثر تنش موقت سرما در مراحل مختلف فنولوژيك بر ويژگي‌هاي رويشي و زايشي، پنج اكوتيپ نخود سياه در مراحل مختلف رشد تحت تنش سرما قرار گرفتند. تنش سرما باعث كاهش ارتفاع و افزايش تعداد شاخه در گياه گرديد. همچنين تنش در مراحل رشد زايشي نخود (ابتداي گلدهي و آغاز غلاف‌بندي) اثرات منفي شديدتري روي عملكرد دانه و اجزاي عملكرد نسبت به مرحلة ابتدايي رشد داشت (Chaichi & Malekifarahani, 2007). با بررسي تحمل به سرما در نخود مشخص شده است كه اين صفت حداقل توسط پنج‌جفت ژن با اثرات افزايشي و غيرافزايشي كنترل مي‌شود و تحمل به سرما بر حساسيت به سرما غالبيت دارد (Malhotra & Singh, 1991). در مركز بين‌المللي تحقيقات كشاورزي در مناطق خشك (ايكاردا) طي 10سال و در سه مكان با استفاده از لاين‌هاي اصلاحي معمولي بين كشت بهاره و زمستانه، مقايسه‌اي انجام شد. در اين بررسي، عملكرد متوسط آزمايش‌هاي كشت بهاره، 1000كيلوگرم در هكتار و در مقايسه با ميانگين عملكرد آزمايش‌هاي زمستانه با 70درصد افزايش برابر با 1700كيلوگرم در هكتار بود. عملكرد بسياري از لاين‌ها در كشت زمستانه بيش از چهارتُن در هكتار بود. لاين‌هاي برتر اين آزمايش براي كشورهاي منطقه مديترانه ارسال و برتري مشابهي در كشت زمستانه بر كشت بهاره به‌دست آمد (Singh & Saxena, 1999). در زمين‌هاي مرتفع ديم ايران با بررسي 41ژنوتيپ نخود زراعي، 16ژنوتيپ با درجة تحمل به سرماي 3 و كمتر از 3 به‌عنوان ژنوتيپ‌هاي متحمل به سرما گزينش و براي ارزيابي‌هاي بعدي معرفي شدند. همچنين با بررسي شجرة اين ژنوتيپ‌ها اعلام شد كه اغلب ژنوتيپ‌هاي انتخاب شده به‌عنوان متحمل به سرما مانند FLIP93-260C، FLIP95-255C و SEL95TH1716 هيبريدهاي حاصل از دورگ‌گيري گونة وحشي *C. reticulatum* (ILC182) با ارقام اصلاح‌شده هستند (Kanouni *et al.*, 2009). از مزاياي ديگر كشت زمستانة نخود، مي‌توان به امكان برداشت مكانيزة محصولات به‌دليل ارتفاع زياد بوته در كشت زمستانه نسبت به كشت بهاره، ميزان پروتئين بالا، گريز از خشكي، فرار از خسارت آفات و پايداري توليد اشاره كرد (Fraiedi, 2007).

در بررسي تحمل به سرما و مقاومت به يخ‌زدگي 152ژنوتيپ نخود در مزرعه و در شرايط آب و هوايي مشهد، تنوع قابل‌ملاحظه‌اي از نظر خصوصيات فنولوژيك و مورفولوژيك (تعداد روز از كاشت تا سبز شدن، گلدهي و رسيدگي، ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته) مشاهده و اعلام شد كه درصد بقاء (تعداد بوته‌هاي باقي‌مانده) در62درصد از ارقام مورد بررسي، بيش از50درصد بود و حدود60درصد از آنها عملكرد دانه بيش از150 تا 442گرم در متر مربع توليد كردند (Najibnia *et al.*, 2005). در يك بررسي در شرايط كشت پاييزه و آبياري تكميلي،10رقم نخود مورد بررسي قرار گرفتند. تفاوت ميان ارقام متحمل به سرما از نظر طول دورة رويشي، تعداد و طول شاخه‌ها در بوته، اجزاي عملكرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن100دانه) و همچنين عملكرد دانه و عملكرد بيولوژيك، معني‌دار بود. رقمMCC291 با 231گرم در مترمربع بالاترين عملكرد دانه را داشت (Nezami *et al.*, 2010). در آزمايشي ديگر،32رقم متحمل و يك رقم حساس به سرما در چهار تاريخ، كشت شدند. اثر تاريخ كاشت و ژنوتيپ بر تعداد غلاف در بوته، وزن100دانه، عملكرد دانه و شاخص برداشت، معني‌دار بود. كاشت پاييزة ارقام نخود سبب بهبود صفات مذكور نسبت به كاشت بهاره آنها شد (Nezami & Bagheri, 2005). در بررسي مقاومت به سرما در عدس، 39لاين طي دو سال زراعي در شرايط آب و هوايي مشهد مورد ارزيابي قرار گرفتند. نتايج نشان داد كه بين

عملكرد دانه با درصد مقاومت به سرما همبستگي مثبت و معني‌دار (r= 0/20) و بين درصد مقاومت به سرما و دورة كاشت تا رسيدگي، همبستگي منفي (r= -0/37) وجود داشت (Yazdisamadi *et al*., 2003). تحمل به سرماي530نمونه نخود در دو سال زراعي در يك آزمايش مزرعه‌اي در مشهد با هدف شناسايي منابع متحمل به شرايط سخت زمستان در مناطق مرتفع، مورد بررسي قرار گرفت. نتايج نشان داد كه 64نمونه در هر دو سال از نظر بقاء پس از زمستان، بسيارمتحمل به سرما بودند. همچنين بر اساس شاخص درصد بقاء،30نمونه انتخاب شدند (Nezami & Bagheri, 2001). با توجه به افزايش چشمگير عملكرد نخود در كشت پاييزه و حساس‌بودن اين محصول به سرما، هدف از اين پژوهش، ارزيابي و شناسايي لاين‌ها، جهت تحمل به سرما با بيشترين عملكرد در واحد سطح و استفاده از اين لاين‌ها در برنامه‌هاي اصلاحي درنظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

اين پژوهش در سال زراعي 89-1388 در ايستگاه تحقيقات كشاورزي سارال كردستان اجرا گرديد. ايستگاه مذكور در70كيلومتري شمال سنندج، در طول شرقي 47درجه و 7دقيقه و40ثانيه، عرض شرقي 35درجه و40دقيقه و 12ثانيه و 2120متر ارتفاع از سطح دريا قرار دارد. در اين منطقه، ميانگين بلندمدت بارندگي ساليانه 445/5ميلي‌متر است. در اين بررسي به‌منظور مطالعة تحمل به سرما و انتخاب ارقام پرمحصول و مقاوم به سرما، 65لاين نخود همراه با يك شاهد حساس به سرما با نام ILC533 از سري مواد ارسالي از مركز بين‌المللي تحقيقات كشاورزي در مناطق خشك (ICARDA) با عنوان خزانة بين‌المللي نخود متحمل به سرما (Chickpea International Cold Tolerance Nursery: CICTN)، بر اساس طرح آماري بلوك‌هاي كامل تصادفي در دو تكرار كشت و مورد ارزيابي قرار گرفت. عمليات تهيه زمين، شامل شخم و ديسك در اوايل شهريورماه انجام گرفت. بذرها قبل از كاشت توسط قارچ‌كش تيوبندازول و حشره‌كش آكتليك‌اسيد ضدعفوني و در نيمة دوم مهرماه با دست كشت شدند. هركرت آزمايشي شامل يك خط يك‌متري بود و بذرها با فاصلة10سانتي‌متر روي هر خط به‌صورت دستي در عمق 4 تا 5سانتي‌متري خاك كاشته شدند. فاصلة بين رديف‌هاي كاشت، 30سانتي‌متر بود. پس از كشت و قبل از شرايط سخت زمستان، تعداد بذرهاي سبزشده ثبت گرديد. به‌منظور ارزيابي تحمل به سرما در لاين‌ها، مطابق با روش مقياس‌بندي عددي 1 تا 9، بر اساس مشاهدة خسارت به برگ‌ها و شاخه‌ها در بوته و درصد بوته‌هاي نابودشده در مزرعه به شرح زير نمره‌دهي شد:

1- كاملاً متحمل: بدون علايم خسارت سرمازدگي و همة بوته‌ها سالم.

3- متحمل: پژمرده‌شدن و خشكيدگي ناشي از سرمازدگي 11تا20درصد، از بين‌نرفتن هيچ‌كدام از بوته‌ها.

5- حد واسط: پژمرده‌شدن و خشكيدگي ناشي از سرمازدگي 41 تا 60درصد، از بين رفتن حدود پنج‌درصد از بوته‌ها.

7- حساس: پژمرده‌شدن و خشكيدگي ناشي از سرمازدگي 81 تا 99درصد، از بين رفتن حدود 26 تا50درصد از بوته‌ها.

9- از بين رفتن100درصد بوته‌ها.

لازم به ذكر است كه اعداد 2، 4، 6 و 8 نيز حد واسط اعداد بالا مي‌باشند (Malhotra & Saxena, 1993).

براي صفت درصد بقاء از روش مقياس‌بندي بر اساس درصد بوته‌هاي باقي‌مانده پس از يخبندان زمستانه و بهاره استفاده شد. بر اين اساس، تحمل به سرما در ارقام با ارزيابي قدرت زنده‌ماني بوته‌ها پس از گذراندن سرماي زمستانه و بهاره با شمارش تعداد بوته‌هاي سالم (پس از جوانه‌زني و قبل از وقوع سرماي زمستانه) و از بين رفته (پس از سپري‌شدن يخبندان بهاره) بررسي شد. از تفاضل بوته‌هاي جوانه‌زده و بوته‌هاي از بين رفته بر اثر سرما، ميزان تحمل سرما بر اساس تعداد بوته‌هاي باقي‌مانده به‌صورت زير تعيين شد:

خيلي مقاوم به سرما: 96 تا 100درصد بوته‌ها، باقي مانده؛ مقاوم به سرما: 91 تا 95درصد بوته‌ها باقي مانده؛ متحمل به سرما: 71 تا90درصد بوته‌ها باقي مانده؛ حساس به سرما: 50 تا 70درصد بوته‌ها باقي مانده؛ و كاملاً حساس به سرما: 100درصد بوته‌ها از بين رفته باشند (Erskine *et al*., 1981).

در طول دوران رشد و نمو، علاوه بر مراقبت‌هاي معمول زراعي نظير وجين علف‌هاي‌هرز، از برخي صفات زراعي نظير تعداد روز از كاشت تا گل‌دهي، تعداد روز از كاشت تا غلاف‌دهي، تعداد روز از كاشت تا رسيدگي، ارتفاع بوته، عملكرد و وزن100دانه، يادداشت‌برداري به‌عمل آمد. تجزيه‌هاي آماري با استفاده از نرم‌افزار SPSS v.19 و مقايسات ميانگين با استفاده ازروش LSD انجام شد.

نتايج و بحث

مجموع ميزان بارندگي در سال 89-1388، 414ميلي‌متر و بيشترين ميزان آن در آبان‌ماه (124/2ميلي‌متر) بود. اين امر، مطلوب‌بودن ميزان بارندگي براي سبزشدن بذرها را نشان مي‌دهد. همچنين، كمترين ميزان دما در ماه‌هاي آبان، آذر،

دي، بهمن ، اسفند و فروردين، به‌ترتيب با 4-، 7/4-، 5-، 16-، 7/8- و 4/6- درجه سانتي‌گراد بود. لازم به ذكر است كه لاين‌هاي مورد مطالعه در دماي 16-درجه سانتي‌گراد اغلب در پوشش برف قرار داشتند. همچنين، بيشترين تعداد روزهاي يخبندان در ماه‌هاي آبان، آذر، دي، بهمن، اسفند و فروردين به‌ترتيب با 10، 30، 24، 27، 10 و 8 روز مشاهده شد (جدول1).

نتايج تجزيه واريانس صفات مورد بررسي نشان داد كه بين لاين‌ها از نظر صفات درصد بقاء، درجة تحمل سرما، تعداد روز تا غلاف‌دهي، ارتفاع بوته، وزن100دانه و عملكرد، اختلاف معني‌دار وجود داشت (جدول2). در يك بررسي روي40لاين نخود و يك لاين حساس، بين لاين‌ها از نظر صفات عملكرد دانه، تعداد شاخه‌هاي ثانويه، وزن100دانه و درجة تحمل سرما اختلاف معني‌دار مشاهده شد (Kanouni *et al.*, 2009).

بيشترين ميزان عملكرد مربوط به لاين FLIP03-7C با 205گرم در مترمربع و كمترين ميزان عملكرد بدون درنظرگرفتن رقم حساس ILC533 مربوط به لاين FLIP05-37C با عملكرد 38/3گرم در مترمربع، و متوسط عملكرد همة لاين‌ها حدود 111گرم در مترمربع بود (جدول 3). ميانگين درصد بقاء در بين لاين‌ها نشان داد كه يك لاين، مقاوم (FLIP05-171C)،41لاين متحمل و 23 لاين (به‌همراه رقم ILC533) حساس به سرما بودند.

بر اساس درجة تحمل به سرما،10لاين با كسب نمرة 1، كاملاً متحمل، 46لاين با كسب نمرة 2، 3 و 4، متحمل و 9لاين به‌همراه رقم حساس ILC533 با كسب نمرة 5 و 6، لاين‌هاي حد واسط و حساس به سرما شناخته شدند.

جدول1- اطلاعات هواشناسي سال زراعي 89-1388 ايستگاه تحقيقات كشاورزي سارال كردستان

Table 1. Meteorological data of cropping season 2009-10 for Saral Experimental Station in Kurdestan

ماه Month	بارندگي (ميلي‌متر) Precipitation (mm)	دماي حداقل مطلق (درجه سانتي‌گراد) Absolute minimum temperature (ºC)	دماي حداكثر مطلق (درجه سانتي‌گراد) Absolute maximum temperature (ºC)	متوسط دما (درجه سانتي‌گراد) Temperature mean (ºC)	تعداد روزهاي يخبندان (روز) Frosty days	رطوبت نسبي (درصد) Relative humidity (%)	تبخير (ميلي‌متر) Evaporation (mm)
مهر October	8	0	25	11.3	0	34	123.4
آبان November	124.2	-4	20.2	6.39	10	64	0
آذر December	16.2	-7.4	8	-0.2	30	80	-
دي January	8.6	-5	11.2	2.99	24	68	-
بهمن February	42.8	-16	14	-0.16	27	74	-
اسفند March	52.5	-4.8	21.8	5.36	18	57	-
فروردين April	90	-7.8	18	6.95	8	60	51.2
ارديبهشت May	42.1	0	24	10.4	0	53	146.7
خرداد June	9	-0.2	28.2	15.35	1	43	211.8
تير July	6.2	3.8	36	20.29	0	37.77	243.3
مرداد August	0	4.8	32.8	19.46	0	41	286.1
شهريور September	14.4	1.8	32	16.33	0	32	232.6

جدول2- تجزيه واريانس صفات اندازه‌گيري‌شده در لاين‌هاي نخود مورد مطالعه

Table 2. Analysis of variance for measured attributes in some chickpea lines

S. O. V	d. f	میانگین مربعات Mean of squares							
		VP (%)	CTR	DF (day)	DP (day)	DM (day)	PHT (cm)	100SW (g)	Yld (g/m^2)
تکرار Rep.	1	8.50^{ns}	1.03^{ns}	3.269^{ns}	2.126^{ns}	10.28^{ns}	15.38**	17.55^{ns}	4650.27^{ns}
لاين Entry	65	340.723^{+}	3.59**	5.134^{ns}	11.9**	8.52^{ns}	46.626**	5.50**	321592.42**
خطاي آزمايشي Error	65	245.6	1.54	5.545	2.4	12.88	1.78	11.55	170842.8

+، *، ** و ns: به ترتيب معني‌دار در سطح 10درصد، 5درصد، 1درصد و غيرمعني‌دار.

+, *, ** and ns: Significant at 10%, 5%, 1% and non significant levels, respectively.

اختصارات: S.O.V: منابع تغييرات؛ df: درجه آزادي؛ VP: درصد بقاء؛ CTR: درجة تحمل به سرما؛ DF: تعداد روز تا گلدهي؛ DP: تعداد روز تا غلاف‌دهي؛ DM: تعداد روز تا رسيدگي؛ PHT: ارتفاع بوته؛ 100SW: وزن100دانه؛ Yld: عملکرد دانه

Abbreviation: SOV: Sources of variation; df: degree of freedom; VP: Viability Percentage; CTR: Cold Tolerance Rate; DF: Days to flowering, DP: Days to podding; DM: Days to maturity; PHT: Plant height; 100SW: 100 Seed weight, Yld: Yield

جدول 3- ميانگين صفات اندازه‌گيري‌شده در لاين‌هاي نخود مورد مطالعه

Table 3. Means of chickpea lines for measured attributes

شماره No.	لاين Entry	CTR	DP	PHT (cm)	100SW (g)	Yld (g/m^2)
1	FLIP 00-39C	2	240	14	31.5	151.7
2	FLIP 01-40C	3	239	20	31	108.3
3	FLIP 02-61C	3	241	11.5	25	117.5
4	FLIP 02-69C	2	240	22.5	28	131.6
5	FLIP 02-81C	3	239	21.5	27	85.0
6	FLIP 03-1C	2	234	25	22	180.0
7	FLIP 03-2C	3	237	11	20.75	120.0
8	FLIP 03-3C	4	239	22.5	28.5	75.0
9	FLIP 03-5C	3	239	19.5	31	103.3
10	FLIP 03-6C	3	234	27	32.5	141.7
11	FLIP 03-7C	2	239	24.5	36.5	205.0
12	FLIP 03-8C	3	241	20.5	27	143.3
13	FLIP 03-9C	3	241	27.5	19.5	153.3
14	FLIP 03-11C	1	234	20.5	23	181.6
15	FLIP 03-12C	4	239	23.5	22.5	108.3
16	FLIP 03-13C	2	234	21.5	30.5	169.9
17	FLIP 03-14C	2	241	22	35	191.6
18	FLIP 03-80C	4	234	22.5	28.5	81.7
19	FLIP 03-89C	2	237	20.5	29	143.3
20	FLIP 03-133C	2	241	18	35	181.7
21	FLIP 99-26C	3	241	25	29.5	151.7
22	ILC 8262	4	239	36	23	155.8
23	ILC 8617	2	239	20	25.5	131.6
24	FLIP 97-118C	3	237.5	22	30.5	63.3
25	FLIP 99-45C	4	235.5	18	33	111.7
26	FLIP 01-7C	1	235.5	27	29	121.6
27	FLIP 02-51C	5	239	15	26	58.3
28	FLIP 02-52C	4	239	14	16	50.0
29	FLIP 02-55C	2	237	23	25.75	91.7
30	FLIP 02-59C	2	237.5	24	25.5	86.7
31	FLIP 02-80C	3	236.5	18	24.5	95.0
32	FLIP 02-83	6	239	11	26.5	45.0
33	FLIP 02-84	6	236.5	28	19	81.7
34	FLIP 02-85	6	238	25	25.5	78.3
35	FLIP 03-16C	5	238	24	25	86.7
36	FLIP 03-68C	5	235.5	27	31.25	123.3
37	FLIP 03-78C	3	241	27	30.25	78.3
38	FLIP97-120C	3	236	22.5	32.5	100.0

ادامه جدول 3:

39	FLIP04-2C	1.67	234.67	15.3	31.67	115.5
40	FLIP04-33C	2	236	19	29	106.6
41	FLIP04-34C	3	234	18	33	40.0
42	FLIP04-35C	3	235	19	30	68.3
43	FLIP04-36C	5	236	31	30.5	69.5
44	FLIP04-37C	1	234	25	26.25	90.0
45	FLIP04-38C	1	236	26	29	85.0
46	FLIP05-13C	2	236	17	33	145.0
47	FLIP05-36C	1	240	31	32.25	150.0
48	FLIP05-37C	2	239	23.5	25	38.3
49	FLIP05-38C	5	235	24	33.5	51.7
50	FLIP05-39C	6	241	23	35	119.0
51	FLIP05-45C	2	235	19	37.5	81.7
52	FLIP05-49C	1	241	24.5	30.75	98.3
53	FLIP05-77C	2	234	20.5	36.5	108.3
54	FLIP05-81C	4	236	22	33.75	73.3
55	FLIP05-84C	3	240	31	28	128.3
56	FLIP05-89C	2	237.5	23	31.5	141.7
57	FLIP05-91C	1	235	27	30	101.7
58	FLIP05-94C	2	235	23	30.5	116.7
59	FLIP05-95C	1	240	27	34	135.0
60	FLIP05-101C	3	236	20	29	46.7
61	FLIP05-127C	2	241	19	32	126.6
62	FLIP05-137C	1	237.5	22	27	163.3
63	FLIP05-141C	1	234	27	28.5	116.6
64	FLIP05-146C	2	234	21	35.5	146.6
65	FLIP05-171C	2	235	25	36.5	151.6
66	ILC533	6	240.5	20.75	10.615	36.9
LSD	(5%)	2.48	3.08	2.66	6.78	82.542
Mean		2.84	237.44	22.2	28.81	111.16

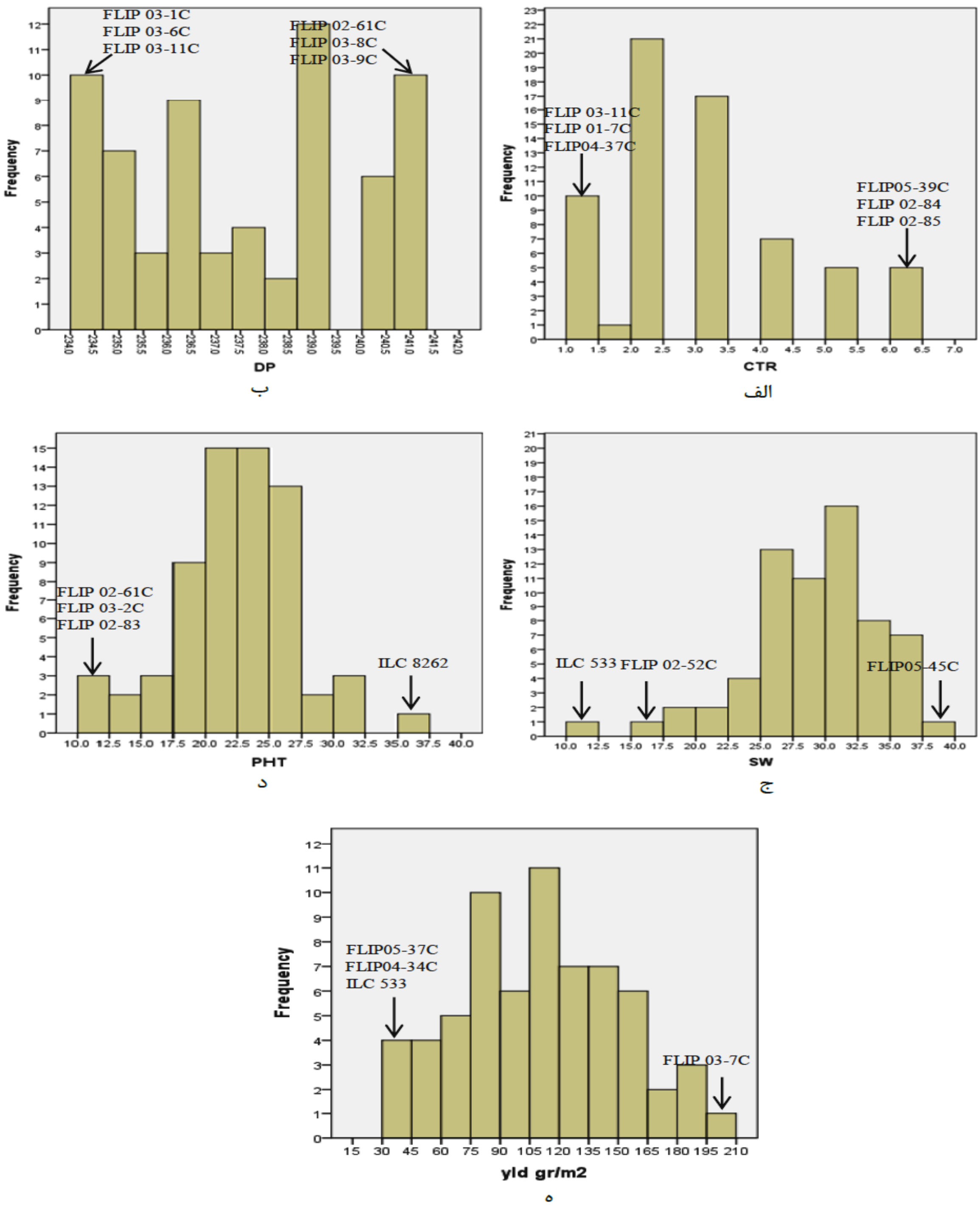
See table 2 for abbreviations

براي اختصارات به جدول 2 مراجعه نماييد.

محققان ديگر نيز بر اساس درجة تحمل به سرما، ارقام و لاين‌ها را دسته‌بندي كرده‌اند (Kanouni *et al.*, 2009; Fraiedi, 2007; Yazdisamadi *et al.*, 2004). از نظر صفت ارتفاع بوته، بيشترين ارتفاع، مربوط به لاين ILC8262 با 36سانتي‌متر و كمترين ارتفاع بوته مربوط به لاين‌هاي FLIP03-2C و FLIP02-83 با 11سانتي‌متر بود.

نمودار فراواني درجة تحمل به سرما نشان داد كه لاين‌ها، داراي دامنه تغييرات 1 تا 6/5 بودند. بيشترين درجة تحمل (درجة تحمل به سرماي 1) در لاين‌هايي مانند FLIP03-11C، FLIP01-7C و FLIP04-37C و كمترين درجة تحمل (درجة تحمل به سرماي 6) در لاين‌هايي مانند FLIP05-39C، FLIP02-84 و FLIP02-85 وجود داشت. همچنين، بيشترين فراواني با 21لاين در دامنة 2 تا 2/5 قرار داشت. تعداد روز تا غلاف‌دهي در لاين‌ها در دامنة 234 تا 241روز متغير بود. كمترين تعداد روز تا غلاف‌دهي در لاين‌هايي مانند FLIP03-6C، FLIP03-1C و FLIP03-11C و بيشترين تعداد روز در لاين‌هايي مانند FLIP02-61C، FLIP03-8C و FLIP03-9C وجود داشت. بيشترين فراواني با 12لاين در تعداد روز 239 قرار داشت. نمودار فراواني عملكرد نشان داد كه بين لاين‌ها از30 تا 210گرم بر مترمربع تنوع وجود داشت. كمترين ميزان عملكرد درلاين‌هاي FLIP05-37C، FLIP04-34C و رقم حساس ILC533 مشاهده شد كه در دامنة30 تا 45گرم در مترمربع و بيشترين عملكرد در لاينFLIP03-7C با 210گرم در مترمربع بود. ارتفاع بوته نيز از تنوع زيادي برخوردار بود؛ به‌طوري‌كه، ارتفاع لاين‌ها از10 تا 37/5سانتي‌متر متغير بودند. كمترين ارتفاع بوته با 10سانتي‌متر در سه لاين FLIP02-61C، FLIP03-2C و FLIP02-83 و بيشترين ارتفاع بوته با 37/5سانتي‌متر در لاين ILC8262 وجود داشت. ارتفاع اكثر لاين‌ها در دامنه متوسط 17/5 تا 27/5سانتي‌متر قرار داشت. دامنة تغييرات وزن100دانه لاين‌ها بدون در نظرگرفتن رقم شاهد، از 15 تا40گرم بود. اغلب لاين‌ها در دامنه متوسط 25 تا 32/5گرم قرار داشتند (شكل 1).

نتايج حاصل از تجزيه همبستگي ساده بين صفات، حاكي از وجود يك رابطة قوي و معني‌دار (**0/805-) بين درجة تحمل به سرما و درصد بقاء بود. همچنين عملكرد با درصد بقاء و درجة تحمل به سرما به‌ترتيب داراي رابطه مثبت (**0/481) و منفي (**0/477-) معني‌دار بود (جدول 4). در يك بررسي روي10رقم نخود بين عملكرد و درصد بقاء، همبستگي مثبت و معني‌دار و بين عملكرد و وزن100دانه، همبستگي منفي و معني‌دار گزارش شد (Farayedi, 2007).



شكل 1- تغييرات صفات مورد بررسي در لاين‌هاي نخود

Fig. 1. Variations in studied characteristics of chickpea lines

الف) CTR: درجة تحمل به سرما؛ ب) DP: تعداد روز تا غلاف‌دهي؛ ج) SW: وزن100دانه (گرم)؛ د) PHT: ارتفاع بوته (سانتي‌متر)؛ ه) yld: عملكرد (گرم در متر مربع)

CTR: Cold Tolerance Rate; DP: Days to Podding (day); SW: 100 Seed Weight (g); PHT: Plant Height (cm); yld: Yield (g/m^2)

در بررسي ديگري روي 41لاين نخود، همبستگي عملكرد با وزن100دانـه و درجـة تحمـل بـه سـرما، منفـي و معنـي‌دار گـزارش شـد (Kanouni *et al.*, 2009). Malhotra (1991) & Singh نيز ارقام متحمل به سـرما را جـزو ارقـام دانـه‌ريـز و متوسط دسته‌بندي كرده‌اند.

تجزيه خوشه‌اي لاين‌ها به‌روش وارد (Ward)، با استفاده از ميانگين استانداردشدة صفات و معيار فاصله اقليدسي، لاين‌ها را در سه گروه مجزا قرار داد (شكل 2). گروه اول شامل 27لاين ازجملـــه لايـــن‌هـــاي FLIP01-40C، FLIP03-5C و FLIP02-69C بـود كـه اغلـب بـا داشـتن درجـة تحمـل بـه سرماي3 و درصد بقاي70 تا 85درصد به‌عنوان گروه متحمل در نظرگرفته شـدند. در گـروه دوم، 19لايـن از جملـه لايـن‌هـاي FLIP05-89C، FLIP05-94C و FLIP05-171C قـــــرار گرفتند كه اغلب با داشتن درجة تحمل بـه سـرماي 1و درصـد بقاي بالاتر از 85درصد به گروه كاملاً متحمل موسـوم گرديـد و گـروه سـوم، 19لايــن از جملــه لايــن‌هــاي FLIP05-38C، FLIP05-81C و FLIP99-45C بـه‌همـراه رقـم شـاهد را دربرگرفت. اين گروه شامل لاين‌هايي بود كه درجـة تحمـل بـه سـرماي 4 تـا 6 و درصـد بقـاي كمتـر از 75درصـد داشـتند و به‌عنوان لاين‌هاي حساس و نيمه‌متحمل شناخته شدند.

جدول 4- ضريب همبستگي بين صفات مورد مطالعه در لاين‌هاي مختلف نخود

Table 4. Correlation coefficients among the studied traits in chickpea lines

Characters	VP	CTR	DF	DP	DM	PHT	100SW
CTR	-0.805**						
DF	-0.005	-0.01					
DP	-0.106	0.168	0.199				
DM	-0.213	0.241	0.133	-0.037			
PHT	-0.024	-0.059	0.061	-0.031	-0.085		
100SW	0.313*	0.312*	0.12	-0.189	-0.097	0.04	
SY	0.481**	-0.477**	-0.141	0.102	-0.012	0.171	0.258**

* and ** significant at 5% and 1% levels, respectively

See table 2 for abbreviations.

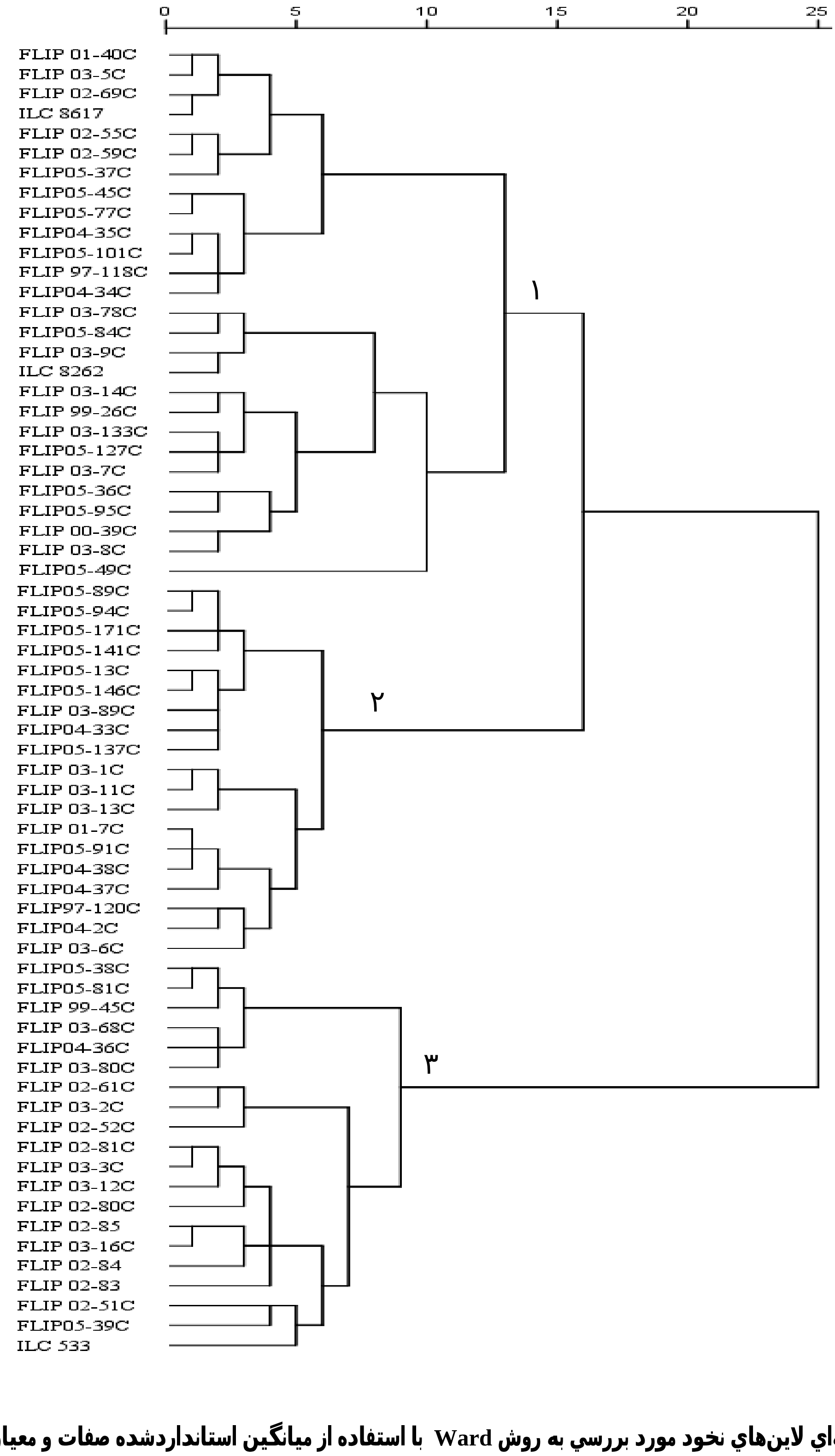
* و ** به ترتيب معني‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

براي اختصارات به جدول 2 مراجعه نماييد.

بــه‌طــوركلي، بــا در نظرگــرفتن كليــه نتــايج حاصــل، 14لاين شـامل FLIP00-39C، FLIP02-81C، FLIP03-7C، FLIP03-8C، FLIP03-11C، FLIP03-13C، FLIP03-133C، FLIP99-26C، FLIP05-13C، FLIP05-36C، FLIP05-89C، FLIP05-137C، FLIP05-146C و FLIP05-171C با درجة تحمل به سرماي 3 و كمتر از 3، درصد بقاي 80 تا 95درصد و عملكـرد دانـه بـيش از 141گـرم در مترمربـع بـه عنـوان لاين‌هاي متحمل به سرما و برتـر در ايـن مطالعـه شناسـايي شدند. از اين لاين‌ها مي‌توان به‌عنـوان والـدين تلاقـي‌هـا در برنامه‌هاي دورگ‌گيري و يا در تشـكيل جمعيـت‌هـاي داراي تنــوع ژنتيكــي بــراي تحمــل بــه ســرما بهــره جســت. Farayedi (2007) در مطالعــه تحمــل بــه ســرما در ارقــام مختلف نخود، سه رقم با درجة تحمل به سـرماي 3 و كمتـر از3، درصـد بقـاي بيشـتر از 83درصـد و عملكـرد بيشـتر از 1190كيلوگرم در هكتار را به‌عنوان ارقام برتر معرفـي نمـود. اصلاح و معرفي ارقام نخود متحمـل بـه سـرما داراي مزايـاي متعددي است. از جمله آنها، استفاده مناسب از بارندگي‌هـاي سـاليانه، رطوبـت مناسـب خـاك، فـرار از خسـارت آفـات و بيماري‌ها (كه معمولاً بيولـوژي آنهـا بـا كشـت بهـاره نخـود سازگار است)، ارتفاع بيشتر و برداشت مكانيزه آسان‌تر اسـت كه باعث افزايش قابل‌توجه عملكرد در نخود مي‌شود.

با توجه به عملكرد پايين نخود در ايران در كشت بهاره، برنامه‌هاي اصلاحي نخود بايستي در جهت معرفي لايـن‌هـاي متحمل به سرما باشد.

مطالعـة حاضـر حـاكي از وجـود تنـوع مناسـب از نظـر تحمل به سرما در بين جمعيت مورد بررسـي بـود. هـر چنـد بـراي ارايـه نتـايج مطمـئن‌تـر و كـاربردي نيـاز بـه بررسـي پارامترهـــاي فيزيولوژيـــك ماننـــد فعاليـــت آنـــزيم‌هـــاي جمع‌آوري‌كنندة اكسيژن فعال و يا كارآيي فتوسنتز مي‌باشـد تا مكانيسم تحمل به سرماي لاين‌ها بهتر و دقيق‌تـر ارزيـابي گردد. همچنـين تكـرار آزمـايش در سـال‌هـا يـا مكـان‌هـاي مختلف به‌منظور تعيين پايداري ژنوتيپ‌هـا و بـرآورد صـحيح پارامترهاي تنوع ژنتيكي توصيه مي‌گردد.



شكل2- تجزيه خوشه‌اي لاين‌هاي نخود مورد بررسي به روش Ward با استفاده از ميانگين استانداردشده صفات و معيار فاصله اقليدسي

Fig. 2. Hierarchical cluster analysis of chickpea lines based on Ward's method using standardized means of traits and Euclidean distance measures

منابع

1. Chaichi, M.R., and Malekifarahani, S. 2007. The effect of cold stress on black chickpea growth and yield in different phonologic stages. Scientific Journal of Agriculture 3: 13-24. (In Persian).
2. Clarke, H.J., and Siddique, K.H.M. 2004. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. Field Crop Research 90: 323-334.
3. Erskine, W., Meyveci, K., and Izgin, N. 1981. Screening a world lentil collection for cold tolerance. Lens Newsletter 8: 5-9.
4. Fraiedi, Y. 2007. Study of agronomic characteristic and cold hardiness in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in autumn rainfed sowing conditions. Seed and Plant 23: 489-503. (In Persian).
5. Gaure, P.M., Tripathi, S., Gowda, C.L.L., Ranga, R.G.V., Sharma, H.C., Pande, S., and Sharma, M. 2010. Chickpea seed production manual. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.
6. Jalilian, J., Modarese Sanavi, S.A.M., and Sabaghpour, S.H. 2005. Effect of plant density and supplemental irrigation on yield, yield components and protein content of four chickpea (*Cicer arietinum*) cultivars under dry land condition. Journal Agriculture Science and Nature Resources 12. (In Persian with English Summary).
7. Kanouni, H., Khalily, M., and Malhotra, R.S. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal Agriculture & Environment Science 5: 250-254.
8. Kanouni, H., Taleei, A., and Okhovat, M. 2011. Ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Breeding strategies for resistance. International Journal of Plant Breeding and Genetics 5: 1-22.
9. Kochaki, A., and Banayaneaval, M. 2002. Pulse Crops. Mashhad Academic Jahad Publishers.
10. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 1993. Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legume. John Wiley and Sons, Chichester, U. p. 428-438.
11. Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea Carvan. Available at web site http://www.icarda.org/publications/carvan/ /carvan17/Focus//Strategies.htm. (verified 17 December 2002).
12. Malhotra, R.S., and Singh, K.B. 1991. Gene action for cold tolerance in chickpea. Theoretical and Applied Genetics 82: 598-601.
13. Maqbool, A., Shafiq, Sh., and Lake, L. 2010. Radiant frost tolerance in pulse crops. Euphytica 172: 1-12.
14. Millan, T., Clark, H.J., Siddique, K.H.M., Buhariwalla, H.K., Gaur, P.M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G., and Winter, P. 2006. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts. Euphytica 147: 81-103.
15. Najibnia, S., Porsa, H., Nazemi, A., and Bagheri, A. 2005. Study of phenological and morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cold tolerant germplasms on field conditions in autumn culture in Mashhad. First Iranian Pulse Crops Symposium, November 20-21, 2005. Ferdowsi University of Mashhad. p. 495-498. (Persian with English Summary).
16. Nezami, A., and Bagheri, A. 2001. Evaluation of Mashhad chickpea collection for cold tolerance in field conditions (Abstract). In: http://SID.ir. (In Persian).
17. Nezami, A., and Bagheri, A. 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: II. Yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 156-170. (Persian with English Summary).
18. Nezami, A., Sedaghatkhahi, H., Porsa, H., Parsa, M., and Bagheri, A.R. 2010. Evaluation of autumn sowing chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes of cold tolerant under supplemental irrigation. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 415-423. (In Persian).
19. Ozdemir, S., and Karadavut, U. 2003. Comparison of the performance of autumn and spring sowing of chickpeas in a temperature region. Turk. J. Agric. For. 27: 345-352.
20. Samdaliri, M., Saiedsharifi, R., and Esmaielpor, B. 2010. Pulse Crops. Islamic Azad University the Unit of Challos Publishers.
21. Singh, K.B. 1991. Winter chickpea: problems and potential in the Mediterranean region. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 25-34.
22. Singh, K.B., and Saxena. M.C. 1999. Chickpeas. Macmillan Education Ltd., London, Bisingtone.

23. Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Gowda, C.L.L., and Singh, S. 2007. Identification of diverse germplasm lines for agronomic traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) core collection for use in crop improvement. Field Crop Research 100: 320-326.
24. Wery, J. 1999. Adaption to frost and drought stress in chickpea and implication in plant breeding. Ciheam-Options Mediterranean's 9: 77-85.
25. Yazdisamadi, B., Majnonhossaini, N., and Paighambari, S.A. 2004. Evaluation of cold hardiness in lentil genotypes (*Lens culinaris* Medik.). Seed and Plant 20: 23-37. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 69-80

Evaluation of cold tolerance in winter sowing of chickpea (*Cicer arietinum* L.) using morphological and phenological traits in Kurdistan region

Naderi[1]*, H., Shokrpoor[2], M., Asghari[2], A., Kanooni[3], H. & Esfandiari[4], A.

1- MSc. Student of Plant Breeding, Mohaghghegh Ardebili University, Ardebil
2- Contributions from Agronomy & Plant Breeding Department, Mohaghghegh Ardebili University, Ardebil
3- Contribution from Agricultural Research Center & Natural Sciences of Kurdistan, Sanandaj
4- Contribution from Agronomy & Plant Breeding Department, Maragheh University, Maragheh

Received: 8 May 2012
Accepted: 14 November 2012

Abstract

Winter sown chickpeas produce more yields in comparison with spring type. This function is hampered by the sensitivity of the crop to low temperature. In order to study and identify high yielding and cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines, 65 entries along with one susceptible check variety namely ILC533 were evaluated in a randomized complete block design (RCBD) with two replications during 2010-11 cropping season at Saral Agricultural Research Station of Kurdistan province, west of Iran. Cold tolerance was investigated via viability percentage and cold tolerance rate parameters. Analysis of variance revealed that there were significant differences among the lines for plant height, 100 seed weight, seed yield and cold tolerance rate. Significant negative and positive correlations were found among yield and cold tolerance rate and viability percentage, respectively. The cluster analysis, categorized the lines into three distinct groups. According to this study, 14 lines having 3 and less than 3 of cold tolerance rate, 80-95 viability percentage and more than 141g/m^2 seed yield recognized as superior lines for cold tolerance.

Key words: Chickpea, Cold tolerance, Viability percentage, Winter sowing

Corresponding Author: haidarnaderi@gmail.com, Mobile: 09352782587

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 98-81 ، نيمة اول 1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 81-98

تأثير برهم‌كُنش ورمي‌كمپوست و تنش شوري بر برخي از صفات مورفولوژيك، فيزيولوژيك و بيوشيميايي گياهچه‌هاي لوبياقرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)

عبدا بيك خورميزي[1*]، علي گنجعلي[2]، پروانه ابريشم‌چي[2] و مهدي پارسا[3]

1- كارشناس‌ارشد فيزيولوژي گياهي، گروه زيست‌شناسي، دانشكده علوم پايه، دانشگاه فردوسي مشهد
2- اعضاي هيئت علمي گروه زيست‌شناسي، دانشكده علوم پايه، دانشگاه فردوسي مشهد
3- عضو هيئت علمي گروه زراعت، دانشكده كشاورزي، دانشگاه فردوسي مشهد

تاريخ دريافت: 1389/10/25
تاريخ پذيرش: 1390/04/21

چكيده

ورمي‌كمپوست به‌سبب ويژگي‌هاي ساختاري و دارابودن مواد مغذّي فراوان (عناصر ماكرو و ميكرو)، تنظيم‌كننده‌هاي رشد گياهي و وجود ميكروُارگانيسم‌هاي مفيد مي‌تواند خصوصيات فيزيكوشيميايي خاك را بهبود ببخشد و تأثير مطلوبي بر رشد و نمو گياهان داشته باشد. به‌منظور بررسي برهم‌كنش نسبت‌هاي مختلف ورمي‌كمپوست و تنش شوري بر برخي صفات مورفولوژيك، فيزيولوژيك و بيوشيميايي گياهچه‌هاي لوبياقرمز رقم درخشان، آزمايشي به‌صورت فاكتوريل و در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با سه تكرار در گلخانة تحقيقاتي دانشكدة كشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد، در سال 1389 انجام شد. تيمارهاي آزمايش شامل پنج نسبت حجمي ورمي‌كمپوست و ماسه (100:0؛ 90:10؛ 75:25؛ 50:50 و 25:75) و چهار سطح شوري (صفر يا شاهد،30، 60، 90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم) بودند. بذرهاي لوبيا در گلدان‌هاي پلاستيكي كاشته و نمونه‌برداري از گياهچه‌ها 28روز پس از كاشت انجام شد. نتايج نشان داد ورمي‌كمپوست تأثير معني‌داري بر نسبت سطح برگ به سطح ريشه، نسبت وزن‌خشك ريشه به وزن‌خشك بخش هوايي، شاخص پايداري غشاء، محتواي آب نسبي، ميزان عناصر سديم، پتاسيم و كلسيم بافت برگ و ريشه در هر دو شرايط تنش و بدون تنش داشت ($P\leq 0.01$). در اين آزمايش، ورمي‌كمپوست در شرايط تنش شوري به‌دليل ويژگي‌هاي ساختاري و مواد موجود در آن باعث افزايش جذب پتاسيم و كلسيم شده و جذب سديم را كاهش داد. بنابراين به نظر مي‌رسد ورمي‌كمپوست بتواند اثرات نامطلوب شوري را بر گياهچه‌هاي لوبيا محدود نمايد.

واژه‌هاي كليدي: تنش شوري، عناصر غذايي، لوبيا، ورمي‌كمپوست

مقدمه

حبوبات و به‌ويژه لوبيا يكي از مهم‌ترين منابع پروتئيني در رژيم غذايي بسياري از مردم جهان است. ميزان پروتئين حبوبات، تقريباً دوبرابر غلات بوده و مي‌تواند به‌عنوان مكمل پروتئين غلات در رژيم غذايي انسان جاي گيرد (Dorri, 2008). سطح زيركشت لوبيا در ايران حدود 90هزارهكتار است و از ميانگين عملكرد بالاتري (1573كيلوگرم در هكتار) نسبت به ساير حبوبات برخوردار است (Bagheri *et al*., 2001). از طرفي اين گياه، حساس به شوري است (Dorri, 2008).

شوري خاك و كمبود مواد غذايي از مشكلات مهم كشاورزي است و تقريباً 20درصد زمين‌هاي زراعي جهان را تحت‌تأثير قرار مي‌دهد (Flowers & Yeo, 1995). بررسي‌ها مؤيد اين است كه تنش شوري تأثير منفي بر خصوصيات فيزيكي و شيميايي و همچنين فعاليت ميكروُارگانيسم‌هاي خاك دارد (Lakhdar *et al*., 2009). Hafsi *et al*, (2007) بيان داشتند كه شوري از طريق ايجاد سميت در خاك و برهم‌زدن تعادل مواد غذايي محلول در خاك، رشد و نمو گياهان را تحت‌تأثير قرار مي‌دهد. در دهه‌هاي اخير، استفاده از كودهاي ُارگانيك، يك روش معمول براي بهبود زمين‌هاي مواجه با تنش شوري است (Lakhdar *et al*., 2009). در يك مطالعه با مصرف كودهاي آلي، نيتروژن خاك حدود 42درصد، فسفر 29درصد و پتاسيم 57درصد افزايش يافت (Lauer, 1975). مطالعه تأثير كودهاي آلي بر خواص شيميايي و

* **نويسنده مسئول:** گروه زيست‌شناسي، دانشكده علوم پايه، دانشگاه فردوسي‌مشهد، همراه: 09363346303، abdollahbeyk@gmail.com

بيوشيميايي خاك در زمين‌هاي خشك، مؤيد اين است كه كمپوست، كميت و كيفيت كربن آلي، نيتروژن، فسفر، بيوماس ميكروبي و فعاليت‌هاي آنزيمي كُل را افزايش مي‌دهد (Lakhdar *et al.*, 2009). به عبارتي ديگر، كمپوست‌ها دو تأثير مفيد بر بهبود حاصلخيزي خاك‌هاي شور شامل بهبود ساختمان خاك و نفوذپذيري خاك دارند. كمپوست‌ها باعث افزايش آب‌شويي نمك و كاهش تبخير سطحي و مهار تجمع نمك در سطح خاك‌هاي شور مي‌شوند (Raychev *et al.*, 2001).

ورمي‌كمپوست[1]، نوعي كمپوست است كه طي يك فرايند غيرحرارتي به‌وسيلة كرم توليد مي‌شود (Krishnamoorthy & Vajranabhaiah, 1986). اين تركيب آلي سبك، فاقد هرگونه بو و عاري از بذر علف‌هاي‌هرز است. فراوري آن نسبت به كمپوست، آسان‌تر بوده و در مدت‌زمان كوتاه انجام مي‌گيرد (Atiyeh *et al.*, 2002). بالابودن ميزان عناصر غذايي مثل نيتروژن، فسفر، پتاسيم، كلسيم و منيزيم در مقايسه با ساير كودهاي آلي و دارابودن عناصر ميكرو مانند آهن، روي، مس و منگنز از مزاياي ديگر ورمي‌كمپوست مي‌باشد (Atiyeh *et al.*, 2000). بررسي‌ها نشان داده است كه مصرف ورمي‌كمپوست، غلظت فسفر را در دانة بادام‌زميني (*Arachis hypogaea* L.) و بخش هوايي گياه شبدرقرمز (*Trifolium pretense*) (Mohanty *et al.*, 2006) و غلظت‌هاي نيتروژن، فسفر و پتاسيم را در ميوة گوجه‌فرنگي (*Lycopersicum esculentom* L.)، (Zaller, 2007) به‌طور معني‌داري در مقايسه با تيمار شاهد افزايش داده است. همچنين ورمي‌كمپوست، داراي تنوع زيستي ميكروبي وسيع و فعال مي‌باشد (Arancon *et al.*, 2004a). شواهد بسياري نشان مي‌دهند كه ميكروُارگانيسم‌ها قادر به توليد هورمون‌هاي گياهي و تنظيم‌كننده‌هاي رشد گياهي مانند اكسين‌ها، جيبرلين‌ها، سيتوكنين‌ها و اتيلن‌ها در مقادير قابل‌توجهي هستند(Frankenberger & Arshad, 1995). گزارش‌هايي وجود دارد كه تأييد مي‌نمايد رشد گياهان به‌دليل اثرات مستقيم و غيرمستقيم مواد هوميكي موجود در ورمي‌كمپوست، تحريك مي‌شود. عمل اين مواد مانند تنظيم‌كننده‌هاي رشد گياهي است (Atiyeh *et al.*, 2000).

با استفاده از ورمي‌كمپوست، رشد گياهاني مانند فلفل (*Capsicum annum* L.) و كاهو (*Lactuca sativa* L.) افزايش يافته است (Edwards & Burrows, 1988). در تحقيق ديگري با مصرف سه‌تُن در هكتار ورمي‌كمپوست، عملكرد بيولوژيك در گياه نخود (*Cicer arietinum* L.) در مقايسه با شاهد، به‌طور چشمگيري افزايش يافت (Jat & Ahlawt, 2006). مطالعات El-Missery (2003) نشان داد كه كاربرد كودهاي آلي، مقاومت به شوري را در گياه كلم (*Brassica oleracea*) و اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) افزايش داده است. تحقيقات بسيار اندكي در زمينة برهم‌كُنش ورمي‌كمپوست و تنش شوري وجود دارد. بررسي‌ها نشان داده است كه در گياهاني نظير آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) (Rafiq & Nusrat, 2009) و تمبرهندي (*Tamarindus indica* L.) (Oliva *et al.*, 2008)، ورمي‌كمپوست مي‌تواند اثرات زيان‌آور شوري را كاهش دهد و سبب افزايش رشد و توليد محصول شود.

از آنجا كه لوبيا يك گياه بسيارحساس به شوري است و از طرفي به‌دليل اهميت راهبردي آن در تأمين پروتئين گياهي مورد نياز مردم و نظر به اين‌كه تنش شوري و توسعة زمين‌هاي شور يكي از مشكلات عمده در بخش كشاورزي كشور و استان مي‌باشد، لذا تحقيق حاضر با هدف بررسي برهم‌كُنش ورمي‌كمپوست و تنش شوري بر برخي خصوصيات مورفولوژيك و فيزيولوژيك گياهچه‌هاي لوبياقرمز رقم درخشان انجام شد.

مواد و روش‌ها

پنج نسبت حجمي ورمي‌كمپوست و ماسه شامل 100:0؛ 90:10؛ 75:25؛ 50:50 و 25:75 و چهار سطح شوري معادل 30، 60، 90 و120 ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم به‌همراه شاهد (صفر)، در شرايط كنترل‌شده بر رشد رويشي لوبياقرمز رقم درخشان، به‌صورت فاكتوريل و در قالب طرح بلوك‌هاي كاملاً تصادفي با سه تكرار در گلخانة تحقيقاتي دانشكدة كشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد، مورد بررسي قرار گرفتند. در اين مطالعه، به‌منظور تأمين عناصر غذايي مورد نياز گياه، در طول دورة رشد از محلول غذايي هوگلند در فواصل معين استفاده شد. لوبياقرمز رقم درخشان نسبت به ساير ارقام معمول، داراي عملكرد بالا (2700كيلوگرم در هكتار) مي‌باشد. اين گياه داراي تيپ رونده و بسيار زودرس است (Dorri, 2008). تيمارهاي لازم از طريق مخلوط نسبت‌هاي حجمي ورمي‌كمپوست و ماسه تهيه شدند. تجزية شيميايي ورمي‌كمپوست مورد استفاده در اين آزمايش، در جدول 1 نشان داده شده است.

---
1. Vermicompost

بذرهاي لوبيا به‌مدت 24ساعت در آب خيسانده شده و سپس در چهار قسمت از گلدان‌هايي با ارتفاع 12سانتي‌متر و قطر 7سانتي‌متر كشت شدند. گلدان‌ها به‌مدت دوهفته تا سبزشدن با آب معمولي (بدون سطوح شوري) آبياري شدند. سپس گياهچه‌ها تُنُك شدند و در هر گلدان، دو گياهچه باقي ماند. پس از اين زمان، گلدان‌ها مطابق تيمارهاي آزمايشي (سطوح مختلف شوري) آبياري شدند. به‌منظور ثابت‌نگه‌داشتن مقدار شوري در گلدان‌ها، هدايت الكتريكي زه‌آب گلدان‌ها اندازه‌گيري و مرتباً كنترل مي‌شد. پس از سپري‌شدن 28روز از زمان كاشت، گلدان‌ها برداشت و پس از آن، بخش هوايي و ريشة گياه از بذر تفكيك شدند. سطح برگ‌ها به‌وسيلة دستگاه اندازه‌گيري سطح برگ[1]، اندازه‌گيري شد. سطح ريشه نيز پس از رنگ‌آميزي با پرمنگنات منيزيم و خارج‌كردن آب سطح ريشه، به‌وسيلة دستگاه اندازه‌گيري ريشه[2] اندازه‌گيري شد. سپس بخش هوايي و ريشه‌ها در آون 70درجه سانتي‌گراد به‌مدت 48ساعت خشك شدند و وزن‌خشك آنها با ترازويي با دقت 0/001گرم اندازه‌گيري شد. بنابراين صفات نسبت وزن‌خشك ريشه به وزن‌خشك اندام هوايي (R/S) و سطح برگ به سطح ريشه (LA/RA) محاسبه شد. براي تعيين شاخص پايداري غشاي سلولي، 0/1گرم از برگ دوم هر گياه را توزين و داخل دو سري لوله آزمايش حاوي10ميلي‌ليتر آب‌مقطر گذاشته شدند. يك سري از لوله‌ها در بن‌ماري40درجه سانتي‌گراد به‌مدت 30دقيقه و سري ديگر لوله‌ها در بن‌ماري100درجه سانتي‌گراد به‌مدت10دقيقه قرار گرفتند. پس از رسيدن دماي لوله‌ها به دماي محيط، هدايت الكتريكي نمونه‌ها به‌وسيلة دستگاه ECمتر اندازه‌گيري شد و سپس شاخص پايداري غشاء از معادلة زير به‌دست آمد (Sairam & Saxena, 2001):

شاخص پايداري غشاء=

100×(هدايت الكتريكي آب در دماي 100Ċ / هدايت الكتريكي آب در دماي 40Ċ) -1

محتواي آب نسبي با استفاده از معادلة زير محاسبه شد (Bian & Jiang, 2008):

$$RWC = (FW\text{-}DW/TW\text{-}DW)\times 100$$

در اين معادله، RWC محتواي آب نسبي، FW وزن تَر برگ، DW وزن‌خشك برگ و TW وزن برگ در حالت تورژسانس كامل است.

به‌منظور اندازه‌گيري ميزان عناصر موجود در بافت برگ و ريشه، از روش نورسنجي شعله‌اي استفاده شد (Chapman & Patt, 1982). بدين‌صورت كه در ارلن100ميلي‌ليتري، 0/05گرم پودر حاصل از برگ و ريشه خشك‌شدة هر تيمار، به‌طور جداگانه با سه ميلي‌ليتر اسيدنيتريك غليظ مخلوط شدند. درب ارلن‌ها با شيشة ساعت بسته شده و به‌مدت 48 تا 72ساعت در محيط آزمايشگاه قرار گرفتند. سپس به ارلن‌ها در زير هود و بر روي كورة دمايي، به آرامي حرارت داده شد. تصاعد دود سفيد و بي‌رنگ‌شدن محلول اسيدي، نشانة پايان عمل هضم بود. حجم محلول باقي‌مانده با آب مقطر به50ميلي‌ليتر رسيد.

سپس غلظت كاتيون‌هاي سديم، پتاسيم و كلسيم توسط دستگاه نورسنجي شعله‌اي تعيين شد و با استفاده از منحني استاندارد غلظت نهايي هر كاتيون در عصارة حاصل از بافت‌هاي برگ و ريشه، تعيين و مقدار آنها بر حسب گرم در100گرم وزن‌خشك بافت محاسبه شد.

تجزية آماري داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C انجام شد و براي مقايسة ميانگين‌ها از آزمون چنددامنه‌اي دانكن استفاده شد.

نتايج و بحث

نسبت سطح برگ به سطح ريشه

نتايج حاصل از مقايسة ميانگين مشاهدات نشان داد كه تنش شوري، تأثير معني‌داري بر نسبت سطح برگ به سطح ريشه گياه لوبيا داشت ($P\leq 0.01$). با افزايش سطح شوري از شاهد به120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، نسبت سطح برگ به سطح ريشه به‌ميزان10درصد افزايش يافت (جدول 2). ورمي‌كمپوست نيز تأثير معني‌داري بر نسبت سطح برگ به سطح ريشه لوبيا داشت ($P\leq 0.01$). نسبت سطح برگ به سطح ريشه در تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد، افزايش معني‌داري نشان داد؛ به‌طوري‌كه اين افزايش در نسبت‌هاي50 و 75درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد حدود 1/5برابر بود (جدول 3). تأثير برهم‌كنش شوري و ورمي‌كمپوست بر نسبت سطح برگ به سطح ريشه (شكل1) نشان مي‌دهد كه نسبت سطح برگ به سطح ريشه در شوري‌هاي معادل30،60 و90ميلي مول بر ليتر كلريدسديم در تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمي‌كمپوست)، افزايش معني‌داري داشت. در شوري120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، تنها در نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست اين افزايش، معني‌دار بود و ساير نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، تفاوت معني‌داري نسبت به شاهد نداشتند. بنابراين به‌نظر مي‌رسد كه در تنش‌هاي پايين و مياني شوري، تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست باعث افزايش

---
1. Leaf Area Meter
2. Root Analyser

نسبت سطح برگ به سطح ريشه مـي‌شـوند؛ درحـالي‌كـه در شوري‌هاي بالا (120ميلي‌مـول بـر ليتـر كلريدسـديم) تنهـا نسبت بالاي ورمي‌كمپوست مي‌تواند نسـبت سـطح بـرگ بـه سطح ريشه را افزايش دهد.

گزارش‌هـاي زيـادي حـاكي از كـاهش سـطح ريشـه بـا افزايش تنش شوري وجود دارد (Ganjeali *et al.*, 2007).

افزايش سطح برگ در محيط حاوي ورمي‌كمپوسـت در گيـاه تربچـه (*Raphanus sativus* L.) و هميشـه‌بهـار (*Calendula officinalis* L.) (AngLopez, 2010 &) و خيـار (*Cucumis sativus* L.) (Warman Sallaku *et al.*, 2009) نشان داده شده است.

جدول 1- خصوصيات شيميايي ورمي‌كمپوست

Table 1. Chemical characteristics of vermicompost

ماده آلي (درصد) **Organic mater (%)**	هدايت الكتريكي (دسي‌زيمنس بر متر) **Conductivity electrical (ds/m)**	اسيديته **pH**	نيتروژن /كربن **C/N**	فسفر (درصد) **P (%)**	كلسيم (درصد) **Ca (%)**	پتاسيم (درصد) **K (%)**	سديم (درصد) **Na (%)**	نيتروژن كل (درصد) **Total N (%)**	خصوصيات **Properties**
35-40	40-60	8-8.5	12-16	1.5-2	3.8-4	0.9-1.5	0.6-0.9	1.3-1.6	ورمي‌كمپوست **Vermicompost**

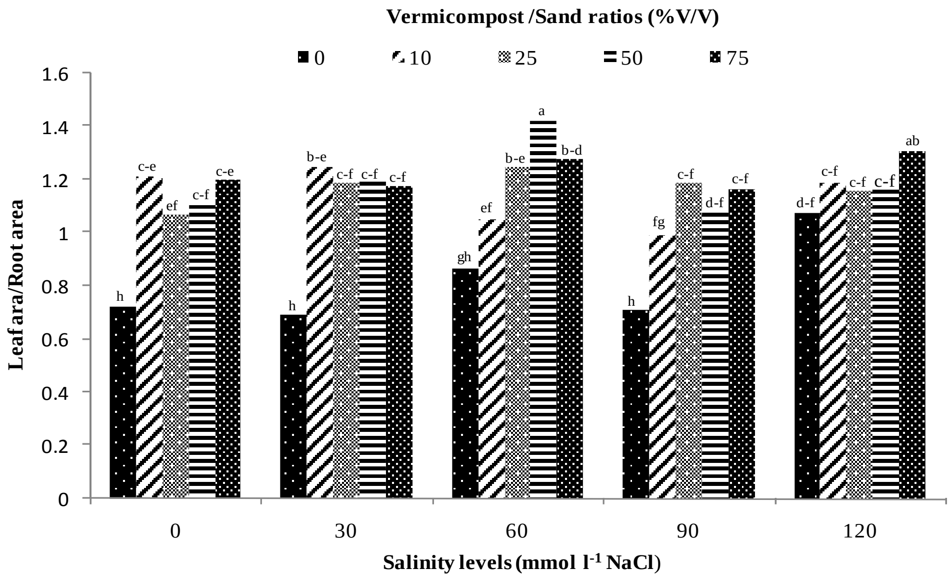
جدول 2- مقايسه ميانگين صفات مربوط به خصوصيات مورفولوژيك، فيزيولوژيك و بيوشيميايي ريشه و ساقة لوبياقرمز رقم درخشان در سطوح مختلف شوري

Table 2. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot morphological, physiological and biochemical features at different salinity levels

ميزان كلسيم ريشه (گرم/100گرم وزن‌خشك) **Root calcium (g/100g Root dw)**	ميزان پتاسيم ريشه (گرم/100گرم وزن‌خشك) **Root potassium (g/100g Root dw)**	ميزان سديم ريشه (گرم/100گرم وزن‌خشك) **Root sodium (g/100g Root dw)**	ميزان كلسيم برگ (گرم/100گرم وزن‌خشك) **Leaf calcium (g/100g Leaf dw)**	ميزان پتاسيم برگ (گرم/100گرم وزن‌خشك) **Leaf potassium (g/100g Leaf dw)**	ميزان سديم برگ (گرم/100گرم وزن‌خشك) **Leaf sodium (g/100g Leaf dw)**	محتواي نسبي آب (درصد) **Relative water content (%)**	شاخص پايداري غشاء (درصد) **Membrane stability index (%)**	وزن‌خشك ريشه/ وزن‌خشك بخش هوايي **Root/Shoot**	سطح برگ/ سطح ريشه **Leaf area/ Root area**	سطوح شوري **Salinity levels (mmol l^{-1} NaCl)**
2.242c	5.222a	4.647c	3.557ab	5.772a	0.504d	74.5a	83.8a	0.505b	1.064b	**0**
2.205c	4.259b	5.854a	3.510b	5.711a	0.711c	70.7ab	69.7b	0.536b	1.160a	**30**
2.370ab	2.836c	5.642a	3.639ab	5.764a	2.543b	68.8ab	59.4c	0.523b	1.172a	**60**
2.358b	2.419 cd	5.201b	3.738a	5.747a	3.121a	65.5b	48.1d	0.706a	1.178a	**90**
2.476a	2.271d	5.618a	3.497b	5.408b	3.239a	54.0c	36.8e	0.701a	1.180a	**120**

در هر ستون، ميانگين‌هايي كه داراي حداقل يك حرف مشترك مي‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌اي دانكن، تفاوت معني‌داري ندارند (P≤ 0.05).

Means in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncans Multiple Range Test (P≤ 0.05).



شكل 1- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر نسبت سطح برگ به سطح ريشه گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال $p\leq 0/05$ ندارند.

Fig. 1. Interaction between vermicompost and salinity on the leaf area/root area of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at $P\leq 0.05$ probability.

Mcginnis *et al,* (2003) افزايش سطح برگ ريحان (*Ocimum basilicum* L.) را در حضور ورمي‌كمپوست به بهبود خواص فيزيكي محيط، افزايش فعاليت ميكروارگانيسم‌ها و افزايش ظرفيت نگهداري آب نسبت دادند. از طرفي مي‌توان گفت كه احتمالاً افزايش ورمي‌كمپوست در محيط ريشه، شرايط را براي جذب آب و عناصر غذايي، بهتر مهيا نموده است و گياه براي دريافت عناصر غذايي و آب، انرژي كمتري را هزينه كرده است. بنابراين ورمي‌كمپوست از يك طرف باعث افزايش سطح برگ و از طرف ديگر سبب كاهش طول و در نتيجه سطح ريشه شده است؛ بنابراين مي‌تواند نسبت سطح برگ به سطح ريشه را افزايش دهد.

نسبت وزن‌خشك ريشه به وزن‌خشك بخش هوايي (R/S)

مقايسه ميانگين مشاهدات نشان داد كه تنش شوري تأثير معني‌داري بر نسبت R/S گياه لوبيا داشت ($P\leq 0.01$). در تمام سطوح شوري، نسبت R/S نسبت به شاهد افزايش نشان داد؛ ولي تنها در سطوح90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، اين افزايش معني‌دار بود (جدول 2). ورمي‌كمپوست نيز تأثير معني‌داري بر نسبت R/S گياه لوبيا داشت ($P\leq 0.01$)؛ به‌طوري‌كه در تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد، نسبت R/S به‌طور معني‌داري كاهش يافت (جدول 3).

شكل 2 نتايج برهم‌كنش تنش شوري و ورمي‌كمپوست را بر نسبت R/S لوبيا نشان مي‌دهد. همان‌طور كه مشاهده مي‌شود در تمام سطوح شوري، نسبت‌هاي مختلف ورمي‌كمپوست، نسبت R/S را در مقايسه با شاهد به‌طور معني‌داري كاهش داد. Romero-Aranda *et al,* (2001) گزارش كردند كه در تنش شوري، انباشته‌شدن يون‌هاي Na^{+} و Cl^{-} در برگ از طريق بستن روزنه‌ها و كاهش سنتز كلروفيل، باعث كاهش محصول فتوسنتزي درگوجه‌فرنگي شده است. در يك آزمايش، غلظت‌هاي بالاي كلريدسديم، IAA درون‌زاي ريشه را در گوجه‌فرنگي كاهش داد (Dunlap & Binzel, 1996). كم‌شدن IAA در ريشه در شرايط تنش شوري، افزايش رشد ريشه را سبب مي‌شود (Rodriguez *et al.*, 1997). تحقيقات زيادي افزايش وزن‌خشك بخش هوايي گياه خيار (Sallaku *et al.*, 2009)، توت‌فرنگي (*Fragaria xananassa* Duch.) (Arancon *et al.*, 2004b) و باميه (*Abelmoschus esculentus* L.) (Gajalakshmi & Abbasi, 2002) را با كاربرد ورمي‌كمپوست نشان داده است. Atiyeh *et al,* (2000) نيز، افزايش وزن گياهان گوجه‌فرنگي تيمارشده با ورمي كمپوست را به‌دليل تغيير در شرايط فيزيكي، شيميايي و خصوصيات ميكروبي و زيستي محيط كشت اعلام نمودند.

به‌نظر مي‌رسد ورمي‌كمپوست به‌دليل داشتن مواد معـدني ضـروري مـاكرو و ميكـرو، سـاختار متخلخـل و ظرفيـت بـالاي نگهداري آب، مي‌تواند ميزان فتوسنتز و متعاقب آن، وزن‌خشك گياه را افزايش دهد. همچنـين ورمـي‌كمپوسـت بـا مهيـاكردن شرايط مناسب براي جذب آب و عناصر غذايي در محيط اطراف ريشه، باعث مي‌شود تـا گيـاه انـرژي كمتـري را هزينـه نمايـد. بنابراين ورمي‌كمپوست باعث افزايش وزن‌خشك بخش هوايي و كاهش وزن‌خشك ريشه شده است.

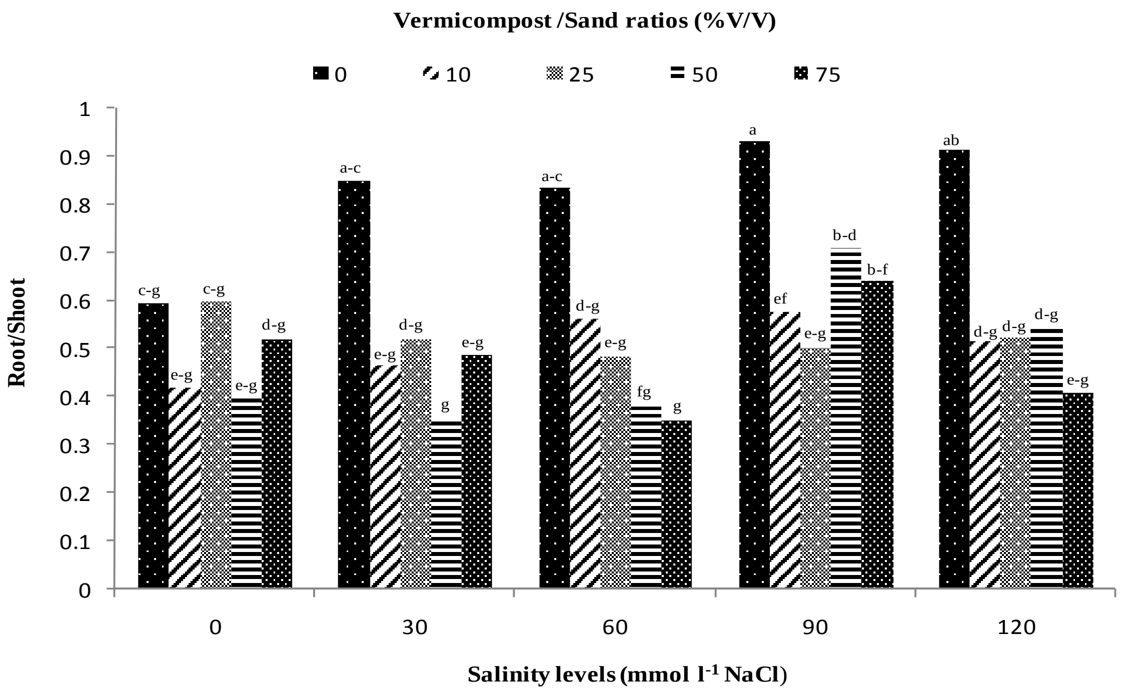
جدول 3- مقايسه ميانگين صفات مربوط به خصوصيات مورفولوژيك، فيزيولوژيك و بيوشيميايي ريشه و ساقه لوبيا رقم فرمز درخشان در غلظت‌هاي مختلف ورمي‌كمپوست

Table 3. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot morphological, physiological and biochemical features at different vermicompost concentrations

ميزان كلسيم ريشه (گرم/100گرم وزن‌خشك) Root calcium (g/100g root dw)	ميزان پتاسيم ريشه (گرم/100گرم وزن‌خشك) Root potassium (g/100g root dw)	ميزان سديم ريشه (گرم/100گرم وزن‌خشك) Root sodium (g/100g root dw)	ميزان كلسيم برگ (گرم/100گرم وزن‌خشك) Leaf calcium (g/100g leaf dw)	ميزان پتاسيم برگ (گرم/100گرم وزن‌خشك) Leaf potassium (g/100g leaf dw)	ميزان سديم برگ (گرم/100گرم وزن‌خشك) Leaf sodium (g/100g leaf dw)	محتواي نسبي آب (درصد) Relative water content (%)	شاخص پايداري غشاء (درصد) Membrane stability index (%)	وزن‌خشك ريشه/ وزن‌خشك بخش هوايي Root/Shoot	سطح برگ/ سطح ريشه Leaf area/ Root area	نسبت ورمي‌كمپوست Vermicompost ratio (V/V)
2.177c	1.036c	6.248a	3.232c	2.690e	0.777e	70.0ab	53.6b	0.821a	0.813d	**0**
2.278bc	3.376b	5.107bc	3.322c	5.015d	1.693d	76.2a	72.7a	0.528b	1.138c	**10**
2.307b	4.089a	4.939c	3.890b	6.057c	2.513b	69.6ab	69.5a	0.525b	1.171bc	**25**
2.337b	3.254b	5.395b	3.409c	6.755b	3.159a	55.9c	49.3c	0.474b	1.227ab	**50**
2.551a	4.352a	4.274d	4.100a	7.691a	1.976c	69.4b	52.5bc	0.482b	1.226ab	**75**

در هر ستون، ميانگين‌هايي كه داراي حداقل يك حرف مشترك مي‌باشند، مطابق آزمون چنددامنه‌اي دانكن، تفاوت معني‌داري ندارند ($P \leq 0.05$).

Means in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncans Multiple Range Test ($P \leq 0.05$).



شكل 2- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر نسبت وزن‌خشك ريشه به وزن‌خشك بخش هوايي گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال $p \leq 0/05$ ندارند.

Fig. 2. Interaction between vermicompost and salinity on the Root/Shoot of seedling of bean

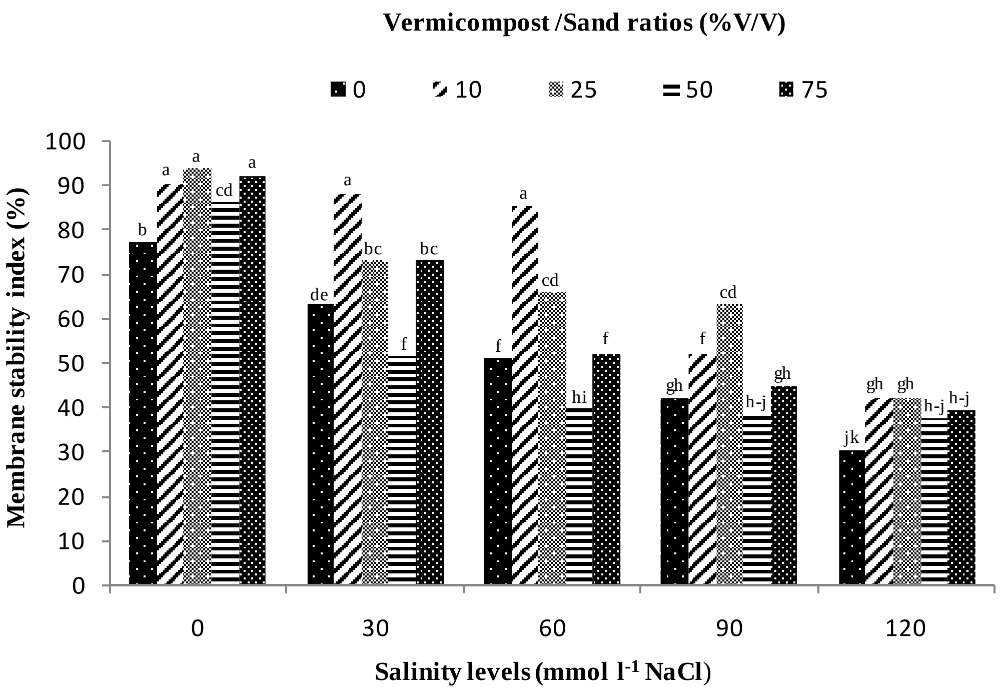
Columns with the same letter(s) are not significantly different at $P \leq 0.05$ probability.

شاخص پايداري غشاء

مقايسة ميانگين مشاهدات نشان داد كه تنش شوري تأثير معني‌داري بر شاخص پايداري غشاء داشت ($P \leq 0.01$)، به‌طوري‌كه با افزايش تنش شوري، شاخص پايداري غشاء كاهش يافت. كمترين شاخص پايداري غشاء در شوري 120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم مشاهده شد كه نسبت به شاهد، حدود دوبرابر كاهش داشت (جدول 2). ورمي‌كمپوست تأثير معني‌داري بر شاخص پايداري غشاء سلولي گياه لوبيا داشت ($P \leq 0.01$). در غلظت‌هاي10 و 25درصد ورمي‌كمپوست، شاخص پايداري غشاء به‌صورت معني‌داري افزايش يافت و در غلظت50درصد ورمي‌كمپوست، اين شاخص به‌صورت معني‌داري نسبت به شاهد كاهش يافت. غلظت 75درصد ورمي‌كمپوست نيز تفاوت معني‌داري با شاهد نداشت (جدول 3). برهم‌كُنش شوري و ورمي‌كمپوست، تأثير معني‌داري بر شاخص پايداري غشاء داشت ($P \leq 0.01$). شكل3 برهم‌كُنش تنش شوري و ورمي‌كمپوست را بر شاخص پايداري غشاء نشان مي‌دهد. در شوري معادل30ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، شاخص پايداري غشاء در نسبت‌هاي 10، 25 و 75درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد، افزايش معني‌دار و در نسبت50درصد ورمي‌كمپوست، كاهش معني‌داري را نشان داد. در شوري معادل60ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، شاخص پايداري غشاء در نسبت‌هاي10 و 25درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد به‌صورت معني‌داري افزايش يافت و در غلظت 50درصد ورمي‌كمپوست، اين شاخص به‌صورت معني‌داري كاهش يافت و در غلظت 75درصد ورمي‌كمپوست، تفاوت معني‌داري نشان نداد. در سطوح شوري90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، شاخص پايداري غشاء در نسبت‌هاي 10 و 25درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد، افزايش معني‌دار داشت و در غلظت‌هاي50 و 75درصد ورمي‌كمپوست، تفاوت معني‌داري نشان نداد. بنابراين نسبت‌هاي10 و 25درصد ورمي‌كمپوست در تمام سطوح شوري مي‌تواند پايداري غشاء را بهبود بخشد. Kaya *et al*, (2002) نيز نشان دادند كه ميزان بالاي كلريدسديم، كمبود كلسيم را در توت‌فرنگي القاء كرد و باعث كاهش پايداري غشاي سلولي شد. بنابراين در گياهان تحت تنش شوري، نسبت كلسيم به سديم كاهش يافته و يون‌هاي سديم ممكن است براي مكان‌هاي اتصال كلسيم در غشاء رقابت كنند؛ در نتيجه، ميزان بالاي كلسيم مي‌تواند غشاي سلول را از اثرات نامطلوب شوري حفظ كند (Bush, 1995). همچنين Singh *et al*, (2008) نشان دادند كه اسيدجيبرليك (GA_3) به‌طور معني‌داري پايداري غشاي سلول‌هاي گلبرگ سوسن (*Lilium longiflorum* L.) را بهبود بخشيد. به‌طور مشابه در تيمار با اسيدجيبرليك، نشت الكتروليت‌ها در گل‌سرخ كاهش يافت (Sabehat & Zeislin, 1994). بنابراين احتمالاً ورمي‌كمپوست با دارابودن هورمون‌هاي گياهي از جمله جيبرلين‌ها و دارابودن مقادير زيادي مواد معدني از جمله كلسيم، مي‌تواند پايداري غشاي سلول‌هاي برگ لوبيا را بهبود بخشد. در نسبت‌هاي بالاي ورمي‌كمپوست (50 و 75درصد)، احتمالاً ورمي‌كمپوست نيز به‌عنوان منبع شوري عمل نموده و اثرات كاهشي بر شاخص پايداري غشاء دارد. با اين وجود، در نسبت بالاي ورمي‌كمپوست (75درصد) اثرات مفيد اين كود آلي بيشتر از اثرات منفي آن بوده و احتمالاً برايند، به‌سمت تأثير مثبت ورمي‌كمپوست بوده است.

محتواي نسبي آب

نتايج حاصل از مقايسة ميانگين مشاهدات نشان داد كه تنش شوري، تأثير معني‌داري بر محتواي نسبي آب گياهچه‌هاي لوبيا داشت ($P \leq 0.01$)؛ به‌طوري‌كه با افزايش تنش شوري، محتواي نسبي آب، كاهش يافت. كمترين مقدار محتواي نسبي آب (54درصد) در شوري120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم مشاهده شد كه نسبت به شاهد، حدود20درصد كاهش داشت (جدول 2). ورمي‌كمپوست، تأثير معني‌داري بر محتواي نسبي آب لوبيا داشت ($P \leq 0.01$). نتايج مقايسة ميانگين نسبت‌هاي مختلف ورمي‌كمپوست نشان داد كه در نسبت50درصد ورمي‌كمپوست، محتواي نسبي آب به‌طور معني‌داري كاهش يافته است؛ درحالي‌كه ساير نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، تأثير معني‌داري با شاهد نداشتند (جدول 3). نتايج حاصل از برهم‌كُنش شوري و ورمي‌كمپوست (شكل 3) نشان مي‌دهد كه در سطوح شوري30،60 و90ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، با اين‌كه در نسبت50درصد ورمي‌كمپوست، كمترين محتواي نسبي آب مشاهده شد، ولي هيچ‌كدام از نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، تفاوت معني‌داري با شاهد (بدون ورمي‌كمپوست) نداشتند. در شوري120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد، تفاوت معني‌داري نداشت؛ درحالي‌كه ساير نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، كاهش معني‌داري را از نظر محتواي نسبي آب برگ نشان دادند. بنابراين به‌نظر مي‌رسد در شوري‌هاي كم تا متوسط، نسبت‌هاي پايين ورمي‌كمپوست به‌طور جزئي مي‌توانند پتانسيل آب برگ لوبيا را بهبود بخشند. در شوري‌هاي بالا (120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم) نيز تنها نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست مي‌تواند از كاهش پتانسيل آب جلوگيري كند.

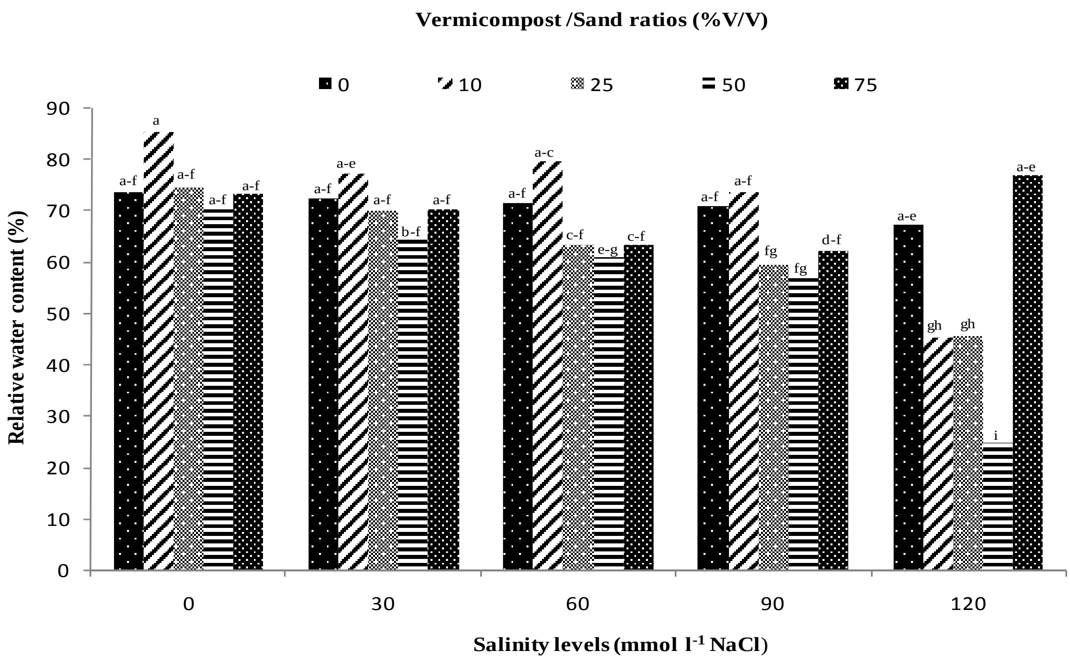


شكل 3- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر شاخص پايداري غشاي برگ گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال 0/05 ≥p ندارند.

Fig. 3. Interaction between vermicompost and salinity on the membrane stability index of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.



شكل 4- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر محتواي نسبي آب گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال 0/05 ≥p ندارند.

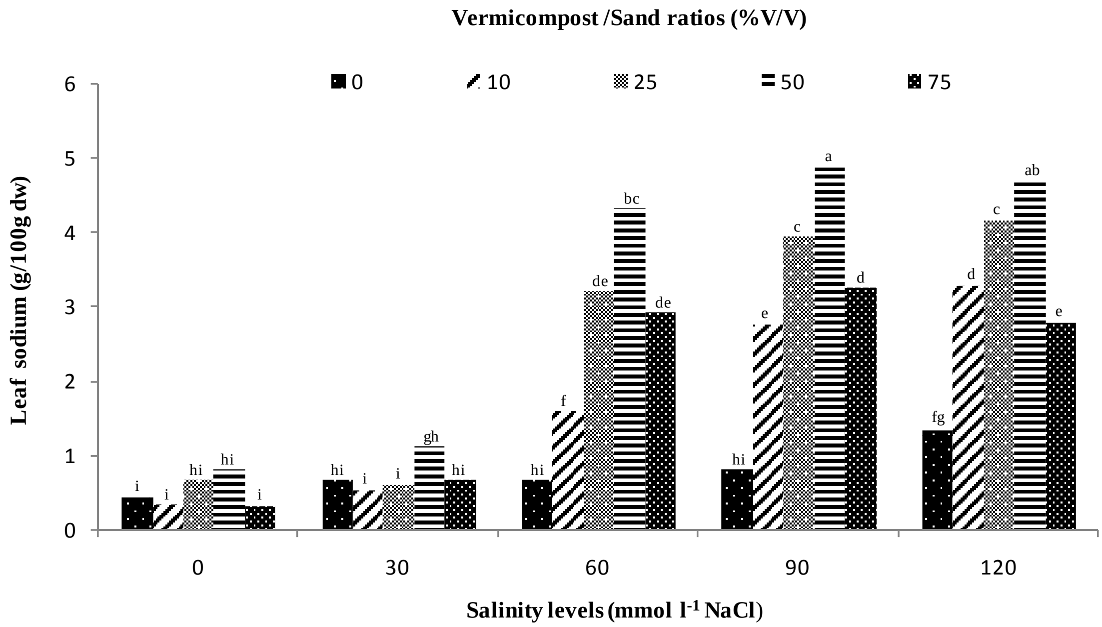
Fig. 4. Interaction between vermicompost and salinity on the relative water content of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

در تحقيقات ديگر نيز نشان داده شده است كه گياهان در مواجهه با تنش، پتانسيل آب داخلي خود را در مقايسه با خاك تغيير مي‌دهند (Tester & Davenport, 2003). Rafiq & Nusrat (2009) اظهار داشتند كه با افزايش غلظت نمك، پتانسيل آب برگ و پتانسيل اسمزي در برگ گياه آفتابگردان به‌طور معني‌داري كاهش و با كاربرد كود آلي، افزايش يافت. اين محققان بيان داشتند كه تغيير در پتانسيل آب داخلي، نيازمند افزايش در اسمز به‌وسيلة جذب املاح خاك يا به‌وسيلة سنتز مواد متابوليكي است. كاربرد كودهاي آلي، باعث تجمع K^+ و برخي از يون‌هاي آلي در سلول مي‌شود و متعاقب آن، فعاليت اسمزي را افزايش مي‌دهد و سبب كاهش پتانسيل آب و حركت آن از سلول‌هاي اطراف به‌داخل سلول مي‌گردد. بنابراين به‌نظر مي‌رسد كه ورمي‌كمپوست با دارابودن املاح زياد و قابل‌دسترس‌بودن اين مواد براي گياهان، همچنين داشتن ساختار متخلخل و ظرفيت نگهداري بالاي آب، مي‌تواند پتانسيل آب برگ لوبيا را بهبود بخشد.

ميزان عناصر سديم، پتاسيم و كلسيم بافت برگ

نتايج حاصل از مقايسه ميانگين مشاهدات نشان داد كه تنش شوري تأثير معني‌داري بر ميزان سديم و پتاسيم برگ لوبيا داشت، ولي تأثير معني‌داري بر ميزان كلسيم برگ نداشت ($P\leq 0.01$). با افزايش سطوح شوري، ميزان سديم برگ افزايش يافت به‌طوري‌كه در شوري120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، نسبت به شاهد حدود 2/5برابر افزايش داشت. ميزان پتاسيم برگ، تنها در شوري120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، نسبت به شاهد كاهش معني‌داري داشت، ولي در ساير سطوح شوري تفاوت معني‌داري با شاهد نداشت (جدول 2). ورمي‌كمپوست تأثير معني‌داري بر ميزان سديم، پتاسيم و كلسيم برگ گياه لوبيا داشت، به‌طوري‌كه در تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، ميزان اين عناصر در بافت برگ نسبت به شاهد بيشتر بود ($P\leq 0.01$). با افزايش نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، ميزان پتاسيم برگ نيز افزايش يافت، به‌طوري‌كه ميزان پتاسيم برگ در نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست، حدود 75درصد بيشتر از شاهد بود. ميزان كلسيم برگ در نسبت‌هاي10 و50درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد، تفاوت معني‌داري نداشت و در نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست، بيشترين ميزان (4/1گرم بر100گرم وزن‌خشك برگ) را دارا بود (جدول 3). نتايج حاصل از برهم‌كنش شوري و ورمي‌كمپوست بر ميزان سديم برگ در شكل 5 نشان داده شده است. در شوري30ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، تنها در نسبت 50درصد ورمي‌كمپوست ميزان سديم برگ به‌صورت معني‌داري نسبت به شاهد بدون ورمي‌كمپوست افزايش يافت. در ساير سطوح شوري (60،90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم) ميزان سديم برگ در تمامي نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد بدون ورمي‌كمپوست افزايش معني‌داري داشت. برهم‌كنش سطوح شوري و ورمي‌كمپوست بر ميزان پتاسيم برگ (شكل 6)، نشان داد كه همه نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست در سطوح مختلف شوري، ميزان پتاسيم برگ را به‌طور معني‌داري افزايش داد. در تمام سطوح شوري، بيشترين ميزان پتاسيم برگ در نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست مشاهده شد. نتايج برهم‌كنش شوري و ورمي‌كمپوست بر ميزان كلسيم برگ (شكل 7) نشان داد كه در سطوح شوري30 و60ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، ميزان كلسيم برگ در تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد بدون ورمي‌كمپوست، به‌طور معني‌داري افزايش يافت. ميزان كلسيم برگ در سطوح شوري90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، تنها در نسبت50درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد به‌طور معني‌داري كاهش يافت و بيشترين ميزان كلسيم برگ در نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست مشاهده شد، اما تفاوت معني‌داري با شاهد نداشت. درمحيط شور، ورود Na^+ به غشاي پلاسمايي باعث دپولاريزاسيون غشا گرديده و در نتيجه باعث بازشدن كانال‌هاي پتاسيمي يك‌سويه به خارج شده و بنابراين K^+ كاهش مي‌يابد (Shabala, 2000). Hasegawa *et al,* (2000) بيان داشتند كه به‌دليل انتقال كاتيون‌هاي Na^+ و K^+ با يك حامل مشترك، Na^+ براي شارش به درون سلول با K^+ رقابت مي‌كند. نشان داده شده است كه با كاهش محتواي آب خاك، جذب پتاسيم توسط ريشه‌هاي پياز (Kuchenbuch *et al.*, 1986) كاهش يافته است. Hu & Schmidhalter (2005) بيان كردند كه با كاهش محتواي آب خاك، تحرّك پتاسيم، كاهش و قابليت دسترسي پتاسيم براي ريشه‌هاي گياه كاهش يافت. Osuagwu *et al.* (2010) گزارش كردند كه تنش خشكي، ميزان عناصر پتاسيم و كلسيم را در برگ‌هاي گياه *Ocimum gratissimum* كاهش داد كه ممكن است به‌دليل حركت اين عناصر از برگ‌ها به ريشه باشد، زيرا كه در اين شرايط اين دو عنصر به‌عنوان محافظت‌كننده‌هاي اسمزي عمل مي‌كنند. يون كلسيم به‌عنوان پيك ثانويه در گياهان عمل مي‌كند و در ترارساني انواع وسيعي از علايم شركت دارد، بنابراين ممكن است جزء مهمي از پاسخ گياهان به شوري باشد (Hasegawa *et al.*, 2000). در يك آزمايش، در حضور كلسيم، كاهش نفوذپذيري غشاء نسبت به سديم، منجر به كاهش انباشت سديم در كتان (*Gossypium hirsutum* L.) شد (Cramer *et al.*, 1987). همچنين گزارش شده است كه اگر نسبت Na^+/Ca^{2+} بيرون سلولي بالا باشد، درون‌شارش Na^+ افزايش خواهد يافت (Song & Fujyiama, 1996).

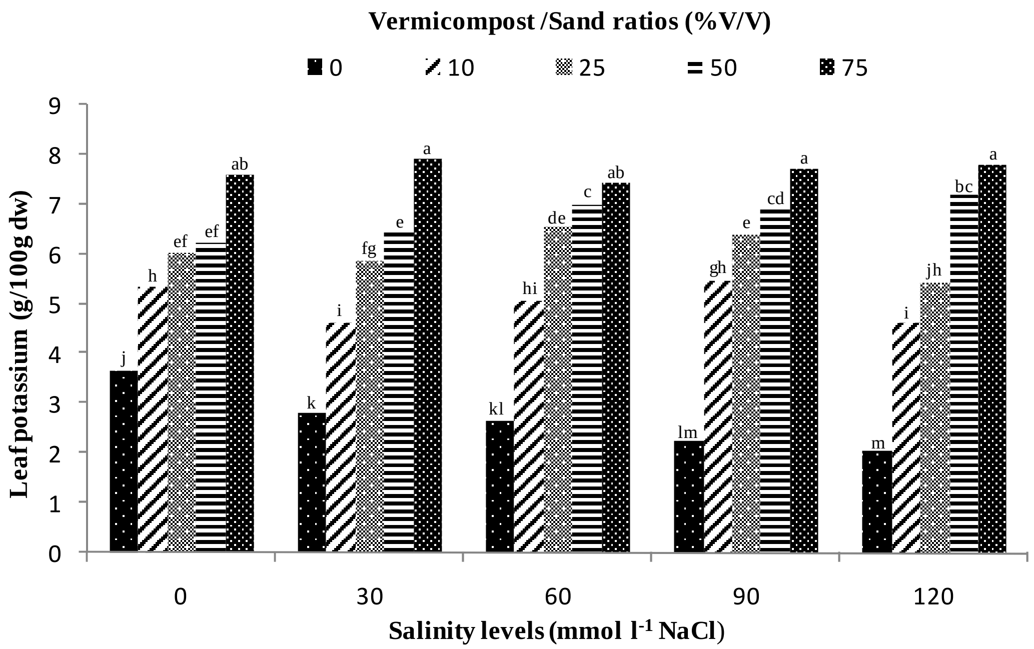


شكل 5- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر ميزان سديم برگ گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال p≤ 0/05 ندارند.

Fig. 5. Interaction between vermicompost and sal inity on the leaf sodium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

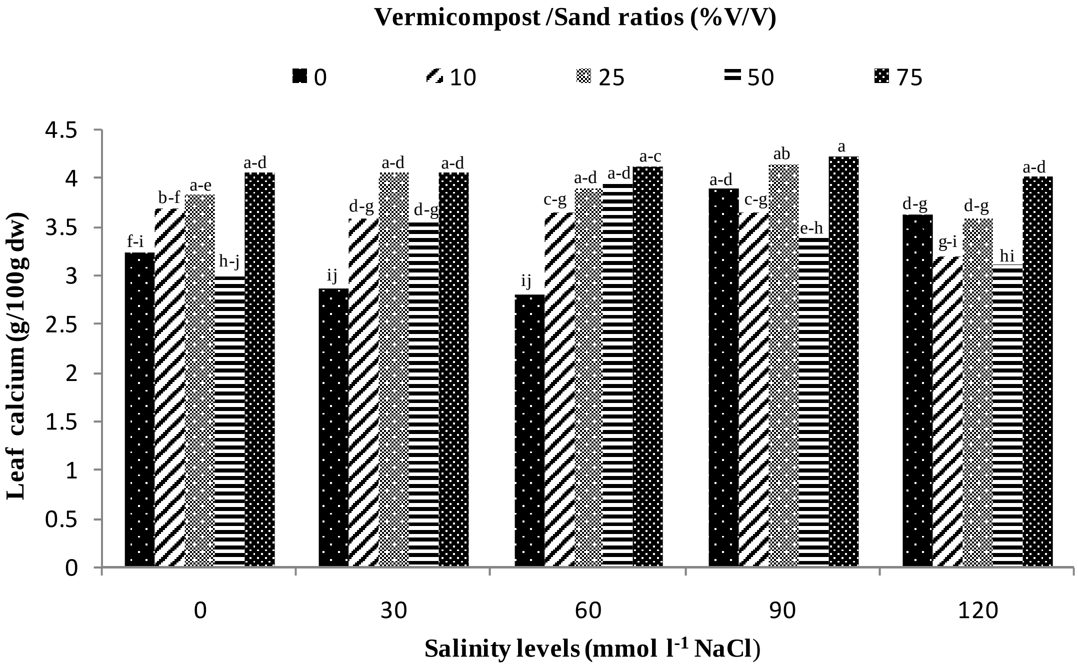


شكل 6- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر ميزان پتاسيم برگ گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال p≤ 0/05 ندارند.

Fig. 6. Interaction between vermicompost and salinity on the leaf potassium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.



شكل 7- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر ميزان كلسيم برگ گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال p≤ 0/05 ندارند.

Fig. 7. Interaction between vermicompost and salinity on the leaf calcium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

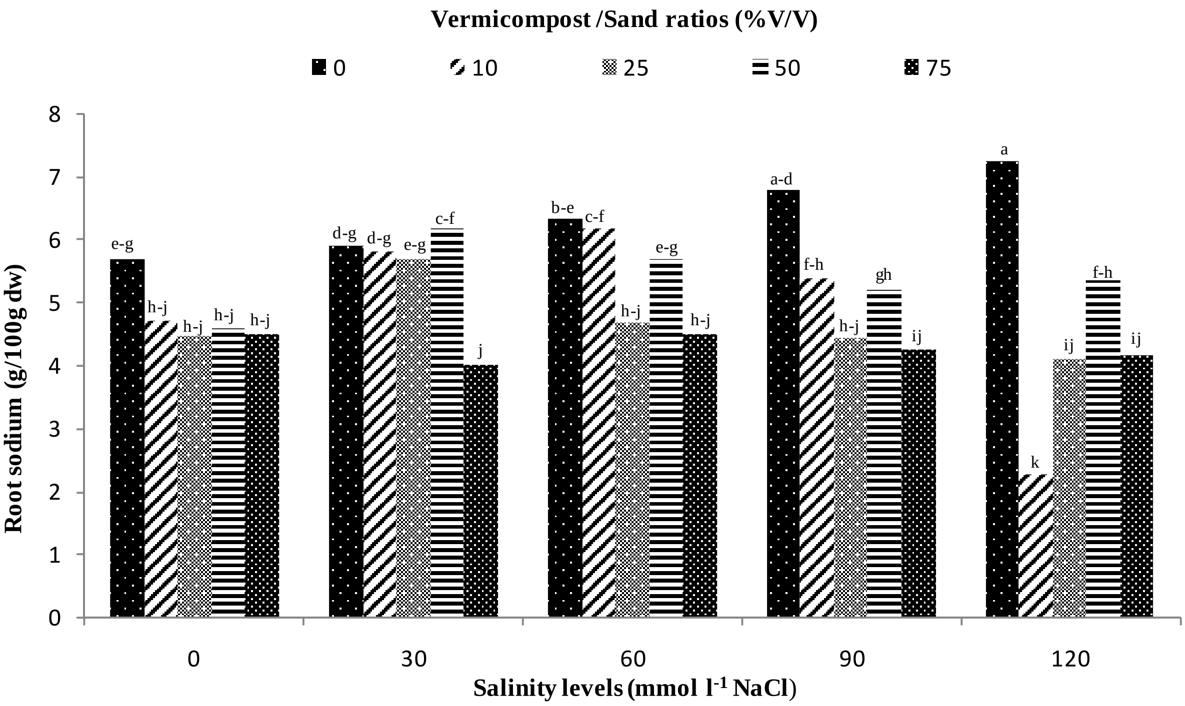
كاهش جذب پتاسيم و افزايش ورود سديم در دورة تنش شوري، در مطالعات متعدد گزارش شده است (Serrano & Rodriguez-Navarro, 2001). Saleh *et al*, (2003) نشان دادند كه كاربرد كود آلي در مزارع پياز (*Allium cepa* L.)، برخي عناصر معدني ضروري مورد نياز گياه را در طول دورة رشد، قابل‌دسترس ساخته و مقاومت به شوري را افزايش مي‌دهد. Lakhdar *et al*, (2008) بيان كردند كه اغلب خاك‌هاي شور با كمبود نيتروژن، فسفر و پتاسيم مواجه هستند. اضافه‌كردن كمپوست در چنين خاك‌هايي باعث غني‌شدن ريزوسفر با عناصر غذايي ماكرو و ميكرو شده و در نتيجه باعث جبران كمبود مواد غذايي مي‌شود. Basker *et al*, (1993) نشان دادند كه پتاسيم ورمي‌كمپوست، دو تا سه‌برابر بيشتر از پتاسيم خاك است. تحت شرايط شوري، كمپوست، پتاسيم مورد نياز گياه را از طريق افزايش ظرفيت تبادل كاتيوني افزايش مي‌دهد (Walker & Bernal, 2008). از طرفي تثبيت پتاسيم در خاك‌هاي خشك، بيشتر از خاك‌هاي مرطوب است (Raschke, 1975) و از آنجا كه ورمي‌كمپوست داراي ساختار متخلخل است، ظرفيت نگهداري آب را افزايش داده و پتاسيم جذب بهتري داشته و تثبيت آن ديرتر اتفاق مي‌افتد. مطالعات نشان داده است كه هورمون سيتوكنين، جذب پتاسيم را افزايش مي‌دهد (Ilan, 1971) و ورمي‌كمپوست‌ها داراي هورمون‌هاي رشد گياهي از جمله سيتوكينين‌ها هستند. بنابراين ورمي‌كمپوست‌ها با دارابودن مواد مغذّي فراوان، هورمون‌هاي گياهي و ظرفيت نگهداري بالا مي‌تواند باعث بهبود جذب عناصر غذايي و كاهش جذب سديم در شرايط تنش شوري شوند.

ميزان عناصر سديم، پتاسيم و كلسيم بافت ريشه

مقايسة ميانگين مشاهدات نشان داد كه تنش شوري، تأثير معني‌داري بر ميزان سديم، پتاسيم و كلسيم بافت ريشه گياهچه‌هاي لوبيا داشت (P≤ 0.01). با افزايش سطوح شوري، ميزان سديم بافت ريشه نسبت به شاهد، به‌طور معني‌داري افزايش و ميزان پتاسيم، كاهش يافت. ميزان كلسيم بافت ريشه نيز تنها در سطح شوري30ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، نسبت به شاهد تفاوت معني‌داري نداشت و در ساير سطوح شوري افزايش يافت (جدول 2). ورمي‌كمپوست تأثير معني‌داري بر ميزان سديم، پتاسيم و كلسيم ريشه گياه لوبيا داشت (P≤ 0.01). در تمامي نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، ميزان سديم

بافت ريشه كاهش و ميزان پتاسيم به‌صورت معني‌داري افزايش نشان داد. با اين حال، در بين نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست، بيشترين ميزان سديم و كمترين ميزان پتاسيم در نسبت50درصد ورمي‌كمپوست مشاهده شد كه با ساير نسبت‌ها تفاوت معني‌داري نداشت. ميزان كلسيم بافت ريشه نيز تنها در نسبت10درصد ورمي‌كمپوست، نسبت به شاهد تفاوت معني‌داري نداشت و در ساير نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست افزايش نشان داد (جدول 3). بنابراين در حضور ورمي‌كمپوست، ميزان پتاسيم و كلسيم بافت ريشه افزايش يافت كه با نتايج بافت برگ مطابقت دارد. در اين آزمايش، ميزان سديم ريشه در حضور ورمي‌كمپوست كاهش يافت (جدول 3). نتايج برهم‌كنش سطوح شوري و ورمي‌كمپوست بر ميزان سديم ريشه (شكل 8)، نشان داد كه در شوري30ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، تنها نسبت 75درصد ورمي‌كمپوست و در شوري60ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، نسبت‌هاي25 و 75درصد ورمي‌كمپوست و در سطوح شوري90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، همه نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمي‌كمپوست) كاهش معني‌داري نشان دادند.

نتايج برهم‌كنش شوري و ورمي‌كمپوست بر ميزان پتاسيم ريشه در شكل 9 نشان داده شده است. در سطوح شوري30 و 60ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، تمام نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست به‌جز نسبت50درصد، نسبت به شاهد (بدون ورمي‌كمپوست) افزايش نشان داد. در سطوح شوري90 و120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم نيز، نسبت‌هاي10 و50درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد تفاوت معني‌داري نداشته و ساير نسبت‌ها افزايش معني‌داري را نشان دادند. برهم‌كنش شوري و ورمي‌كمپوست بر ميزان كلسيم ريشه (شكل 10) نشان داد كه در شوري30ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم در حضور ورمي‌كمپوست، تفاوت معني‌داري با شاهد بدون ورمي‌كمپوست نداشت. در سطوح شوري60 و90ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم، تنها نسبت10درصد ورمي‌كمپوست تفاوت معني‌داري با شاهد نداشت ولي ساير نسبت‌هاي ورمي‌كمپوست به‌طور معني‌داري ميزان كلسيم ريشه را افزايش دادند. در شوري120ميلي‌مول بر ليتر كلريدسديم نيز نسبت‌هاي 25 و 75درصد ورمي‌كمپوست نسبت به شاهد بدون ورمي‌كمپوست به‌طور معني‌داري ميزان كلسيم ريشه را افزايش داد.

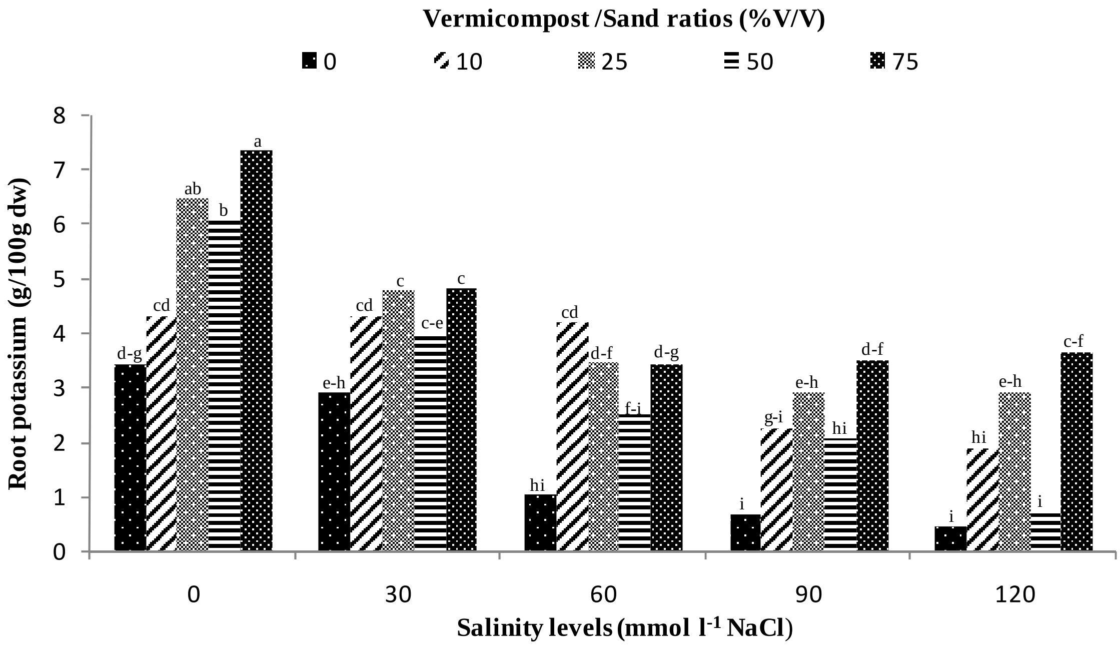


شكل 8- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر ميزان سديم ريشه گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال p≤ 0/05 ندارند.

Fig. 8. Interaction between vermicompost and salinity on the root sodium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

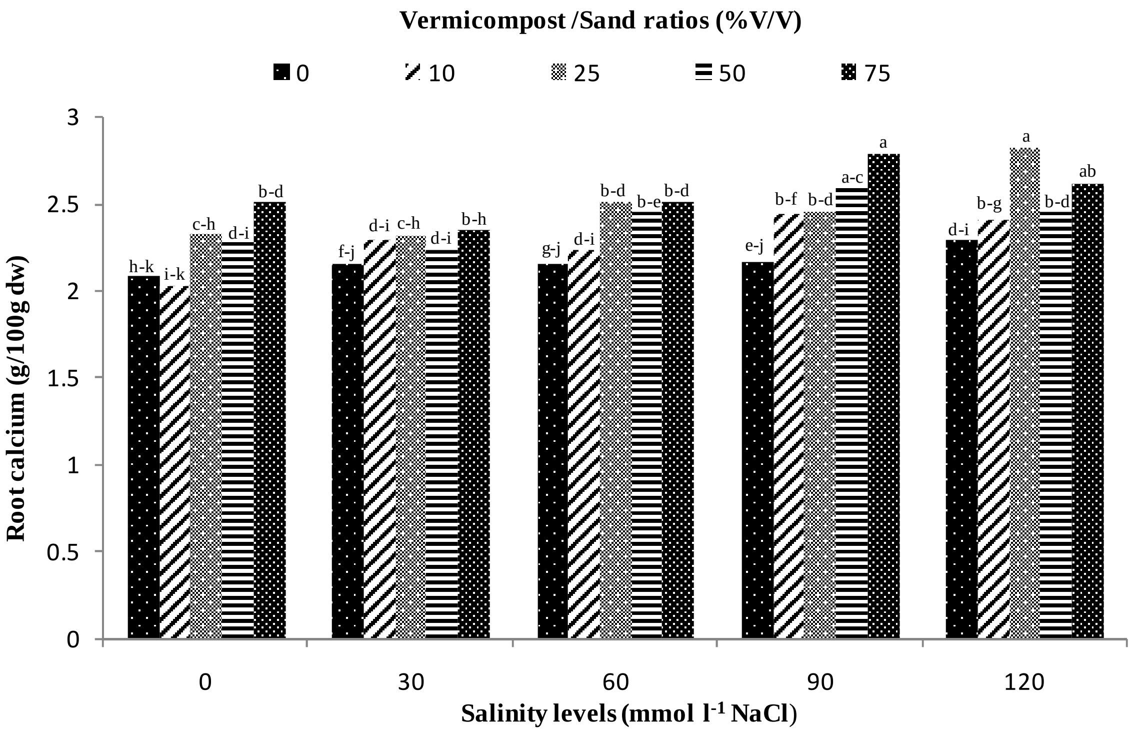


شكل 9- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر ميزان پتاسيم ريشه گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال p≤ 0/05 ندارند.

Fig. 9. Interaction between vermicompost and salinity on the root potassium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.



شكل 10- اثر متقابل ورمي‌كمپوست و شوري بر ميزان كلسيم ريشه گياهچه‌هاي لوبيا

ستون‌ها با حرف يا حروف مشترك، تفاوت معني‌داري در سطح احتمال p≤ 0/05 ندارند.

Fig. 10. Interaction between vermicompost and salinity on the root calcium of seedling of bean

Columns with the same letter(s) are not significantly different at P≤ 0.05 probability.

بنابراين به‌نظر مي‌رسد كه در تنش شوري، سديم با كاتيون‌هاي ديگر رقابت كرده و بيشتر جذب مي‌شود. همچنين احتمالاً به‌دليل بازشدن كانال‌هاي پتاسيمي يك‌سويه به خارج و كاهش پتانسيل آب در محيط اطراف ريشه در شرايط تنش، جذب پتاسيم كاهش يافته است. شايد افزايش كلسيم در ريشه در شرايط تنش به‌دليل حركت اين عنصر از برگ‌ها به ريشه‌ها به‌منظور ايجاد پتانسيل اسمزي باشد. اضافه‌كردن ورمي‌كمپوست به محيط ريشه، احتمالاً به‌دليل فراهم‌بودن مواد معدني فراوان براي گياه و توان رقابت با سديم، همچنين مرطوب‌نگهداشتن محيط اطراف ريشه و دارابودن هورمون‌هاي رشد گياهي مي‌تواند باعث افزايش جذب عناصر مورد نياز گياه شده و اثرات نامطلوب شوري را كاهش دهد.

نتيجه‌گيري

نتايج اين تحقيق نشان داد كه ورمي‌كمپوست با توجه به ويژگي‌هاي ساختاري، دارابودن عناصر معدني مغذّي و هورمون‌هاي رشد گياهي مي‌تواند از طريق تأثير بر خصوصيات فيزيولوژيك مانند شاخص پايداري غشاء و ميزان عناصر پتاسيم و كلسيم بافت برگ و ريشه رشد گياه را در شرايط تنش شوري بهبود بخشد و اثرات نامطلوب شوري را بر گياهچه‌هاي لوبيا محدود نمايد. نتايج بررسي‌ها در اين آزمايش، مؤيد اين است كه نسبت‌هاي10، 25 و 75درصد ورمي‌كمپوست در بهبود اثرات سوء ناشي از تنش شوري مؤثر است ولي نسبت50درصد ورمي‌كمپوست اثرات كاهشي دارد. احتمالاً ورمي‌كمپوست در نسبت‌هاي بالا (50 و 75درصد) به‌عنوان منبع شوري عمل مي‌نمايد، با اين‌وجود در نسبت بالاي ورمي كمپوست (75درصد) اثرات مفيد اين كود آلي بيشتر از اثرات منفي آن بوده و احتمالاً برآيند به‌سمت تأثير مثبت ورمي‌كمپوست بوده است.

منابع

1. Arancon, N.Q., Edvards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004a. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-143.
2. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004b. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.
3. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology 75: 175-180.
4. Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
5. Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigolds and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization 8: 215-223.
6. Bagheri, A., Mahmoudi, A., and Ghezeli, F. 2001. Common Bean: Research for Crop Improvement. Jahad Daneshgahi Publishers.
7. Basker, A., Macgregor, A.N., and Kirkman, J.H. 1993. Exchangeable potassium and other cations in non-ingested soil and casts of two species of pasture earthworms. Soil Biology and Biochemistry 25: 1673-1677.
8. Bian, Sh., and Jiang Y. 2008. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentucky bluegrass in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulturae 120: 264-270.

9. Bush, D.S. 1995. Calcium regulation in plant cells and its role in signaling. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 46: 95-122.
10. Chapman, H.D., and Pratt, P.F. 1982. Method of Analysis for Soil, Plants and Water, Chapman Publisher: Riverside, CA.
11. Cramer, G.R., Läuchli, A., and Epstein, E. 1986. Effects of NaCl and $CaCl_2$ on ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. Plant Physiology 81: 792-797.
12. Dorri, H.R. 2008. Bean Agronomy. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein (In Persian).
13. Dunlap, J.R., and Binzel, M.L. 1996. NaCl reduces indole-3-acetic acid levels in the roots of tomato plant independent of stress-induced abscissic acid. Plant Physiology 112: 379-384.
14. Edwards, C.A., and Burrows, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media, in Earthworms. In: C.A. Edwards and E.F. Neuhauser (Eds.). Environmental and Waste Management, SPB Academic Publishing, The Hague, the Netherlands, p. 211-220.
15. El-Missery, M.M.A. 2003. Effect of organic fertilization on yield and quality of some vegetable crops under saline conditions. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo. Egypt.
16. Flowers, T.J., and Yeo, A.R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants. Australian Journal of Plant Physiology 22: 875-884.
17. Frankenberger, W.T., and Arshad, M. 1995. Phytohormones in Soils: Microbial Production and Function, Marcel Dekker, New York.
18. Gajalakshmi, S., Abbasi, S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of Crassandra undulaefolia, and on several vegetables. Bioresource Technology 85: 197-199.
19. Ganjeali A., Kafi M., and Bagheri, A. 2007. The new approaches of chickpea (*Cicer arietinum* L.) root study. Journal of Agricultural Science 13: 179-188 (In Persian with English Summary).
20. Hafsi, C., Lakhdar, A., Rabhi, M., Debez, A., Abdelly, C., and Ouerghi, Z. 2007. Interactive effects of salinity and potassium availability on growth, water status, and ionic composition of *Hordeum maritimum*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170: 469-473.
21. Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., and Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 51: 463-499.
22. Hu, Y., and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition 168: 541-549.
23. Ilan, I. 1971. Evidence for hormonal regulation of the selectivity of ion uptake by plant cells. Physiologia Plantarum 25: 230-233.
24. Jat, R.S., and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture 28: 41-54.
25. Kaya, C., Ak, B.E., Higgs, D., and Murillo-Amador, B. 2002. Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions. Australian Journal of Experimental Agriculture 42: 631-636.
26. Krishnamoorthy, R.V., and Vajranabhaiah, S.N. 1986. Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promotor levels in the casts. Proceeding of the India Acrlemy of Sciences (Animal Science) 95: 341-351.
27. Kuchenbuch, R., Claassen, N., and Jungk, A. 1986. Potassium availability in relation to soil moisture, II Calculations by means of a mathematical simulation model. Plant and Soil 95: 233-243.
28. Lakhdar, A., Hafsi, C., Rabhi, M., Debez, A., Montemurro, F., Abdelly, C., Jedidi, N., and Ouerghi, Z. 2008. Application of municipal solid waste compost reduces the negative effects of saline water in *Hordeum maritimum* L. Bioresource Technology 99: 7160-7167.

29. Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. Hazardous Materials 171: 29-37.
30. Lauer, D.A. 1975. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. In: Energy Agriculture and Waste Management. W.J. Jewell (Ed.). Proc. Agriculture Waste Management. Conference Annual Arbor, Sci., Ann., Arbor., MI. p. 409.
31. Mcginnis, M., Cookt, A., Bilderback, T., and Lorcheider, M. 2003. Organic fertilization for basil trancplant production. Acta Horticulturae 491: 213-218.
32. Mohanty, S., Paikaray, N.K., and Rajan, A.R. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma 133: 225-230.
33. Oliva, M.A., Zenteno, R.E., Pinto, A., Dendooven, L., and Gutierrez, F. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botanica 65: 10-17.
34. Osuagwu, G.G.E., Edeoga, H.O., and Osuagwu, A.N. 2010. The influence of water stress (drought) on the mineral and vitamin potential of the leaves of *Ocimum gratissimum* (L). Recent Research in Science and Technology 2: 27-33.
35. Rafiq, A., and Nusrat, J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellanthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 41: 1373-1384.
36. Raschke, K. 1975. Stomatal action. Annual Review of Plant Physiology 26: 309-340.
37. Raychev, T., Popandova, S., Józefaciuk, G., Hajnos, M., and Sokoowska, Z. 2001. Physicochemical reclamation of saline soils using coal powder. International Agrophysics 15: 51-54.
38. Rodriguez, P., Dell'amico, J., Morales, D., Sánchez Blanco, M.J., and Alarco, J.J. 1997. Effects of salinity on growth, shoot water relations and root hydraulic conductivity in tomato plants. The Journal of Agricultural Science 128: 439-444.
39. Romero-Aranda, R., Soria, T., and Cuartero, J. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. Plant Science 160: 265-272.
40. Sabehat, A., and Zeislin, N. 1994. GA_3 effect on post harvest alteration in cell memberains of rose (Rosa×hybrid) petals. Journal of Plant Physiology 144: 513-517.
41. Sairam, R.K. and Saxena, D.C. 2001. Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science 184: 55-61.
42. Saleh, A.L., Abd El-Kader, A.A., and Hegab, S.A.M. 2003. Response of onion to organic fertilizer under irrigation with saline water. Egyptian Journal Applied Science 18: 707-716.
43. Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S., and Balliu, A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. Journal of Food, Agriculture and Environment (JFAE) 7: 869-872.
44. Serrano, R., and Rodriguez-Navarro, A. 2001. Ion homeostasis during salt stress in plants. Cell Biology13: 399-404.
45. Shabala, S. 2000. Ionic and osmotic components of salt stress specifically modulate net ion fluxes from bean leaf mesophyll. Plant Cell & Environment 23: 825-837.
46. Singh, A., Kummar, J., and Kummar, P. 2008. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. Plant Growth Regulation 55: 221-229.
47. Song, J.Q., and Fujyiama, H. 1996. Difference in response of rice and tomato subjected to sodium salinization to the addition of calcium. Soil Science & Plant Nutrition 42: 503-510.
48. Tester, M., and Davenport, R. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annals of Botany 91: 503-527.

49. Walker, D.J., and Bernal, M.P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bioresource Technology 99: 396-403.
50. Warman, P.R., and AngLopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology 101: 4479-4483.
51. Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae 112: 191-199.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 81-98

Interactions of vermicomopst and salinity on some morphological, physiological and biochemical traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings

Beyk Khurmizi[1*], A., Ganjeali[2], A., Abrishamchi[2], P. and Parsa[3], M.

1. MSc. in Plant Physiology, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 15 January 2011
Accepted: 12 July 2011

Abstract

Vermicompost can improve physicochemical traits of soil having desirable effect on plant growth and development due to its structural traits and having macro and micro nutrients, plant growth regulators and favorable microorganisms. In order to investigate the effect of interactions between ratios of vermicompost and saline stress on some morphological, physiological and biochemical traits of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney cultivar, an experiment was conducted in randomized complete block design with three replications at the Research Greenhouse, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in 2010. The treatment levels were considered including five volumetric ratios of vermicompost and sand (0:100; 10:90; 25:75; 50:50 and 75:25) and four saline levels including 0.00 (control), 30, 60, 90 and 120 mM NaCl. Bean seeds were cultured in plastic pots, the seedlings being sampled 28 days later. The results showed that vermicompost under stress and without stress had significant effect ($P \leq 0.01$) on all traits including ratio of leaf area/root area, root/shoot ratio, membrane stability index, relative water content, amounts of sodium, potassium and calcium found in leaf and root tissues. In this experiment, vermicompost caused increase in potassium and calcium intake and decrease in sodium intake, in saline stress, due to its structural traits and the materials it. Therefore, it seems that vermicompost can ameliorate undesirable effects of salinity on bean seedlings.

Key words: Nutrient elements, *Phaseolus vulgaris* L., Salinity stress, Vermicompost

*** Corresponding Author:** abdollahbeyk@gmail.com, Mobile: 09363346303

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 99-110

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 110-99، نيمة اول 1392

بررسي اثر مقدار و زمان مصرف خشكانندة پاراكوات در تاريخ‌هاي مختلف كاشت بر عملكرد و اجزاي عملكرد باقلا (*Vicia fabae* L.) در استان گيلان

مهرداد جيلاني[1]، جهانفر دانشيان[2] و محمد ربيعي[3]

1- دانشجوي دكتري رشته زراعت، دانشگاه آزاد اسلامي واحد گرگان
2- استاديار مؤسسه تحقيقات اصلاح و تهيه نهال و بذر، j_daneshian@yahoo.com
3- پژوهشگر مؤسسه تحقيقات برنج كشور، rabiee_md@yahoo.co.uk

تاريخ دريافت: 1390/09/22
تاريخ پذيرش: 1391/04/18

چكيده

باقلا يكي از گياهان زراعي مناسب براي كشت در شرايط اقليمي استان گيلان در تناوب با برنج محسوب مي‌شود. يكي از عوامل محدودكننده در گسترش كشت اين گياه، ديررسي و همزماني رسيدن آن با نشاي برنج مي‌باشد. به‌منظور بررسي اثر تاريخ كاشت، زمان و مقدار مصرف خشكانندة پاراكوات بر زمان رسيدن، عملكرد دانه و برخي از ويژگي‌هاي زراعي گياه باقلا رقم بركت، آزمايشي به‌صورت اسپليت‌فاكتوريل در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با 21تيمار در سه تكرار طي فصل زراعي 89-1388 در اراضي شاليزاري مؤسسه تحقيقات برنج كشور (رشت) انجام شد. تيمارهاي آزمايشي شامل تاريخ كاشت در سه سطح 10مهر، 25مهر و10آبان به‌عنوان فاكتور اصلي و مقدار مصرف پاراكوات در سه سطح 0/2، 0/4 و 0/6كيلوگرم در هكتار و زمان مصرف در دو سطح60درصد و 40درصد رطوبت دانه‌هاي يك‌سوم غلاف‌هاي پاييني بوته به‌عنوان فاكتور فرعي به انضمام سه تيمار شاهد براي هر تاريخ كاشت درنظرگرفته شد. نتايج بيانگر آن بود كه استفاده از خشكاننده از نظر صفات عملكرد دانه و اجزاي عملكرد با شاهد، تفاوت آماري ندارد؛ هرچند استفاده از خشكاننده بردرصد و عملكرد پروتئين، اثرات منفي داشت. در بين تيمارهاي مورد مطالعه، بيشترين عملكرد دانه به‌ترتيب در تيمارهاي تاريخ كاشت 25مهر، مصرف 0/2و 0/4كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان40درصد رطوبت دانه به‌ترتيب با ميانگين‌هاي 830/7 و 824/8گرم در مترمربع به‌دست آمد. تيمار تاريخ كاشت10مهر، مصرف 0/6كيلوگرم مادة مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان60درصد رطوبت دانه كمترين عملكرد دانه و پروتئين را دارا بود. بيشترين و كمترين طول دورة رشد به‌ترتيب متعلق به تيمار شاهد در تاريخ كاشت10مهر با ميانگين 239روز و تيمار تاريخ كاشت10آبان، محلول‌پاشي در زمان60درصد رطوبت و مقدار مصرف 0/6كيلوگرم در هكتار با 221روز بود. بر اساس نتايج به‌دست‌آمده، مصرف خشكاننده اثر منفي بر عملكرد دانه نداشت و براي برداشت سريع‌تر محصول باقلا مي‌تواند مورد استفاده قرار گيرد. تيمار تاريخ كاشت 25مهر، مصرف 0/4كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان40درصد رطوبت دانه، طول دورة رويش را چهارروز كاهش داد و به‌عنوان تيمار برتر قابل‌توصيه مي‌باشد.

واژه‌هاي كليدي: رگرسيون گام‌به‌گام، زودرسي، شاليزار، عملكرد پروتئين، محلول خشكاننده

مقدمه

با توجه به روند روبه‌رشد جمعيت كشور و عملكرد بالاي گياه باقلا، كشت آن در اراضي شاليزاري مي‌تواند به‌عنوان يكي از منابع مهم غذايي جهت تأمين تغذيه جامعه مناسب باشد. بذور رسيده و خشك حبوبات، داراي ارزش غذايي زياد و قابليت نگهداري خوبي هستند و يكي از مهم‌ترين منابع غذايي سرشار از پروتئين (24 تا 32درصد) مي‌باشند (Al-Rafaee *et al*., 2004). كشت گياه باقلا در تناوب با برنج در اراضي شاليزاري سبب افزايش بهره‌وري زمين و ايجاد شرايط پايدار براي توليد برنج مي‌گردد. بر اساس تحقيقات سه‌ساله در منطقة گنبد، تاريخ كاشت اول‌آبان به‌عنوان بهترين تاريخ كاشت باقلا در كشت دوم در تناوب با پنبه محسوب مي‌شود و درصورتي‌كه هدف از كشت، برداشت دانه خشك باقلا باشد، در اواسط خرداد برداشت نهايي صورت مي‌گيرد (Sabbaghpour, 2004). بهترين تاريخ كاشت گياه باقلا براي دستيابي به حداكثر عملكرد غلاف سبز در شرايط شاليزاري، 10مهرماه گزارش شده و تأخير در كاشت تا

* **نويسنده مسئول**: رشت، مؤسسه تحقيقات برنج كشور، كيلومتر 5 جادة رشت-قزوين، كدپستي: 4199613475، تلفن: 01316690478،
همراه: 09113330193، en_mehrdad02@yahoo.com

اواسط آبان سبب كاهش معني‌دار عملكرد گرديده است (Ahmadi, 2011).

يكي از مشكلات توسعه كشت باقلا در اراضي شاليزاري استان گيلان، محدوديت فصل كاشت برنج و همپوشاني زمان برداشت باقلا با عمليات نشاي برنج مي‌باشد. استفاده از مواد خشكاننده پيش از برداشت محصول، مي‌تواند به‌عنوان راهكاري مناسب براي تسريع در برداشت باقلا و كاهش رطوبت دانه محسوب شود. در ايالت كاروليناي شمالي در آمريكا در انواع مختلفي از محصولات زراعي پيش از برداشت، از مواد خشكاننده استفاده مي‌شود. از كلرات سديم به‌ميزان پنج تا هفت كيلوگرم در هكتار براي خشكاندن بوته‌هاي فلفل و انواع لوبيا استفاده مي‌شود كه اين عمل، هفت تا 10روز قبل از برداشت انجام مي‌گيرد. از پاراكوات نيز براي خشك‌كردن بوته‌هاي سيب‌زميني، گوجه‌فرنگي و لوبيا و از دايكوات وگلايفوسيت در زراعت سيب‌زميني استفاده مي‌گردد (Monks *et al*., 2004). در بررسي اثر خشكاننده‌هاي گلايفوسيت به‌ميزان 0/44 و 0/84كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار و پاراكوات به‌مقدار 0/54كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار در زماني‌كه 80درصد غلاف‌هاي لوبيا به‌رنگ زرد درآمده بودند، كاهش عملكرد و وزن دانه مشاهده نگرديد (Wilson & Smith, 2002). نتايج حاصل از آزمايش محلول‌پاشي مادة خشكانندة كلرات سديم روي بوته‌هاي برنج نشان داد كه در صورت استفاده از خشكاننده، كاهش رطوبت دانه و تسريع در برداشت محصول (8روز) در مقايسه با شاهد (عدم مصرف) مشاهده شد و اين نتيجه در حالي به‌دست آمد كه هيچ‌گونه اثر منفي بر عملكرد كمي و كيفي برنج ايجاد نگرديد (Modaraye Mashhoud *et al*., 2005). در گزارش ديگري محلول‌پاشي پاراكوات به‌ميزان 0/14كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار و كلرات سديم به‌ميزان 5/6 كيلوگرم ماده تجاري در هكتار در گياه برنج، بدون تأثير منفي بر عملكرد، رطوبت دانه را كاهش داد (Bond & Bollich, 2007). طي تحقيقاتي بر مصرف پاراكوات در سه زمان40،50 و60درصد رطوبت بذور گياه سويا، اعلام شد كه استفاده در زمان زودتر، عملكرد را كاهش داد. در محلول‌پاشي در زمان40 و50درصد رطوبت بذر، كاهش عملكرد مشاهده نشد و استفاده از پاراكوات در زمان 50درصد رطوبت دانه، باعث تسريع رسيدگي سويا به مدت 14 تا 15روز نسبت به شاهد شد (Griffin & Boudreaux, 2011). Stahlman *et al*, (2010) گزارش كردند كه استفاده از غلظت 0/4كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات طي مراحل 30درصد،40درصد و50درصد رطوبت دانه آفتابگردان، علاوه بر ايجاد فاكتور زودرسي، هيچ‌گونه اثر منفي بر عملكرد و اندازة دانه ايجاد ننمود. در آزمايشي، بررسي تأثير مقدار يك و دوكيلوگرم مادة تجاري در هكتار گلايفوسيت نشان داد كه وزن دانة خردل با مصرف دو كيلوگرم ماده تجاري در هكتار در مقايسه با شاهد، كاهش معني‌داري داشت (Jaskulski & Jaskulska, 2011). Iturbe-Ormaetxe *et al*, (1998) در تحقيقي اثر استفاده از پاراكوات بر درصد پروتئين گياه نخودفرنگي را منفي گزارش نمودند. بر اساس تحقيق ديگري گزارش شد كه استفاده از پاراكوات براي خشك‌نمودن برگ‌هاي نيشكر سبب كاهش محتواي پروتئين و كلروفيل گياه شده و همبستگي منفي بين مصرف مقادير بالاي پاراكوات و ميزان پروتئين و كلروفيل گياه وجود داشت (Chagas *et al*., 2008). Lascano *et al*, (1998) گزارش دادند كه استفاده از پاراكوات سبب كاهش پروتئين گندم مي‌گردد. پاراكوات با نام تجاري گراماكسون، علف‌كشي تماسي غيرانتخابي از خانوادة باي‌پريديليوم است كه كارآيي آن در نور افزايش مي‌يابد، به‌گونه‌اي‌كه چندساعت پس از مصرف، علايم پژمردگي ظاهر مي‌شود. پاراكوات بر اندام زيرزميني گياهان تأثيري نداشته و به‌علت جذب سريع كاتيون‌هاي آن توسط ذرات رس، در خاك فعاليتي ندارد. اين علف‌كش در شرايط اكسيژن مولكولي، آب، نور و دستگاه فتوسنتزي گياه تبديل به راديكال آزاد شده كه سبب پاره‌شدن غشاي مولكولي مي‌گردد (Ross & Lembi, 1992).

با توجه به عدم استفاده از خشكاننده در تحقيقات انجام‌شده روي گياه باقلا، اين آزمايش با هدف بررسي مناسب‌ترين زمان و مقدار مصرف ماده پاراكوات به‌عنوان خشكاننده پيش از برداشت در تاريخ‌هاي مختلف كشت، بر عملكرد، اجزاي عملكرد و كاهش طول دورة رويش، طراحي و به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش به‌صورت اسپليت‌فاكتوريل در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي (همراه با مقايسات خاص گروهي) با 21تيمار در سه تكرار طي فصل زراعي 89-1388 در اراضي شاليزاري مؤسسه تحقيقات برنج كشور در رشت انجام شد. تيمارهاي آزمايشي شامل تاريخ كاشت در سه سطح: 10مهر، 25مهر و 10آبان به‌عنوان فاكتور اصلي، به علاوة سه تيمار شاهد براي هر تاريخ كاشت و مقدار مصرف پاراكوات در سه سطح 0/2، 0/4 و 0/6كيلوگرم مادة مؤثره در هكتار پاراكوات و زمان مصرف در دو سطح60درصد و40درصد رطوبت دانه‌هاي يك‌سوم غلاف‌هاي پاييني بوته به‌عنوان فاكتور فرعي درنظرگرفته شدند. بعد از برداشت برنج در اوايل شهريور، آماده‌سازي زمين شامل شخم، ديسك، استفاده از علف‌كش

جدول۱- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در تیمارهای آزمایشی در گیاه باقلا رقم برکت

Table 1. Analysis of variances in evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var.*Barekat

منبع تغییرات Source of Variances		درجه آزادی df	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	طول غلاف Pods Lenght	تعداد دانه در غلاف Seed no. per Plant	وزن صددانه 100seeds Weight	عملکرد دانه Seed Yield	درصد پروتئین Protein Percent	عملکرد پروتئین Protein Yield	روز تا برداشت Days to Maturity
بلوک	Block	2	ns 0.46	ns 0.06	ns 0.01	*53.01	ns 4758.4	0.0009 ns	ns 216.9	0.000001 ns
تیمار	Treatment	20	**23.61	*0.48	**0.14	**272.15	**40105.8	**0.001	**3546.1	**104.5
بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی	Cont/App	1	ns 6.06	ns 0.17	0.067 ns	ns 0.11	ns 1228.6	**0.0004	**177730	**109
بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی تاریخ کاشت ۱۰ مهر	Cont/App in 10th Mehr	1	ns 6.6	ns 0.18	ns 0.08	ns 0.23	ns 1425.2	ns 0.0002	ns 3408	**22.04
بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی تاریخ کاشت ۲۵ مهر	Cont/App in 25th Mehr	1	ns 0.01	ns 0.37	ns 0.0001	ns 0.27	ns 249.3	**0.001	**30890	**55
بین تیمارهای شاهد/محلول‌پاشی تاریخ کاشت ۱۰ آبان	Cont/App in 10th Aban	1	**5.8	ns 0.1	ns 0.29	ns 1.07	ns 38950	**0.008	**55918	**19.56
خطای آزمایش	Total Error	40	2.93	0.25	0.05	14.38	1993.7	0.0002	263.8	0.08
ضریب تغییرات (درصد)	C.V (%)	-	8.56	3.49	4.03	3.03	7.11	5.07	9.5	0.38

ns: غیر معنی دار   * و ** : معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

ترفلان به‌ميزان دو ليتر مادة تجاري در هكتار و مصرف كودهاي پايه به‌ميزان150كيلوگرم فسفات آمونيوم و150كيلوگرم سولفات پتاسيم در هكتار و مقدار كود تخصيص‌يافته براي هر تيمار به‌ميزان50كيلوگرم در هكتار كود اوره در زمان كاشت بر اساس آزمون خاك انجام گرديد. براي كاشت از بذر رقم تجاري "بركت" به‌ميزان150كيلوگرم در هكتاراستفاده شد. هر كرت آزمايشي شامل شش خط به فاصله رديف30سانتي‌متر و به طول شش متر درنظرگرفته شد. فاصله بين كرت‌هاي اصلي، يك‌متر و بين تكرارها دو متر درنظرگرفته شد. با توجه به شرايط آب‌وهوايي شهرستان رشت و جهت جلوگيري از احتمال غرقاب‌شدن مزرعه در اثر بارندگي‌هاي سنگين، در بين بلوك‌ها و واحدهاي آزمايشي، زهكش‌هايي احداث شد. با توجه به كفايت بارندگي در طي دورة رويش، آبياري انجام نشد. كود اوره به‌صورت سرك در دو مرحله، هنگام ساقه‌رفتن و قبل از گلدهي، هر بار به‌ميزان 50كيلوگرم در هكتار، به مزرعه داده شد. با شروع تغيير رنگ بذور باقلا از سبز تيره به سبز روشن، نمونه‌برداري روزانه دانه‌هاي يك‌سوم پاييني گياه انجام گرفته و به‌مدت 24ساعت در دماي 75درجه سانتي‌گراد خشكانده شدند و مجدداً وزن‌خشك دانه‌ها جهت تعيين‌درصد رطوبت، اندازه‌گيري شد. پس از رسيدن دانه‌ها به رطوبت تعيين‌شده، اعمال تيمارهاي خشكاننده پاراكوات (مايع با ماده مؤثره20درصد، شركت سازنده ماهر شيمي) با استفاده از سمپاش پشتي با فشار يك اتمسفر انجام گرفت. نازل مورد استفاده در اين آزمايش از نوع تيجت بود. مقدار آب مصرفي، 300ليتر در هكتار درنظرگرفته شد. پس از كاهش رطوبت به حدود 14تا 15درصد، از هر كرت پس از حذف حاشيه (دو رديف كناري و50 سانتي‌متر از ابتدا و انتهاي هر رديف)، عمليات برداشت از شش‌مترمربع انجام شد. عملكرد دانه بر اساس رطوبت 15درصد محاسبه گرديد. براي محاسبه صفات زراعي شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف،10بوته از هر كرت به‌طور تصادفي انتخاب شد و اين صفات در آنها اندازه‌گيري شد و ميانگين آنها در محاسبات آماري مورد استفاده قرار گرفت. براي محاسبة وزن 100دانه، چهار نمونة50تايي از دانه‌هاي هر كرت، شمارش و توسط ترازوي حساس، اندازه‌گيري و ميانگين گرفته شدند. براي محاسبة درصد پروتئين بذور از روش اتوكجلتيك استفاده شد. عملكرد پروتئين نيز از حاصل ضرب درصد پروتئين در عملكرد دانه محاسبه گرديد. جهت انجام تجزيه واريانس و مقايسه ميانگين از نرم‌افزارSAS نسخة9/1 استفاده شد. انجام تجزيه واريانس شامل تجزيه بلوك، اورتوگنال و اسپليت‌فاكتوريل صورت پذيرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در تیمارهای آزمایشی در گیاه باقلا رقم برکت

Table 2. Analysis of variances in evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var.*Barekat

منبع تغییرات	Source of Variances	درجه آزادی df	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	طول غلاف Pods Lenght	تعداد دانه در غلاف Seed no. per Plant	وزن صددانه 100seeds Weight	عملکرد دانه Seed Yield	درصد پروتئین Protein Percent	عملکرد پروتئین Protein Yield	روز تا برداشت Days to Maturity
بلوک	Block	2	1.51 ns	0.26 ns	0.02 ns	68.7 ns	45571*	0.00005 ns	2464 ns	0.05 ns
تاریخ کاشت	Date of Sowing	2	135.4**	0.53 ns	0.37*	1236.3**	15226.8**	0.004*	7300.3*	247.71**
خطای عامل اصلی	Error a	4	3.11	0.18	0.03	11.7	10475.1	0.0007	1539.6	100.95
زمان مصرف	Time of Consumption	1	5.1 ns	0.08 ns	0.03 ns	1037.4**	298762.1**	0.002**	31180.8**	690.88**
مقدار مصرف	Rate of Consumption	2	5.9 ns	0.49 ns	0.58**	167.5**	70423.1**	0.001**	9397.4**	0.027 ns
تاریخ کاشت×زمان مصرف	DS×TC	2	1.22 ns	0.04 ns	0.06 ns	75.04*	5195.5*	0.0002 ns	617.6*	160.16**
تاریخ کاشت × مقدار مصرف	DS×RC	4	15.91**	0.65*	0.04 ns	13.7 ns	680.7 ns	0.0001 ns	90.99 ns	66.5**
زمان مصرف × مقدار مصرف	TC×RC	2	26.44**	0.21 ns	0.15**	10.4 ns	2651 ns	0.00006 ns	405.6*	14.88**
تاریخ کاشت×غلظت×زمان مصرف	DS×TC×RC	4	6.87 ns	0.18 ns	0.028 ns	4.2 ns	1258.1 ns	0.0001 ns	38.5 ns	1.88**
خطای عامل فرعی	Error b	30	3.05	0.22	0.23	15.30	1071.3	0.0001	119.6	0.04
ضریب تغییرات (درصد)	C.V (%)	-	8.66	3.29	4.02	3.13	6.24	3.74	6.69	0.09

ns: غیر معنی دار   * و ** : معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

مقايسه ميانگين اثرات اصلي و متقابـل تيمارهـا در سـطح احتمال 5درصد با استفاده از آزمونLSD انجـام گرفـت. بـراي محاسبه تجزيه رگرسيون گام‌به‌گام از نرم‌افزارSPSS نسـخة19 استفاده گرديد.

نتايج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتايج تجزيه واريانس نشان داد کـه بـين تـاريخ کاشـت از نظر تعداد غـلاف در بوتـه، اخـتلاف معنـي‌داري وجـود داشـت (جدول 2). مقايسه ميـانگين داده‌هـا نشـان داد کـه بيشـترين تعداد غلاف در بوته در تاريخ‌هاي کاشت 25 و10مهر به‌ترتيـب با ميانگين 22/25 و 21/2 به‌دست آمد که از نظر آماري تفاوت معني‌داري با هم نداشتند. کمترين تعداد غلاف نيـز متعلـق بـه تاريخ کاشت10آبان با ميانگين 17/1 بود که در رتبه بعدي قرار گرفت (جدول 4). از آنجا که تاريخ کشـت نامناسـب منجـر بـه برخورد دوران رشد رويشي و زايشي گياه با شرايط نامساعدي از طـول روز و دمـا مـي‌گـردد، تعـداد غـلاف کـاهش مـي‌يابـد (Ahmadi, 2011). هرچند اثر زمان و مقدار مصرف خشکاننده بر تعداد غلاف در بوته معني‌دار نگرديـد؛ امـا اثـر متقابـل آنهـا معني‌دار شد (جدول 2). بيشترين و کمتـرين تعـداد غـلاف در بوته، به‌ترتيب در تيمار زمان مصـرف40درصـد رطوبـت دانـه و مقدار مصرف 0/6کيلوگرم ماده مؤثره در هکتار پاراکوات و تيمار زمان مصـرف 60درصـد و مقـدار 0/6کيلـوگرم مـاده مـؤثره در هکتار پاراکوات به‌دست آمد (جدول 5). به‌نظر مـي‌رسـد دليـل کاهش تعداد غلاف در تيمار مصرف 0/6کيلوگرم ماده مـؤثره در هکتـار پـاراکوات در زمـان 60درصـد رطوبـت دانـه، ريـزش غلاف‌هاي بوته بر اثر ايجاد شرايط تنش در گياه باشد. بر اساس نتايج تجزيه واريانس، اختلاف معني‌داري بين تيمارهاي شاهد و محلول‌پاشي وجود نداشت. با توجه به آن‌کـه در زمـان مصـرف پاراکوات، تمامي غلاف‌هـا در بوتـه تشـکيل شـده بودنـد، عـدم اختلاف معني‌دار در تعداد غلاف بين تيمارهاي محلـول‌پاشـي و شاهد، قابل انتظار بود.

طول غلاف

تجزيه واريانس، بيانگر آن بود که بين تيمارهاي آزمايشـي از نظر طول غلاف، اختلاف معني‌داري وجـود نداشـت؛ هرچنـد برهم‌کنش دو فـاکتور تـاريخ کاشـت×مقـدار مصـرف در سـطح پنج‌درصـد معنـي‌دار گرديـد (جـدول 2). بـر اسـاس مقايسـات ميانگين، بلندترين طول غلاف مربوط بـه تيمـار تـاريخ کاشـت 25مهر و مصرف 0/2کيلوگرم در هکتار خشکاننده بـا ميـانگين 14/7سانتي‌متـر و کوتـاه‌تـرين طـول غـلاف مربـوط بـه تيمـار

تاريخ‌كاشت 25مهر، مصرف 0/6كيلوگرم ماده مـؤثره در هكتـار پاراكوات با ميانگين 13/7سانتي‌متر بود (جدول 5). با توجه بـه آن‌كـه سـطح غـلاف بـه‌عنـوان سـطح فتوسـنتزكننده فعـال و نزديك‌ترين منبع به دانه‌ها محسوب شده و غلاف‌هاي طويل‌تـر داراي سطح بيشتري هستند، لـذا مـي‌تواننـد نقـش مـؤثري در عملكـرد دانـه بـاقلا ايفـا نمايـد (Ahmadi, 2011). همچنـين به‌نظر مي‌رسد كه استفاده از مقدار مصـرف 0/6كيلـوگرم مـاده مؤثره در هكتار پاراكوات سبب اثر منفي بر طول غلاف گرديد.

تعداد دانه در غلاف

نتـايج جـداول تجزيـه واريـانس، نشـان‌دهنـدة اخـتلاف معني‌داري بين تاريخ كاشت و مقدار مصرف خشـكاننده از نظـر تعداد دانه در غلاف بود. بيشترين تعداد دانه در غـلاف از تيمـار تاريخ كاشت 25مهر به‌دست آمد و نسبت بـه تيمارهـاي تـاريخ كاشت 10مهر و 10آبـان، اخـتلاف آمـاري معنـي‌داري داشـت (جدول 3). به‌نظر مي‌رسد در تاريخ كاشت 25مهر به‌دليل طول دورة رشد بيشتر نسبت به تاريخ كاشت ديرتـر، تعـداد دانـه در غلاف بيشتري به‌دسـت آمـد. همچنـين بهـره‌گيـري از شـرايط دمايي در دورة زايشي در تاريخ كاشـت 25مهـر در مقايسـه بـا تاريخ كاشت 10مهر، سبب تشكيل تعداد دانه در غلاف بيشتري شد. تعداد دانه در غلاف را مي‌توان يكي از صفات تعيين‌كننـدة عملكرد محسوب نمود (Ahmadi, 2011). با توجـه بـه نتـايج، رقم اصلاح‌شدة بركت علاوه بر صفات ژنتيكي مطلوبي كـه دارد، با حداكثر استفاده از شرايط محيطي و جذب تابش خورشـيدي در يك بازة زماني وسيع‌تر، مواد پروردة بيشتري سـاخته و ايـن مواد در نهايت به دانه‌ها اختصـاص يافتـه اسـت. نتـايج تجزيـه واريانس مؤيد آن بود كه اثر مقدار مصرف خشكاننده بـر تعـداد دانــه در غــلاف، معنــي‌دار بــود و تيمارهــاي غلظــت 0/2 و 0/6كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات به‌ترتيب بيشـترين و كمترين تعداد دانه را داشتند (جدول 4). هرچند كـه در زمـان مصرف خشكاننده، دانه‌هـا در غـلاف تشـكيل شـده بودنـد، امـا ممكن است برخي دانه‌ها در غلاف به‌خصوص در زمـان مصـرف 60درصد رطوبت به‌دليـل كوچـك‌بـودن و نرسـيدن آسـميلات كافي براي پرشدن، از بين رفته باشند.

وزن 100دانه

بر اساس نتايج تجزيه واريانس بـين تـاريخ كاشـت، زمـان مصرف و مقدار مصرف خشكاننده از نظر وزن100دانه، اخـتلاف معني‌داري در سطح يـك‌درصـد وجـود داشـت؛ بـه طـوري‌كـه بيشـترين وزن100دانـه در تـاريخ كاشـت10مهـر بـا ميـانگين 131/2گرم و كمترين مقدار در تاريخ كاشت10آبان با متوسـط 115/4گرم به‌دست آمد (جدول 4). بر اساس اين نتيجه به‌نظـر مي‌رسد در تاريخ‌هاي كشت مناسب به واسطه افزايش در انتقال مــواد فتوســنتزي بــه دانــه‌هــاي درحــال‌رســيدن و ذخيــرة كربوهيدرات بيشتر، افزايش وزن دانه در باقلا مشـاهده شـد. بـا توجه به اين‌كه پرشدن دانه‌ها از مواد فتوسنتزي تدريجي است، وزن100دانة كمتر در تيمارهاي تاريخ كاشـت10آبـان، ممكـن است به كاهش مواد فتوسنتزي ارتبـاط داشـته باشـد. از سـوي ديگر، با توجه به آن‌كه تعداد دانـه در غـلاف و وزن100دانـه از اجزاي مهم عملكرد در گياه باقلا محسوب شده و معمولاً نسبت به يكديگر خاصيت جبراني دارند، با افزايش تعداد دانه در غلاف در تاريخ كاشت 25مهر، وزن100دانه در مقايسه با تاريخ كاشت 10مهر كاهش معني‌داري داشت. مقايسة تيمارها از نظـر زمـان مصرف خشكاننده نشان داد كه زمان مصرف40درصـد رطوبـت دانه، بيشترين وزن100دانه را با ميانگين 130/8گـرم بـه‌دسـت آورده و نسبت به مصرف خشكاننده در زمان60درصد، در گـروه آماري متفاوت جاي گرفت (جـدول 4). از نظـر مقـدار مصـرف خشكاننده نيز مصرف 0/4 و 0/2كيلوگرم ماده مؤثره در هكتـار پاراكوات به‌ترتيـب بـا ميـانگين‌هـاي 127/07 و 126/03گـرم، بيشترين وزن100دانه را به‌خود اختصاص داد و در گروه مشـابه آماري جاي گرفتند. مصرف مقدار 0/6كيلوگرم مـاده مـؤثره در هكتار پاراكوات سبب كاهش وزن100دانه شد (جدول 4). نتايج تجزيه واريـانس اثـرات متقابـل، نشـان‌دهنـدة آن بـود كـه اثـر تاريخ‌كاشت×زمان مصرف در سطح پنج‌درصد معنـي‌دار گرديـد (جدول 2). مقايسة ميانگين نشان داد كه كمترين وزن100دانه (108/8گـرم) در تيمـار مصـرف پـاراكوات در زمـان 60درصـد رطوبت دانه باقلا در تاريخ كاشت10آبان به‌دست آمد (جدول5). كاهش وزن100دانه در تيمـار اسـتفاده از خشـكاننده در زمـان 60درصد رطوبت را مـي‌تـوان بـه عـدم رسـيدگي فيزيولوژيـك دانـه‌هـا مـرتبط دانسـت (Griffin & Boudreaux, 2011). Wilson & Smith (2002) گـزارش كردنـد كـه مصـرف خشكاننده در زمان نامناسب، سبب كـاهش وزن دانـه در گيـاه لوبيا شد. نتايج، نشان‌دهندة آن بود كه استفاده از غلظـت‌هـاي كمتر، با ايجاد شرايط مناسب طي زمـان پرشـدن دانـه، سـبب افزايش سرعت آسيميلات از اندام‌هاي ساقه و برگ به دانه شده است. اين نتيجه بيانگر آن بود كه هر چند وزن100دانه صـفتي است كه تحت تأثير عوامل ژنتيك قرار داشته و عوامل محيطـي تأثير چنداني بر آن ندارند، امـا ممكـن اسـت بـه‌دليـل همـين تأثيرات ناچيز و تحت تأثير خشك‌شدن سـريع دانـه در غلظـت بيشتر پاراكوات، وزن100دانه كاهش يافته باشد. بر اساس يـك گزارش، مصرف غلظت بالاي گلايفوسـيت، وزن دانـة خـردل را كاهش داد (Jaskulski & Jaskulska 2011).

عملكرد دانه

نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه بين تاريخ كاشت، زمان مصرف و مقدار مصرف خشكاننده اختلاف معني‌دار در سطح يك‌درصد از نظر عملكرد دانه وجود داشت. بيشترين عملكرد دانه از تاريخ كاشت 25مهر با ميانگين 716/4گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول 4). بين تيمارهاي مقدار مصرف خشكاننده، تيمار مصرف 0/2 و 0/6كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات به‌ترتيب بيشترين و كمترين عملكرد دانه را به‌دست آوردند. با توجه به اثر منفي ميزان مصرف 0/6كيلوگرم در هكتار بر وزن100دانه و تعداد دانه در غلاف، نتيجة به‌دست‌آمده قابل‌انتظار بود. اثر تيمارهاي آزمايشي بر عملكرد دانه معني‌دار بود، به‌طوري‌كه مصرف 0/2 و 0/4كيلوگرم در هكتار در زمان40درصد رطوبت دانه در تاريخ كاشت 25مهر، به‌ترتيب با ميانگين عملكرد 830/7 و 824/7گرم در مترمربع نسبت به ساير تيمارها داراي برتري بودند و تيمار تاريخ كاشت 10آبان، مصرف 0/6كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان60درصد رطوبت با ميانگين 399/6گرم در مترمربع كمترين عملكرد دانه را به‌دست آورد (جدول 6). بر اساس جدول تجزيه واريانس و مقايسات ميانگين بين تيمارهاي شاهد و محلول‌پاشي خشكاننده، اختلاف معني‌داري از نظر عملكرد دانه مشاهده نشد، هرچند تيمارهاي مصرف خشكاننده با ميانگين 623/7گرم در مترمربع نسبت به شاهد با ميانگين 652/3گرم در مترمربع، عملكرد كمتري داشت كه از جمله دلايل آن را مي‌توان به طولاني‌تربودن دورة رويش و دورة پرشدن دانه در مقايسه با تيمار استفاده از پاراكوات عنوان نمود. تجزيه واريانس، اثر تاريخ كاشت در زمان مصرف پاراكوات را معني‌دار نشان داد. مقايسات ميانگين نشان داد كه بيشترين عملكرد دانه در تيمار تاريخ كاشت 25مهر و مصرف در زمان 40درصد با ميانگين 782/6گرم در مترمربع و كمترين عملكرد در تاريخ كاشت10آبان و مصرف در زمان60درصد رطوبت با ميانگين 469/4گرم در مترمربع حاصل گرديد (جدول 5). با توجه به عدم رسيدگي فيزيولوژيك گياه در زمان مصرف 60درصد رطوبت، نتيجة فوق، قابل‌انتظار بود.

درصد پروتئين

نتايج تجزيه واريانس بين تاريخ كاشت، اختلاف معني‌داري را از نظر صفت‌درصد پروتئين نشان داد (جدول 2). مقايسه ميانگين نشان داد كه درصد پروتئين در تاريخ كاشت 10مهر نسبت به ديگر تاريخ‌هاي كشت، كمتر بود (جدول 4). زمان مصرف خشكاننده نيز اثر معني‌دار بر درصد پروتئين داشته و نتايج مقايسات ميانگين بيانگر آن بود كه زمان مصرف 40درصد با ميانگين 27/58درصد، در مقايسه با زمان مصرف 60درصد با ميانگين 24/3درصد، محتواي پروتئين بيشتري داشت (جدول 4). بر اساس نتايج جدول تجزيه واريانس، اثر تيمارهاي آزمايشي بر درصد پروتئين معني‌دار بود (جدول 1). مقايسه ميانگين حاكي از آن بود كه تاريخ كاشت10آبان تيمار شاهد و تاريخ كاشت10مهر، زمان مصرف60درصد و مقدار مصرف 0/6كيلوگرم در هكتار به‌ترتيب با ميانگين 30/96 و 23/4درصد بيشترين و كمترين‌درصد پروتئين را داشتند (جدول 6). تجزيه واريانس، بين تيمارهاي شاهد و محلول‌پاشي تفاوت معني‌داري را نشان داد (جدول 1). تيمارهاي شاهد با ميانگين 28/7درصد در مقايسه با تيمارهاي محلول‌پاشي با ميانگين 26/9درصد محتواي پروتئيني بذر متفاوتي داشتند (جدول 3). در توجيه اين مطلب مي‌توان بيان نمود كه اگرچه استفاده از مواد خشكاننده موجب كاهش طول دورة رويش گرديده و قاعدتاً با كاهش طول دورة رويش، افزايش‌درصد پروتئين حاصل مي‌گردد، ولي اثرات منفي پاراكوات بر محتواي پروتئين بذر از طريق ايجاد راديكال‌هاي هيدروكسيل سبب تخريب پروتئين در بذور شده و از اين طريق باعث كاهش درصد پروتئين در تيمارهاي مصرف پاراكوات نسبت به تيمار شاهد گرديد (Ramzanpour *et al*., 2007).

عملكرد پروتئين

با توجه به آن‌كه نتايج مشاهده‌شده از اعمال تيمارها از نظر محتواي پروتئيني و عملكرد دانه متغير بود، مي‌توان با محاسبه عملكرد پروتئين به‌عنوان فاكتوري كه نشان‌دهندة ميزان استحصالي پروتئين در واحد سطح است، تيمار مناسب را مورد ارزيابي قرارداد. بر اساس نتايج تجزيه واريانس، بين تيمارها اختلاف معني‌داري از نظر عملكرد پروتئين وجود داشت (جدول 1). بيشترين عملكرد پروتئين از تيمار تاريخ كاشت 25مهر، مقدار مصرف 0/2كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان40درصد رطوبت دانه با ميانگين 283/8گرم در مترمربع و كمترين مقدار از تيمار تاريخ كاشت10مهر، مصرف 0/6كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان 60درصد رطوبت دانه با ميانگين 112/5گرم در مترمربع به‌دست آمد. با توجه به جدول تجزيه واريانس، اختلاف معني‌داري بين تيمارهاي شاهد و محلول‌پاشي از نظر عملكرد پروتئين وجود داشت (جدول 1). مقايسات ميانگين نشان داد كه تيمار شاهد در مقايسه با تيمارهاي محلول‌پاشي، عملكرد پروتئين بيشتري داشت. نتيجة حاصل به‌وضوح نشان‌دهندة كاهش عملكرد پروتئين در صورت استفاده از پاراكوات به‌عنوان خشكاننده مي‌باشد.

جدول3- مقايسات ميانگين صفات مورد ارزيابي در تيمارهاي آزمايشي در گياه باقلا رقم بركت

Table 3. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملكرد پروتئين (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	درصد پروتئين (درصد) Protein percent (%)	عملكرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	وزن100دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتي‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تيمار در سه تاريخ كاشت Treatment at three dates of sowing
233 a	186.6 a	28.7 a	652.3	124.6	3.8	14.7	19	شاهد Control
228 b	168.6 b	26.9 b	623.7	124.8	3.7	14.1	20.1	محلول‌پاشي خشكاننده Desiccant app.
								تاريخ كاشت 10مهر 2 Oct
239.3 a	175.8	26.9	653.2	130.7	3.9	15.1	18.2	شاهد Control
235.5 b	160.7	25.6	622.4	131.1	3.7	14.2	21.2	محلول‌پاشي خشكاننده Desiccant app.
								تاريخ كاشت 25مهر 17 Oct
232.3 a	203.1 a	28.2 a	720.4	128.3	4	14.4	21.5	شاهد Control
226.3 b	191.4 b	26.6 b	716.3	127.8	3.9	14.3	22.2	محلول‌پاشي خشكاننده Desiccant app.
								تاريخ كاشت 10آبان 1 Nov
227.3 a	180.7 a	30.9 a	583.3	114.6	3.65	14.8	17.4 a	شاهد Control
223.3 b	153.4 b	28.7 b	532.4	115.4	3.64	13.9	17.0 b	محلول‌پاشي خشكاننده Desiccant app.

در هر ستون، تيمارهايي كه حرف مشترك دارند، تفاوت معني‌داري از نظر آزمون LSD در سطح احتمال 5درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p < 0.05$).

جدول4- مقايسات ميانگين اثرات اصلي تيمارهاي محلول‌پاشي در صفات مورد ارزيابي گياه باقلا بركت

Table 4. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملكرد پروتئين (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	درصد پروتئين (درصد) Protein percent (%)	عملكرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	وزن100دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتي‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تاريخ كاشت Date of sowing
235.5 a	160.7 ab	25.5 b	622.4 ab	131.2 a	3.74 b	14.2	21.2 a	2 Oct 10مهر
226.27 b	191.4 a	26.62 a	716.4 a	127.8 b	3.93 a	14.3	22.25 a	17 Oct 25مهر
223.72 c	153.5 b	28.67 a	532.4 b	115.4 c	3.64 b	13.96	17.05 b	1 Nov 10آبان
								زمان مصرف (درصد) Application time
226.7 b	144.5 b	24.3 b	594.3 b	118.7 b	3.8	14.1	19.85	60
230.2 a	192.6 a	27.58 a	698.1 a	130.8 a	3.74	14.16	20.46	40
								مقدار مصرف (Kg.ha^{-1}) Concentration of usage
230.5 a	189.9 a	27.92 a	680 a	126.03 a	3.93 a	14.3 a	20.1	0.2
228.3 b	171.2 b	26.91 b	634.7 b	127.07 a	3.81 b	14.2 ab	19.6	0.4
226.6 c	144.5 c	26.06 c	556.4 c	121.3 b	3.58 c	13.98 b	20.74	0.6

در هر ستون، تيمارهايي كه حرف مشترك دارند، تفاوت معني‌داري از نظر آزمون LSD در سطح احتمال 5درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p < 0.05$).

جدول5- مقايسات ميانگين اثرات متقابل تيمارهاي محلول‌پاشي در صفات مورد ارزيابي گياه باقلا بركت

Table 5. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

تيمار Treatment		تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	طول غلاف (سانتي‌متر) Pods length (cm)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	وزن100دانه (گرم) 100seed weight (g)	عملكرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m^2)	درصد پروتئين (درصد) Protein percent (%)	عملكرد پروتئين (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m^2)	روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)
تاريخ كاشت Date of sowing	زمان مصرف (درصد) Application time								
10مهر 2 Oct	60	20.76	14.12	3.71	127.5 b	525.8 e	24.56	130 d	234.0 b
	40	21.58	14.28	3.79	134.9 a	716.3 b	26.64	191.5 b	237.0 a
25مهر 17 Oct	60	21.76	14.31	4.0	120.3 c	650.1 a	26.14	170.2 c	223.6 e
	40	22.76	14.3	3.86	135.4 a	782.6 a	27.11	212.6 a	229.0 c
10آبان 1 Nov	60	17.04	13.93	3.69	108.8 d	469.4 f	28.34	133.4 d	222.8 f
	40	17.07	14.01	3.6	122.1 c	595.4 d	29.0	173.6 c	224.7 d
تاريخ كاشت Date of sowing	مقدار مصرف ($kg.ha^{-1}$) Concentration								
10مهر 2 Oct	0.2	19.2 bcd	14.23 a-d	3.95	132.2	686.7	26.63	183.6	238.0 a
	0.4	21.1 abc	14.05 b-d	3.83	131.9	630.8	25.6	162.7	235.0 b
	0.6	23.2 a	14.32 a-c	3.46	129.4	549.7	24.57	136.0	233.5 b
25مهر 17 Oct	0.2	23.43 a	14.7 a	4.12	129.5	760.2	27.63	210.3	228.5 d
	0.4	20.77 abc	14.51 ab	3.9	131.1	737.6	26.9	198.8	226.0 e
	0.6	22.57 ab	13.7 d	3.77	122.9	651.3	25.35	165.2	224.3 g
10آبان 1 Nov	0.2	17.77 cd	13.98 b-d	3.71	116.4	593.2	29.52	176.0	225.0 f
	0.4	16.93 d	14.01 b-d	3.72	118.2	535.8	28.23	152.2	224.0 g
	0.6	16.47 d	13.91 cd	3.5	111.8	468.2	28.27	132.2	222.2 h
زمان مصرف (درصد) Application time	مقدار مصرف ($kg.ha^{-1}$) Concentration								
60	0.2	20.44 ab	14.39	4.01 a	119.2	603.8	27.20	164.0 c	229.0 c
	0.4	20.11 ab	14.06	3.89 ab	121.2	549.2	26.16	143.8 d	226.3 e
	0.6	19.04 b	13.91	3.5 e	116.1	495.0	25.67	125.9 e	225.0 f
40	0.2	19.87 ab	14.22	3.84 bc	132.8	756.3	28.66	215.9 a	232.0 a
	0.4	19.09 b	14.32	3.74 cd	132.9	720.2	27.64	198.7 b	230.3 b
	0.6	22.44 a	14.04	3.66 d	126.6	617.8	26.46	164.1 c	228.3 d

در هر ستون، تيمارهايي كه حرف مشترك دارند، تفاوت معني‌داري از نظر آزمون LSD در سطح احتمال 5درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p< 0.05$).

تجزيه واريانس اثر متقابل تـاريخ كاشـت در زمـان مصـرف، معني‌دار بود. تاريخ كاشت 25مهر در زمـان مصـرف40درصـد بـا ميـانگين 212/6گـرم در مترمربـع بيشـترين ميـانگين عملكـرد پروتئين را داشت و كمترين عملكرد پروتئين نيز در تيمار مصرف خشكاننده در زمان60درصد در تاريخ‌هاي كاشت10مهر و 10آبان بود. بر اساس نتايج به‌دست‌آمده از آزمايش به‌نظـر مـي‌رسـد كـه استفاده از خشكاننده در زمان مصرف60درصـد بـه‌دليـل كـاهش توأم درصد پروتئين و عملكرد دانه سبب كاهش عملكرد پروتئين گرديده و قابل‌توصيه نمي‌باشد. بين تاريخ‌هاي كاشت نيـز از نظـر عملكـرد پـروتئين، اخـتلاف معنـي‌داري وجـود داشـت و تـاريخ كاشـت10آبـان بـا ميـانگين 153/5گـرم در مترمربـع، كمتـرين عملكرد پروتئين را دارا بود. با وجود افـزايش درصـد پـروتئين در اين تاريخ كاشت، به‌دليل كـاهش عملكـرد دانـه، عملكـرد نهـايي پروتئين كاهش يافت.

اثر متقابل زمان در غلظت مصرف خشكاننده نيـز معنـي‌دار بـود (جـدول 2). مصـرف 0/2كيلـوگرم مـاده مـؤثره در هكتـار پاراكوات در زمـان40درصـد بـا 215/9گـرم، بيشـترين عملكـرد پروتئين را در مقايسه با ديگر تيمارها دارا بود. كمتـرين عملكـرد پروتئين نيز از مصرف 0/6كيلوگرم در هكتـار در زمـان60درصـد رطوبت با ميانگين 125/9گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول5) . بـه‌نظـر مـي‌رسـد دليـل كـاهش چشـمگير عملكـرد پـروتئين، پـايين‌بـودن عملكـرد دانـه و درصـد پـروتئين در تيمـار مصـرف 0/6كيلوگرم در هكتار در زمان60درصد رطوبت مي‌باشد.

تجزيه رگرسيون گام‌به‌گام عملكرد پروتئين

براي حذف اثر صفاتي كه كم‌اثر بوده و يا غيرمؤثر هستند، در مـدل رگرسـيوني بـر عملكـرد پـروتئين (متغيـر وابسـته) از رگرسيون گام‌به‌گام استفاده شد (جدول7). نتايج نشان داد كـه عملكرد دانه، درصد پـروتئين و وزن100دانـه بـه‌ترتيـب داراي

بيشترين اثر بر عملكرد پروتئين بوده و 99/7درصد از تغييرات عملكرد پروتئين را توجيه مي‌نمايند و ضريب تبيين مدل نشان داد كه مدل فوق توانسته درصد بالايي از تغييرات را توجيه نمايد (جدول 7). مقدار آثار باقيمانده، مربوط به اشتباه آزمايشي و متغيرهاي مستقلي است كه مورد بررسي قرار نگرفته يا ناشناخته بودند.

جدول6-مقايسات ميانگين تيمارهاي اعمال‌شده در صفات مورد ارزيابي گياه باقلا بركت

Table 6. Comparisons means of evaluated values of experimental treatment in *Vicia faba* L. *var*. Barekat

روز تا برداشت (روز) Days to Maturity (day)	عملكرد پروتئين (گرم در مترمربع) Protein yield (g/m²)	درصد پروتئين (درصد) Protein percent (%)	عملكرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (g/m²)	وزن100دانه (گرم) 100seed weight (g)	تعداد دانه در غلاف Seed no. per plant	طول غلاف (سانتي‌متر) Pods length (cm)	تعداد غلاف دربوته Pods on Stem	تيمار Treatment: مقدار (Kg.ha⁻¹) Concentration	زمان (درصد) Application time	تاريخ كاشت Date of sowing
239.3 a	175.8 e-i	26.93 c-g	653.3 d-f	130.7 bcd	3.95 bc	15.12 a	18.16 f-h	-	-	2 Oct 10مهر
232.3 e	203.1 b-d	28.2 b-e	720.4 b-d	128.3 c-f	4 b	14.44 a-f	21.46 c	-	-	17 Oct 25مهر
227.3 h	180.8 d-g	30.96 a	583.4 f-i	114.6 i	3.65 e-f	14.79 a-c	17.4 gh	-	-	1 Nov 10آبان
237.0 b	150.2 ij	25.7 f-h	585.6 f-i	128.3 c-f	3.98 bc	14.25 b-g	19.8 c-g	0.2	60	2 Oct 10مهر
233.0 d	125.9 jk	24.56 hi	525 ij	127.4 c-g	3.84 b-e	13.81 e-g	21.13 c-e	0.4	60	
232.0 e	111.2 k	23.4 i	474.9 j	126.6 c-g	3.3 h	14.28 b-g	21.33 cd	0.6	60	
239.0 a	216.9 a-c	27.56 c-f	787.8 ab	136.1 ab	3.93 bc	14.21 b-g	18.6 d-h	0.2	40	
237.0 b	196.8 c-e	26.63 d-h	736.7 b-c	136.3 ab	3.81 b-e	14.28 b-g	21.06 c-e	0.4	40	
235.0 c	160.8 f-i	25.73 f-h	624.5 e-f	132.1 abc	3.62 e-g	14.36 a-g	25.06 ab	0.6	40	
226.0 i	186.7 d-f	27.1 c-g	689.6 c-e	121.3 g-h	4.26 a	14.86 ab	24.33 ab	0.2	60	17 Oct 25مهر
223.0 l	172.1 e-i	26.43 e-h	650.4 d-f	124.1 f-g	3.94 bc	14.27 b-g	21.2 c-e	0.4	60	
221.6 m	151.9 h-j	24.9 g-i	610.4 fg	115.3 h-i	3.81 b-e	13.8 e-g	19.73 c-g	0.6	60	
231.0 f	283.8 a	28.16 b-e	830.7 a	137.7 a	3.99 b	14.52 a-e	22.53 bc	0.2	40	
229.0 g	225.6 ab	27.36 c-f	824.8 a	138.1 a	3.84 b-e	14.74 a-d	20.33 c-f	0.4	40	
227.0 h	178.5 d-h	25.8 f-h	692.2 c-e	130.4 b-e	3.73 c-f	13.61 g	25.4 a	0.6	40	
224.0 k	154.9 g-j	28.8 a-d	536.2 h-j	108.1 j	3.8 b-f	14.04 b-g	17.06 gh	0.2	60	1 Nov 10آبان
223.0 l	130.6 jk	27.53 c-f	472.3 jk	112. ij	3.88 b-d	14.08 b-g	18 f-h	0.4	60	
221.3 m	114.5 k	28.7 a-e	399.6 k	106.2 j	3.38 gh	13.65 fg	16.06 h	0.6	60	
226.0 i	197.1 c-e	30.23 ab	650.2 d-f	124.6 d-g	3.63 e-g	13.92 d-g	18.46 e-h	0.2	40	
225.0 j	173.8 e-i	28.93 a-c	599.3 f-h	124.3 d-g	3.55 fg	13.94 d-g	15.86 h	0.4	40	
223.0 l	150 ij	27.83 c-f	536.7 g-j	117.3 hi	3.62 e-g	14.16 b-g	16.86 h	0.6	40	

در هر ستون، تيمارهايي كه حرف مشترك دارند، تفاوت معني‌داري از نظر آزمون LSD در سطح احتمال 5درصد ندارند.

Means by the uncommon letter in each column and treatment are significantly different according to LSD tests ($p < 0.05$).

جدول 7- تجزيه رگرسيون گام‌به‌گام عملكرد پروتئين (متغير وابسته) با ساير صفات مورد مطالعه

Table 7. Stepwise regression analysis of protein yield by other evaluated traits

ضريب تبيين اصلاح‌شده Adjusted R square	آماره‌هاي هم‌خطي Collinearity Statistics: ضريب تورم واريانس VIF	ضريب تحمل Tolerance	ضرايب رگرسيون B	صفات Traits	مدل Model
0.876			-71.49 ns	Inception عرض از مبدأ	1
	1	1	0.284**	Seed yield عملكرد دانه	
0.996			-1618.58**	Inception عرض از مبدأ	2
	1.01	0.99	0.273**	Seed yield عملكرد دانه	
	1.01	0.99	5928.73**	Protein percent درصد پروتئين	
0.997			-1744.28**	Inception عرض از مبدأ	3
	2.45	0.41	0.267**	Seed yield عملكرد دانه	
	1.29	0.77	6080.02**	Protein percent درصد پروتئين	
	2.59	0.38	0.983*	100seed weight وزن100دانه	

ns، * و **: به‌ترتيب غيرمعني‌دار و معني‌دار در سطح احتمال 5درصد و 1درصد.

ns: none significant; *: Significant at α=0.05; **: Significant at α=0.01

نتيجه‌گيري

با توجه به اهداف اجراي آزمايش و بر اساس نتايج به‌دست‌آمده، مصرف خشكاننده اثر منفي بر عملكرد دانه نداشت، هرچند بكارگيري آن سبب كاهش عملكرد پروتئين در گياه باقلا گرديد. نتايج نشان داد كه بكارگيري خشكاننده سبب تسريع در برداشت گياه باقلا گرديد و از اين رو مي‌تواند جهت زودرسي گياه باقلا مورد استفاده قرار گيرد. در بين تيمارها، مصرف مقدار 0/4كيلوگرم ماده مؤثره در هكتار پاراكوات در زمان40درصد رطوبت دانه در تاريخ كاشت 25مهر، طول دورة رويش را چهار روز كاهش داد و به‌عنوان تيمار برتر قابل‌توصيه مي‌باشد.

سپاسگزاري

نويسندگان مقاله از سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج كشاورزي و مؤسسه تحقيقات برنج كشور به‌خاطر حمايت‌هاي بي‌دريغ‌شان از اجراي اين تحقيق، تشكر و قدرداني مي‌نمايند.

منابع

1. Ahmadi, G. 2011. Determination of the best planting date, seed rate and row spacing of faba been (*var*. Barekat) as second crop in Guilan. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Guilan. (In Persian with English Summary).
2. Al-Rifaee, M., Turk, M.A., and Tawaha, A.M. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). International Journal of Agriculture and Biology 6: 294-299.
3. Bond, A.J., and Bollich, P.K. 2007. Effects of preharvest desiccation on rice yield and quality. Crop Production 26: 490-494.
4. Chagas, R.M., Silveira, A.G., Vitorello, V.A., and Carrer, H. 2008. Photochemical damage and comparative performance of superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in sugarcane leaves exposed to paraquat-induced oxidative stress. Pesticide Biochemistry and Physiology 90: 181-188.
5. Griffin, L., and Boudreaux, J.M. 2011. Application timing of harvest aid herbicides affects soybean harvest and yield. Weed Tech. 25: 38-43.
6. Iturbe-Ormaetxe, I., Pedro, R., Escuredo, C., Arrese, I., and Becana, M. 1998. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. Plant Physiol. 116: 173-181.
7. Jaskulski, J., and Jaskulska, I. 2011. Effect of Glyphosate used in desiccation of white mustard (*Sinapis alba* L.) on the value of the seed material. Acta Scienctiarum Polonarum Agricultura 10: 51-56.
8. Lascano, R.H., Gomez, L.D., Casano, L.M., and Trippi, V.S. 1998. Changes in glutathione reeducates activity and protein content in wheat leaves and chloroplasts exposed to photo oxidative stress. Plant Physiol. Biochem. 36 :321-329.
9. Modaraye Mashhood, M., Esfahani, M., and Nahvi, M. 2005. Effect of pre-harvest desiccation on harvest time and grain quality of rice. J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resour. 11: 81-91. (In Persian with English Summary).
10. Monks, D.W., and Sanders, D.C. 2004. Harvest aids and pre harvest desiccants. Collage of Agriculture and Life Sciences. NC State University.
11. Ramzanpour, F., Esfahani, M., Asghari, J., and Rabiee, M. 2007. Effect of pre-harvest chemical desiccants on harvest time, grain yield and oil content in rapeseed. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Guilan. (In Persian with English Abstract).
12. Ross, M.A., and Lembi, C.A. 1992. Applied Weed Science. McMillan Publishing Inc., New York, p. 570 -575.
13. Sabbaghpour, H. 2004. Determination of suitable sowing date for faba bean c.v. Barekat for double cropping of cotton and faba bean. Iranian Journal of Crop Sciences 6: 248-252. (In Persian with English Summary).

14. Stahlman, P., Howat, K., Jenks, B., and Moechnig, M. 2010. Saflufenacil- A new preharvest desiccant of sunflower. (Abstract). In: Australian Summer Grains Conference, June, 2010. p. 22-24.
15. Wilson, R.G., and Smith, J. 2002. Influence of harvest-aid herbicides on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) desiccation seed yield & quality. Weed Technology 16: 109-115.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 99-110

Determination of effect of concentration and application time of paraquat desiccant on grain yield and yield components of faba bean (*Vicia fabae* L.) in different planting dates

Jilani[1*], M., Daneshian[2], J. and Rabiee[3], M.

1. PhD Student in Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Gorgan
2. Scientific Member of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj
3. Researcher, Rice Research Institute of Iran

Received: 13 December 2011
Accepted: 8 July 2012

Abstract

Faba bean is one of the proper crops for cultivation in Guilan climate conditions in rotation with rice. One of the limiting factors in development of cultivating this plant is late maturity and synchronizing of its ripening with rice transplanting. To investigate the effect of planting date, timing and consumption rate of paraquat herbicide on the ripening, grain yield and some of the agronomic traits of *Vicia faba* L. (*var*. Barekat), a split factorial experiment was conducted in a complete randomized block design with 21 treatments and three replications at Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2009-2010 cropping season. Experimental treatments were three planting dates of 2 and 17 October and 1 November as main factors, consumption rate of paraquat in three levels of 0.2, 0.4 and 0.6 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient and two application times of grain moisture content of 40% and 60% for pods in one third of plant bottom as sub plots as well as three control treatments of the planting dates of 2 and 17 October and 1 November. The results showed that there is not statistical difference between the use of desiccant and control in grain yield and yield components. Although, the use of desiccant had negative effects on protein percent and protein yield. Among the studied treatments, maximum grain and protein yields were obtained in planting date of 17 October, consumption rate of 0.2 and 0.4 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient in application time of 40% of grain moisture with average of 830.7 and 824.8 g/m^2, respectively. Planting date of 2 October, consumption rate of 0.6 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient in application time of 60% of grain moisture had the lowest grain and protein yields. Maximum and minimum growth duration were obtained for control treatment in planting date of 2 October with average of 239 days and planting date of 1 November, spraying in the step of 60% of grain moisture and concentration of 0.6 $Kg.ha^{-1}$ of paraquat active ingredient with average of 221 days, respectively. Based on the obtained results, it seems that consumption of the desiccant had no negative effect on grain yield and can be used for early harvesting faba bean. Planting date of 17 October, consumption rate of 0.4 $Kg.ha^{-1}$ of active ingredient in application time of 40% of grain moisture reduced the growth duration (4 days) and is recommended as better treatment.

Key words: Desiccant solution, Early maturity, Paddy fields, Protein yield, Stepwise regression

*** Corresponding Author:** en_mehrdad02@yahoo.com, Mobile: 09113330193

نشرية **پژوهش‌هاي حبوبات** ايران
جلد4 شمارة1، صفحة 125-111، نيمة اول 1392

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 111-125

تنوع ژنوتيپي، فنوتيپي و بيماري‌زايي جدايه‌هاي *Fusarium solani* عامل پوسيدگي ريشه لوبيا در استان زنجان

مريم خداقلي[1]، رقيه همتي[2*]، بيتا ناصري[3] و عليرضا معرفت[4]

1، 2 و 4- به‌ترتيب دانش‌آموختة كارشناسي‌ارشد، استاديار و دانشيار رشتة بيماري‌شناسي گياهي، دانشكدة كشاورزي دانشگاه زنجان
3- استاديار مركز تحقيقات كشاورزي و منابع‌طبيعي استان زنجان

تاريخ دريافت: 1391/03/27
تاريخ پذيرش: 1391/10/09

چكيده

بيماري پوسيدگي ريشه لوبيا ناشي از قارچ *Fusarium solani* به‌عنوان يكي از مهم‌ترين بيماري‌هاي قارچي لوبيا در دنيا و ايران به‌شمار مي‌رود. به‌دليل اهميت اقتصادي لوبيا و نبود اطلاعات مدون پيرامون تنوع در جمعيت اين قارچ در استان زنجان، اين مطالعه براي نخستين‌بار در اين استان با هدف مطالعه تنوع در شدت بيماري‌زايي، تنوع فنوتيپي و ژنوتيپي جدايه‌هاي بيمارگر و نيز بررسي دامنه ميزباني آن در بين برخي محصولات عمده مورد كشت منطقه انجام گرفت. نمونه‌برداري از11منطقه استان انجام شد و30جدايه به‌عنوان گونه *F. solani* خالص شدند. پس از اثبات بيماري‌زايي، بررسي دامنه ميزباني قارچ و ويژگي‌هاي فنوتيپي آنها، واكنش زنجيره‌اي پليمراز با كمك آغازگرهاي‌RAPD وERIC بر روي DNA استخراج‌شده، صورت پذيرفت. نتايج تحقيق نشان داد كه جدايه‌ها از نظر مشخصات فنوتيپي و ژنوتيپي، متنوع بوده اما در شدت بيماري‌زايي آنها تفاوت معني‌داري وجود نداشت. در آزمون دامنه ميزباني از بين 9گياه آزموده‌شده شامل گندم، عدس، يونجه، لوبياهاي سفيد، قرمز و چيتي، نخود، اسپرس و باقلا، تنها بر روي گندم علايم بيماري ظاهر نشد. الگوهاي انگشت‌نگاريDNA بر اساس هر دو نشانگر، دالّ بر وجود تنوع بالاي ژنتيكي جدايه‌هاي اين بيمارگر از گياه لوبيا در سطح استان بود. گرچه نشانگرRAPD بر پاية استفاده از يك آغازگر انفرادي(OPA 13) در تفكيك جدايه‌ها كارآيي بيشتري در مقايسه با نشانگرERIC داشت، با اين حال تطابق بالايي بين دو گروه‌بندي مشاهده گرديد. بين پراكنش جغرافيايي و گروه‌هاي ژنتيكي به‌دست‌آمده، ارتباط مشخصي مشاهده نگرديد. همچنين همبستگي بارزي بين ويژگي‌هاي ژنوتيپي و فنوتيپي اكثريت جدايه‌ها ديده نشد.

واژه‌هاي كليدي: لوبيا، *Fusarium solani*، تنوع ژنتيكي، دامنه ميزباني

مقدمه

لوبيا (*Phaseolus vulgaris* L.) يكي از پنج گونة جنس *Phaseolus* است كه بعد از سويا و بادام‌زميني، سومين محصول مهم خانوادة حبوبات در دنيا به‌شمار مي‌رود (Broughton *et al.*, 2003). بيماري پوسيدگي ريشه لوبيا توسط مجموعه‌اي از بيمارگرهاي قارچي خاك‌زاد نظير *Rhizoctonia solani*، *Macrophomina phaseolina*، *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* و *Pythium* spp. ايجاد مي‌شود (Nderitu *et al.*, 1997). پوسيدگي ريشه لوبيا ناشي از قارچ *F. solani* f.sp. *phaseoli* در بيشتر مناطق لوبياكاري دنيا گزارش شده است (Naseri & Marefat, 2011).

در ايران نيز اين بيماري همه‌ساله خسارت قابل‌ملاحظه‌اي به كشاورزان تحميل مي‌نمايد. Moeini & Ahmadi nejad (1998) به موارد نادري از بيماري پوسيدگي ريشه در مزارع لوبياي استان زنجان در سال‌هاي زراعي 75-1374 اشاره كردند. در سال1386، قارچ‌هاي عامل بيماري‌هاي پوسيدگي ريشه لوبيا بسته به شرايط هر منطقه، قادر به آلودگي 4/7 تا 95/3درصد گياهان و كاهش 2/8 تا 57/2 گرم بر مترمربع توليد بذر لوبيا در مزارع استان زنجان بودند (Naseri & Moradi, 2008)؛ به‌طوري‌كه *F. solani* به‌عنوان عامل اصلي بيماري به‌طور متوسط از 54/2درصد (1386) و 86درصد (1387) نمونه‌هاي ريشه از مزارع لوبيا جداسازي شد و قارچ‌هاي *R. solani*، *M. phaseolina* و *F. oxysporum* از نظر فراواني به‌ترتيب پس از آن قرار گرفتند (Naseri & Moradi, 2008).

* **نويسنده مسئول:** كيلومتر5 جاده زنجان-تبريز، دانشگاه زنجان، دانشكدة كشاورزي، بخش تحقيقات گياهپزشكي، كد پستي: 38791-45371، تلفن: 02415154053، rhemati@znu.ac.ir

F. solani (teleomorph= *Haematonectria haematococca*) قارچي خاك‌زاد با گسترش جهاني است كه يكي از مهم‌ترين بيمارگرهاي گياهي محسوب مي‌شود. همچنين اين قارچ داراي گسترة وسيع ميزباني بر روي حداقل 87جنس گياهي مي‌باشد (Burgess *et al*., 1992; Kolattukudy & Gamble, 1995). براساس آزمون‌هاي دامنة ميزباني و مولكولي، *F. solani* به فرم‌هاي مخصوص و واريته‌هاي مختلف تقسيم مي‌شود (Booth, 1971; Gerlach, 1981; Zaccardelli *et al*., 2008). با توجه به ميزان بالاي آلودگي و خسارت در مزارع استان، تعيين دامنة ميزباني اين بيمارگر و نيز بررسي تنوع جمعيت و بيماري‌زايي جدايه‌هاي اين قارچ كه اطلاعات مفيدي درجهت بكارگيري روش‌هاي مناسب كنترل بيماري درشرايط استان زنجان را فراهم خواهد كرد، امري ضروري است. روش‌هاي مولكولي كه بر اساس واكنش زنجيره‌اي پليمراز(PCR) انجام مي‌شود، ابزاري براي طراحي نقشه‌هاي ژنتيكي، مطالعات تكاملي، رده‌بندي و تشخيص گونه‌هاي قارچي است (Clulow *et al*., 1991; McDonald, 1997). اين روش‌ها به‌تنهايي يا به‌عنوان روش‌هاي مكمل به‌همراه آزمون‌هاي مورفولوژيك و بيماري‌زايي براي شناسايي گونه‌هاي فوزاريوم مي‌توانند كاربرد داشته باشند (El-Fadly *et al*., 2008).

ERIC-PCR يكي از روش‌هاي رايج در بررسي ژنتيك مولكولي باكتري‌هاست؛ بااين‌حال، گاهي در مورد قارچ‌ها نيز مورد استفاده قرار مي‌گيرد (Mehta *et al*., 2002). در مطالعه‌اي كه روي 44جدايه قارچ *F. solani* انجام شد، آغازگر ERIC مفيدتر ازRFLP در تفكيك جدايه‌ها ظاهر شد و تنوع ژنتيكي بالايي را در بين جدايه‌ها نشان داد (Godoy *et al*., 2004). در مطالعه روي تنوع ژنتيكي140جدايه قارچ *F. solani* با استفاده از نشانگرهاي مولكولي RFLPs، RAPD–PCR، تنوع ژنتيكي وسيعي بين جدايه‌هاي قارچ مشاهده شد (Morid *et al*., 2009). در تحقيقي ديگر كه روي چندشكلي DNA جدايه‌هاي *F. solani* f.sp. *pici* عامل پوسيدگي فوزاريومي نخود در استان‌هاي خراسان‌رضوي و شمالي توسط نشانگر RAPD انجام شد، رابطه مشخصي بين تنوع ژنتيكي با منطقه جغرافيايي جدايه‌ها يافت نشد (Hasanzadeh *et al*., 2008). بررسي تنوع ژنتيكي 18جداية *F. solani* به‌دست‌آمده از ميزبان‌هاي گياهي و جانوري در برزيل كه از طريق انگشت‌نگاريrDNA انجام شد، نشان‌دهندة تنوع ژنتيكي بالاي درون‌گونه‌اي بود و اين تنوع، هيچ ارتباطي با منشأ ميزباني و منطقة جغرافيايي جدايه‌ها نداشت. اين تنوع، حتي در توالي‌هاي حفظ‌شده همچون rDNA نيز مشاهده گرديد (Brasileiro *et al*., 2004). مطالعة تنوع ژنتيكي جدايه‌هاي *F. solani* عامل پژمردگي و پوسيدگي خشك سيب‌زميني در استان‌هاي خراسان‌رضوي و شمالي با استفاده از نشانگرهايISSR و RAPD نشان داد كه اين گونه از تنوع ژنتيكي بسيارِبالايي برخوردار است. همچنين، هيچ ارتباطي بين گروه‌هاي ژنتيكي و منشأ جغرافيايي جدايه‌ها وجود نداشت (Baghaee Ravari *et al*., 2007) . بكارگيري نشانگرRAPD جهت مطالعه تنوع ژنتيكي 19جداية *F. solani* f. sp. *phaseoli* به‌دست‌آمده از سويا در آمريكا، تنوع ژنتيكي اندكي را درون اين فرم مخصوص نشان داد. نتايج حاصل از توالي‌يابي ناحيةITS حاكي از وجود سطوح پايين تنوع در ميان افراد و همچنين داخل گونه بود (Achenbach *et al*., 1997). به‌علت دامنة وسيع ميزباني اين قارچ، كنترل بيماري از طريق تناوب، مشكل است. از سويي ديگر، پتانسيل بالاي تغييرپذيري و وقوع نوتركيبي در جمعيت‌هاي بيمارگر بر نتايج نهايي روش هاي كنترل‌كنندة بيماري، از جمله كاربرد ارقام مقاوم، تأثيرگذار خواهد بود.

اهميت اين بيماري مخرّب در يكي از قطب‌هاي توليد لوبيا در كشور، انگيزه‌اي شد تا براي نخستين‌بار به مطالعة وضعيت ساختار ژنتيكي، صفات مورفولوژيك و دامنة ميزباني قارچ *F. solani* در بين برخي گياهان رايج مورد كشت در منطقه پرداخته شود تا بتوان در آينده، گام‌هاي مؤثرتري در مديريت اين بيماري برداشت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداري و جداسازي و شناسايي قارچ

در تابستان1388 از 11منطقة لوبياكاري استان زنجان، به‌صورت تصادفي نمونه‌برداري شد (جدول 1) و از هر مزرعه، سه بوتة بيمار با علايم زردي، پژمردگي و مرگ بوته، پوسيدگي همراه با ترك‌هاي طولي و لكه‌هاي قهوه‌اي بر روي ريشه و طوقه، انتخاب و با درج مشخصات به آزمايشگاه منتقل شدند. پس از شستشوي سطحي ريشه و طوقة گياهان آلوده، از حدفاصل بخش‌هاي آلوده و سالم، قطعاتي به ابعاد يك‌سانتي‌متر جدا و با هيپوكلريت‌سديم يك‌درصد به‌مدت دودقيقه ضدعفوني شدند. در ادامه، قطعات ضدعفوني‌شده به ظروف پتري محتويPDA (39گرم در يك‌ليتر آب‌مقطر) و آنتي‌بيوتيك (كلرامفنيكول) منتقل و به‌مدت يك‌هفته در دماي اتاق (25ºC +1) رشد كردند. خالص‌سازي قارچ به‌روش تك‌اسپورسازي روي محيط كشت آب-آگار(WA) دو درصد انجام گرفت. شناسايي قارچ *F. solani* با توجه به خصوصيات ميكروسكوپي و ماكروسكوپي آن روي محيط كشت‌هاي غذايي سيب زميني-دكستروز-آگار(PDA) و برگ ميخك-آگار(CLA) با استفاده از كليد (Leslie & Summerell, 2006) انجام شد.

آزمون بيماري‌زايي و ارزيابي شدت بيماري‌زايي جدايه‌ها

بذور لوبياقرمز (رقم ناز تهيه‌شده از مركز تحقيقات كشاورزي و منابع‌طبيعي استان زنجان) به‌مدت يك‌دقيقه با محلول هيپوكلريت سديم يك‌درصد ضدعفوني و به‌مدت 72ساعت در آب، خيسانده شدند. گلدان‌ها به نسبت (1:1:1) از خاك مزرعه و ماسه و خاك‌برگ دوبار اتوكلاوشده، پر شدند. به‌ازاي هر جدايه، سه گلدان به ابعاد(4×3×4) سانتي‌متر و يك گلدان نيز به‌عنوان شاهد در قالب طرح كاملاً تصادفي درنظرگرفته شد. در هرگلدان، سه بذر لوبيا كشت شد و گياهان در دامنة دمايي25°C-14 با نور طبيعي در گلخانه به‌مدت دوهفته رشد نمودند. جهت مايه‌زني گياهچه‌هاي جوان لوبيا، در مرحلة رشديV_2 (مرحلة ظهور برگ‌هاي اوليه)، سوسپانسيون اسپور با غلظت تقريبي10^6كنيدي در ميلي‌ليتر از كشت هفت‌روزة هر جدايه استفاده شد (Abawi *et al*., 1990). پس از ايجاد زخم به‌كمك اسكالپل سترون، در قسمت طوقة لوبيا، دو ميلي‌ليتر از سوسپانسيون اسپور تهيه‌شده، بر روي محل زخم اضافه گرديد. پس از گذشت پنج‌هفته، با مشاهدة علايم بيماري، بوته‌ها از گلدان‌ها خارج و علايم، ثبت گرديد. ريشة گياهان تيمار و شاهد، جهت جداسازي و تأييد قارچ مايه‌زني‌شده به‌عنوان عامل بيماري به آزمايشگاه منتقل شدند. جهت بررسي شدت بيماري‌زايي جدايه‌ها، از مقياس0- 5 به‌شرح زير استفاده شد (Naseri & Moradi, 2008):

0= گياه عاري از بيماري؛

1= شدت بيماري ضعيف يا 10- 1درصد؛

2= شدت بيماري متوسط يا 25-10درصد؛

3= شدت بيماري متوسط تا شديد يا 50- 25درصد؛

4= شدت بيماري شديد يا 75-50درصد؛

5= شدت بيماري بسيارشديد تا مرگ كامل گياه يا 100- 75درصد.

مقايسة جدايه‌ها از نظر بيماري‌زايي براساس داده‌هاي به‌دست‌آمده از اين آزمون توسط نرم‌افزارGENSTAT نسخة6 مورد ارزيابي قرار گرفت.

آزمون دامنه ميزباني

به‌منظور بررسي گسترة ميزباني قارچ *F. solani*، 9گياه گندم، عدس، يونجه، لوبياسفيد، لوبياقرمز، لوبياچيتي، نخود، اسپرس و باقلا انتخاب شدند. انتخاب ميزبان‌ها بر اساس محصولات عمدة مورد كشت در استان زنجان بود. مراحل آماده‌سازي بذور و گلدان‌ها جهت كاشت همانند روش اثبات بيماري‌زايي صورت گرفت. در اين مرحله نيز به‌ازاي هر ميزبان، سه گلدان (حاوي سه‌بذر در هر يك) و يك گلدان نيز به‌عنوان شاهد در قالب طرح كاملاً تصادفي درنظرگرفته شد. بعد از گذشت دو هفته از زمان كاشت، به هر گلدان دو ميلي‌ليتر از سوسپانسيون اسپور به غلظت تقريبي (25×10^6 كنيدي/ميلي‌ليتر) كه از مخلوط سوسپانسيون‌هاي اسپور10جداية قارچ تهيه شده بود، اضافه گرديد. بعد از گذشت پنج هفته، ريشة بوته‌ها از خاك خارج شده و شدت بروز علايم بيماري بر روي ريشه با استفاده از مقياس فوق‌الذكر، بررسي گرديد. مقايسة شدت بيماري‌زايي در بين ميزبان‌ها با استفاده از نرم‌افزارGENSTAT نسخة6 انجام گرفت.

آزمون دمايي

در اين بخش، تأثير دما بر ويژگي‌هاي فنوتيپي30جدايه قارچ *F. solani* در دماهاي $2\pm$ °C 5، 15، 25، 35 به‌مدت شش‌روز بر روي محيط‌كشتPDA در انكوباتور در شرايط تاريكي بررسي شد. پس از گذشت اين دوره، ويژگي‌هاي قطر و رنگ پرگنه، اسپورزايي و وجود سرهاي دروغين، بررسي و ثبت شد و نتايج به‌صورت نمودار توسط نرم‌افزارExcel نسخة2007 ترسيم شد.

استخراج DNA و واكنش زنجيره‌اي پليمراز

به‌منظور استخراجDNA، 20ميلي‌گرم از ميسليوم پودرشده *F. solani* كه ليوفيليز شده بود، به‌روش تعديل‌شدة Liu *et al*, (2000) مورد استفاده قرار گرفت. جهت انجام PCR، از هشت آغازگر تصادفيRAPD و جفت آغازگرERIC استفاده شد (جدول 2). تكثيرDNA درحجم 25ميكروليتر انجام شد. مخلوط واكنش براي RAPD-PCR شامل DFS Master Mix (2x) (شركت فزاپژوه) 13ميكروليتر، DNAژنومي3ميكروليتر، آغازگر (شركت تكاپوزيست) 1/4ميكروليتر و آب دوبارتقطير7/6ميكروليتر بود. برنامة حرارتي تكثير شامل واسرشتي اوليه پنج‌دقيقه در94°C، سپس 45چرخه به‌ترتيب واسرشتي يك‌دقيقه در 94°C، مرحلة اتصال آغازگر يك‌دقيقه در 34°C، بسط آغازگر دودقيقه در دماي 72°C و بسط نهايي آغازگر هفت‌دقيقه در دماي72°C صورت گرفت. مخلوط واكنش براي ERIC-PCR به‌ترتيب شامل DFS Master Mix(2x)12/5ميكروليتر، DNA ژنومي 2/5ميكروليتر، Primer (به سفارش شركت سيناژن) پنج‌ميكروليتر از هركدام (از غلظت نهايي10پيكومول). برنامة حرارتيPCR شامل واسرشتي اوليه هفت‌دقيقه در95°C ادامه با30چرخه واسرشتي در94°C به‌مدت يك‌دقيقه، اتصال آغازگر يك‌دقيقه در دماي52°C، مرحله بسط آغازگر هشت‌دقيقه در65°C، و بسط نهايي يك‌چرخه 16دقيقه‌اي در دماي65°C انجام گرفت. جهت مشاهدة محصولاتPCR از الكتروفورز با ژل‌آگارز يك‌درصد استفاده شد و تجزيه‌وتحليل خوشه‌اي قطعات تكثيرشده به‌كمك روش UPGMA در نرم‌افزار NTSYSpc 2.02e انجام و دندروگرام مربوط ترسيم گرديد.

جدول 1- ويژگي‌هاي ريخت‌شناسي جدايه‌هاي قارچ *Fusarium solani* به‌دست‌آمده از لوبيا در استان زنجان

Table 1. Morphological characteristics of *Fusarium solani* isolates obtained bean from Zanjan Province

منطقه نمونه‌برداري Region of sampled	رنگ پرگنه Colony colour	اندازه ميكروكنيدي Microconidia (µm)	اندازه ماكروكنيدي Macroconidia (µm)	نام جدايه Isolate
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	7.5x 2.5	45.5x4.1	Z_1
عميدآباد- Amidabad	كرم- Cream	7.5 x 2.5	42.5. x4.2	Z_2
عميدآباد- Amidabad	كرم- Cream	7 x 2.5	42.5 x 4.2	Z_3
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	7.5 x 2.5	47.5 x 4.8	Z_4
خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	10 x 2.7	45 x 4.6	Z_5
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	زرد- Yellow	8x 3	44 x 4.6	Z_6
هيدج- Hidaj	كرم- Cream	6.2 x 2.5	37.5 x 4.1	Z_7
نصيرآباد- Nasirabad	سفيد- White	8.7 x 2.7	38 x 3.4	Z_8
نصيرآباد- Nasirabad	كرم- Cream	7.5 x 2.4	37.5 x 3.4	Z_9
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	كرم- Cream	7.7 x 2.5	44 x 4	Z_{10}
سنبل‌آباد- Sonbolabad	كرم- Cream	5.7 x 2.7	37 x 3.2	Z_{11}
سلطانيه- Soltanieh	زرد- Yellow	11.2 x 3	45 x 4.2	Z_{12}
صايين قلعه- Saeenghaleh	زرد- Yellow	9x 3.7	47.5 x 5	Z_{13}
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	8x 3	42.5 x 4.8	Z_{14}
خرم‌دره- Khorramdarreh	كرم- Cream	5.6 x 2.5	36 x 3.4	Z_{15}
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	7.7 x 2.7	44 x 4.2	Z_{16}
عميدآباد- Amidabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	7 x 2.8	37.5 x 4.2	Z_{17}
نعلبندان- Nalbandan	سفيد- White	12 x 3.7	50 x 5.4	Z_{18}
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	كرم- Cream	7.9x 2.5	44 x 4.5	Z_{19}
خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	7.5 x 2.5	40 x 4.4	Z_{20}
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	كرم- Cream	8x 3.2 `	46.5 x 4.4	Z_{21}
هيدج- Hidaj	سفيد- White	7.5 x 2.5	42.5 x 4.6	Z_{22}
نصيرآباد- Nasirabad	سفيد- White	11.2 x 3.7	47.5 x 5	Z_{23}
نصيرآباد- Nasirabad	كرم- Cream	8.7 x 3	45 x 3.8	Z_{24}
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	صورتي(كمرنگ)- Pale pink	8 x 3.5	45 x 4.5	Z_{25}
سنبل‌آباد- Sonbolabad	كرم- Cream	5.5 x 2.5	38 x 3.2	Z_{26}
نعلبندان- Nalbandan	كرم- Cream	6.2 x 2.7	35 x 3	Z_{27}
خرم‌دره- Khorramdarreh	كرم- Cream	7 x 2.5	40 x 3.7	Z_{28}
يوسف‌آباد- Yoosofabad	كرم- Cream	7 x 2.5	42.5 x 4.8	Z_{29}
ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد- Kheirabad	زرد- Yellow	7.5 x 2.7	45 x 4.2	Z_{30}

جدول 2- نام و توالي آغازگرهاي بكاربرده‌شده RAPD و ERIC-PCR جهت بررسي تنوع ژنتيكي جدايه‌هاي قارچ *Fusarium solani* در استان زنجان

Table 2. Name and sequence of RAPD and ERIC-PCR primers used for study of genetic diversity of *Fusarium solani* isolates in Zanjan province

نام Name	آغازگر Primer	توالي آغازگرها (5'- 3') Sequence of primer
1	RCO9	GATAACGCAC
2	OPA-01	CAGGCCCTTC
3	OPA-19	CAAACGTCGG
4	OPB-05	TGCGCCCTTC
5	OPG-06	GTGCCTAACC
6	OPL-12	GGGCGGTACT
7	OPN-13	AGCGTCACTC
8	OPA-13	CAGCACCCAC
9	ERIC1 ERIC2	5’ATGTAAGCTCCTGGGGATTCAC3’ 5’AAGTAAGTGACTGGGGTGAGCG 3’

نتايج و بحث

شناسايي قارچ

در بررسي‌هاي انجام‌شـده از ميـان جدايـه‌هـاي فوزاريـوم به‌دست‌آمده از بوته‌هاي آلودة لوبيا، پس از انجام خـالص‌سـازي به‌روش تك‌اسپورسازي،30جدايه به‌عنوان گونة قارچ *F. solani* شناسايي گرديدند. ويژگي‌هاي مشاهده‌شدة اين قـارچ بـه‌شـرح زير بـود: ماكروكنيـدي‌هـا نسـبتاً عـريض، مسـتقيم بـا انـدكي خميدگي، با انتهاي گرد و داراي سـه تـا هفـت ديـوارة عرضـي (غالباً سه تا چهار ديـواره) بودنـد. ميكروكنيـدي‌هـا، بيضـي يـا قلوه‌اي‌شكل و يك تا دوسلولي مجتمع در سرهاي دروغين روي مونوفياليدهاي بلند تشكيل شده بودنـد. كلاميدوسـپورها غالبـاً به‌مقدار زياد بعد از گذشت دو تا چهارهفته در محيط‌هاي كشت CLA و PDA تكي و زنجيري به‌صورت مياني يا انتهـايي روي انشـــعابات جـــانبي كوتـــاه تشـــكيل شـــدند (شـــكل 1). اسپوردوكيوم‌هاي اين گونه به‌رنگ كرم تا زرد در سـطح پرگنـه مشـاهده شـد. بـه‌ترتيـب، دامنـة طـولي و عرضـي مـاكرو و ميكروكنيـــدي‌هـــاي ايـــن گونـــه بـــين 5-3×50- 32/5 و 3/9- 2/5 ×12- 5 ميكرومتر متغير بود (جدول 1). اين نتـايج بـه‌دسـت‌آمـده بـا مشخصـات ايـن گونـه همخـواني داشـت (Nelson *et al*., 1983; Lesli & Summerell, 2006; Gerlach & Nirenberg, 1982). بـه‌عـلاوه، دو جدايـه بـه نمايندگي از بقيه جدايه‌ها به مؤسسـة تحقيقـات گيـاه‌پزشـكي ايران ارسال شده و موردتأييد بخـش رسـتني‌هـا قـرار گرفتنـد. ازلحاظ ويژگي‌هاي ظاهري، جدايه‌ها تفاوت‌هـايي را بـا يكـديگر داشتند (Nelson *et al*., 1983; Nirenberg, 1989). اگرچه بيش از 63درصد از جدايه‌ها داراي پرگنه كرم يا سـفيد بودنـد، بـا اين وجود، جدايه‌هايي با پرگنه صورتي كم‌رنگ و زرد نيز مشـاهده شدند؛ به‌طوري‌كه در محيط كشت PDA، فراواني پرگنه‌ها از نظر رنگ در بين جدايه‌ها بدين شرح بود:50درصد كرم ،23/33درصـد صـورتي، 13/33درصـد سـفيد و 13/33درصـد زرد. تفـرق رنگـي جدايه‌ها مي‌تواند گواهي بر تفرق درون اين گونه مركب باشد.

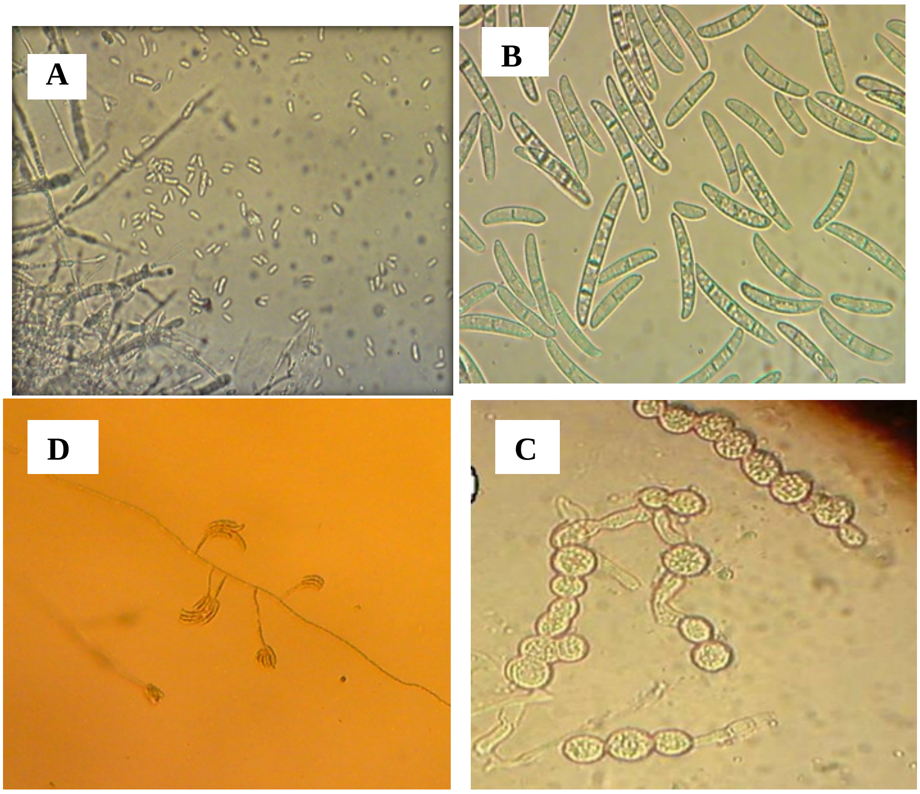
آزمون بيماري‌زايي و مقايسه شدت بيماري‌زايي جدايه‌ها

در اين آزمون، بيماري‌زايي قارچ روي لوبياقرمز (رقم نـاز) بـه اثبات رسيد. قارچ مايه‌زني‌شده توانست همان علايم اوليه را كه در مزرعه در لوبيا مشاهده شده بـود، ايجـاد كنـد. تيمارهـاي شـاهد علايم بيماري را نشان نداده و قارچ مايه‌زني‌شـده از كشـت ريشـة آنها جداسازي نشد. از نظر شدت بيماري‌زايـي جدايـه‌هـا بـر روي لوبياقرمز رقم ناز، تفاوت معني‌داري بين جدايه‌ها مشاهده نشد.

آزمون دامنه ميزباني

در اين آزمون از بين 9گياه مورد بررسي، فقط گياه گنـدم علايم بيماري پوسيدگي فوزاريومي ريشه را نشان نداد و شـدت بيماري در آن صفر بود (شكل 3). بقية ميزبان‌ها كـه همگـي از اعضاي خانوادة Fabaceae بودند، بعـد از گذشـت پـنج هفتـه، علايـم مشخصـة بيمـاري نظيـر تَـرَك طـولي سـاقه و طوقـه، قهوه‌اي‌شـدن ريشـه و طوقـه و زردي بـرگ‌هـا را نشـان دادنـد (شكل2). نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه نوع گيـاه ميزبـان، تأثير معني‌داري بر روي شـدت بيمـاري پوسـيدگي فوزاريـومي ريشه داشت ($p<0.001$) (جدول 3). در ميان ميزبان‌هاي مـورد مطالعه، بالاترين شدت بيماري ($p<0.05$) بر روي باقلا، نخود و عدس مشاهده شد. پايين‌ترين شدت بيماري ($p<0.05$) در بين ميزبان‌ها نيز بر روي يونجه و لوبياي سفيد و قرمز مشاهده شد. همچنين شدت بيماري بـر روي سـه رقـم لوبيـا متفـاوت بـود؛ به‌طوري‌كه در لوبيـاچيتي، بيمـاري نسـبت بـه لوبيـاي قرمـز و سفيد، شديدتر ($p<0.05$) بود. دامنة ميزباني اين قارچ خاك‌زاد در بين66تيرة گياهي، 111گونه و 87جنس، گزارش شده است (Kolattukudy & Gamble, 1995). بـا چنـين وضـعيتي،

مشاهدة دامنه ميزباني وسيع در بين هشت گياه مورد بررسي از اعضـاي خـانواده Fabaceae در شـرايط گلخانـه، امـري كـاملاً طبيعي و همخوان به‌نظر مي‌آيد. با توجه به ايـن‌كـه مشخصـات ماكروسكوپي و ميكروسكوپي جدايه‌هاي اين گونه قارچي كـه از گياه لوبيا جداسازي شده و بيماري‌زايي آنها بر روي لوبيا و ساير گياهان هم‌خانوادة لوبيا در شرايط گلخانه به اثبات رسـيده و بـا مشخصات مورفولوژيك (Aoki *et al.*, 2003) و اظهارات برخي محققان (Abawi, 1989; Hall, 1996) درمـورد قـارچ(FSP) *F. solani* f.sp. *phaseoli* نيز مطابقت داشت، وجود اين فُرم مخصوص استان، اثبات مي‌شود. به‌علاوه، بيماري‌زايي ايـن فُـرم مخصـوص بـر روي گيـاه عـدس، بـراي نخسـتين‌بـار گـزارش مي‌گردد. وجود چنين دامنة ميزبـاني وسـيع، امـري اسـت كـه احتمال وجود گونـة مركـب را در ايـن قـارچ تقويـت مـي‌كنـد (Leslie & Summerell, 2006). همچنـين ايـن نتـايج تصديق‌كنندة اين ويژگي است كـه تخصـص‌يـافتگي فُـرم‌هـاي مخصوص ايـن گونـة قـارچي بـر روي ميزبـان‌هـايش، كمتـر از گونه‌اي همچون *F. oxysporum* مي‌باشد؛ به‌طوري‌كه فُرم‌هاي تخصـص‌يافتـة آن، بيشـتر از طريـق نـوع علايمـي كـه ايجـاد مي‌كننـد، مشـخص مـي‌شـوند تـا از طريـق تخصـص ميزبـاني (Román-Aviles *et al.*, 2003). درايـن تحقيـق بـراي نخستين‌بار، شدت بيماري‌زايي قارچFSP بر روي 9گياه زراعـي مورد بررسي مقايسه شد كه بيانگر بروز علايم شديدتر بيمـاري بر روي ريشة نخود، باقلا و عدس نسبت به هـر سـه رقـم لوبيـا (قرمز، چيتي و سفيد) به‌عنوان ميزبان اصلي قارچ بود. بر اساس اين يافته، قرارگرفتن نخود، باقلا و عدس در برنامة تناوبي لوبيـا مي‌تواند با افزايش جمعيت قارچFSP در خـاك مزرعـه، رابطـة مستقيم با شدت بيماري بر لوبيا داشـته باشـد. اگرچـه در ايـن تحقيق، لوبياي قرمـز و سـفيد، آلـودگي كمتـري از لوبيـاچيتي نشـان دادنـد؛ در عـين حـال، گـزارش Naseri & Marefat (2011) در سطح مناطق لوبياكاري استان نشان‌دهندة آلـودگي بالاتر لوبياچيتي و سفيد نسبت بـه لوبيـاقرمز بـود. بنـابراين در مزارع با سابقة آلودگي زياد، كشت لوبياقرمز نسـبت بـه لوبيـاي سفيد و چيتي، توصيه مي‌شود. به‌طوركلي نتايج بـه‌دسـت‌آمـده پيشنهاد مي‌كند كه گندم به‌عنوان گياه غيرميزبان يا مقـاوم بـه بيمــاري در منطقــه مــي‌توانــد درقالــب مــديريت زراعــي و غيرشيميايي در تناوب با لوبيا بكارگرفته شود.



شكل 1- ويژگي‌هاي ميكروسكوپي قارچ *Fusarium solani* بر روي محيط‌كشتCLA

A: ماكروكنيدي‌ها؛ B: ميكروكنيدي‌هاي فراوان؛ C: كلاميدوسپورهاي تكي و زنجيري؛ D: ماكروكنيدي‌هاي مجتمع در نوك كنيدي‌بر

Fig 1. Microscopic characteristics of *Fusarium solani* on CLA culture medium; A: Abundant microconidia; B: Macroconidia; C: Single and catenulate chlamydospores; D: Macroconidia on conidiophores

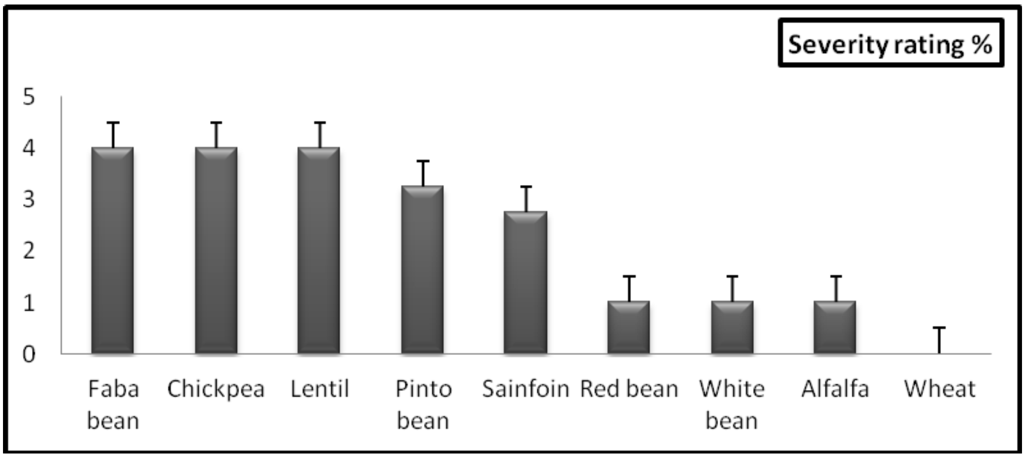
شكل 2- علايم بيماري پوسيدگي فوزاريومي طوقه و ريشه بر روي 9گياه تلقيح‌شده با سوسپانسيون اسپور مخلوط 10جدايه *Fusarium solani* در شرايط گلخانه بر روي ريشه و طوقة 9گياه مختلف شامل A: باقلا؛ B: نخود؛ C: عدس؛ D: لوبياچيتي؛ E: لوبياسفيد؛ F: لوبيافرمز؛ G: اسپرس؛ H: يونجه، I: گياه سالم گندم

Fig. 2. Disease symptoms of Fusarium root and crown rot on nine plants inoculated with 10 isolates of *Fusarium solani*, under greenhouse conditions; A: Fababean, B: Chickpea, C: Lentil, D: Pinto bean, E: White bean, F: Red bean, G: Sainfoin, H: Alfalfa, I: Healthy wheat plant

آزمون دمايي

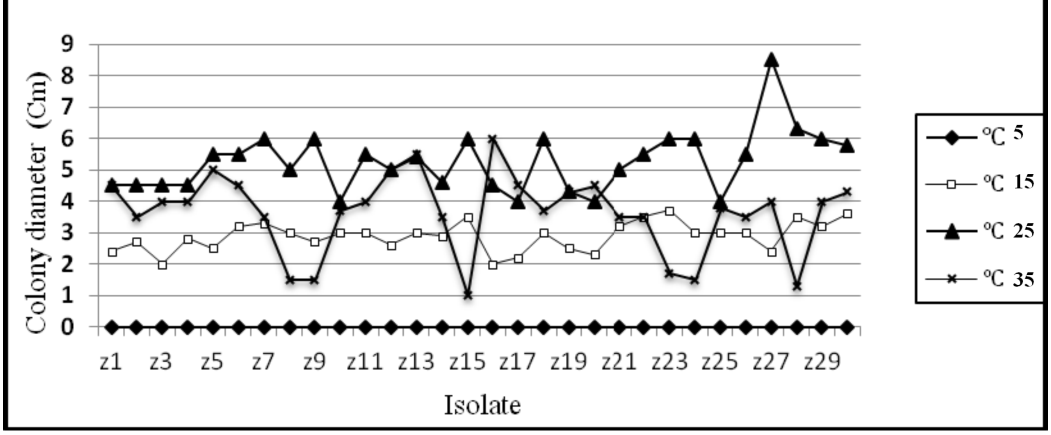
نتايج اين آزمون نشان داد كه بيشترين قطر پرگنه در اكثر جدايه‌هاي اين قارچ در دماي 25°C و عدم رشد در دماي 5°C مشاهده شد (شكل 4). در هر سه دماي 15، 25 و 35درجة سانتي‌گراد كه قارچ رشد رويشي داشت، اسپورزايي و سرهاي دروغين نيز مشاهده شدند. طبق نتايج اين بررسي، فاكتور دما در رنگ پرگنه تغييري ايجاد نكرد؛ اما 30جداية قارچ *F. solani* از نظر فاكتور رشدي قطر پرگنه در طي شش روز، تنوع قابل‌توجهي نشان دادند. ميزان رشد رويشي گاهي به‌عنوان يك صفت ثانويه در شناسايي و توصيف گونه‌ها به‌كار مي‌رود (Leslie & Summerell, 2006). نتايج اين تحقيق با دامنة مطلوب دمايي (25تا30 °C) براي رشد قارچ *F. solani* در منابع (Burgess *et al.*, 1994) همخواني داشت. در مطالعه‌اي ديگر برروي تأثير دما و محيط‌هاي مختلف رشدي براي دو گونه فوزاريوم، بهترين دما براي رشد و اسپورزايي قارچ *F. solani*، 28°C بود (Kumar Gupta *et al.*, 2010). در مقايسة تأثير دماهاي 20°C، 25،30، 35 و40 بر رشد *F. solani* نيز مطلوب‌ترين دماي رشد اين قارچ، 25°C بود و دماهاي بالاتر يا پايين‌تر از آن منجر به كاهش رشد گرديد (Kausar *et al.*, 2009). بدين‌ترتيب، نتايج يافته‌هاي قبلي با نتايج اين آزمون، مطابقت داشت؛ به‌نحوي‌كه

مناسب‌ترين دماي رشد براي جدايه‌ها به‌استثناي دو جدايه، 25°C بود. از آنجايي‌كه دماي نامناسب به‌عنوان يكي از عوامل محيطي تنش‌زا محسوب شده است (Abawi, 1989)، نتايج اين آزمون مي‌تواند در انتخاب زمان مناسب كاشت لوبيا يا ساير گياهان ميزبان به‌عنوان يك راهكار مديريتي اين بيماري مورد استفاده قرار گيرد به‌طوري‌كه دورة رشدي حساس گياه با دوره‌اي كه قارچ *F. solani* حداكثر فعاليت خود را دارد، تداخل نداشته نباشد. ازسويي ديگر دماي 27°C به‌عنوان دماي مناسب جهت رشد گياهچة لوبياقرمز و خروج از خاك در انكوباتور گزارش شده است (Van Bruggen *et al.*, 1986) و اين دما نزديك به دماي مطلوب قارچ است. بنابراين جهت حصول به يك برنامة دقيق مديريتي جهت كنترل اين بيماري، بررسي‌هاي دقيق‌تري لازم است.



شكل 3- مقايسة ميانگين شدت بيماري در بين 9گياه مايه‌زني‌شده با قارچ *Fusarium solani* در شرايط گلخانه

Fig. 3. Comparison of mean disease severity on nine plants inoculated with *Fusarium solani* under greenhouse conditions



شكل 4- قطر پرگنه قارچ *Fusarium solani* در چهار دماي مختلف پس از شش‌روز رشد در شرايط تاريكي

Fig. 4. Colony diameter of *Fusarium solani* after six days incubation in four different temperatures

جدول 3- تجزيه واريانس شدت بيماري پوسيدگي فوزاريومي ريشه لوبيا بر روي 9گياه

Table 3. Analysis of variance for Fusarium root-rot disease severity on nine plants

S.O.V.	(d.f.)	(S.S.)	(M.S.)	F (pr)
Host	8	60.666	7.5833	< 0.001 *
Error	18	11.333	0.6296	
Total	26	72.000	26	

* Significant at p<0.01

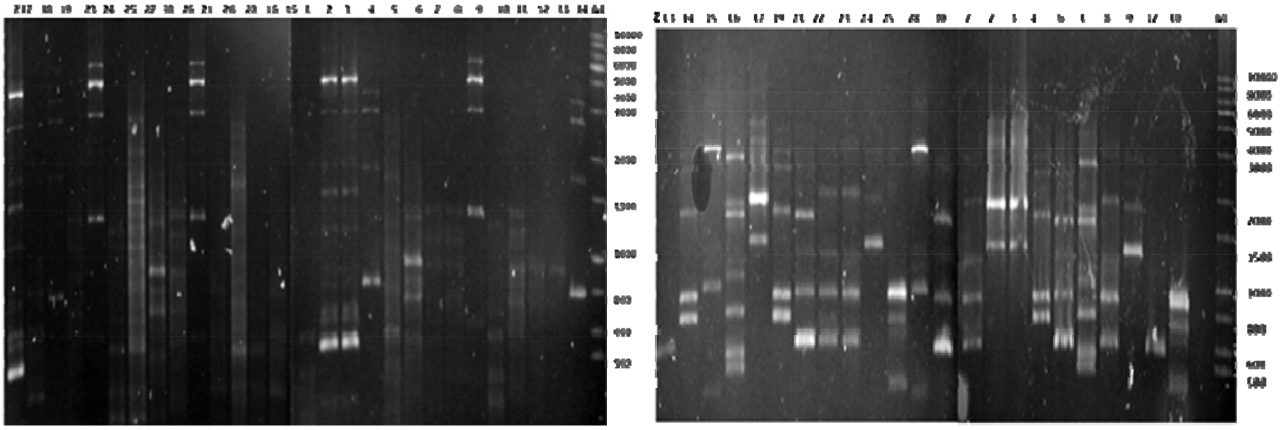
انگشت‌نگاري DNA توسط تكنيك RAPD-PCR و ERIC -PCR

در اين روش از هشت آغازگر آزموده‌شده، فقط آغازگر OPA-13 توانست چندشكلي مطلوبي را از جدايه‌هاي استان ارائه دهد. به‌كمك اين آغازگر از بين30جدايه، ژنوم 23جدايه تكثير شد. تعداد باندهاي قابل ارزيابي توسط آن 17عدد با اندازه‌هاي بين 400 تا 3000جفت بازي بود (شكل 3). انگشت‌نگاريDNAي قارچ *F. solani* توسط آغازگرRAPD، جدايه‌ها را در ضريب تشابه چهاردرصد به دو گروه اصلي و در ضريب تشابه 75درصد به 11دودمان كلوني تقسيم نمود. هر دودمان كلوني از يك هاپلوتيپ تشكيل شده بود و بسياري از هاپلوتيپ‌ها از دو يا چند جدايه تشكيل شده بودند. بررسي جدايه‌ها توسط اين نشانگر سطوح بالاي تنوع ژنتيكي جدايه‌هاي اين قارچ را درگسترة مناطق نمونه‌برداري‌شدة استان زنجان نشان داد. اين آغازگر در تحقيقات قبلي به‌عنوان آغازگري با توانايي توليد باندهاي پلي‌مورفيك و تفكيك جدايه‌هاي قارچي در سطح جنس و نيز تفكيك جدايه‌هاي برخي گونه‌هاي قارچي در سطح فرم مخصوص يا نژاد گزارش شده است (Jana *et al*., 2003). در تحقيق حاضر، تنوع بالايي در بين جدايه‌هاي مطالعه‌شده توسط اين آغازگر مشاهده شد كه با نتايج برخي تحقيقات مشابه در اين زمينه (Brasileiro *et al*., 2004; Baghaee Ravari *et al*., 2007; Morid *et al*., 2009) مطابقت داشت. مجموع قطعات DNA تكثيرشده قابل ارزيابي توسط جفت آغازگرERIC،20عدد بود. اندازه باندهاي ارزيابي‌شده 350 تا6000 جفت باز بوده است. اگرچه تعداد 28جدايه از مجموع30جدايه توسط اين تكنيك، انگشت‌نگاري شدند؛ اما در مقايسه با آغازگرRAPD وضوح بسياري از باندهاي حاصله در اين تكنيك، اندك بوده (شكل 3) و لذا از تلفيق نتايج انگشت‌نگاري اين روش با روشRAPD و تشكيل ماتريس واحد، خودداري گرديد و آناليز داده‌هاي هر روش به‌طور جداگانه انجام شد. بر طبق دندروگرام به‌دست‌آمده از تكنيكERIC-PCR در ضريب تشابه چهاردرصد، كلّ جدايه‌ها به سه گروه تقسيم شدند. در ضريب تشابه 75درصد، 13دودمان كلوني در بين جدايه‌هاي قارچ *F.solani* ديده شد. دودمان‌هاي كلوني حاصل از اين نشانگر نيز هر كدام تنها از يك هاپلوتيپ تشكيل شده بودند كه اغلب هاپلوتيپ‌ها از بيش از يك جدايه تشكيل شده بودند. چندعضوي‌بودن برخي هاپلوتيپ‌ها نشان‌دهندة كلونال‌بودن جمعيت‌ها مي‌باشد كه با توجه به توليدمثل غيرجنسي فراوان در اين قارچ، چنين نتيجه‌اي مورد انتظار است. از سويي ديگر، تعداد زياد دودمان‌هاي كلوني در جمعيت اين قارچ، نشان از تنوع بالاي ژنتيكي جدايه‌هاي قارچي مورد مطالعه دارد كه مي‌تواند در اثر پديده‌هايي همچون جهش يا چرخه‌هاي شبه‌جنسي و نيز جريانات ژني ايجاد شده باشد.

تنوع درون‌مزرعه‌اي

در بسياري از مزارع مورد مطالعه، همساني جدايه‌ها از نظر نوع هاپلوتيپ به‌طور بارزي مشاهده گرديد. با اين حال در جمعيت *F. solani* به‌دست‌آمده از ايستگاه تحقيقاتي خيرآباد، كه بيشترين تعداد جدايه را در مقايسه با ساير مزارع داشت، تنوع هاپلوتيپ‌ها مشاهده شد؛ به‌طوري‌كه در دندروگرام حاصل از روشRAPD-PCR، جدايه‌هاي اين مزرعه، در سه هاپلوتيپ مجزا (هاپلوتيپ‌هاي A_1، B_1 و B_2) قرار گرفته و جايگاه دو جدايه از اين جمعيت به‌دليل عدم تكثير ژنوم توسط آغازگر مربوطه، نامعلوم ماند. همين جدايه‌ها در روشERIC-PCR نيز در پنج هاپلوتيپ مجزا قرار گرفتند. اين نتايج، تنوع ژنتيكي جدايه‌ها را در درون يك مزرعه علاوه بر تنوع ژنتيكي بين مزارع نشان مي‌دهد. با توجه به تعدد ساير عوامل قارچي يا گونه‌هاي ديگر فوزاريوم بر روي لوبيا، تعداد جدايه‌هاي *F. solani* به‌دست‌آمده از هر مزرعه در اين تحقيق، اندك بود؛ به عبارت ديگر، بسياري از جمعيت‌هاي مورد مطالعه بسياركوچك بودند. لذا جهت حصول جمعيت‌هاي بزرگ‌تر اين قارچ، لازم است نمونه‌هاي بيشتري از هر مزرعه برداشت شود. با اين وجود، در بسياري از مزارع مورد مطالعه، وضعيت كلونال مشاهده گرديد. از سويي ديگر در مزرعه تحقيقاتي خيرآباد كه جمعيتي بزرگ‌تر را در بر داشت، وضعيت كلونال با تنوع هاپلوتيپ‌ها در يك مزرعه توأم شده است، به‌طوري‌كه 10جداية اين مزرعه در چندين هاپلوتيپ مختلف توزيع گرديده‌اند. وقوع توليدمثل غيرجنسي به‌روش توليد اسپورهاي غيرجنسي در

قارچ *F. solani* به‌وفور رخ مي‌دهد؛ بنابراين توزيع افـراد كـاملاً مشابه (هاپلوتيپ‌ها) در مزرعه و وقـوع وضـعيت كلونـال، دور از انتظار نيست. تنوع هاپلوتيپ‌هـا در داخـل يـك مزرعـه ممكـن است ناشي از وقـوع نـوتركيبي جنسـي، جهـش و يـا جريانـات ژنتيكي از ساير مزارع باشد. وقوع هاپلوتيپ‌هـاي مشـترك بـين مزارع، بسيار به‌ندرت رخ داده است. اين نتيجه دال بر آن اسـت كه جريانات ژني بين مزارع، به‌ندرت اتفاق افتاده اسـت. بـا ايـن حال، جهت انجام تحليل‌هاي دقيق‌تر از وضعيت جمعيـت‌هـاي اين قارچ در منطقه، مطالعه جمعيت‌هاي بزرگ‌تر امري ضروري مي‌باشد. به‌نظر مي‌رسد جمعيت‌هاي قارچ *F. solani* در استان زنجان، جمعيت‌هايي تقريباً جدا و متمايز از هم مـي‌باشـند كـه عمدتاً به‌روش توليد مثل غيرجنسي در مزرعه تكثيـر و منتشـر شده‌اند و جريان ژني ناچيزي بين آنها برقرار بوده است. با توجه به دندروگرام حاصل‌شده از نتـايج هـر دو نـوعPCR، مشـخص شده كه علي‌رغم وجود افـرادي بـا تشـابه ژنتيكـي بـالا (افـراد تشكيل‌دهندة هاپلوتيپ‌ها) فاصلة بين برخي هاپلوتيپ‌ها از هـم بسيار زياد بوده است. از سوِيي ديگر، هـر دو نشـانگر مولكـولي، جدايه‌هاي گونة مورد مطالعه را به گـروه‌هـاي اصـلي (دو گـروه توسط RAPD و سه گروه توسطERIC) تقسـيم نمودنـد كـه تشابه بين اين گروه‌ها در حد 0/04 بود كـه ايـن امـر نشـان از تفرق بالا بين جدايه‌هاي درون اين گونه يا گونة مركب است. با اين حال، با كاربرد نشانگرهاي ژنتيكي بيشتر، احتمـال كـاهش اين فاصله‌ها نيـز وجـود دارد (شـكل6). بررسـي‌هـاي تخصـص ميزبـاني (Li *et al.*, 2003) و تـوالي نوكلئوتيـدهايDNA ريبوزومي (O’Donnell & Gray, 1995; Suga *et al.*, 2000) نشان از تنوع فُرم مخصوص phaseoli بر روي لوبيا داشـته اسـت؛ به‌طوري‌كه اين فرم را غيرقابل‌تميز از ساير فرم‌هاي نزديك خود نظيـر glycines نمـوده اسـت. بنـابراين بـا توجـه بـه نتـايج به‌دست‌آمده در ايـن مطالعـه و مطالعـات قبلـي، امكـان وجـود فرم‌هاي مخصوص متنوعي از قارچ *F solani.* بر روي لوبيا نيـز دور از ذهن نيست، لذا حصول بـه اطلاعـات دقيـق‌تـر نيازمنـد مطالعات تكميلي بر روي اين گونة مركب است. براسـاس نتـايج حاصـــل‌شـــده، بـــين تنـــوع فنـــوتيپي و ژنـــوتيپي قـــارچ *F. solani* بـه‌دسـت‌آمـده از لوبيـا در اسـتان زنجـان، ارتبـاط منظمي وجود نداشت. جدايه‌ها از نظر ژنتيكي، بيمـاري‌زايـي و ريخـــت‌شناســـي روي لوبيـــا، غيريكنواخـــت بودنـــد. در مـــورد بيماري‌زايي، تنوعي كمي در شدت و خسارت جدايه‌ها مشـاهده شد. به‌جز برخـي جدايـه‌هـا، همبسـتگي خاصـي بـين صـفات ريخت‌شناسي، بيماري‌زايي و تنوع ژنتيكي ديده نشـد. بـه‌علـت فقدان مقاومت كامـل بـه بيمـاري و مشـاهدة سـطوح مختلـف حساسيت به بيماري، به‌نظر مي‌رسد كه مقاومت به اين بيماري، يك صفت كمي بـوده و احتمـالاً تعـداد زيـادي ژن در كنتـرل مقاومت، مؤثر هستند. نتايج اين تحقيق كه سطوح بالاي تنـوع را در بين مناطق لوبياكاري استان زنجان نشان داد، مي‌تواند در راستاي ايجاد ارقام مقاوم در منطقه نسبت به قارچ *F. solani* در كنار نتايج ساير محققان، مؤثر باشد.

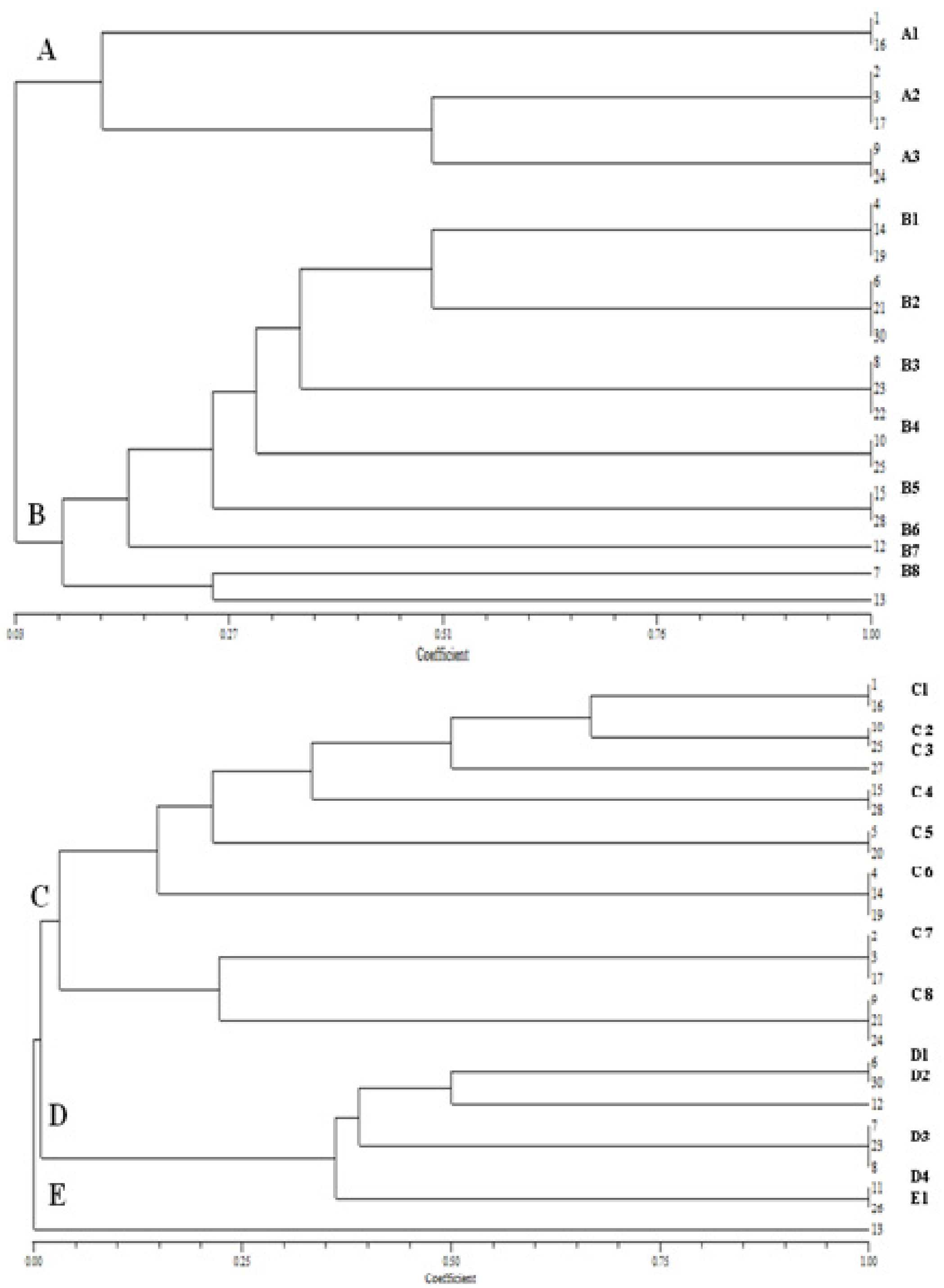


شكل 5- انگشت‌نگاري DNA جدايه‌هاي قارچ *Fusarium solani* به‌دست‌آمده از لوبيا با استفاده ازنشانگر RAPD-PCR (راست) و ERIC-PCR (چپ)

چاهكM نشانگر مولكولي 500bp است.

Fig. 5. DNA fingerprinting of *Fusarium solani* isolates from bean plants using RAPD-PCR (right) and ERIC-PCR (left)

Lane M: High range DNA Ladder (0.5 to 10 kbp linear scale, Jena Bioscience)



شكل6 - دندروگرام به‌دست‌آمده در نرم‌افزارNTSYS با روش UPGMA براي جدايه‌هاي قارچ *Fusarium solani* بر اساس داده‌هاي مولكولي حاصل از نشانگرRAPD-PCR (بالا) و ERIC-PCR (پايين)

محور افقي معرف ميزان شباهت است.

Fig .6. Dendrogram obtained by UPGMA using NTSYS ver. 2.1 for the *Fusarium solani* isolates based on molecular data from RAPD-PCR (up) and ERIC-PCR (down)

The line below the dendrogram represents the similarity index.

منابع

1. Abawi, G.S. 1989. Root rot. In: H.F. Schwartz and M.A. Pastor-Corrales (Eds.). Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 105-57.
2. Abawi, G.S., and Pastor-Corrales, M.A. 1990. Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, Research Methodologies, and Management Strategies. CIAT pub. No.35, Colombia. 114pp.
3. Achenbach, L.A., Patrick, J.A., and Gray, L.E. 1997. Genetic homogenecity among isolates of *Fusarium solani* that cause soybean sudden death syndrome. Theoretical and Applied Genetics 95: 474-478.
4. Aoki, T., O'Donnell, K., Homma, Y., and Lattanzi, A.R. 2003. Sudden-death syndrome of soybean is caused by two morphologically and phylogenetically distinct species within the *Fusarium solani* species complex-*F. virguliforme* in North America and *F. tucumaniae* in South America. Mycologi 95: 660-684.
5. Baghaee Ravari, S., Falahati Rastegar, M., Jafarpour, B., Shokoohifar, F., and Moradzadeh Eskandari, M. 2006. DNA fingerprinting of *Fusarium solani* isolates causing wilt and dry rot of potato in Razavi and Northern Khorasan provinces using molecular markers based on PCR. Iranian Journal of Plant Pathology 42: 417-437 (In Persian with English Summary).
6. Booth, C. 1971. The Genus Fusarium. Common Wealth Mycological Institute, Kew, Surrey, United Kingdom, p. 237.
7. Brasileiro, B.T., Coimbra, M.R., Morias, M.A., and Oliveira, N.T. 2004. Genetic variability within *Fusarium solani* species as revealed by PCR-fingerprinting based on PCR markers. Brazilian Journal of Microbiology 35: 205-210.
8. Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M.W., Beebe, S.E., Geptes, P., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.)- Model Food Legumes. Plant and Soil 252: 55-128.
9. Burgess, L.W., and Summeral, B.A. 1992. Mycogeography of fusarium: survey of Fusarium species from subtropical and semi-arid grassland soils from Queensland, Australia. Mycological Research 96: 780-784.
10. Burgess, L.W., Summerell, B.A., Bullock, S., Gott, K.P., and Backhouse, D. 1994. Laboratory Manual for Fusarium Research (3rd Ed.). Sydney: Fusarium Research Laboratory.
11. Clulow, S.A., Lewis, B.C., and Matthews, P. 1991. A pathotype classification for *Mycosphaerella pinodes*. Phytopathology 131: 322-332.
12. El-Fadly, G.B., El-Kazzaz, M.K., Hassan, M.A.A., and El-Kot, G.A.N. 2008. Identification of some *Fusarium* spp. using RAPD-PCR technique. Egyptian Journal of Phytopathology 36: 71-80.
13. Gerlach, W. 1981. The present concept of Fusarium classification. In: P.E. Nelson, T.A. Toussoun and R.J. Cook (Eds.). Fusarium: Disease, Biology and Taxonomy. University Park, PA, USA, Pennsylvania State University Press. p. 413-426.
14. Gerlach, W., and Nirenberg, H. 1982. The Genus Fusarium A Pictorial Atlas. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt Für Land- und For stwirtschaft (Berlin-Dahlem) 209: 1-405.
15. Godoy, P., Cano, J., Gene, J., Guarro, J., Hofling-Lima, A.L., and Lopes Colombo, A. 2004. Genotyping of 44 isolates of *Fusarium solani*, the main agent of fungal keratitis in Brazil. Journal of Clinical Microbiology 42: 4494-4497.
16. Hall, R., 1996. Inoculum dynamics of *Fusarium solani* f. sp. *Phaseoli* and management of Fusarium root rot of beans. In: R. Hall (Ed.). Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens. APS Press, St. Paul, 279-310. pp.

17. Hasanzadeh, F., Falahati Rastegar, M., Jafarpour, B., and Eskandari, M. 2008. Survey of DNA polymorphism of isolates of *Fusarium solani* f.sp. *pici* in chickpea fields of Razavi and Northern Khorasan provinces using RAPD markers. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, August 24-27 2008. Hamedan. p. 5.
18. Jana, T., Sharma, T.R., Prasad, R.D., and Arora, D.K. 2003. Molecular characterization of *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium* species by a single primer RAPD technique. Microbiological Research 158: 249- 257.
19. Kausar, P., Chohan, S., and Parveen, R. 2009. Physiological studies on *Lasiodiplodia theobromae* and *Fusarium solani,* the cause of Shesham decline. Mycopathology 7: 35-38.
20. Kolattukudy, P.E., and Gamble, D.L. 1995. *Nectria haematococca*. Pathogenesis and host specificity in plant dis.Vol 2 Eukaryotes. In: K. Kohmoto, U.S. Singh and R.P. Singh (Eds.). Pathogenesis and host specificity in plant. Pathogenic Fungi and Nematodes 83-102 pp.
21. Kumar Gupta, V., Kumar Misra, A., and Kumar Gaur, R. 2010. Growth characteristics of *Fusarium* spp. causing wilt disease in *Psidium guajava* L. Indian Journal of Plant Protection Research 50: 452-462.
22. Leslie, J.F., Summeral, B.A., and Brett, A. 2006. The Fusarium Laburatory Manual. Blackwell. 380pp.
23. Li, S., and Hartman, G.L. 2003. Molecular detection of *Fusarium solani* f. sp. *glycines* roots and soil. Plant Pathology 52: 74-83.
24. Liu, D., Coloe, S., Baird, R., and Pedersen, J. 2000. Rapid Mini-Preparation of fungal DNA for PCR. Journal of Clinical Microbiology 38: 471.
25. Mcdonald, B.A. 1997. The population genetic of fungi: tools and techniques. Phytopathology 87: 448- 453.
26. Mehta, Y.R., Mehta, A., and Rosato, Y.B. 2002. ERIC and REP-PCR banding patterns and sequence. Analysis of the internal transcribed spacer of rDNA of *Stemphylium solani* isolates from cotton. Current Microbiolog 44: 323-328.
27. Moeini, M.R., and Ahmadinejad, A. 1998. Assessment of diseases status of bean in Zanjan province. Proceeding of the 13th Iranian Plant Protection Congress, August 23-27, Karaj, Iran, p. 154.
28. Morid, B., Zare, R., Zamanizadeh, H.R., and Hajmansour, S.H. 2008. Genetic diversity of *Fusarium solani* using RAPD-PCR and PCR-RFLPs. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, August 24-27, 2008. Hamedan. p. 2.
29. Naseri, B. 2008. Root rot of common bean in Zanjan, Iran: major pathogens and yield loss estimates. Australasian Plant Pathology 37: 546-551.
30. Naseri, B., and Marefat, A. 2011. Large-scale assessment of agricultural practices affecting Fusarium root rot and common bean yield. European Journal of Plant Pathology 131: 179-95.
31. Nderitu, J.H., Buruchara, R.A., and Ampofo, K.O. 1997. Integrated Pest Management of Beans. African Highland Initiative.
32. Nelson, P.E., Toussoun, T.A., and Marasas, W.F.O. 1983. Fusarium species: An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State University Press, University Park, Pennsylvania.
33. Nirenberg, H.I. 1989. Identification of Fusaria accruing in Europe on cereals and potatoes. In: J. Chelkowski (Ed.). Fusarium: Mycotoxin, Taxonomy and Pathogenicity. Elsevier, New York pp. 179-193.
34. O'Donnell, K., and Gray, L.E. 1995. Phylogenetic relationships of the soybean sudden death syndrome pathogen *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* inferred from rDNA sequence data and PCR primers for its identification. Molecular Plant-Microbe Interactions 8: 709-716.
35. Román-Aviles, A.B., Snapp, S.S., and Kelly, J.K. 2003. Fusarium root rot of common beans. Michigan State University. Available at: Website http://fieldcrop.msu.edu/uploads/documents/E2876.

36. Suga, H., Hasegawa, T., Mitsui, H., Kageyama, K., and Hyakumachi, M. 2000. Phylogenetic analysis of the phytopathogenic fungus *Fusarium solani* based on the rDNA-ITS region. Mycologia 104: 1175-1183.
37. Van Bruggen, A.H.C., Whalen, C.H., and Arneson, P.A. 1986. Emergence, growth and development of dry bean seedlings in response to temperature, soil moisture and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 76: 568-572.
38. Zaccardelli, M., Vitale, S., Luongo, L., Merighi, M., and Corazza, L. 2007. Morphological and molecular characterization of *Fusarium solani* isolates. Phytopathology 156: 534-541.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 4, No. 1, 2013, p. 111-125

Genotypic, phenotypic and pathogenicity variation of *Fusarium solani* isolates, the causal agent of bean root rot in Zanjan province

Khodagholi[1], M., Hemmati[2*], R., Naseri[3], B. and Marefat[4], A.

1, 2 and 4- MSc. Student, Assistant Professor and Associate Professor of Plant Pathology, respectively; University of Zanjan, Zanjan, Iran

3- Assistant Researcher of Plant Pathology, Research Institute of Agriculture and Natural Resources, Zanjan, Iran.

Received: 16 June 2012
Accepted: 29 December 2012

Abstract

Bean root rot caused by plant pathogenic fungus, *Fusarium solani*, is considered one of the most important diseases of bean in the world and in Iran. Because of economic importance of bean and the lack of information on population diversity of the pathogen in Zanjan province, a research was conducted to study phenotypic, genotypic and pathogenicity variation of pathogen isolates and to assess pathogen host range among several commonly cultivated crops in the studied region. Plants with disease symptoms were sampled from 11 fields of province and totally 30 isolates of *F. solani* were obtained. After disease proving, host range experiment and phenotypic investigations, polymerase chain reaction (PCR) was conducted on total DNA by using RAPD and ERIC primers. The results showed no significant difference in pathogenicity of isolates, but there was phenotypic and genotypic diversity among them. Among 9 inoculated plants including wheat, alfalfa, white bean, red bean, pinto bean, sain foin, faba bean, lentils and chickpea, only wheat showed no disease symptoms. DNA fingerprinting patterns from both molecular markers demonstrated high genetic diversity of isolates on bean in Zanjan. However RAPD PCR based on using single primer (OPA 13) produced more reliable products, but grouping based on this marker was considerably consistent with grouping based on ERIC marker. There was no association between geographic regions and genetic groups. Also there was no consistency between phenotypic and genotypic diversity of isolates.

Key words: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *Fusarium solani*, Genetic diversity, Host range

* **Corresponding Author:** rhemati@znu.ac.ir, Tel: 0241-5154053

نشریه پژوهش های حبوبات ایران
دوفصلنامه علمی-پژوهشی
پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

مشخصات داوران جلد4، شمارة1، نيمة اول 1392
(به‌ترتیب حروف الفبا)

دکتر	گودرز	احمدوند	دانشکده کشاورزي دانشگاه همدان
دکتر	عباس	بیاباني	دانشکده کشاورزي دانشگاه گنبد
دکتر	سهیل	پارسا	دانشکده کشاورزي دانشگاه بیرجند
دکتر	کمال	حاج‌محمدنیا قالیباف	دانشکده کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
دکتر	مصطفي	حیدري	دانشکده کشاورزي دانشگاه زابل
دکتر	حمیدرضا	ذبیحي	مرکز تحقیقات کشاورزي و منابع‌طبیعي استان خراسان‌رضوي
دکتر	مجید	رستمي	دانشکده کشاورزي دانشگاه ملایر
دکتر	پرویز	رضواني‌مقدم	دانشکده کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
دکتر	غلام‌رضا	زماني	دانشکده کشاورزي دانشگاه بیرجند
دکتر	حمیدرضا	شریفي	مرکز تحقیقات کشاورزي و منابع‌طبیعي استان خراسان‌رضوي
دکتر	فرهاد	شکوهي‌فر	پژوهشکده علوم گیاهي دانشگاه فردوسي مشهد
دکتر	سیدحسین	صباغ‌پور	دانشکده کشاورزي دانشگاه همدان
دکتر	ابوالفضل	فرجي	مرکز تحقیقات کشاورزي و منابع طبیعي گرگان
دکتر	رضا	قرباني	دانشکده کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
دکتر	فرنگیس	قنواتي	مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
دکتر	محمد	کافي	دانشکده کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
دکتر	سرا	گالشي	دانشگاه علوم کشاورزي و منابع‌طبیعي گرگان
دکتر	امیر	لکزیان	دانشکده کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد
دکتر	ناصر	مجنون‌حسیني	دانشکده کشاورزي دانشگاه تهران
مهندس	علي‌اکبر	محمودي	ایستگاه تحقیقات کشاورزي دیم خراسان‌شمالي
دکتر	احمد	نظامي	دانشکده کشاورزي دانشگاه فردوسي مشهد

نشریه پژوهش های حبوبات ایران

دوفصلنامه علمی-پژوهشی

پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

دانشگاه فردوسی مشهد

فُرم اشتراك

خواهشمند است فُرم زير را پس از تكميل، به نشاني زير ارسال فرماييد:

مشهد، ميدان آزادي، پرديس دانشگاه فردوسي مشهد، پژوهشكده علوم گياهي
دفتر نشريه پژوهش‌هاي حبوبات ايران، صندوق پستي: 1653-91775، كُد پستي: 9177948974

مشخصات متقاضي: (لطفاً با ذكر جزئيات، مشخص فرماييد)

نام: (وزارت/ سازمان/ مؤسسه/ شركت/ دانشگاه/ دانشكده/ كتابخانه/ بخش خصوصي/ شخصي/ ساير)

....

نشاني دقيق پستي: ....

....

....

....

تلفن (با كُد شهرستان): ....

تلفن همراه: ....

نمابر: ....

نحوه اشتراك:

مايل به اشتراك نشريه از تاريخ .... تا .... مي‌باشم.

بهاي هر شماره از نشريه، 5000 ريال مي‌باشد. خواهشمند است مبلغ مربوط به تعداد شماره‌هاي مورد نياز را به حساب شمارة 99654 به‌نام عوايد اختصاصي پژوهشكدة علوم گياهي نزد بانك تجارت شعبه دانشگاه فردوسي واريز نموده و فيش آن را همراه با فُرم، به دفتر نشريه ارسال فرماييد. هزينه‌هاي پستي به‌عهدة متقاضي مي‌باشد.

تاريخ: امضاء:

Iranian Journal of

Pulses Research

List of Articles

Vol. 4, No. 1, 2013

Iranian Journal of
Pulses Research
A Biannually Scientific Journal

Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Vol. 4, No. 1, 2013

Published by: Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Editor in Charge: Dr. Mohammad Kafi
Editor in Chief: Dr. Abdolreza Bagheri
Executive Director: Hassan Porsa

Editor: Hassan Porsa
Assistant: Talachian, Mirshah-Velay, Asadi
Circulation: 150

This journal has the “Scholarly Grade” issued by the Ministry of Sciences, Research & Technology (No. 3/11/3785 dated 07/06/2010) and is published based on a Memorandum of Cooperation between Mashhad Ferdowsi University and the following universities: Isfahan University of Technology; Tarbiat Modares University; University of Shahid Bahonar Kerman; Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; Fars Science and Research Branch, Islamic Azad University; Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.

This journal is indexed in Scientific Information Database (www.SID.ir)

Address:
Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Square, Mashhad- Iran
P.O. Box: 91775-1653**; ZIP Code:** 9177948974; **Tel.:** +98-511-8804801 & 8804816**; Fax:** +98-511-8804825;
E-mail: rcps@um.ac.ir; **Web Site:** http://rcps.um.ac.ir; http://jm.um.ac.ir/index.php/IJPR