اثر تراکم بوته بر ساختار مورفولوژیک روزنه و عملکرد علوفه‌ی خشک در سه گونه ماشک علوفه‌ای در شرایط دیم خرم‌آباد

نورالله زیدی طولابی[۱و*]، علیرضا دارائی‌مفرد[۲]، سمیه دیرکوندی[۳]، هما موسوی‌راد[٤] و احمدرضا رومیانی‌کرمی[٥]

۱. دانش آموخته‌ی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرم‌آباد، کارشناس ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۲. کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۳. کارشناس ارشد سیستماتیک گیاهی، دانشگاه الزهرا تهران
٤. دانشجوی کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۵. کارشناس منابع طبیعی (اگروفارستری)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

تاریخ وصول: ۱۳۸۸/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۲٤

چکیده

این آزمایش در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان (بهمن ماه سال ۱۳۸٦) به منظور مطالعه ساختار مورفولوژیک روزنه و عملکرد علوفه‌ی خشک سه گونه‌ی ماشک علوفه‌ای، به صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار به صورت دیم اجرا شد. در این مطالعه، سه سطح تراکم شامل ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ عدد بذر در مترمربع و سه گونه‌ی ماشک (برگ‌پهن، معمولی و کرکدار) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل تراکم و گونه گیاهی بر تعداد روزنه روئین و عملکرد علوفه‌ی خشک در سطح ۱ درصد معنی دار است. به طوری که بیشترین و کمترین تعداد روزنه در سطح روئین (میلی‌متر مربع) به ترتیب از ماشک کرکدار و معمولی در تراکم‌های ۲۰۰ و ۱۵۰ عدد بوته در مترمربع معادل ۲۲٤ و ۱۲۳/۲ بدست آمد، سایر ویژگی‌های روزنه (تعداد روزنه در سطح زیرین، طول و عرض سلول‌های محافظ در دو سطح روئین و زیرین) به طور عمده تحت تأثیر گونه قرارداشت، هم‌چنین بیشترین و کمترین عملکرد علوفه‌ی خشک به ترتیب از ماشک برگ‌پهن و کرکدار با تراکم های۲۰۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع معادل ۲۲٦۸ و ۷۲٤ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. شاخص سطح-برگ در گونه‌های مورد آزمایش با تغییر تراکم کاشت روند متفاوتی را نشان داد بنابراین نتیجه گرفته شد که در شرایط آب و هوائی منطقه مورد آزمایش (خرم‌آباد) که از جمله مناطق نیمه خشک کشور محسوب می‌شود، ماشک برگ‌پهن و معمولی در مقایسه با ماشک کرکدار جهت تولید علوفه در شرایط دیم مناسب می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تراکم کشت، ماشک علوفه‌ای، روزنه، عملکرد علوفه‌ی خشک، دیم

* نویسنده مسئول
E-mail: zeiditoolabi@yahoo.com

مقدمه

از زمانی که کشت و کار گیاهان علوفه‌ای شروع شد، بیشتر توجه انسان به ارزش غذایی این گیاهان جلب گردید (۱۰). علوفه، غذای اصلی حیوانات نشخوار کننده و تک معده‌ای بوده و ارزان‌ترین راه تهیه موادآلی است (٦). گیاهان علوفه‌ای و مراتع، منبع اصلی انرژی برای تغذیه دام‌ها می‌باشند، اگر علوفه دارای کیفیت باشد می‌تواند تا ٦٠ درصد نیاز غذایی گاوهای شیری و نیاز کامل گاوهای گوشتی را تأمین نماید (۱۱). با توجه به افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی و عواقب ناشی از این کمبود، ضروری است که تدابیر لازم جهت تولید بیشتر و بهتر تولیدات، به‌خصوص تولیدات دامی از جمله گوشت و دیگر فرآورده‌های دامی ایجاد گردد. متأسفانه تداوم و گسترش گیاهان علوفه‌ای در دهه اخیر به دلایلی مانند عدم اتخاذ سیاست و برنامه‌ریزی صحیح در جهت تأمین غذای دام تنزل پیدا کرده است (١٤). در اکثر کشورهای جهان تحقیق و پیشرفت در امر تولید علوفه، مدیریت و بهره‌برداری در مقایسه با تلاش و توجهی که به سایر تولیدات معطوف می‌شود، مورد غفلت واقع شده است (۱۳). لذا یکی از راهکارهای مناسب برای حل معضل کمبود علوفه، شناخت و کاربرد سایر تولیدات فرعی زراعی از جمله ماشک‌ها می‌باشد، زیرا این گیاهان در اراضی کم بازده نقش به‌سزایی در تولید علوفه دارند، این گیاهان نیتروژن هوا را در خاک تثبیت کرده و باعث حاصل‌خیزی خاک و تقویت آن می‌شوند (١٤). روزنه‌های گیاهی، دروازه‌های حیاتی بین گیاه و اتمسفر هستند و نقش محوری در پاسخ‌های رشدی گیاه به شرایط محیطی دارند، هم‌چنین این منافذ ریز در سطح بشره گیاهان قرار دارند که توسط دو سلول مشخص بشره‌ای به نام سلول‌های روزنه احاطه شده‌اند (۳۱). روزنه‌ها ممکن است در هر بخشی از گیاه غیر از ریشه پدید آیند (۱۲). روزنه‌ها معمولاً در تمامی اندام‌های هوائی گیاهان به ویژه در برگ‌ها و ساقه‌های سبز دیده می‌شوند (۷). تعداد روزنه بستگی به گونه‌ی گیاه و شرایط محیطی که تحت آن نمو می‌کند دارد، تعداد روزنه در واحد سطح برگ در دو گیاه از یک گونه، اگر یکی در گلخانه و دیگری در هوای آزاد بروید، یا روی برگ‌های یک گیاه از یک گونه که در فصول مختلف به‌وجود می‌آید، ممکن است کاملاً متفاوت باشد (۱۲). تعداد روزنه در سطح روئین و زیرین برگ نخودفرنگی (*Pisum sativum*) به ترتیب معادل ۱۰۱ و ۲۱٦ عدد روزنه در میلی متر مربع، هم‌چنین تعداد روزنه در سطح روئین و زیرین برگ یونجه (*Medicago sativa*) به ترتیب معادل ۱٦۹ و۱۳۸ عدد روزنه در میلی‌متر مربع بود (۱۲). تعداد روزنه در سطح زیرین برگچه‌های باقلا نسبت به سطح روئین آن‌ها بیشتر است، به‌طوری که در سطح زیرین از ۲۲۸/٦۰ تا ۳۰٤/۳۷ و در سطح روئین از ۲۱۸/۸۰ تا ۲۹۰/٦٥ در بین گونه‌های مختلف (میلی‌متر مربع) تحت تأثیر مقادیر مختلف اشعه گاما متغیر است (١٦). جمعی از محققین در مطالعات مشترکی بر ویژگی‌های روزنه نشان دادند که پاسخ تراکم روزنه به عوامل مختلف محیطی مانند غلظت Co_2، تنش‌های گرمایی، شوری، خشکی، تغییرات بارندگی و تراکم گیاهی بستگی دارد (۲٥ و ٤۱)، علاوه بر این نتایج، مطالعات دیگر نشان می‌دهد که کمبود آب منجر به افزایش تراکم روزنه می‌شود (٤۰ و٤٥)، هم‌چنین در ادامه این تحقیقات نشان داده شد که کمبود آب علاوه بر افزایش تراکم روزنه باعث کاهش اندازه‌ی روزنه‌ها خواهد شد (۳٦). براین اساس پژوهش‌گران تغییرات فوق را عامل افزایش سازگاری گیاه با خشک‌سالی بیان کردند (۲۸). در بررسی های دیگر نشان داده شد که که ساختمان روزنه‌ای عمدتاً به نوع گونه‌ی گیاهی، محیط رشد گیاه، ساختمان و ویژگی‌های برگ مربوط است، به‌طوری که تعداد روزنه‌ها در هر واحد از سطح برگ ممکن است که در بین گونه‌ی گیاهی، ارقام و کلون‌ها تغییر کند (۱۸ و ۲۹). در سطح روئین و زیرین برگ لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) به ترتیب ٤۰ و ۲۸۱ روزنه در میلی‌متر مربع وجود داشت، لازم به ذکر است که ابعاد روزنه (طول × عرض) در این گیاه وقتی که روزنه‌ها کاملاً باز هستند معادل (۳ ×۷) میکرون می‌باشد (۱۲). در بررسی گونه‌های مختلف باقلا نشان دادند که تعداد روزنه (میلی‌متر مربع) در سطح زیرین برگچه‌ها بیشتر از سطح روئین برگچه‌ها می‌باشد، به‌طوری که در سطح زیرین از ۲٥۹/٥۲ تا ۳۰٥/۸۸ و در سطح روئین از ۲۳٦/٦٦ تا ۲۸۸/۲٦ عدد روزنه در میلی‌متر مربع متغیر بود، هم‌چنین نشان دادند که طول و عرض روزنه در اپیدرم زیرین نسبت به اپیدرم روئین بیشتر است، آن‌ها نشان دادند که افزایش تعداد روزنه در اپیدرم زیرین باقلا منجر به کاهش طول روزنه در اپیدرم زیرین و روئین می‌گردد، هم‌چنین بیان داشتند که تعداد روزنه در هر دو سطح برگچه، رابطه مثبت با تعداد برگچه در هر برگ دارد اما روابط بین سطح برگ و تمام صفات بررسی شده مربوط به روزنه قابل‌توجه نبود (۳۲). تفاوت‌های وراثتی

عمده‌ای بین گونه‌ها از نظر ابعاد روزنه‌ای، توزیع و مورفولوژی آن‌ها وجود دارد که این اختصاصات می‌توانند در رده‌بندی (تاکسونومی) گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرند (۳۳ و ۳۷). در بررسی تغییرات ساختار روزنه در گونه‌های مختلف باقلا نشان دادند که در بین ژنوتیپ‌ها از نظر طول و عرض روزنه‌ها در هر دو سطح زیرین و روئین برگچه‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد (۳۲). در بررسی گونه‌های مختلف باقلا نشان داده شد که تراکم، فراوانی و تعداد روزنه‌ها و تریکوم‌ها (کرک‌ها) در هر برگچه تحت تأثیر تراکم گیاه قرار می‌گیرد، بنابراین فراوانی، تعداد و قطر روزنه‌ها در سطح زیرین برگچه‌های باقلا نسبت به سطح روئین آن بیشتر است، در صورتی‌که فراوانی و تعداد تریکوم در سطح روئین بیشتر بود، این محققین نتیجه گرفتند که اندازه روزنه نسبت به فراوانی کرک‌ها و روزنه‌ها کمتر تحت تأثیر فاکتورهای آزمایشی قرار می‌گیرد (۳۸).پژوهش‌گران لگوم‌های یکساله، مانند ماشک معمولی و ماشک کرکدار را به عنوان گیاهان اصلاح کننده حاصلخیزی خاک و تأمین کننده نیاز غذایی دام‌ها در اراضی فقیر معرفی می‌کنند (۲۲). بین گونه‌های ماشک (برگ‌پهن، معمولی و کرکدار) از نظر تولید علوفه و بذر تفاوت معنی‌داری وجود دارد و بیان داشتند که این سه‌گونه ماشک دارای پتانسیل قابل‌توجهی در احیای مراتع در کشور چین را دارند (۳۰). محققین تفاوت‌های ژنتیکی بین گونه‌های ماشک را عامل اختلاف در عملکرد ماده‌ی خشک تا ۳۲٦۰ کیلوگرم در هکتار بیان‌کردند (٤۲). در یک آزمایش ۳ ساله به‌منظور بررسی اثر عمق‌های مختلف کشت بر روی گونه‌های مختلف ماشک علوفه‌ای (برگ‌پهن، معمولی و کرکدار) نشان داده شد که بین گونه‌ها از نظر عملکرد اختلاف قابل توجهی وجود دارد (۲). شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شاخص‌های رشدی و رقابتی محسوب می‌شوند، این شاخص‌ها تحت تأثیر عواملی از جمله گونه‌ی گیاهی، تراکم و آرایش کاشت، شرایط محیطی و از همه مهم‌تر شرایط رقابتی قرار می‌گیرند (۲۷). طی آزمایشی نشان دادند که با کاهش فاصله بوته‌ها روی ردیف، وزن خشک کل، شاخص سطح‌برگ در سه ژنوتیپ ماش افزایش می‌یابد (٤).

این آزمایش با هدف مطالعه و ارزیابی اثر تراکم گیاهی بر خصوصیات مورفولوژیک روزنه در سه گونه‌ی ماشک، برگ‌پهن (*Vicia narbonensis*)، معمولی (*V. sativa*) و کرکدار (*V. dasycarpa*) به منظور تعیین عملکرد کمی علوفه در جهت بهره‌برداری از عوامل محیطی و مقاوت گونه‌های کشت شده در برابر تنش‌های محیطی در شرایط دیم خرم‌آباد اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال زراعی ۸۷-۸٦ (۲۱ بهمن ماه ۱۳۸٦) در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه فیزیولوژی و گیاه شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در کیلومتر ۱۲ جاده خرم آباد- اندیمشک با طول جغرافیائی ٤۸ درجه و ۲۱ دقیقه و عرض جغرافیائی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه و ارتفاع ۱۱۱۷ متر از سطح دریا با بارندگی سالیانه ۵۲٤ میلی‌متر و دمای متوسط سالیانه ۱۷/۰۷ درجه سانتی‌گراد با اقلیم نیمه خشک اجراء گردید. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد (کوتاه مدت) بارندگی نازل شده در سال زراعی۸۷-۱۳۸٦ برابر ۲٤۹/۸ میلی‌متر بود (جدول۱) (۳).

جدول ۱- داده های کوتاه مدت و بلند مدت در منطقه خرم آباد (سازمان هوا شناسی استان لرستان)

	عوامل آب و هوائی در سال زراعی۸۷-۱۳۸٦ (کوتاه مدت)		عوامل آب و هوائی در سال‌های ۱۳۸۶ - ۱۳۶۱ (بلند مدت)			
ماه	میانگین بارندگی (میلی متر)	میانگین دما (درجه سانتیگراد)	میانگین بارندگی (میلی متر)	میانگین دما (درجه سانتیگراد)	تعداد ساعات آفتابی	تعداد روزهای یخبندان
مهر	۰	۲۱/۳	۱۰/۷	۲۰/۸	۲۶۴/۲	۱/۰
آبان	۱۰/۴	۱۴/۸۴	۳۳/۴۵	۱۴/۳۳	۲۰۶/۶	۲/۱
آذر	۱۰۱	۸/۲۱	۸۹/۹	۸/۱۱	۱۶۵/۹	۱۱
دی	۴۵/۹	۲/۰۴۵	۵۷/۴۵	۵/۳۱	۱۵۸	۱۸
بهمن	۲۲/۶	۵/۵۱	۴۸	۵/۸	۱۷۳/۹	۱۷/۴
اسفند	۳۰/۷	۱۰/۷۱	۵۲/۳۵	۱۰/۰۴	۱۸۴	۹/۲
فروردین	۱۴/۲	۱۶/۸	۴۲/۱۵	۱۵/۷	۲۲	۲/۲
اردیبهشت	۲۵/۰۰۲	۱۹/۹	۳۶/۲	۱۹/۱۹	۲۴۸/۵	۰
خرداد	۰	۲۵/۴۳	۳/۴	۲۴/۷۵	۳۴۶/۶	۰
میانگین در فصل زراعی	۲۷/۷۵	۵/۸۹	۱۷/۲۰	۳۱/۱۹	۲۳۰/۹	۵/۱
کل بارندگی در فصل زراعی	۲۴۹/۸۰		۱۷۶/۹۳	۳۷۴/۲۹	۲۷۷۰/۵	۶۱/۲

جهت آماده سازی زمین ابتدا در پاییز دو شخم عمود برهم با گاوآهن برگردان‌دار در زمین صورت‌گرفت، سپس جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی خاک از عمق (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) با استفاده از مته گودبرداری به صورت زیگزاگ از چند نقطه زمین نمونه‌هائی انتخاب و با هم مخلوط گردید، سپس به مقدار لازم یک نمونه مرکب انتخاب و در آزمایشگاه نتایج به شرح زیر مشخص گردید (جدول۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک مزرعه تحقیقاتی

عامل مورد بررسی	میزان	واحد
اسیدیته (PH)	۸	
شوری (EC)	۰/۵۷	ds/m
درصدآهک	۳۰	٪
بر	۰/۱۱	mg/kg
مس	۱	mg/kg
روی	۰/۷۲	mg/kg
منگنز	۴	mg/kg
آهن	۵	mg/kg
پتاسیم	۴۱۰	mg/kg
فسفر	۱۷	mg/kg
کربن آلی	۰/۹۷	٪
نیتروژن کل	۰/۰۹۲	٪
ذرات خاک(رس، لای، شن)	رس ۴۴- لای ۴۲- شن ۱۴	٪
بافت خاک	لوم رسی	

جهت آماده‌سازی زمین دو دیسک عمود برهم زده شد، سپس نقشه آزمایش به صورت فارکتوریل ۳ ×۳ بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار طراحی گردید. لازم به ذکر است که طول هر بلوک (تکرار) ۲۲ متر، فاصله بین کرتها ۰/۵ متر و فاصله بین دو بلوک ۳ متر در نظرگرفته شد. در این آزمایش هر بلوک دارای ۹ کرت به ابعاد ۲×٤ متر و ٦ خط کاشت با فاصله ۲۵ سانتی‌متری بود (قبل از طراحی نقشه آزمایش، فواصل خطوط کاشت با استفاده از دستگاه ردیف‌کار به عرض ۲۵ سانتی متر آماده شد). پس از طراحی نقشه، کاشت در تاریخ ۸٦/۱۰/۲۱ انجام شد، که به ترتیب از ۳ گونه‌ی ۱- ماشک برگ‌پهن (*V. narbonensis*)۲- ماشک معمولی (*V. sativa*) ۳- ماشک کرکدار (*V. dasycarpa*) در تراکم‌های مختلف بذری ۱۰۰ ، ۱۵۰، ۲۰۰ عدد بذر در متر مربع با فاصله بوته (در هر خط کاشت به ترتیب ۸ ، ٦ و ٤ سانتی‌متر) استفاده شد. لازم به ذکراست که قوه نامیه بذور ۳ گونه‌ی مذکور به ترتیب برابر با ۹۷ ٪، ۹۵٪ و ۸۹٪ و همچنین وزن هزاردانه آن‌ها در آزمایشگاه با کمک ترازوی دیجیتال مدل AND با دقت ۰/۰۰۱ گرم برابر با ۱۰۹/٤۸، ۵۱/۲۷ و ۳٦/۸۳ گرم توزین گردید. همچنین قبل از کاشت، بذور توسط قارچ‌کش مانکوزب به نسبت ۲ در-هزار آغشته گردیدند. نمونه‌برداری با استفاده از قابی به ابعاد ۲۵×۱۰۰ سانتی‌متر با حذف اثرات حاشیه (۱ ردیف از طرفین و حذف چند بوته از ابتدای هر خط‌کشت) انجام گرفت، سپس نمونه‌ها به منظور تعیین وزن علوفه‌ی خشک به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۷٤ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده شدند و بعد از خشک‌شدن بلافاصله توزین نمونه‌ها انجام شد. شاخص سطح‌برگ پس از هر بار نمونه‌برداری (۷ مرحله نمونه‌برداری به فاصله ۷ روز) توسط دستگاه شاخص سطح برگ سنج[1] مدل Windias type wts اندازه‌گیری شد. هم‌زمان با آزمایش، در آزمایشگاه تحقیقاتی گیاه‌شناسی و فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، تعداد و ابعاد روزنه (میلی‌متر مربع) بعد از کالیبره‌کردن میکروسکوپ نوری (مدل CX31 المپیوس) مطابق روش‌های زیر اندازه‌گیری شد.

۱- تعیین قطر میدان‌دید در میکروسکوپ جهت شمارش (تراکم) روزنه

در این روش ابتدا لام مدرج (۰/۰۱ میلی‌متر) را روی صفحه میکروسکوپ قرارداده، سپس عدسی شیئی دلخواه (نمره ۱۰۰) را در امتداد لوله میکروسکوپ قرار می‌دهیم. در میکروسکوپ (المپیوسCX31) قطر میدان‌دید برابر ۰/۱۹٦ میلی‌متر بود، سپس از طریق فرمول $S= \pi r^2$ مساحت میدان دید را محاسبه می کنیم. در این عدسی مساحت میدان دید برابر ($S= ۰/۰۳۰mm^2$) بود. جهت شمارش روزنه در تیمارهای مختلف، لام مدرج را برداشته و اسلاید آماده شده را روی صفحه میکروسکوپ قرار داده و تعداد روزنه‌ها را در این مساحت شمارش و با تناسب ساده‌ای تعداد روزنه را در مساحت mm^2 ۱ بدست می‌آوریم (۱).

۲- کالیبراسیون میکروسکوپ جهت اندازه‌گیری ابعاد (طول و عرض روزنه)

ابتدا میکرومتر چشمی مدرج را در ابتدای لوله میکروسکوپ نصب کرده، عدسی شیئی دلخواه (نمره ۱۰۰) را در امتداد لوله میکروسکوپ قرار می‌دهیم، سپس لام مدرج ۰/۰۱ میلی‌متر را روی صفحه میکروسکوپ قرار می‌دهیم و پیچ بزرگ و کوچک تنظیم را می‌چرخانیم تا خطوط سیاه رنگ لام مدرج نمایان شوند، در این راستا در میکروسکوپ CX31 المپیوس ۱۰۳ واحد از میکرومتر (عدسی چشمی مدرج) معادل ۰/۰۱ میلی‌متر یا ۱۰ میکرون

بود. بعد از کالیبره‌کردن میکروسکوپ لام مدرج را برداشته سپس اسلاید آماده شده را روی صفحه میکروسکوپ قرار داده و از طریق میکرومتر چشمی‌مدرج ابعاد روزنه (بر حسب میکرون) را اندازه‌گیری می‌کنیم، به عنوان مثال اگر طول روزنه‌ای معادل ۲۵ واحد از عدسی چشمی مدرج باشد، با تناسب ساده‌ای می‌توان طول روزنه را بر حسب میکرون محاسبه نمود (۱).

روش نمونه‌گیری و تهیه اسلاید

در این تحقیق به طور مجزا از هرکرت آزمایشی در مرحله‌ی گلدهی کامل بین ساعات ۹ تا۱۰ صبح بوته‌هایی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل گردید. علت مطالعه ساختار مورفولوژی روزنه در این ساعات از روز شرایط مطلوب هدایت روزنه‌ای به دلیل متعادل بودن محتوای آب نسبی سلول (Relative Water Content (RWC و در نتیجه فعالیت سلول های محافظ در عمل باز و بسته بودن روزنه‌ها می‌باشد (۹). بنابراین محققین در مطالعه‌ی روزنه‌ی باقلا در مرحله‌ی گلدهی کامل، ساعات نمونه‌گیری را بین ساعات ۹ تا ۱۰ صبح انتخاب و با کمک لاک ناخن بی‌رنگ اپیدرم را از برگچه جدا (کپی‌برداری) نمودند (۳۲). در این آزمایش به‌طور تصادفی حدود ۳۰ نمونه اپیدرمی توسط موچین آرایشی از سطح روئین و زیرین برگچه‌ها جدا گردید. نمونه‌های انتخابی بعد از جدا شدن با رنگ آبی‌متیل به مدت۳۰ ثانیه رنگ‌آمیزی و سپس اسلاید آماده‌شد، لازم به‌ذکر است که جهت بالابردن دقت آزمایش از اپیدرم روئین و زیرین گیاه موردنظر در هر کرت، ٦ اسلاید به‌صورت تصادفی تهیه و از هر اسلاید تهیه شده در ۳ مکان مختلف (به‌صورت تصادفی از اپیدرم تهیه شده)، تعداد روزنه و همچنین ابعاد روزنه‌ای محاسبه و اندازه‌گیری شد، در نهایت جداگانه برای اپیدرم روئین ۱۸ مکان و برای اپیدرم زیرین نیز ۱۸ مکان به‌دست آمد. میانگین عددی ۱۸ مکان محاسبه و به عنوان یک صفت منظور گردید.

محاسبات آماری

نتایج حاصل از این تحقیق به کمک نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه وتحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در دو سطح معنی‌دار ۱٪ و ۵٪ نیز با استفاده از همین نرم‌افزار انجام شد، جهت رسم نمودارها از برنامه EXCEL 2003 استفاده گردید.

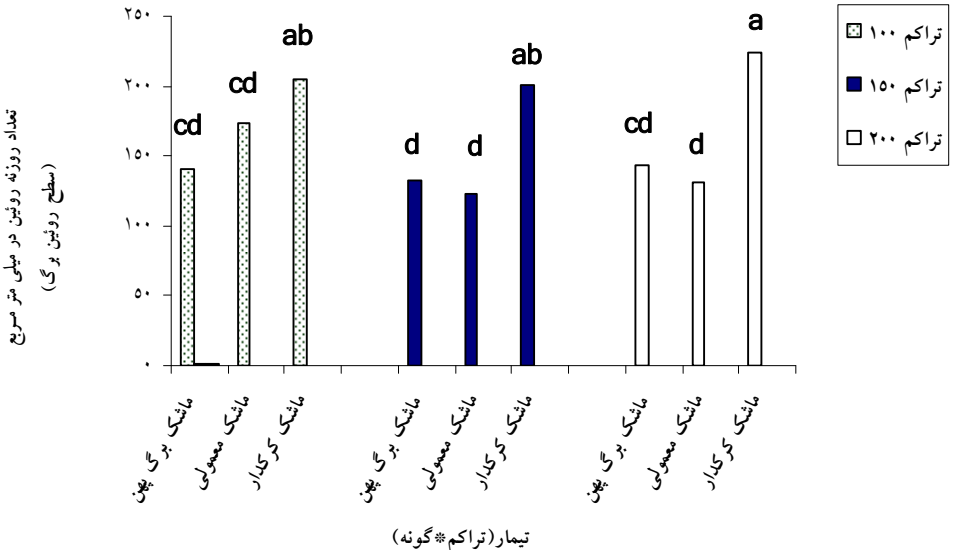
نتایج و بحث

تعداد روزنه روئین و زیرین (میلی‌متر مربع)

نتایج نشان داد که اثر متقابل تراکم گیاهی در گونه‌های ماشک بر تعداد روزنه در سطح روئین برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار است (نمودار ۱ و جداول ۳ و ٤). به‌طوری که حداکثر تعداد روزنه (در یک میلی‌متر مربع) در سطح روئین برگ ازتیمارهای ماشک کرکدار با تراکم‌های ۲۰۰، ۱۰۰ و۱۵۰ بوته در متر مربع به ترتیب معادل ۲۲٤، ۲۰۵/۵ و۲۰۰/۸ عدد تعلق داشت، ضمناً کمترین آن مربوط به تیمارهای ماشک معمولی با تراکم‌های ۱۵۰ و۲۰۰ و تیمار ماشک برگ‌پهن با تراکم ۱۵۰ عدد بوته در متر مربع به ترتیب برابر با ۱۲۳/۲ ۱۳۰/۵ و۱۳۲/۳ عدد روزنه (در میلی‌متر مربع) اختصاص داشت. بنابراین نتیجه گرفته شد که احتمالاً تیپ رشدی گیاه (گونه) و تراکم بر تعداد روزنه روئین برگ مؤثر است [علاوه بر اهمیت ژنوتیپ بر ساختار روزنه، در این آزمایش نتیجه گرفته شد که سطح روئین برگ بیش از سطح زیرین آن تحت تأثیر عوامل محیطی (نور، حرارت و رطوبت) قرار می‌گیرد]، بنابراین با توجه به بررسی ساختار مورفولوژیک ماشک کرکدار چنین استنباط شد که این گونه، عملکرد علوفه کمتری نسبت به دو گونه‌ی دیگر داشته (این گیاه خاص مناطق سرد و مرطوب از جمله آذربایجان غربی و شرقی، هم‌چنین اردبیل) می‌باشد (۸)، به‌طوری که این صفت (تعداد روزنه روئین) تأثیر به‌سزای خود را در شرایط آزمایش (دیم) بر تولید علوفه که بیانگر میزان فتوسنتز و جذب عوامل محیطی از جمله Co_2 می‌باشد را نشان داد (اهمیت روزنه‌ها در سطح روئین و در تبادل گازها و یا رطوبت در همه‌ی گیاهان به یک اندازه نمی‌باشد)، هم‌چنین بر اساس نتایج به‌دست آمده در این آزمایش، تعداد روزنه‌ها در سطح روئین ماشک کرکدار بیشتر تشخیص داده شد، بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که با توجه به شرایط اقلیمی خرم‌آباد و از طرفی ساختار مورفولوژیک ماشک کرکدار (کوچک‌بودن سطح و ضخامت‌برگ و قطرساقه) و تولید پائین علوفه نسبت به دو گونه‌ی دیگر، علیرغم کرکدار بودن و داشتن تعداد روزنه زیاد در سطح رویین برگ، چنین استنباط می‌شود که این گونه مقاومت کمتری به خشکی در منطقه خرم‌آباد

1- Leaf Area Meter

داشته باشد، زیرا خشکی روندهای رشد را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. خشکی نه تنها باعث تقلیل رشد و کم‌شدن وزن گیاه می‌گردد، بلکه رشد قسمت‌های مختلف گیاه را تغییر می‌دهد، نسبت رشد ریشه به اندام‌های هوائی را تغییر داده و این تغییرات در برگ‌ها در پتانسیل‌های کم آب اتفاق می‌افتد، بر این اساس تغییر در شرایط آب و هوائی و انتقال گیاه از منطقه مرطوب به منطقه خشک، عامل مهمی در کاهش ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه می باشد (۵). بنابراین نتیجه گرفته شد که تفاوت در ویژگی‌های روزنه تحت تأثیر تراکم و ژنوتیپ قراردارد، از طرفی احتمال داده شد که شرایط محیطی ممکن است بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه مؤثر باشد. بر این اساس ساختمان روزنه‌ای عمدتاً به نوع گونه‌ی گیاهی، محیط رشد گیاه، ساختمان و ویژگی‌های برگ مربوط است، به‌طوری که تعداد روزنه‌ها در هر واحد از سطح برگ ممکن است که در بین گونه‌ی گیاهی، ارقام و کلون‌ها تغییر کند (۱۸ و ۲۹). محققان بیان داشتند که برخی محققین معتقدند که تعداد روزنه تغییرات کمی را نشان می‌دهند، در صورتی که برخی گزارش می‌کنند که تعداد روزنه تحت تأثیر شرایط اکولوژیکی و فرآیندهای فیزیولوژیکی قرار می‌گیرد (۲۳).



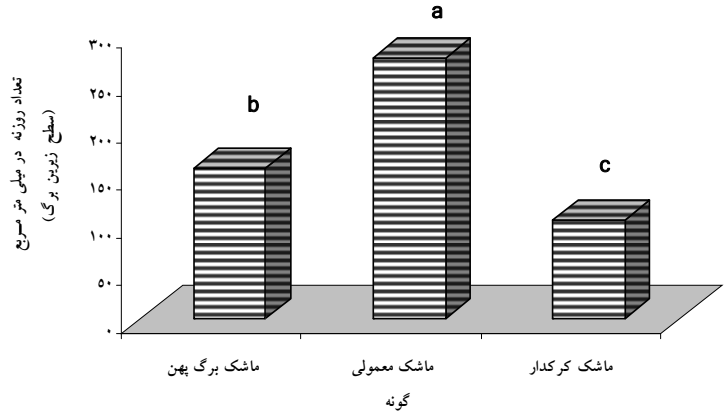
نمودار ۱- اثر متقابل گونه‌های ماشک علوفه‌ای و تراکم گیاهی بر تعداد روزنه روئین

هم‌چنین بین گونه‌های مختلف از نظر تراکم (تعداد) روزنه در سطح زیرین اختلاف معنی‌داری (سطح ۱٪) وجود داشت (نمودار ۲ و جدول ۳). به‌طوری که بیشترین و کمترین تعداد روزنه در این سطح به ترتیب به‌ماشک معمولی و کرکدار معادل (۲۷۵/٤ و ۱۰۳/۹ عدد روزنه در میلی‌متر مربع) تعلق داشت. حد وسط این متغیر هم به‌ماشک برگ‌پهن معادل(۱۵۸/۸ عدد روزنه در میلی‌مترمربع) اختصاص داشت. همان‌طورکه قبلاً ذکر شد تعداد روزنه متأثر از ژنوتیپ (عامل داخلی گیاه) می‌باشد، اما از طرفی عوامل خارجی (اقلیم و خاک) نیز بر این جزء فعال گیاه مؤثر می‌باشند، بنابراین در آزمایش حاضر چنین به‌نظر رسید که ساختار ظاهر گیاه (موقعیت و سطح برگچه‌ها) یک عامل مهم در وضعیت و موقعیت روزنه‌ها محسوب می‌شود. پژوهش‌گران نتیجه گرفتند که تعداد روزنه در هر دو سطح برگچه، رابطه‌ای مثبت با تعداد برگچه در هر برگ دارد، اما روابط بین سطح برگ و تمام صفات بررسی شده مربوط به‌روزنه قابل توجه نبود (۳۲). نشان داده شد که تفاوت‌های وراثتی عمده‌ای بین گونه‌ها از نظر ابعاد روزنه‌ای، توزیع و مورفولوژی آنها وجود دارد (۳۳ و ۳۷)، از طرفی دیگر محققان بیان داشتند که ویژگی‌های روزنه می‌تواند به گونه‌ی گیاه وابسته باشد که مؤید نتایج آزمایش انجام شده است (۳۵ و ۳۹).

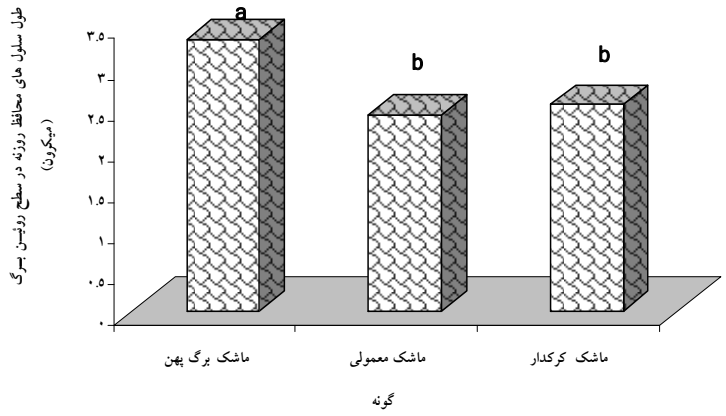
طول و عرض (میکرون) سلول‌های محافظ در روزنه‌ی روئین

اثر گونه‌های مختلف برطول سلول‌های محافظ روزنه‌ی روئین در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (نمودار ۳ و جدول ۳). به طوری که بیشترین طول روزنه در اپیدرم روئین از ماشک برگ‌پهن معادل ۳/۳۱۲ میکرون و کمترین آن از ماشک

معمولی معادل ۲/۳۹۱ میکرون و حد وسط این دو از ماشک کرکدار معادل ۲/۵۲۶ میکرون بدست آمد. با توجه به این‌که در گونه‌های مورد آزمایش اندازه‌گیری صفات و ویژگی‌های روزنه در مرحله‌ی گلدهی صورت گرفت، بنابراین به‌نظر رسید که مرحله‌ی نمو در باز شدن و ابعاد روزنه‌ها در شرایط مزرعه مؤثر است و هم‌چنین در مرحله رشد زایشی مقاومت برگ و روزنه‌ها به نوسانات رطوبت، تغییر زیادی نمی‌کند (همان‌طور که در عملکرد علوفه نشان داده شد). از طرفی تغییرات طول روزنه بیانگر تأثیر ژنوتیپ بر تولید بود به‌صورتی که گونه‌ی ماشک برگ‌پهن دارای بیشترین عملکرد و به ظاهر بیشترین مقاومت به خشکی بود. لذا چنین استنباط شد که شرایط محیطی (آب و هوا،



نمودار ۲- مقایسه میانگین تعداد روزنه زیرین در گونه‌های مختلف (دانکن ۱٪)



نمودار ۳- مقایسه میانگین طول سلول‌های محافظ روزنه روئین در گونه‌های مختلف (دانکن ۱٪)

خاک و تنش رطوبتی ناشی از شرایط دیم) بر ساختار مورفولوژیک روزنه (طول و عرض سلول‌های محافظ) مؤثر بوده و به‌عبارتی پتانسیل (توانمندی) ژنتیکی گیاه که حاصل اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (عوامل داخلی× عوامل خارجی) می‌باشد تحت تأثیر هر دو عامل واقع شده است. بنابراین می‌توان بیان داشت که تغییرات روزنه معلول عوامل داخلی و خارجی بوده، که این امر در سازگاری گونه‌های مورد آزمایش به اثبات رسید. بنابراین نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققین مبنی بر تغییر در طول و عرض روزنه می‌تواند معلول عوامل مختلف محیطی مانند غلظت Co_2، تنش‌های گرمائی، شوری، خشکی، تغییرات بارندگی و خصوصیات ژنتیکی گیاه باشد که مؤید نتایج به دست آمده از آزمایش حاضر می‌باشد (۲۵ و ٤٤). هم‌چنین دیگر محققین نشان داده‌اند که کمبود آب علاوه بر افزایش تراکم روزنه باعث کاهش اندازه روزنه‌ها خواهد شد (۳٦)، لذا براین اساس تغییرات فوق را عامل افزایش سازگاری گیاه با خشکسالی بیان کردند (۲۸). بنابراین نتیجه گرفته‌شد که روند تغییرات کمی در طول

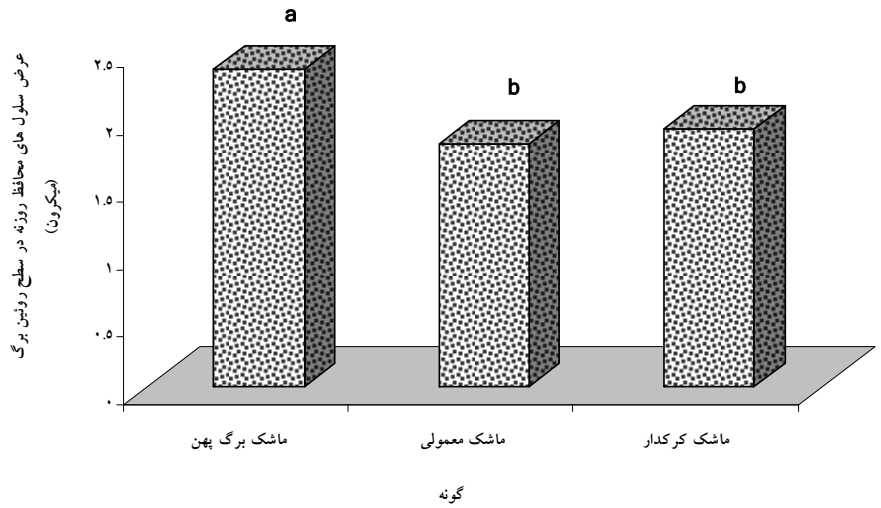
روزنه‌ها تحت تأثیر گونه قرار خواهد گرفت. محققان نتیجه گرفتند که افزایش تعداد روزنه در اپیدرم زیرین باقلا منجر به کاهش طول روزنه در اپیدرم زیرین و روئین می‌گردد، هم‌چنین نشان دادند که تعداد روزنه در هر دو سطح برگچه رابطه‌ای مثبت با تعداد برگچه در هر برگ دارد، اما روابط بین سطح برگ و تمام صفات بررسی شده مربوط به روزنه قابل توجه نبود، لذا بیانگر تشابه در نتایج دو آزمایش می‌باشد (۳۲).

اختلاف بین گونه‌ها نشان داد که گونه‌ی ماشک برگ‌پهن دارای بیشترین عرض روزنه روئین نسبت به دو گونه دیگر است، ضمناً گونه‌ی ماشک معمولی و کرکدار در یک کلاس آماری (A) قرارگرفتند (نمودار ٤ و جدول۳). در بررسی تغییرات طول و عرض روزنه در این آزمایش مشاهده شد که ساختار ظاهری روزنه‌ها (طول و عرض) با تراکم ارتباط ندارد و این ارتباط بیشتر با گونه مشاهده شد، به عبارتی روند تغییرات تحت تأثیر سطح و تعداد برگ قرار داشت (زیرا هرچه سطح برگ افزایش یافت طول و عرض روزنه نیز افزایش قابل توجهی نشان داد)، بنابراین نتیجه گرفته شد که تفاوت‌های وراثتی عمده‌ای بین گونه‌ها از نظر ابعاد روزنه‌ای وجود دارد که این اختصاصات می‌توانند در رده‌بندی گونه‌ها مورد استفاده قرارگیرند. پژوهشگران بیان داشتند که تغییرات فصلی و قابلیت دسترسی به آب بر مورفولوژی برگ [سطح، تراکم، تعداد، طول و عرض روزنه‌ها و نیز تراکم و تعداد تریکوم‌ها (کرکها)] مؤثر است، اما اختلافی بین گونه‌های باقلا مشاهده نکردند، این محققین نشان دادند که تراکم گیاهی بر ویژگی‌های روزنه مانند طول، عرض، تعداد و فراوانی آنها در باقلا بی‌تأثیر است، اما متأثر از ژنوتیپ، فصل‌سال، موقعیت برگچه و سطح برگچه (در دو سطح زیرین و روئین) می‌باشند که بیانگر وجود تشابه بین نتایج دوآزمایش می‌باشد (۳٤). هم‌چنین دراین مورد می‌توان به نتایج آزمایش محققان زیر مبنی بر تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه تغییرات رطوبتی بر ویژگی‌های روزنه اشاره نمود (۲۸ و ۳٦ و ٤٥).

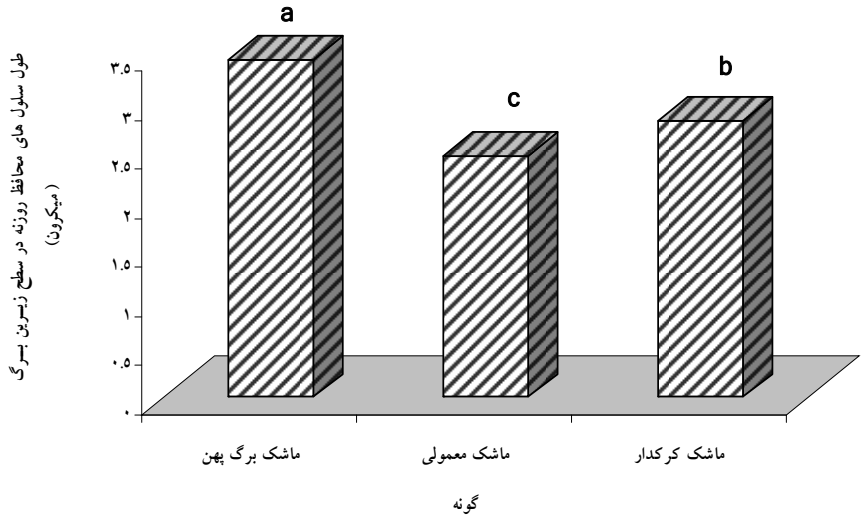
طول و عرض(میکرون) سلول‌های محافظ در روزنه زیرین

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اثر گونه بر طول سلول‌های محافظ روزنه‌ی زیرین در سطح۱٪ معنی‌دار است (نمودار ۵ و جدول ۳). بیشترین طول روزنه‌ی زیرین مربوط به ماشک برگ‌پهن (۳/٤۳۳ میکرون) و کمترین آن به ماشک معمولی (۲/٤٥۲ میکرون) و حد وسط آن معادل (۲/۸۲٤ میکرون) به ماشک کرکدار تعلق داشت. همانند وجود همبستگی مثبت بین طول و عرض روزنه روئین این همبستگی نیز بین طول و عرض روزنه زیرین مشاهده شد، به‌طوری‌که عدم تغییر این رابطه تحت تأثیر عامل تراکم و یا عوامل محیطی به اثبات رسید، بنابراین نتیجه گرفته شد که عکس‌العمل روزنه‌ها در محیط‌های متنوع به‌ویژه وضعیت متفاوت برگ بر روی گیاه و در گونه‌های مختلف متفاوت است، لذا به‌نظر می‌رسد که مطالعات بیشتری برای درک بهتر عواملی که عکس‌العمل روزنه‌های گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند ضروری باشد. که برخی محققین معتقدند که تعداد روزنه تغییرات کمی را نشان می‌دهند (۲۳)، در صورتی که برخی گزارش می‌کنند که تعداد روزنه تحت تأثیر شرایط اکولوژیکی و فرآیندهای فیزیولوژیکی قرار می‌گیرد. بر این اساس عوامل محیطی بر روی اندازه و تعداد روزنه مؤثر هستند (۱۹).

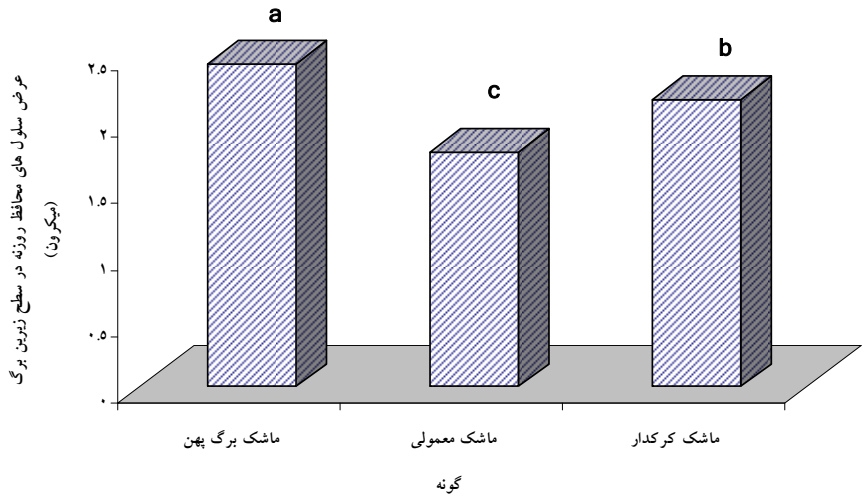
عرض سلول‌های محافظ روزنه در سطح زیرین برگ به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر گونه قرار گرفت (سطح ۱٪) (نمودار٦ و جدول۳). به‌طوری که بیشترین عرض روزنه در سطح زیرین به ماشک برگ‌پهن معادل ۲/٤۲۲ میکرون و کمترین آن به ماشک معمولی معادل ۱/۷٦۹ میکرون تعلق داشت. لازم به ذکر است که عرض روزنه در سطح زیرین ماشک کرکدار هم معادل ۲/۱٥۷ میکرون بود. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد توسعه سطح برگ و آرایش برگ (که به‌طور عمده تحت تأثیر ژنوتیپ می‌باشد) بر توزیع و ابعاد روزنه‌ها مؤثر هستند، به‌عبارتی افزایش سطح برگ سبب افزایش عرض روزنه نیز شد، بنابراین نتیجه گرفته شد که وجود تنش‌های رطوبتی بر تغییر ابعاد روزنه چندان مؤثر نیست و اثر منفی قابل توجهی برآن ندارد، بنابراین می‌توان به اهمیت گونه بر ویژگی‌های روزنه، مستقل از عوامل محیطی تأکید کرد. بر این اساس محققین نتیجه گرفتند که تراکم روزنه‌ها در سطوح برگ و نیز شاخص روزنه (درصد تعداد روزنه با تعداد کل سلول‌ها در واحد سطح برگ) ممکن است که تحت تأثیر انبساط سلول در ارتباط با توسعه برگ، سن و موقعیت آن قرار گیرد (۲۰).



نمودار ٤- مقایسه میانگین عرض سلول‌های محافظ روزنه روئین در گونه‌های مختلف (دانکن ۱٪)



نمودار ۵- مقایسه میانگین طول سلول‌های محافظ روزنه زیرین در گونه‌های مختلف (دانکن ۱٪)



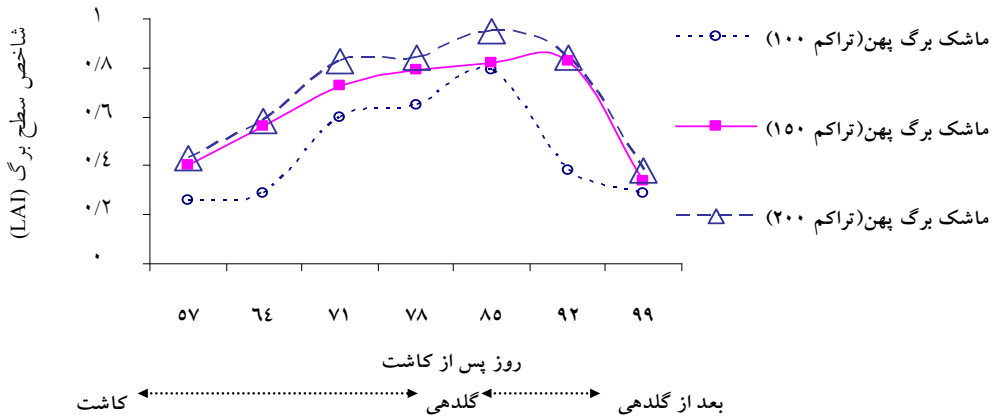
نمودار ٦- مقایسه میانگین عرض سلول‌های محافظ روزنه زیرین در گونه‌های مختلف (دانکن ۱٪)

روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)

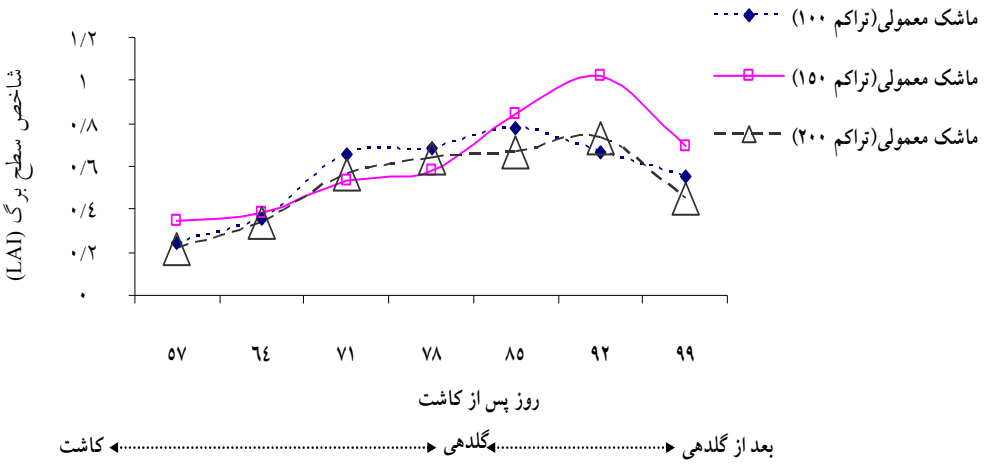
نتایج آزمایش نشان داد که روند تغییرات شاخص سطح‌برگ در گونه‌ی ماشک برگ‌پهن با افزایش تراکم افزایش می‌یابد، به‌طوری که تراکم‌های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ عدد بوته در مترمربع به‌ترتیب بیشترین شاخص سطح‌برگ را از ابتدا تا پایان دوره رشد دارا بودند، هم‌چنین نتایج نشان داد که تراکم ۲۰۰ نسبت به ۱۵۰ و۱۰۰ عدد بوته در متر مربع، احتمالاً به علت افزایش در تعداد و وزن برگ در واحد سطح (متر مربع) بوده است، هم‌چنین لازم به ذکر است که شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف کمتر از یک (LAI<1) بود که علت این امر عمدتاً مربوط به شرایط خاص اقلیمی در سال زراعی ۸۶/۸۷ (خشکسالی ناشی از کمبود بارندگی) بود. بر این اساس شاخص سطح‌برگ کاهش قابل توجهی نشان داد، زیرا اولین تأثیر کمبود رطوبت بر گیاه، کاهش سطح برگ و در نهایت کاهش رشد می‌باشد که این حالت در آزمایش مذکور کاملاً مشهود بود (نمودار۷). در ماشک معمولی بیشترین شاخص سطح‌برگ به تراکم ۱۵۰ عدد بوته در مترمربع و کمترین آن به تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع تعلق داشت. همان‌طور که در (نمودار ۸) مشاهده می‌شود این شاخص در تراکم‌های مختلف تا مرحله‌ی گلدهی اختلاف قابل ملاحظه‌ای نداشت، لذا روند تغییرات LAI در ۳ تراکم مختلف دراین مرحله تقریباً مشابه بود، اما پس از گلدهی (۹۲ روز پس از کاشت) تنها شاخص سطح‌برگ در تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع افزایش نشان داد (احتمالاً به دلیل ساختار خاص مورفولوژیک در گونه‌ی ماشک معمولی و حد وسط بودن تیپ رشدی در این گیاه نسبت به دو گونه‌ی دیگر شرایط جهت افزایش سطح برگ در این مرحله از رشد مهیاتر بوده و نسبت به دو تراکم ۱۰۰ و ۲۰۰ بوته در متر مربع افزایش برگ داشته است). روند افزایش شاخص سطح‌برگ در ماشک کرکدار تقریباً مشابه ماشک برگ‌پهن بود به‌طوری که در هر دو گونه تراکم ۲۰۰ عدد بوته در مترمربع دارای بیشترین شاخص سطح‌برگ در تمام مراحل رشد بود و همین امر منجر به افزایش تولید علوفه‌ی خشک در واحد سطح شد. در این آزمایش حداکثر شاخص سطح‌برگ در سه تراکم ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته در مترمربع در ۸۵ روز (مرحله گلدهی) پس از کاشت مشاهده شد به‌طوری که این شاخص در مرحله‌ی گلدهی به‌ترتیب در تراکم‌های فوق برابر ۰/۵۹ ، ۰/۷۲ و ۰/۷۵ بود که بیانگر ارتباط LAI با عملکرد کمی علوفه می‌باشد (نمودار ۹). لازم به‌ذکر است که تغییر در سطح برگ منجر به تغییر در تراکم و سایر صفات مورفولوژیک روزنه خواهد شد، به عبارتی این صفات در ارتباط با یکدیگر می‌باشند به‌طوری که عوامل محیطی مانند خشکی در ممانعت از رشد و نمو اولیه‌ی برگ از طریق کاهش سطح برگ می‌شود و در نتیجه تعداد و ابعاد روزنه تحت تأثیر توسعه برگ قرار خواهد گرفت، هم‌چنین محققین دیگر به این موضوع اشاره نموده‌اند (۲۱ و ۲۶ و ۴۳).

عملکرد علوفه خشک

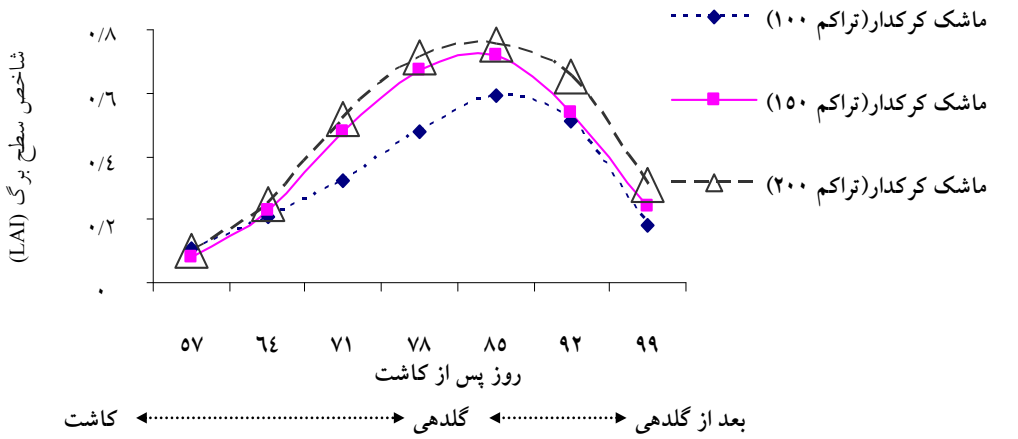
اثر متقابل تراکم در گونه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (نمودار۱۰ و جداول ۳ و ٤). براین اساس بیشترین عملکرد مربوط به تیمار ماشک برگ‌پهن با تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع معادل ۲۲٦۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن به تیمار ماشک کرکدار با تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع معادل ۷۲٤ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. لازم به ذکر است که حد وسط تولید مربوط به تیمارهای ماشک برگ‌پهن با تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و ماشک معمولی با تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع به ترتیب معادل ۱۸۵٦ و ۱۷۱٤ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. از نتایج فوق چنین استنباط شد که اختلاف بین بیشترین و کمترین تولید ۲۱۳/۲٦٪ بود. بر این اساس در کشت سه گونه‌ی ماشک برگ‌پهن، معمولی و کرکدار در شرایط دیم مراغه تغییر در شرایط اقلیمی، عامل مؤثری بر تولید علوفه بیان گردید، به‌طوری که بیشترین عملکرد علوفه‌ی خشک را از ماشک کرکدار معادل ۳۹۳۹ کیلو گرم در هکتار به‌دست آمد (۲). احتمالاً از دلایل عمده در افزایش عملکرد علوفه‌ی خشک را می‌توان به افزایش وزن برگ و ساقه تحت تأثیر تراکم و گونه نسبت داد،



نمودار ۷- شاخص سطح برگ (LAI) در تراکم‌های مختلف ماشک برگ پهن

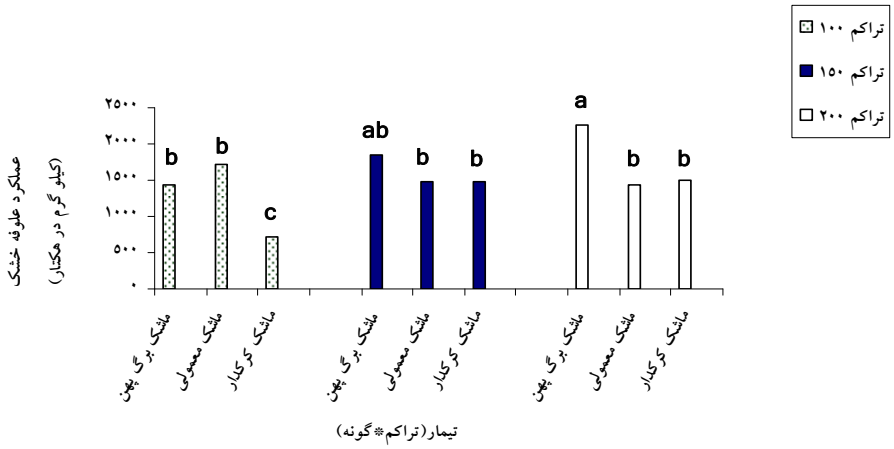


نمودار ۸- شاخص سطح برگ (LAI) در تراکم‌های مختلف ماشک معمولی



نمودار ۹- شاخص سطح برگ (LAI) در تراکم‌های مختلف ماشک کرکدار

زیرا از اجزای مهم عملکرد علوفه محسوب می‌شوند، بنابراین نتیجه گرفته شد که عملکرد علوفه در گونه‌های مورد آزمایش علیرغم نوسان قابل توجه در اجزای عملکرد علوفه (متأثر از تیمارها) تحت تأثیر اقلیم و شرایط آزمایشی نیز واقع می‌شود، به‌طوری‌که احتمالاً کمبود رطوبت به‌ویژه در زمان گلدهی نقش به‌سزایی در تغییرات تولید علوفه خواهد داشت. محققان تفاوت‌های ژنتیکی بین گونه‌های ماشک را عامل اختلاف در عملکرد ماده‌ی خشک تا ۳۲۶۰ کیلوگرم در هکتار بیان کردند (۴۲). عملکرد ماشک برگ‌پهن تقریبا ۷۵ درصد عملکرد ماشک معمولی بوده و در نواحی با بارندگی کم، گیاهی است که می‌تواند جهت چرای دام، تولید کود سبز، علوفه‌ی خشک و تازه کشت شود، هم‌چنین این محققین بیان داشتند که بارندگی‌های بهاره برای تولید علوفه در ماشک مساعد است (۲۴). هم‌چنین نشان داده که شاخص سطح‌برگ و وزن خشک گیاه از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شاخص‌های رشدی و رقابتی محسوب می‌شوند، این شاخص‌ها تحت تأثیر عواملی از جمله گونه‌ی گیاهی، تراکم و آرایش کاشت، شرایط محیطی و از همه مهم‌تر شرایط رقابتی قرار می‌گیرند (۲۷). لذا نتایج آزمایش این محققین بیانگر صحت نتایج آزمایش حاضر می‌باشد. در این آزمایش علی‌رغم افزایش تراکم بوته در ماشک معمولی، عملکرد علوفه‌ی خشک در مرحله‌ی گلدهی کاهش یافت، بنابراین چنین استنباط شد که احتمالاً در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع ماشک معمولی از فضای اطرف (نور، رطوبت) به نحو مطلوب استفاده وسطح برگ و تعداد ساقه بیشتری را تولید نموده است که این عوامل نقش مهمی در تولید علوفه‌ی خشک ایفا می‌نمایند. مطالعه ی دیگر محققین بیانگر این است که نقش روزنه در فیزیولوژی، سازگاری و تولید گیاهان حائز اهمیت است و قابلیت سازگاری گیاهان عمدتاً از طریق فرآیندهای تعرق و فتوسنتز در برگ‌ها صورت می‌گیرد، تعداد و توزیع روزنه‌ها در واحد سطح برگ، نقش مهمی در این فرآیندها از طریق تعدیل Co_2، O_2 و تبادل رطوبت بین برگ‌ها و اتمسفر دارد (۱۷). ازطرفی با توجه به این‌که روزنه‌ها به‌عنوان دروازه‌های حیاتی در تبادل گازها به‌ویژه Co_2 می‌شوند، بر این اساس می‌توان چنین استنباط کرد که تعداد و ابعاد آنها در انجام عمل فتوسنتز و تولید اسیمیلات‌ها مؤثر خواهد بود، به عبارتی عمل کربوکسیلاسیون در گیاه در درجه اول تحت تأثیر ویژگی‌های مورفولوژیک روزنه قرار خواهد داشت. بنابراین پژوهش گران نقش روزنه‌ها را در تولید ماده‌ی خشک و به عبارت بهتر صفات کمی گیاهان حائز اهمیت دانستند (۳۱). همان‌طور که در بالا اشاره شد روزنه‌ها به عنوان دهان گیاه محسوب می‌شوند که در ورود دی‌اکسید کربن و عمل تعرق نقش دارند و به عبارتی تبادل گازی از طریق روزنه‌ها را به عنوان عامل ضد تعرق بیان می‌کنند که این عامل می‌تواند در جهت کاهش خروج آب از گیاه و افزایش راندمان مصرف آب مؤثر باشد و در نتیجه باعث افزایش رشد و نمو گیاه و عملکرد نهائی آن خواهد شد، بنابراین با توجه به اینکه سطح برگ، تعداد و اندازه روزنه و نیز میزان باز و بسته بودن آن‌ها در مقاومت روزنه‌ای مؤثر هستند، لذا تغییر در هر یک از این صفات می‌تواند بر عملکرد مادی خشک گیاه مؤثر واقع شود (۱۵).



نمودار ۱۰- اثر متقابل گونه‌های ماشک علوفه‌ای و تراکم گیاهی بر عملکرد علوفه خشک

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات مورد آزمایش میانگین مربعات صفات

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد روزنه روئین	تعداد روزنه زیرین	طول روزنه روئین	عرض روزنه روئین	طول روزنه زیرین	عرض روزنه زیرین	عملکرد علوفه‌ی خشک (گلدهی)
تکرار	۲	۱۷/۴۸۲ ns	۱۶۲/۲۹۴ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۶۰ *	۱۳۲۶۹۶/۹۹۹ ns
تراکم	۲	۱۰۳۱/۷۹۷ *	۱۵۵۶/۰۱۵ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۲۸ ns	۰/۰۱۸ ns	۰/۰۳۴ ns	۲۴۸۲۹۶/۲۷۵ **
گونه	۲	۱۴۵۲۸/۴۲۴ **	۶۹۰۱۷/۱۷۳ **	۲/۲۲۸ **	۰/۷۶۹ **	۲/۲۰۸ **	۰/۹۷۲ **	۸۸۵۶۵۰/۲۲۱ **
تراکم*گونه	۴	۸۵۳/۷۹۹ **	۴۴۲/۶۵۲ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۳۲ ns	۰/۰۲۹ ns	۴۴۸۹۰۸/۴۹۰ **
خطا	۱۶	۱۷۰/۴۰۱	۷۹۲/۷۵۸	۰/۰۲۸	۰/۰۱۷	۰/۰۳۲	۰/۰۱۵	۳۹۳۱۳/۲۶۵
کل	۲۶							
CV		۷/۹۷	۱۵/۷۰	۶/۱۱	۶/۳۴	۶/۲۰	۵/۷۶	۱۲/۸۴

ns عدم معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد احتمال، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال و ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد احتمال

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف در صفات مورد آزمایش (دانکن ۱ و ۵ درصد)

	تعداد روزنه روئین	تعداد روزنه زیرین	طول روزنه روئین	عرض روزنه روئین	طول روزنه زیرین	عرض روزنه زیرین	عملکرد علوفه‌ی خشک (گلدهی)
D_1*V_1	۱۴۰/۸ cd	۱۷۰/۳ b	۳/۳۶۰ a	۲/۳۹۷ a	۳/۴۶۰ a	۲/۴۴۰ a	۱۴۴۳ b
D_1*V_2	۱۷۳/۲ bc	۲۹۹ a	۲/۳۸۳ b	۱/۸۵۰ b	۲/۵۶۰ bcd	۱/۸۰۰ c	۱۷۱۴ b
D_1*V_3	۲۰۵/۵ ab	۱۰۶/۱ cd	۲/۵۰۳ b	۱/۹۲۷ b	۲/۷۲۰ bc	۲/۰۶۳ b	۷۲۴ c
D_2*V_1	۱۳۲/۳ d	۱۵۴/۳ bc	۳/۳۳۷ a	۲/۴۰۰ a	۳/۵۰۰ a	۲/۳۹۳ a	۱۸۵۶ ab
D_2*V_2	۱۲۳/۲ d	۲۵۳/۷ a	۲/۴۰۷ b	۱/۸۲۰ b	۲/۴۵۷ cd	۱/۷۴۳ c	۱۴۸۵ b
D_2*V_3	۲۰۰/۸ ab	۸۸/۸۹ d	۲/۴۸۷ b	۲/۰۱۳ b	۲/۸۷۰ b	۲/۰۵۳ b	۱۴۶۸ b
D_3*V_1	۱۴۳/۵ cd	۱۵۱/۹ bc	۳/۲۴۰ a	۲/۳۰۷ a	۳/۳۴۰ a	۲/۴۳۳ a	۲۲۶۸ a
D_3*V_2	۱۳۰/۵ d	۲۷۳/۴ a	۲/۳۸۳ b	۱/۷۸۰ b	۲/۳۴۰ d	۱/۷۶۳ c	۱۴۴۳ b
D_3*V_3	۲۲۴ a	۱۱۶/۷ cd	۲/۵۸۷ b	۱/۸۳۰ b	۲/۸۸۳ b	۲/۳۵۳ a	۱۴۹۳ b

ماشک برگ‌پهن*تراکم ۱۰۰ عدد بوته در متر مربع =D_1V_1، ماشک معمولی*تراکم ۱۰۰ عدد بوته در متر مربع =D_1V_2، ماشک کرکدار*تراکم ۱۰۰ عدد بوته در متر مربع =D_1V_3
ماشک برگ‌پهن*تراکم ۱۵۰ عدد بوته در متر مربع =D_2V_1، ماشک معمولی*تراکم ۱۵۰ عدد بوته در متر مربع =D_2V_2، ماشک کرکدار*تراکم ۱۵۰ عدد بوته در متر مربع =D_2V_3
ماشک برگ‌پهن*تراکم ۲۰۰ عدد بوته در متر مربع =D_3V_1، ماشک معمولی*تراکم ۲۰۰ عدد بوته در متر مربع =D_3V_2، ماشک کرکدار*تراکم ۲۰۰ عدد بوته در متر مربع =D_3V_3
حروف مشابه معرف عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد

نتیجه‌گیری

۱- با توجه به شرایط آب و هوائی منطقه آزمایش (خرم‌آباد) چنین نتیجه گرفته شد که تحت شرایط دیم و کمبود بارندگی در سال زراعی ۸۷-۸۶ (معادل ۲٤۹/۸ میلی‌متر) ماشک برگ‌پهن و معمولی سازگاری مناسبی به شرایط آب و هوائی منطقه آزمایش نشان دادند و نتایج نسبتاً مشابهی در مقایسه با ماشک کرکدار دارا بودند، بنابراین به نظر می‌رسد که لگوم‌های مطلوبی برای تولید علوفه باشند.

۲- در این آزمایش نتیجه گرفته شد که مشخصات روزنه (تعداد روزنه در سطح زیرین برگ و طول و عرض سلول محافظ روزنه در دو سطح روئین و زیرین) به‌طور عمده تحت تأثیر گونه قرار دارد، بنابراین می‌توان به اهمیت گونه بر ویژگی‌های روزنه، مستقل از عوامل محیطی تأکید کرد.

۳- در بین خصوصیات اندازه‌گیری شده در مورد روزنه، فقط تعداد روزنه در سطح روئین تحت تأثیر تراکم در گونه قرارگرفت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد روزنه روئین در ماشک کرکدار مشاهده گردید.

منابع فارسی

۱- احسانی‌طباطبائی، ف و پوررحیمی، ف. ۱۳۷۸. آزمایشگاه زیست شناسی سلولی. انتشارات دانشگاه پیام نور. ص۵۱-٤٥.

۲- اصغری‌میدانی، ج. ۱۳۸۳. تأثیر عمق‌های مختلف کاشت بر روی عملکرد سه گونه‌ی ماشک علوفه‌ای در شرایط دیم مراغه. مجموعه مقالات اولین همایش منطقه‌ای گیاهان علوفه‌ای (اقلیم جنوب غرب کشور، دزفول)، بهمن ماه ۱۳۸۷. صفحه ٦٥.

۳- بی نام، آمارنامه سازمان هواشناسی استان لرستان. سال زراعی۸۷-۱۳۸٦ (کوتاه مدت) و ۸٦-۱۳٦۱ (بلند مدت) خرم‌آباد.

٤- حبیب‌زاده، ی.، مامقانی، ر و کاشانی، ع. ۱۳۸۰ بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت روی مراحل نمو و شاخص سه ژنوتیپ ماش در شرایط آب و هوائی اهواز. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح گیاهان. ص۱۰۷.

۵- حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۷۹. گیاه، خشکی و خشک‌سالی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ص ۸۷.

٦- رستگار، م.ع. ۱۳۸٤. زراعت گیاهان علوفه‌ای. انتشارات نوپردازان. ص۲۷۵-۱.

۷- سیدمظفری، ف. د. ۱۳۸۱. زیست‌شناسی گیاهی. انتشارات دانشگاه پیام نور. ص ٤۰.

۸- فرج‌الهی، ا و اکبری‌نیا، ا. ۱۳۷۳. زراعت ماشک. وزارت جهاد سازندگی، معاونت آموزش و تحقیقات، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ص ٤۰-۱.

۹- کافی، م. ۱۳۸٦. فیزیولوژی گیاهان زراعی (جزوه). انتشارات دانشگاه مشهد. ص ۳۲۵.

۱۰- کریمی، ه. ۱۳۷۹. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ص ٤۰۵.

۱۱- کوچکی، ع و بنایان اول، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۲٤۹-۲۰٤.

۱۲- لسانی، ح و مجتهدی، م. ۱۳۸٤. مبانی فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ص۱۲۰-۷۱.

۱۳- مدیر شانه‌چی، م ح. ۱۳۷۹. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای (ترجمه). چاپ سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. ص۳۹٦ .

۱٤- مظاهری‌لقب، ح.۱۳۸۷. آشنایی با گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان. ص۲٦۳-۲٤۷.

۱۵- نظامی، م. ۱۳۸٦. فیزیولوژی گیاهان زراعی (جزوه). دانشگاه مشهد. ص ۱۰۰.

منابع لاتین

16-Artik, C. 2005. The Effects of Gamma Radiation on some plant characteristics and seed Yield of faba Bean*(Vicia faba* L.) in M_1 and M_2 Generations .(Unpublished M.S.c Thesis ondokuz Mayls university, samsun-Turkey, pp: 88 (Turkish).

17-Brownlee, C. 2001. The long and short of stomaal Density signals. Trends in Plant Science, 6: 441-442.

18-Caglar, S. and Tekin, H. 1999. The stomaa density of pistachio cultivars on different *pistacia rootstocks*. Tr. J. Agr. Forestry, 23:1029-1032 (Turkish).

19- Caglar, S. Sutyemez, B. and Bayazit, S. 2004. Stomaal density in some selected walnut (*Juglans Regia*) types. J. Agr. Akdeniz university, 17: 169 -174(Turkish).

20- Ceulemans, R., Praet, L.V., Jiang, XN. 1995. Effects of Co_2 enrichment, leaf position and clone on stomatal index and epidermal cell density in poplar (Populous). New Phytologist, 131:99-107.

21-Chaves, M . M., Morocco, J.P and Pereira, J.S. 2003. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. functional Plant Biology. 30:239 -264.

22-Chowdhury, D., Tate, M. E., McDonald, G. K and Hughes, R. 2001. Progress Towards Reducing seed Toxin Levels in common vetch *(Vicia sativa* L.*)* proceedings of the Australian Agronomy conference, Australian society of Agronomy. The regional institute Ltd . onlone community publishing. Australia.

23-Duzenli, S. and Ergenoglu ,F. 1991. Studies on the density of stomaa of some *Vitis vinifera* L. varieties grafted on different rootstocks trained up various trellis systems. Tr. J. Agr. Forestry, 15:308-317(Turkish).

24-Egan, J and Richardson, T. 2001. Narbon beans. Available online at www. Pir. SA. Gov. au//fact sheets.

25-Galmes, J., Flexas, J., Save, R. and Medrano, H. 2007. Water relations and Stomata characteristics of Mediterranean plants with different growth forms and leaf habits: responses to water stress and recovery. Plant and Soil, 290:139 -155.

26-Gazanchian, A., Hajheidari, M., Sima, N. K. and Salekdeh, G. H. 2007. Proteome Response of *Elymus elongatum* to severe water stress and recovery. J. Exp.lBotany, 58:291-300.[pub Med].

epidermal cells. Plant Cell and Environment., 9: 197-202.

37-Swanepoel, J. J. and Villiers, C. E. 1987. A numerical taxonomic clastification of *Vitis spp*. and cultivars based on leaf characteristics. J. South African, l. 8:31-35.

38-Tanzarella, O. A., Depace, C. and Filippetti, A. 1984. Stomata frequency and size in *Vicia faba* L. Crop Sci.Pub Crop science, 24:1070-1076.

39-Woodward, F. I. 1993. Plant responses to past concentrations of Co_2. Vegetation, 104/105:145 - 155.

40-Yang, H. M and Wang, G. X. 2001. Leaf stomata densities and distribution in triticum aestivum under drought and Co_2 enrichment. Acta phyto-ecologica sinica, 25:312 -316.

41-Yang, L., Han, M., Zhou, G. and Li, J. 2007. The changes of water-use efficiency and stoma density of *Leymus chinensis* along Northeast china Transect. Acta Ecologica sinica, 27:16-24 .

42-Yavuz, T., Tongel, T. and Albayrak, S. 2006. Performances of some Annual forage legumes in the black sea coastal region. Asian J. Plant Sci., 5: 248-250 .Grass Forage Sci., 53: 301-317.

43-Yin, X., Wang, J., Duan, Z., Wen, J. and Wang, H. 2006. Study on the stomata density and daily change rule of the wheat. Chinese Agr. Sci Bulletin, 2:237 -242.

44- Zhang, X.Y., Wang, H. M., Hou, Z. D. and Wang, G. X. 2003. Stomaal density and distributions of spring wheat leaves under different planting densities and soil moisture levels . Acta Phytoeco. Sinica, 27:133-136.

45-Zhang, Y. P., Wang, Z. M., W U, Y. C. and Zhang, X. 2006. Stomata characteristics of different green organs in wheat under different irrigation regimes. Acta Agr. Sinica, 32:70-75.

27- Klender, D. 2000. Integrated weed management. Available online at http://www.Okanogan. Com/ natural/ecology. 129-134.

28-Martinez, J. P., Silva, H., Ledent, J. F. and Pinto, M. 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment , cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Euro. J.Agr., 26:30 -38 .

29-Misirli, A., Topuz, F. and Zeybekoglu, N. 1998. Research on variation of female and male figs in terms of leaf properties and stomaal distribution. Hort., 480:129-132

30-Nan,Z. B., Abd-El-moneim, A. M., Larbi, A. and Nie, B. 2006. Productivity of vetches *(Vicia spp.)* under alpine grassland conditions in china. Tropical Grasslands. 40. 177-182 .

31-Nilson, S. E. and Assmann, S. M. 2007. The control of transpiration. Insights from Arabidopsis. Plant phys., 143:19-27. [pub Med]

32-Peksen, E., Aysun, P and Cengiz, A. 2006. Comparison of leaf and stomata characteristics in faba bean (*Vicia faba* L.). J. Bio Sci., 6(2): 360-364,2006.

33-Racz, J. 1973. Microtaxonomic studies on the genus Vitis Hort., 1974 ,44:4610.

34- Ricciardi, L. and Steduto, P. 1988. Leaf water potential and stomatal resistance variations in *Vicia faba* L. fabis Newsletter, 20:21-24.

35-Rowland-Bamford, A. J., Nordenbrock, C., Baker, C. J. T., Bowes, G. and Allen, L. H. J. R. 1990. Changes in stomata density in rice grown under various Co_2 regimes with natural solar irradiance. Environment. Exp. Botany., 30: 175-180 .

36-Spence, R. D., W. U. H., Sharpe, P. J .H. and Clark, K. G. 1986. Water stress effects on guard cell anatomy and the mechanical advantage of the

Effect of plant density on the stomata morphological structure and forage yield in three species of forage yield vetch (*Vicia* sp.) under dry farming conditions of khorramabad

N. Zeiditoolabi[1,*], A. R. Daraie-Mofrad[2], S. Direkvandy[3],
H. Mosavi Rad[4] , and A. R. Romiani-Karami[5]

1. Agronomy M.Sc. Graduated of Islamic Azad University of Korramabad Branch, Agronomy M.Sc, Agriculture Faculty of Lorestan University
2. Agriculture M.Sc. Agriculture Faculty of Lorestan University
3. Plant Systematic M.Sc. El-Zahra University, Tehran
4. Student M.Sc of Horticulture, Boo-Ali University, Hamedan
5. Agroforestry Expert. Agriculture Faculty of Lorestan University

Received: 01/19/2010
Accepted: 09/16/2010

Abstract

This experiment was conducted in the Agriculture College of the University of Lorestan in 2007. To study morphological structure of stomata and forage yield in three species of forage vetch (*Vicia* sp.), a factorial experiment on the basis of a complete randomized block design (RCBD) with three replications was performed. The experimental treatments were three plant densities (100, 150 and 200 seed per m^2) and three species of vetch including broad leaf vetch (*V. narbonensis* L.), common vetch (*V. sativa* L.) and woolly pod vetch (*V. dasycarpa* L.) evaluated under dry farming conditions. The interaction of density and plant species significantly affected the number of upper stoma and forage yield (P= 0.01). So the maximum and minimum number of stomata (/mm^2) in the upper level was related to woolly pod and common vetch, respectively, and for the densities of 200 and 150 plant/m^2 was equal to 224 and 123.2, respectively. Other properties of stomata (stomata number in the other level, its length and width in the both level of upper and lower, was affected by palnt species. Also, the highest and the lowest forage yield was related to the broad leaf and woolly pod vetch, respectively, with plant density of 200 and 100 seed per m^2 equal to 2268 and 724 kg yield per hectare. The differences in the leaf area index (LAI) was not related to the differences among the plant species density. Thus, under the semiarid climate of region (Khorramabad), the broad leaf and common vetch species are superior to the hairy vetch species for forage production.

Keywords: Plant density, Forage vetch (*Vicia* sp.), Stomata, Forage yield, Dry farming

∗ Corresponding author E-mail: zeiditoolabi@yahoo.com