نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۷۹-۱۰۶۷

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1067-1079

تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی وسمه (*Indigofera tinctoria* L.)

نادر مدافع بهزادی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*] و محسن جهان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۰

مدافع بهزادی، ن.، رضوانی مقدم، پ.، و جهان، م. ۱۳۹۷. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی وسمه (*Indigofera tinctoria* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۰۷۹-۱۰۶۷.

چکیده

به‌منظور مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد اندام هوایی گیاه دارویی وسمه (*Indigofera tinctoria* L.) در واکنش به تاریخ‌های مختلف کاشت و تراکم بوته، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه بم در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. چهار تاریخ کاشت (۱۵ فروردین، ۳۰ فروردین، ۱۴ اردیبهشت و ۲۹ اردیبهشت ماه) به‌عنوان فاکتور اصلی و چهار تراکم کاشت (۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در متر مربع) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، قطر کانوپی، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک کل اندام هوایی وسمه در دو چین بودند. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت و تراکم بوته تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر روی صفات مورد اندازه‌گیری در هر دو چین داشتند. بیشترین تولید برای تاریخ کاشت اوایل فروردین مشاهده شد، بطوری‌که بالاترین وزن خشک برگ و ساقه در چین اول و دوم به ترتیب برای تاریخ کاشت ۱۵ فروردین با ۴۶۴/۷۹، ۴۶۳/۵۴ و ۳۹۹/۷۵، ۴۰۴/۰۴ گرم در متر مربع بدست آمد. با تأخیر در کاشت از اوایل فروردین به اواخر اردیبهشت، وزن خشک کل اندام هوایی در چین اول ۳۲/۷۶ درصد و در چین دوم ۷۸/۵۸ درصد کاهش یافت. به طور کلی، تاریخ کاشت زود هنگام برای وسمه به دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد، بالا بودن رطوبت نسبی محیط و خنکی هوا بر کشت دیرهنگام ارجحیت دارد. همچنین تراکم ۴۵ بوته در متر مربع به‌عنوان تراکم مطلوب انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: قطر بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل اندام هوایی

مقدمه

وسمه یا نیل با نام علمی *Indigofera tinctoria* L. گیاهی صنعتی و فراموش‌شده متعلق به خانواده Fabaceae می‌باشد. این گیاه یکساله، دوساله یا چندساله (Pramod et al., 2010) است که ارتفاع آن به یک الی دو متر می‌رسد (Saurabh et al., 2010). هر صد گرم برگ خشک این گیاه دارای ۵/۱ گرم نیتروژن، ۰/۳۵ گرم فسفر، ۱/۴ گرم پتاسیم و ۳/۹ گرم کلسیم است (Annie Felicia et al., 2012). همچنین بذر این گیاه حاوی شش نوع روتنوئید شامل دگواتین، دهیدرودگواتین، روتنول، روتنون، تفروسین وسوماترول می‌باشد (Annie Felicia et al., 2012). روتنوئیدها دارای خاصیت حشره‌کشی می‌باشند (Annie Felicia et al., 2012). در منطقه جیرفت و کهنوج، وسمه به طور عمده بعد از گیاهان جالیزی و یا گندم (*Triticum aestivum* L.) کشت می‌شود. در واقع، می‌توان گفت که وسمه به عنوان یک کشت تابستانه در تناوب با جالیز یا گندم قرار می‌گیرد. ریشه و ساقه وسمه، طعمی تلخ و اثر ملین، خلط آور و ضد کرم‌های انگل معده و روده دارد و سبب تقویت مو می‌شود. کلیه قسمت‌های این گیاه اثر کاهش‌دهنده التهاب داشته و از آن‌ها برای

۱- دانشجوی سابق دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و استادیار گروه کشاورزی، واحد بم، دانشگاه ازاد اسلامی، بم، ایران
۲ و ۳- به‌ترتیب استاد و دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.48405

www.SID.ir

Archive of SID

درمان برونشیت‌های مزمن، آسم (به‌خصوص در اطفال)، بواسیر، گزش حشرات و خزندگان سمی، معالجه زخم و ناراحتی‌های پوستی استفاده می‌شود. شیره حاصله از گیاه برای درمان صرع و ناراحتی‌های عصبی نیز استفاده می‌شود (Ayeen, 2006). از برگ‌های وسمه ماده‌ای به نام نیل استخراج می‌شود. مهمترین استفاده از نیل در صنعت رنگرزی است که رنگ آن از ثبات بسیار بالایی برخوردار بوده و در رنگرزی پارچه و اشیاء کاربرد فراوان دارد. کاشت این گیاه از زمان‌های گذشته در مناطق جلگه‌ای جیرفت و کهنوج متداول بوده و در حال حاضر، با بیش از ۳۰۰ هکتار سطح زیر کشت از مهمترین کشت‌های تابستانه این مناطق به شمار می‌آید (Ayeen, 2006). البته اگرچه سطح زیر کشت آن در ایران بسیار اندک است، ولی با توجه به کاربردهای متنوع آن به‌نظر می‌رسد که احیای کشت و کار این محصول بتواند در ایجاد اشتغال و تنوع در الگوهای کشت مناطق مختلف کشور مفید باشد. بنابراین شناخت نیازهای به‌زراعی گیاه دارویی و صنعتی فراموش شده وسمه می‌تواند ضمن افزایش و بهبود معشیت تولیدکنندگان این محصول از خروج ارز برای تهیهٔ رنگ‌های شیمیایی تا حدود زیادی بکاهد و از سوی دیگر، بازار جهانی برخی از صنایع از جمله صنعت فرش ایرانی را دوباره پررونق کند.

تعیین تاریخ کاشت مناسب به‌منظور استقرار خوب گیاه در مزرعه از اولویت برخوردار است، زیرا تاریخ‌های مختلف کاشت به‌طور مؤثری قدرت رویش بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به ازای تاریخ‌های مختلف کاشت مراحل فنولوژیکی متفاوت در معرض تغییرات شرایط محیط قرار می‌گیرند (Seghatoleslami & Moosavi, 2008). حصول عملکرد بالا، مستلزم انطباق مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط جوی مساعد از طریق انتخاب تاریخ کاشت مناسب و استفاده عوامل تولید از طریق تراکم مطلوب می‌باشد (Ghorbani et al., 2010). تاریخ کاشت وسمه در مناطق گرم‌تر مانند کهنوج و رودبار جنوب در نیمه دوم فروردین تا اردیبهشت است، اما وسمه را در جیرفت کمی دیرتر و با هدف تولید بذر در نیمه دوم اردیبهشت تا خرداد ماه کشت می‌کنند (Ayeen, 2006). امین غفوری (Amin Ghafouri, 2014) اعلام کرد که تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر ارتفاع ساقه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گیاه دارویی کاکوتی چندساله (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) معنی‌دار بود. بالندری و رضوانی مقدم (Balandari & Rezvani Moghaddam, 2011) اعلام کردند که اثر تاریخ کاشت بر وزن خشک اندام هوایی کاسنی (*Cichorium pumilum* Jacq.) معنی‌دار بود. ثقه‌السلامی و موسوی (Seghatoleslami & Moosavi, 2008) گزارش کردند که تاریخ کاشت اثرات معنی‌داری بر شاخص برداشت گل و بذر همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) داشت، بطوری‌که اولین تاریخ کشت (۱۰ فروردین) بالاترین عملکرد دانه و گل را به خود اختصاص داد. غنی و همکاران (Ghani et al., 2011) بیان کردند که تأثیر تاریخ کاشت بومادران (*Achillea millefolium* L.) بر کلیه صفات کمی و کیفی معنی‌دار بود؛ به طوری‌که بیشترین وزن خشک گل آذین، عملکرد زیست توده در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد حاصل شد. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2010) گزارش کردند که کشت تأخیری زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.) سبب کاهش عملکرد بیولوژیکی این گیاه دارویی شد. بدین‌ترتیب، این محققان انتخاب تاریخ مناسب کاشت را به عنوان عامل مهمی در دستیابی به عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی معرفی نمودند.

تراکم بوته یکی دیگر از عوامل مهم زراعی در تعیین عملکرد محصولات محسوب می‌شود. تراکم کاشت نه تنها تعیین‌کننده رقابت جهت دستیابی به نور و مواد غذایی است، بلکه تقسیم و تخصیص ماده خشک بین اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاهی را نیز کنترل می‌کند (Anis et al., 2001). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2004) با مقایسه تأثیر تراکم گیاه بر میزان زیست توده تولیدی آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* L.) و زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) گزارش کردند که در سال اول بالاترین عملکرد اسانس آویش شیرازی در کمترین تراکم (۶/۶ بوته در متر مربع) بدست آمد. ال-رمامنه (Al-Ramamneh, 2009) گزارش کرد که بیشترین ارتفاع، وزن تر و خشک ساقه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف بدست آمد. نتایج بررسی امید بیگی و ملایری (Omid Baygi & Malateri, 2007) نشان داد که افزایش تراکم باعث کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی و تولید ماده مؤثره در گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) شد. بر اساس مطالعه رحمتی و همکاران (Rahmati et al., 2009) افزایش تراکم باعث افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی گیاه و افزایش عملکرد گل گیاه دارویی بابونه شد. مطالعه رضایی‌نژاد و همکاران (Rezayee Najad et al., 2001) نیز نشان داد که بیشترین عملکرد بذر گونه دارویی زیره سبز در کمترین تراکم کاشت به دست آمد. نتایج مطالعه‌ای دیگر، نیز نشان داد که افزایش تراکم باعث بهبود معنی‌دار عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) شد (Rahimi et al., 2009)، نتایج برخی مطالعات نیز تأییدکننده عدم تأثیر تراکم بر رشد گیاهان مختلف می‌باشد. در همین راستا، نتایج مطالعات امین غفوری (Amin Ghafouri, 2014) و خیرخواه (Kheirkhah, 2011) روی خصوصیات رشدی کاکوتی چندساله و ثابت تیموری (Sabet Teimouri, 2012) روی گل اروانه بزقی (*Hymenocrater platistegius* Rech. F) نیز نشان داد که افزایش تراکم تأثیر معنی‌داری بر رشد این گیاهان چندساله دارویی نداشت.

بدین ترتیب، با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و توسعه کشت و

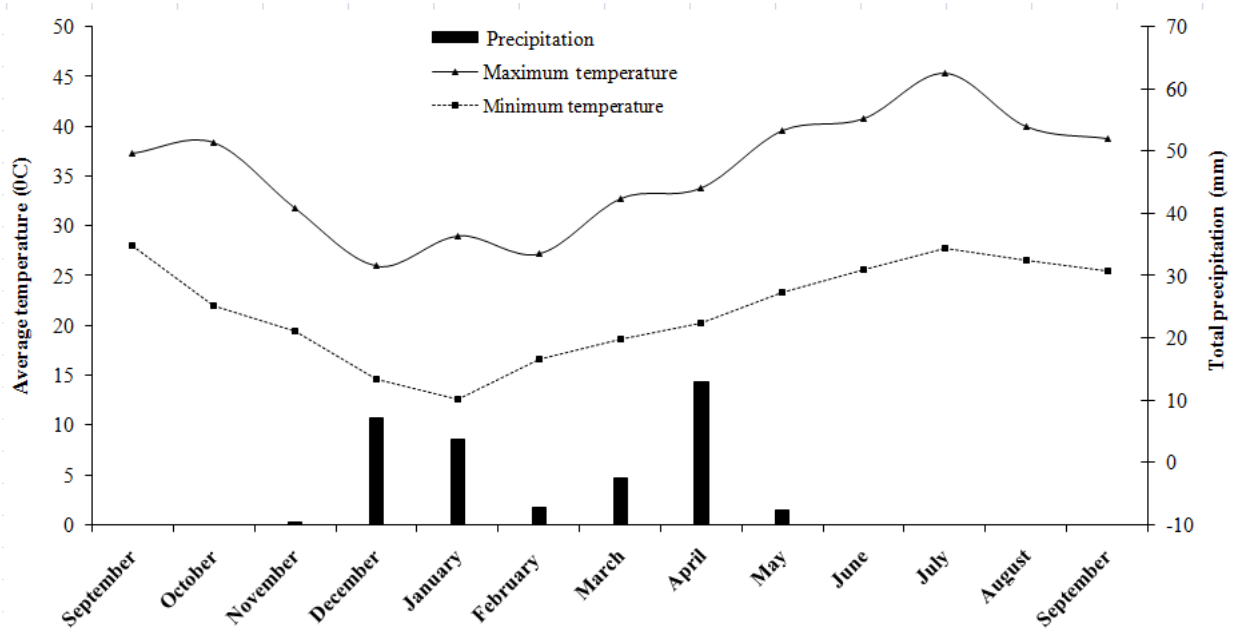
www.SID.ir

Archive of SID

کار این گونه فراموش شده و صنعتی و همچنین تعیین عوامل بهینه مدیریتی بر این گیاه، این آزمایش با هدف تعیین مناسب‌ترین تراکم گیاهی و بهترین تاریخ کاشت در کشت مستقیم بذر به‌منظور حصول بیشترین عملکرد برگ و خصوصیات مورفولوژیکی در شرایط آب و هوایی بم طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی واکنش گیاه دارویی و صنعتی وسمه نسبت به تاریخ کاشت و تراکم بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای در منطقه بم (با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۵۰ متری از سطح دریا) در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به اجرا در آمد. اقلیم شهرستان بم بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه گرم و خشک و بر اساس آمار هواشناسی منطقه، حداکثر و حد اقل دما به ترتیب ۴۵ و ۲- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (شکل ۱). خصوصیات مهم اقلیمی منطقه بم شامل درجه حرارت حداقل و حداکثر و بارندگی در طول فصل رشد این گیاه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- میانگین درجه حرارت حداکثر و حداقل و مجموع بارندگی ماهیانه طی دوره کاشت تا رسیدگی گیاه وسمه در شرایط آب و هوایی بم در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

Fig. 1- Average temperatures of minimum and maximum, and total precioitations from planting time to maturaty stage of indigo under Bam climatic conditions during growing season of 2012-2013

چهار تاریخ کاشت شامل ۱۵ فروردین، ۳۰ فروردین، ۱۴ اردیبهشت و ۲۹ اردیبهشت ماه و چهار تراکم کاشت شامل ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در متر مربع به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. ابعاد کرت‌ها ۵×۳ متر و فاصله بین ردیف‌ها در هر یک از کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فواصل روی ردیف در تراکم‌های مختلف شامل ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در متر مربع به ترتیب برابر با ۱۳/۳، ۸، ۵/۷ و ۴/۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت مستقیم بذر روی شش ردیف به صورت کرتی با استفاده از بازه‌کش و به شیوه دستی در تاریخ‌های مورد نظر صورت گرفت. قبل از انجام آزمایش مزرعه‌ای، به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری به صورت تصادفی از زمین محل اجرای آزمایش انجام شد. نتایج تجزیه فیزیکی- شیمیایی خصوصیات خاک قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر)
Table 1- Physico-chemical characteristics of cultivated soil (0-30 cm depth)

بافت Texture	نیتروژن کل Total nitrogen	فسفر قابل دسترس Available P (پی‌پی‌ام) (ppm)	پتاسیم قابل دسترس Available K	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
شنی لومی Lomy sandy	410	19.09	497.51	7.63	6.67

به‌منظور اجرای عملیات آماده‌سازی زمین، در زمستان سال ۱۳۹۱ عملیات شخم و تسطیح زمین انجام گرفت. در این زمان کودهای فسفر و پتاسیم نیز به خاک اضافه شدند. بدین منظور، جهت تأمین نیاز کودی وسمه عناصر غذایی پرمصرف بر اساس ۱۵۰، ۱۵۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب از منبع سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره نیز به خاک اضافه شدند. نیتروژن نیز در سه نوبت قبل از کاشت (همزمان با اضافه نمودن کودهای فسفر و پتاسیم)، بعد از ساقه رفتن و بعد از برداشت گیاه در چین اول اضافه گردید.

روش آبیاری مورد استفاده به صورت قطره‌ای بود و طبق عرف منطقه به صورت هر شش روز یکبار آبیاری انجام گرفت و تا پایان فصل رشد ادامه یافت. لازم به ذکر است گیاهان با تراکم نسبتاً بالا کاشته شدند و بعد از اطمینان از سبز شدن کامل و استقرار کامل، گیاهچه‌ها در مرحله ۴-۳ برگی برای دستیابی به تراکم‌های مورد نظر به دقت و بر اساس فاصله تعیین‌شده تنک شدند. کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی پس از هر نوبت آبیاری و سپس رسیدن به شرایط ظرفیت زراعی به طور مرتب در طول دوره رشد انجام شد. لازم به ذکر است در طی آزمایش تعدادی شته سیاه و مگس سفید مشاهده شدند که با کفشدوزک هفت نقطه‌ای به صورت بیولوژیک کنترل شدند. لذا در طول دوره آزمایش از هیچگونه سم شیمیایی استفاده نشد.

حدود ۱۰۰ تا ۱۰۵ روز پس از کاشت، گیاهان کشت شده در تمامی تاریخ کاشت‌ها به طور همزمان آماده برداشت چین اول شدند. قبل از برداشت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی از جمله ارتفاع بوته، قطر کانوپی، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه اندازه‌گیری شد. بمنظور تعیین عملکرد اندام‌های هوایی، بوته‌ها در چین‌های اول و دوم در زمان رسیدگی کامل گل‌ها به‌ترتیب از نیمه اول مرداد و نیمه دوم مهر ماه با فاصله ۱۵ روز یکبار برای هر تاریخ کاشت به‌طور جداگانه با حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح سه متر مربع برداشت شدند. بدین منظور، تمامی گیاهان موجود در هر کرت با استفاده از داس از سطح سه متر مربع و از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری خاک قطع و برداشت شدند.

لازم به ذکر است بوته‌ها به مدت یک ماه در سایه و هوای آزاد بر سطح زمین پخش شدند و پس از آن، وزن خشک اندام‌های هوایی به تفکیک برگ و ساقه بعد از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از ترازوی با دقت یک صدم اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی گیاه وسمه در جدول ۲ نشان داده شده است.

ارتفاع و قطر تاج پوشش: اگرچه ارتفاع و قطر تاج‌پوشش وسمه در هر دو چین تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفتند، اما تراکم بوته تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر این خصوصیات در هر دو چین داشت (جدول ۲). بررسی اثر تاریخ کاشت در چین اول نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه و قطر تاج‌پوشش گیاهی به ترتیب با ۸۳/۰۲ و ۲۲/۰۸ سانتی‌متر برای تاریخ کاشت ۱۵ فروردین مشاهده شد و کمترین ارتفاع گیاه و قطر تاج‌پوشش گیاهی برای تاریخ کاشت ۲۹ اردیبهشت با ۶۳/۳۹ و ۱۸/۰۸ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). در این تحقیق، گیاهان کاشته شده در تاریخ ۱۵ فروردین تقریباً پس از گذشت ۷۵ روز (در اواخر خرداد ماه) و کشت ۲۹ اردیبهشت پس از ۴۵ روز (در اواسط تیر ماه) وارد مرحله گلدهی شدند. علت افزایش ارتفاع بوته در کشت ۱۵ فروردین به دلیل طولانی‌تر بودن فصل رشد و رشد رویشی بهتر گیاه می‌باشد. بنابراین، بوته‌ها در تاریخ کشت‌های فروردین رشد مناسب‌تری نسبت به تاریخ کشت‌های اردیبهشت داشته که در نهایت، افزایش ارتفاع و قطر گیاه را به دنبال داشته است. به طور کلی، به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت اول به علت مساعدتر بودن شرایط محیطی و طولانی‌تر بودن دوره رشد، گیاه از ارتفاع بیشتری برخوردار شده است. در این رابطه نیز نتایج برخی بررسی‌ها نشان داد که افزایش دما طی دوره رشد و کاهش طول دوره باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد (Heydaryzadeh & Khajehpour, 2008). کمتر بودن ارتفاع گیاه با تأخیر در کاشت همسو با نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش‌های ثقه‌اسلامی و همکاران (Seghatoleslami et al., 2010)، محمدی میریک و همکاران (Mohammadi Mirik et al., 2009) و تباله و همکاران (Tbaileh et al., 2007) می‌باشد. نتایج مطالعاتی که محمدپور و همکاران (Mohammadour et al., 2013) و نادری بروجردی و همکاران (Naderi-Boroujerdi et al., 2002) بر روی مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) و زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) چندساله انجام دادند نیز چنین موضوعی را تأیید می‌کند. حاج‌سیدهادی و همکاران (Hadj-Seyed-Hady et al., 2002) با کاشت گیاه بابونه (*Matricaria recutita* L.) در تاریخ‌های مختلف ۵، ۱۵ و ۲۵ فروردین ماه) گزارش کردند که وجود شرایط محیطی مناسب‌تر در تاریخ کاشت اول و در نتیجه رشد بیشتر، موجب بهبود ارتفاع گردید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی گیاه وسمه در چین‌های اول و دوم

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for effects of sowing date and plant density on growth criteria and quantitative yield of indigo at the first and the second cuttings

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	قطر تاج-پوشش Canopy diameter	تعداد شاخه جانبی Number of branches	وزن خشک برگ Dry weight of leaf	وزن خشک ساقه Dry weight of shoots	وزن خشک کل اندام هوایی Dry yield of above ground matter
چین اول First cutting							
بلوک Block	2	390.56	11.89	2.41	2664.77	5109.89	6315.18
تاریخ کاشت Sowing date (SD)	3	440.13 ns	37.19 ns	11.61 ns	16728.61*	54233.81**	119631.78 **
خطای اصلی Main error	6	287.95	18.42	6.79	4749.18	17474.30	31661.36
تراکم کاشت Plant density (PD)	3	1346.44**	142.91**	9.08 ns	288899.58**	317021.65**	1209911.32**
SD×PD	9	516.527 ns	24.54 ns	4.22ns	8309.84 ns	11879.87 ns	35432.87 ns
خطای فرعی Sub error	24	231.26	14.51	2.73	4948.5	5247.9	21478.64
چین دوم Second cutting							
منابع تغییرات S.O.V	**درجه آزادی df**	**ارتفاع بوته Plant height**	**قطر تاج-پوشش Canopy diameter**	**تعداد شاخه جانبی Number of branches**	**وزن خشک برگ Dry weight of leaf**	**وزن خشک ساقه Dry weight of shoots**	**وزن خشک کل اندام هوایی Dry yield of above ground matter**
بلوک Block	2	284.1	11.58	2.41	6016.64	34301.28	62884.16
تاریخ کاشت Sowing date (SD)	3	632.91*	140.02 **	11.61*	115245.29 **	47718.85 **	265477.52 **
خطای اصلی Main error	6	327.83	17.69	6.79*	5713.02	17396.02	28670.22
تراکم کاشت Plant density (PD)	3	986.49 *	59.80 **	9.08 ns	86231.58 **	87799.17 **	347103.33 **
SD×PD	9	495.97ns	33.08	4.22	5582.28ns	9056.67 ns	9703.69ns
چین Cutting	1	1200.64 ns	3043.14**	1944.98**	534976.38**	162330.62**	1286572. **
خطای فرعی Sub error	24	243.59	12.55	3.41	5117.41	10182.09	1744439

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار را نشان می‌دهد.

*, ** and ns represent significant at 5% probability level, significant at 1% probability level and non-significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان داد که ارتفاع و قطر تاج‌پوشش گیاهی وسمه بطور معنی‌داری در هر دو چین آزمایش تحت تأثیر معنی‌دار تراکم بوته قرار گرفتند (p≤۰/۰۵) (جدول ۲). افزایش تراکم باعث افزایش ارتفاع و قطر تاج‌پوشش گیاهی گردید (جدول‌های ۳ و ۵). بطوری‌که بیشترین ارتفاع و قطر تاج‌پوشش این گیاه دارویی در چین اول مربوط به تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و به ترتیب برابر با ۸۰/۲۹ و ۲۴/۲۵ سانتی‌متر مشاهده شد. بالاترین میزان این صفات در چین دوم برای با تراکم ۴۵ بوته در متر مربع به ترتیب برابر با ۷۳/۷۵ و ۳۱/۱۶ سانتی‌متر حاصل گردید (جدول‌های ۳ و ۵). با افزایش تراکم، ارتفاع وسمه بدلیل افزایش رقابت برای جذب نور در سطوح بالاتر تراکم افزایش یافت که با نتایج رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2005) همخوانی دارد. نتایج اکبری نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2006) روی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و رضوانی‌مقدم و احمدزاده مطلق (Rezvani Moghaddam & Ahmadzade Motlagh, 2005) روی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) نیز نشان داد که با افزایش تراکم ارتفاع گیاه افزایش یافت. ال-رمامنه (Al-Ramamneh, 2009) گزارش کرد که بیشترین ارتفاع، آویشن در بالاترین تراکم (فاصله کاشت ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف) بدست آمد.

اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ارتفاع و قطر تاج‌پوشش گیاهی در هر دوچین معنی‌دار (p≤۰/۰۵) نبود (جدول ۲). اختلاف ارتفاع و قطر تاج‌پوشش گیاهی در بین چین‌های مختلف معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود (جدول ۴). بطوری‌که ارتفاع در چین اول و دوم به‌ترتیب با ۷۳/۷۵ و ۶۶/۶۶ کمترین و بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد، اما در چین دوم قطر بوته ۳۶/۵۳ درصد بالاتر از چین اول بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که در چین دوم گیاه با در اختیار داشتن فرصت مناسب در فاصله بین دو چین استقرار بهتری نموده و جوانه‌های بیشتری را تولید کرده است که در نتیجه با ایجاد ساقه های بیشتر و بلندتر روی سطح خاک، افزایش قطر تاج‌پوشش در این چین را به دنبال داشته است. این نتایج مشابه نتایج تحقیقات سایر محققان (Rezvani Moghaddam et al., 2013a; Amin Ghafouri, 2014; Kheirkhah, 2011; Tabrizi, 2007; Nadjafi, 2006; Teimouri et al., 2014) روی گونه‌های مختلف گیاهان دارویی می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات رویشی و عملکرد کمی گیاه وسمه در چین اول

Table 3- Mean comparison for the effects of sowing date and plant density on growth criteria and quantitative yield of indigo at the first cutting

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر تاج-پوشش (سانتی‌متر) Canopy diameter (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of branch	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع) Dry weight of leaf ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع) Dry weight of shoots ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کل اندام هوایی (گرم در متر مربع) Dry yield of above ground matter ($g.m^{-2}$)
۱۵فروردین 4 April	83.03^{a*}	22.08^{a}	17.45^{a}	464.79^{a}	463.54^{a}	928.33 ^{a}
۳۰ فروردین 19 April	73. 74^{a}	19.25^{a}	16.75^{a}	456.88^{ab}	429.79^{ab}	886.62 ^{a}
۱۴ اردیبهشت 4 May	67. 25^{a}	18.75^{a}	16.20^{a}	402.50^{ab}	418.13^{ab}	820.63 ^{ab}
۲۹ اردیبهشت 19 May	63.39^{a}	18.08^{a}	15.12^{a}	391.29^{b}	308.33^{b}	699.63 ^{ab}
تراکم (بوته در متر مربع) Density ($plants.m^{-2}$)						
15	61.31^{b}	16.50^{c}	17.50^{a}	233.21^{d}	205.48^{c}	438.38 ^{c}
25	68.09^{ab}	17.91^{bc}	16.37^{a}	380.28^{c}	342.71^{b}	722.92 ^{b}
35	81.59^{a}	19.50^{b}	15.37^{a}	520.63^{b}	513.15^{a}	1033.96 ^{a}
45	80.29^{a}	24.25^{a}	16.29^{a}	581.45^{a}	558.75^{a}	1140^{a}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر صفت، دارای تفاوت معنی‌داری بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند (p≤۰/۰۵).

* Means in each column and for each trait, with at least one similar letter are not significant different based on Duncan test (p≤0.05).

تعداد شاخه جانبی: همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، تاریخ کاشت و تراکم گیاهی تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه جانبی وسمه در هیچ‌کدام از چین‌های آزمایش نداشتند، اما بیشترین تعداد شاخه جانبی در چین اول و دوم به ترتیب با ۱۷/۵ و ۸/۵ برای تراکم ۱۵ بوته در متر مربع مشاهده گردید (جدول‌های ۳ و ۵). افزایش تراکم از ۱۵ بوته در متر مربع به ۴۵ بوته در متر مربع موجب کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد شاخه جانبی در چین اول و دوم به ترتیب برابر با ۱۷ و ۵۰ درصد گردید (جدول‌های ۳ و ۵). به نظر می‌رسد که کاهش تعداد شاخه جانبی در اثر افزایش تراکم گیاهان به علت افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش سهم هر بوته جهت استفاده از عناصر غذایی، نور، فضا و غیره بوده است (Adebisi et al., 2005). از طرفی، در تراکم های بالا به علت رقابت بین بوته‌ای بیشتر، احتمالاً تعداد شاخه‌های فرعی کاهش یافته که این امر، در نهایت باعث کاهش تعداد شاخه جانبی شده است (Bahrani & Babaei, 2007). موریس (Morris, 1996) با مطالعه روی ریحان و شلبی و رزین (Shalaby & Razin, 2009) با بررسی آویشن گزارش کردند که تعداد شاخه جانبی به شدت تحت تاثیر تراکم بوته می‌باشد و با افزایش تراکم بوته، بدلیل رقابتی که بین بوته‌ها برای کسب نور، آب و مواد غذایی بوجود می‌آید، حالت خود تنکی اتفاق می‌افتد، به طوری‌که گیاه با کم کردن تعداد شاخه‌های جانبی با کمبود منابع مقابله می‌کند.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده وسمه بین چین‌های مختلف

Table 4- Means comparison of some measured characteristicss in indigo among different cuts

چین Cut	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر تاج‌پوشش (سانتی‌متر) Canopy diameter (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of branches	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع) Dry weight of leaf ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع) Dry weight of shoots ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کل اندام هوایی(گرم در متر مربع) Dry yield of above ground matter ($g.m^{-2}$)
اول First	73.75[a]	30.79a	16.38[a]	428.86[a]	404.95[a]	833.81[a]
دوم Second	66.66[b]	19.54[b]	7.38[b]	278.30[b]	324.05[b]	602.35[b]

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر صفت، دارای تفاوت معنی‌داری بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند (p≤۰/۰۵).

* Means in each column and for each trait, with at least one similar letter are not significant different based on Duncan test (p≤0.05).

در بین چین‌ها نیز چین اول دارای میانگین تعداد شاخه فرعی در بوته بیشتری بود (جدول ۴) که این می‌تواند ناشی از وجود تنها یک ساقه اصلی در گیاهان چین اول و ایجاد چند ساقه اصلی تحت تأثیر از بین رفتن غالبیت ساقه اصلی در گیاه پس از برداشت چین اول باشد. با برداشت چین اول، گیاه برای رشد مجدد از بالای جوانه های باقی مانده شروع به رشد کرده و هرکدام از ساقه‌های بوجود آمده به‌عنوان ساقه اصلی است که تولید تعداد کمتری ساقه فرعی نسبت به تک ساقه اصلی موجود در چین اول می‌کند.

وزن خشک برگ و ساقه: همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، وزن خشک برگ و ساقه وسمه در هر دو چین به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت و تراکم قرار گرفتند (p≤۰/۰۱) (جدول ۲). بیشترین و کمترین وزن خشک برگ و ساقه در چین اول به ترتیب در تاریخ کاشت‌های ۱۵ فروردین و ۲۹ اردیبهشت با ۴۶۴/۷۵، ۳۹۱/۲۹ و ۴۶۳/۵۴، ۳۰۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار و در چین دوم نیز در تاریخ کاشت‌های ۱۵ فروردین و ۲۹ اردیبهشت با ۳۹۹/۷۵ ۱۹۵/۲۵ و ۴۰۱/۰۴، ۲۵۳/۳۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. تاریخ کاشت ۱۵ فروردین نسبت به ۲۹ اردیبهشت در چین اول و دوم به ترتیب باعث افزایش ۱۵، ۳۳ و ۵۱، ۳۷ درصدی وزن خشک برگ و ساقه گردید (جدول‌های ۳ و ۵). دوره رشد طولانی‌تر و مناسب‌تر بودن شرایط رشدی گیاه به ویژه محتوی رطوبتی خاک باعث بهبود رشد بوته‌ها در این تاریخ کاشت ۱۵ فروردین نسبت به تاریخ کاشت ۲۹ اردیبهشت ماه شده است. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت‌های زودتر گیاه مرحله رشد رویشی طولانی‌تری را همراه با دمای متعادل و محتوی رطوبتی بیشتر خاک طی کرده و فرصت یافته پیش از وقوع مرحله زایشی، کربوهیدرات‌ها و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های مختلف تجمع دهد که این امر در نهایت، افزایش وزن خشک برگ و ساقه را در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به دنبال داشته است.

از طرفی، مقایسه وزن خشک برگ و ساقه چین‌های گیاه دارویی وسمه مشخص شد که به‌ترتیب ۵۳/۹۵ و ۲۴/۶۹ درصد وزن خشک برگ و ساقه به چین اول اختصاص داشت (جدول ۴). بدین ترتیب، بالاتر بودن این خصوصیات رشدی بوته‌های وسمه تحت تأثیر دوره رشد طولانی‌تر (Abbaszadeh et al., 2013; Ateia et al., 2009) و مدت زمان بیشتر برای جذب آب و مواد غذایی تحت تأثیر بهبود خصوصیات رویشی نسبت داد که در نهایت بهبود وزن خشک اندام هوایی این گیاه دارویی را موجب شده است. نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) نشان داد که وزن خشک اندام‌های هوایی و عملکرد اسانس زوفا، در چین اول به ترتیب ۸۰ و ۷۱ درصد بالاتر از چین دوم بود. شباهنگ و همکاران (Shabahang et al., 2013) نیز بهبود ۵۸ درصدی وزن خشک اندام‌های هوایی زوفا در چین اول را در مقایسه با چین دوم گزارش نمودند. آنها دلیل این امر را به وجود شرایط محیطی مناسب‌تر طولانی‌تر در چین اول

www.SID.ir

Archive of SID

در مقایسه با چین دوم نسبت دادند.

جدول ۵- اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات رویشی و عملکرد کمی گیاه وسمه در چین دوم

Table 5- Effect of sowing date and plant density on growth criteria and quantitative yield of indigo at the second cutting

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر تاج‌پوشش (سانتی‌متر) Canopy diameter (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of branches	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع) Dry weight of leaf ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه (گرم در متر مربع) Dry weight of shoots ($g.m^{-2}$)	وزن خشک کل اندام هوایی(گرم در متر مربع) Dry yield of above ground matter ($g.m^{-2}$)
۱۵فروردین 4 April	75.57 a	35.85a	8.45a	399.75a	401.03a	800.79a
۳۰ فروردین 19 April	67. 75a	30. 50b	7. 75a	315. 79b	343. 33ab	614.29 b
۱۴ اردیبهشت 4 May	63. 91ab	29. 55b	7. 20a	202. 42c	298. 50ab	545.75b
۲۹ اردیبهشت 19 May	59.41b	27.58b	6.12a	192.25c	253.33c	448.58b
			تراکم (بوته در متر مربع) Density ($plants.m^{-2}$)			
15	59.04b	31.16a	8.55a	187. 28c	232.18c	419.50c
25	60.57b	33.29a	7.37ab	241.88bc	280.65cb	522.50c
35	73.60a	30.96a	6.20b	298.08b	356.75ab	654.79b
45	73.70a	27.86a	4.20ab	385.88a	426.75a	812.63a

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون و برای هر صفت، دارای تفاوت معنی‌داری بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند ($p\leq0.05$).

* Means in each column and for each trait, with at least one similar letter are not significant different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

عملکرد کل اندام هوایی: اثرات ساده و متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی عملکرد کل اندام هوایی گیاه وسمه در هر دو چین اول معنی‌دار بود ($p\leq0.01$) (جدول ۲). بیشترین عملکرد کل اندام هوایی مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ فروردین به ترتیب در چین اول و دوم با ۹۲۸/۳۲ و ۸۰۰/۷۹ گرم در متر مربع و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به تاریخ کاشت ۲۹ اردیبهشت به‌ترتیب در چین اول و دوم با ۶۹۹/۶۳ و ۴۴۸/۵۸ گرم در متر مربع مشاهده شد (جدول‌های ۳ و ۵) همچنین با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌گردد که در چین دوم عملکرد کل اندام هوایی وسمه تحت تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته قرار گرفت، ولی اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری بر این صفت در هر دو چین نداشتند (جدول ۲). بنابراین، تاریخ کاشت ۱۵ فروردین با توجه به استقرار بهتر و رشد بیشتر در شرایط مساعدتر آب و هوایی برای وسمه، همچنین عدم مواجه با گرمای سخت تابستان، و محتوی بالاتر و فراهمی متداوم‌تر رطوبت خاک برای جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها، استفاده بهتر وسمه از منابع محیطی موجود به دلیل داشتن فرصت زمانی کافی (طولانی‌تر)، مناسب‌ترین تاریخ کاشت بوده و در هر دو چین موجب تولید بالاترین وزن خشک کل اندام هوایی گردید. بر اساس گزارش عسکری و همکاران (Askari et al., 2010) و خورشیدی و همکاران (Khorshidi et al., 2009) مبنی بر برتری عملکرد بذر گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella affinis* L.) در تاریخ کاشت‌های زودتر نسبت به کشت‌های دیرهنگام، نتایج حاصله در مورد وسمه را در این آزمایش تایید می‌کند. آن‌ها بیان کردند که در کشت‌های زود هنگام به دلیل طولانی شدن دوره رشد، گیاه زمان بیشتری از انرژی نور خورشیدی بهره برده و به همین دلیل از عملکرد کل بالاتری برخوردار بوده است. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2008) نیز با بررسی چهار تاریخ کاشت (۱۸ فروردین، ۲ اردیبهشت، ۱۷ اردیبهشت و ۱ خرداد ماه) بر عملکرد گل و بذر کرچک (*Ricinus communis* L.) نشان دادند که با تاخیر در کاشت عملکرد بیولوژیک و دانه کاهش یافت بطوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت ۱۸ فروردین حاصل شد. دلاوگا و همکاران (DelaVega et al., 2002) اظهار داشتند که در نتیجه تأخیر در کاشت آفتابگردان تعداد گل آذین و عملکرد دانه در این گیاه در نتیجه بالا بودن دما در ابتدای فصل رشد و در نتیجه رشد سریع ساقه و کاهش زمان تا گلدهی و نیز دماهای بالاتر در این زمان که در تشکیل گل و دانه تأثیرگذار است، کاهش می‌یابد.

تراکم نیز به طور معنی‌داری وزن خشک کل اندام هوایی وسمه را در هر دو چین آزمایش تحت تأثیر قرار داد ($p\leq0.05$) (جدول۲).

www.SID.ir

Archive of SID

بالاترین وزن خشک کل اندام هوایی در چین اول و دوم به ترتیب در تراکم ۴۵ بوته در متر مربع با ۱۱۴۰ و ۸۱۲/۶۳ گرم در متر مربع بود و کمترین میزان این صفت نیز به ترتیب در تراکم ۱۵ بوته در متر مربع با ۴۳۸/۲۸ و ۴۱۹/۵۰ گرم در متر مربع مشاهده گردید (جدول‌های ۳ و ۵). بیانکو و همکاران (Bianco et al., 2002)، دو رقم کاسنی سالادی (*Cichorium intybus* L.) را با تراکم‌های ۳/۷، ۵/۶ و ۱۱/۱ بوته در متر مربع کشت و نتیجه‌گیری کردند که بهترین عملکرد گل و عملکرد اندام هوایی در بیشترین تراکم بدست آمد. قبادی (Ghobadi, 2010) با مطالعه اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی گشنیز گزارش کرد که تاریخ کاشت و تراکم دو عامل مهم در تولید گل گشنیز می باشند. نتایج آنها نشان داد که اثر تراکم بر عملکرد گل معنی دار بود، بطوری‌که بالاترین عملکرد گل با ۰/۱۴ گرم در متر مربع در بالاترین تراکم (۲۶/۶۷ بوته در متر مربع) حاصل شد. چنین بنظر می‌رسد که تراکم مناسب با تأثیر بر تولید شاخه جانبی می‌تواند تأثیر مطلوبی بر گلدهی داشته باشد که با نتایج تحقیق مارتین و دئو (Marti & Deo, 2000) در گیاه دارویی همیشه بهار مطابقت دارد. صباغ نکونام و رزمجو (Sabagh Nekonam et al., 2007) در بررسی تأثیر تراکم گیاهی بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم گیاه، عملکرد گل و عملکرد بیولوژیک بالا می رود. رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2009) نیز بیان داشتند در دو گونه اسفرزه و پسیلیوم، افزایش تراکم با افزایش عملکرد گل همراه بود.

در بین چین‌ها نیز وزن خشک کل اندام هوایی اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲) و میزان این صفت در چین اول ۳۸/۳۷ درصد بالاتر از چین دوم بود (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، در خصوص تاریخ کاشت و تراکم گیاه صنعتی- دارویی و فراموش شده وسمه می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تاریخ‌های کاشت تحت تأثیر شرایط متفاوت محیطی بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه وسمه تأثیر معنی‌داری داشت، بطوری‌که بهترین تاریخ کشت کشته‌های زود هنگام (اوایل بهار) برای این گیاه در شرایط آب و هوایی شهرستان بم می‌باشد، زیرا به دلیل مزایای کشت زودتر که شامل طولانی‌تر بودن فصل رشد، محتوی رطوبتی بیشتر خاک، استقرار گیاه بخوبی انجام می‌گیرد و کشت در اوایل بهار بر سایر تاریخ‌های کاشت‌ها ارجحیت دارد. همچنین بالاترین تراکم (۴۵ بوته در متر مربع) به‌عنوان تراکم مطلوب انتخاب گردید.

منابع

Abbaszadeh, B., Farahza Kazemi, S., Sharifi Ashourabadi, E., Teymoori, M., and Mafakheri, S. 2013. Improving *Thymus daenensis* growth and essential oil through integrated nutrient managemen. International Journal of Biosciences 3(8): 31-39.

Adebisi, M.A., Ajala, M.O., Ojo, D.K., and Salau, A.W. 2005. Influence of population density and season on seed yield and its components in Nigerian sesame genotypes. Journal of Tropical Agriculture 43: 13-18.

Akbarinia, A., Daneshian, J., and Mohammad Beygi, F. 2005. Effects of nitrogen fertilizer and density on seed yield and essential oil of coriander plant. Agriculture and Natural Resources Research Center of Qazvin, Iran. (In Persian)

Al-Ramamneh, E.D. 2009. Plant growth strategies of *Thymus vulgaris* L. in response to population density. Industrial Crops and Products 30: 389–394.

Amin Ghafouri, A. 2014. Evaluation of seed production potential of perennial *(Ziziphora Clinopodioides* Lam*)* in low input cropping system. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Anis, R., Wells, R., and Thomas, G. 2001. Reproductive allocation of Virginia-type peanut cultivars bred for yield in North Carolina. Crop Science 41: 72-77.

Annie Felicia, F., and Muthulingam, M. 2012. Phytochemical and HPTLC studies of methanolic extract of *Indigofera tinctoria* (fabaceae). International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences 3(5): 1670-1674.

Askari, F., and Sharifi Ashorabadi, E. 2010. Effects of habitat and planting date on seed yield of *Pimpinella affinis* Ledeb. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26: 41-50. (In Persian with English Summary)

Ateia, E.M., Osman, Y.A.H., and Meawad, A.E.A.H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of *Thymus vulgaris* L. under North Sinai conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5(4): 555-565.

Ayeen, A. 2006. Study of drought stress on yield and some physiological traits of indigo (*Indigofera tinctoria*) as a medicinal and industrial plant. Final Report of Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian)

Bahrani, M.J., and Babaei, Gh.H. 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on grain and its yeild components and some quality traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 9: 237-245. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Balandari, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2011. Effects of planting date and density on developmental of stages and shoot dry matter production of dwarf chicory (*Cichorium pumilum* Jacq.). Iranian Journal of Field Crops Research 9(3): 438-446. (In Persian with English Summary)

Bianco, V.V., Damato, G., and Fanizza, G. 2002. Plant density and seed production of two cultivars of chicory (*Cichorium intybus* L.). Acta Horticulturae 362: 91-98.

Delavega, J., and Hall, A.J. 2002. Effects of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield. Crop Science 42:1191-1201

Ghobadi, M.E., and Ghobadi, M. 2010. The effects of sowing dates and densities on yield and yield components of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). World Academy of Science, Engineering and Technology 70: 81-84.

Ghorbani, R., Koocheki, A., Hosseini, A., Jahani, M., Asadi, G.A., Aghel, H., and Mohammad Abadi, A.A. 2010. Effects of planting date, time and methods of weed control on weed density and biomass in cumin fields. Iranian Journal of Field Crops Research 8(1): 120-127. (In Persian with English Summary)

Hadj-Seyed-Hady, S.M.R., Khodabande, N., Yasa, N., and Darzi, M.T. 2002. Effects of sowing date and plant density on essential oil and chamazolene content of chamomile. Abstract Articles of First National Congress of Medicinal Plants, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran 119 pp. (In Persian)

Heydaryzadeh, P., and Khajehpour, M. 2008. The response of safflower genotypes, local variety kouseh to planting date. JWSS Isfahan University of Technology 11(42): 69-79. (In Persian with English Summary)

Kheirkhah, M. 2011. Ecological characteristics of *Ziziphora clinopodioides* Lam. In natural habitats and evaluation of possibility for domestication under low input cropping systems. PhD Thesis, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Khorshidi, J., Fakhr Tabatabaei, M., Omidbaigi, R., and Sefidkon, F. 2009. Effect of densities of planting on yield and essential oil components of (*Pimpinella affinis*). Journal of Agricultural Science 1(1): 152- 157.

Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., and Azizi, G. 2004. The effects of water stress and defoliation on some quantitative traits of *Zataria moltiflora*, *Ziziphora clinopodioides*, *Thymus vulgaris* and *Teucrium polium*. Iranian Journal of Field Crops Research 1(2): 89-105.

Koocheki, A.R., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)

Mohammadi Mirik, A.A., Sayeedi, G.A., and Rezayee, A.M. 2009. Interaction effect between planting date and seed rate on agronomic traits of *Linum usitatissimum* genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 219-228. (In Persian with English Summary)

Mohammadpour, M., Ghasemnejad, A., Lebaschy, M.H., Abbaszadeh, B., and Azadbakht, M. 2013. Effects of sowing date and plant density on morphological characteristics and yield of Summer savory (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 29(3): 621-634. (In Persian with English Summary)

Morris, E.C. 1996. Effect of localized placement of nutrients on root competition in self-thinning populations. Annals of Botany 78: 353-364.

Naderi-Boroujerdi, G.H.R., and Bigdeli, M. 2002. The detection of the best cultivation time, plant concentration, irrigation period for growth of aerial parts and effective substances derived from medical plant of *Hyssopus officinalis* L. in Tehran province. Abstract Articles of First National Congress of Medicinal Plants, Research Institute of forests and Rangelands, Iran 12-14 February 2002, 271 pp. (In Persian)

Pramod, K.T., Vishnu, K.R., Ashish, S., Sambath K., Yogendra S., Manoj S., and Manoj, G. 2010. Preliminary phytochemical screening and evaluation of anti –inflammatory activity of ethanolic extract of leaves of *Indigofera tinctoria* Linn. Journal of current Pharmaceutical Research 3(1): 47-50.

Rahimi, A., Jahansoz, M.R., Rahimian Mashhadiz, H.R., Pouryosef, M., and Roosta, H.R. 2009. Effect of drought and plant density on yield and phonological stages of Isabgol and French psyllium with using growth degree days. Electronic Journal of Crop Production 2(1): 57-74. (In Persian with English Summary)

Rezvani Moghaddam, P., and Ahmadzadeh Motlagh, M. 2006. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*) in Islamabad, Ghayein. Pajouhesh and Sazandegi (76): 63-68. (In Persian with English Summary)

Rezvani Moghaddam, P., Bromand Rezazadeh, Z., Mohamad Abadi, A.A., and Sharif, A. 2008. Effects of sowing dates and different fertilizers on yield, yield components, and oil percent age of castor bean (*Ricinus communis* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 6(2): 303-313. (In Persian with English Summary)

Rezvani Moghaddam, P., Norozpoor, G., Nabati, J., and Mohammad Abadi, A.A. 2005. Effects of different irrigation intervals and plant density on morphological characteristics, grain and oil yields of sesame (*Sesamum indicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 3: 57-68 (In Persian with English Summary)

Sabagh Nekonam, M., and Razmjoo, K.H. 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovata* Forsk.) Accessions. International Journal of Agriculture and Biology 9(4): 06–609.

www.SID.ir

Archive of SID

Sabet Teimouri, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2012. Comparison of essential oil percent of Gol-e-Arvaneh Bezghi (*Hymenocrater platistegius* Rech. F.) in six habitats of Khorasan province, Iran. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 12: 643-646.

Saurabh Jain, S., and Prajakta, J. 2010. Photochemical study and physical avalution of *Indigofera tinctoria* leaves. International Journal of Comprehensive Pharmacy 4(06).

Seghatoleslami, M.J., and Moosavi, S.G. 2008. Effect of sowing date and plant density on grain and flower yield of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 6(2): 249-257. (In Persian with English Summary)

Shabahang, J., Khorramdel, S., Siahmargue, A., Gheshm, R., and Jafari, L. 2014. Evaluation of integrated management of organic manure application and mycorrhiza inoculation on growth criteria, qualitative and essential oil yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under Mashhad climatic conditions. Journal of Agroecology 4(2): 353-363. (In Persian with English Summary)

Shalaby, A.S., and Razin, A.M. 2009. Dense cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris*). Journal of Agronomy and Crop Science 168: 243–248.

Tbaileh, A.N.M., Haddad, N.I., Hattar, B.I., and Kharallah, K. 2007. Effect of some agricultural practices on cumin (*Cuminum cyminum* L.) productivity under rainfed conditions of Jordan. Jordan Journal of Agricultural Sciences 3(2): 103-116.

www.SID.ir

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1067-1079

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۷۹-۱۰۶۷

Effects of Planting Date and Plant Density on Morphology and Yield of Indigo (*Indigofera tinctoria* L.) as a Medicinal Plant

N. Modafe Behzadi[1], P. Rezvani Moghaddam[2*] and M. Jahan[3]

Submitted: 14-07-2015
Accepted: 11-09-2015

Modafe Behzadi, N., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2019. Effects of planting date and plant density on morphology and yield of indigo (*Indigofera tinctoria* L.) as a medicinal plant. Journal of Agroecology. 10(4):1067-1079.

Introduction

Medicinal plants are valuable sources in Iranian natural resources whose understanding and scientific cultivation can play an important role in people's health, job creation and preventing genetic erosion of invaluable medicinal herbs due to their improper harvest from natural habitats and non-oil exports. Indigo (*Indigofera tinctoria* L.) belongs to the Fabaceae family which popularly known as Neeli in Tamil and found throughout India. The roots, stems, and leaves of indigo are bitter, thermogenic, laxative, tchronic bronchitis, asthma, ulcers, skin diseases, diuretic and are useful for promoting the growth of hair. It has been reported that appropriate planting date and plant density will improve crop yield and secondary metabolite component. Yield loss due to undesirable planting date and plant density has been reported in many plants. Amin Ghafouri (2014) reported that delaying in planting date (from October to March) caused a significant reduction in plant height, canopy diameter, inflorescence number per branch, dry weight of shoots, and seed yield of *Ziziphora* and as density increased from 6 to 10 plants.m^{-2} plant height, canopy diameter, inflorescence No. per branch, dry weight of shoots, and seed yield were enhanced. In another study, was examined planting date in *Achillea millefolium* L. yield was reported, higher plant height, total dry matter production, Biomass yield, were observed during January planting. Ghorbani *et al.* (2010) evaluated the effect of planting date on yield of *Cuminum cyminum* reported that earlier sowing date was followed by higher seed yield. They also reported that 1000-seed weight and harvest index were not affected by planting date. Koocheki *et al.* (2004) showed that plant density had a significant effect on plant height and dry weight of shoots of Thymus (*Zataria multiflora* L.) and Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.)Nadjafi and Rezvani Moghadam (2002) and Rahimi *et al.* (2009) reported the increase in *P. ovata* seed yield with the increase in plant density. Therefore, the objective of the present study was to determine the quantitative yield of affected by planting date and plant density.

Materials and Methods

An experiment was conducted as a split-plot based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications at the Bam, Iran, during growing seasons of 2012-2013. Four sowing dates (4 April, 19 April, 4 May, and 19 May) and four plant densities (15, 25, 35 and 45 plants.m^{-2}) were allocated to main and subplots, respectively. Plant height, canopy diameter, number of branches, dry weight of leaf, dry weight of shoots and total dry yield of above ground matter of indigo at the first and the second cuttings were measured and calculated accordingly. For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) and the least significant test (LSD) at 0.05 level, were performed using SAS ver 9.1.

Results and Discussion

The results showed that the simple effects of sowing date and plant density were significant ($p\leq0.05$) on plant height, canopy diameter, number of branches, dry weight of leaf, dry weight of shoots and fresh weight of flower of indigo at the first and second cuts. The highest dry weight of leaf and dry weight of shoots was observed at the first and

1- Graduated of Ph.D Student in Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Assistant Professor Faculty of Agriculture, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran
2 and 3- Professor and Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.48405

www.SID.ir

Archive of SID

second cuts in the 4 April (with 464.79 $g.m^{-2}$, 463.54 $g.m^{-2}$, and399.75 $g.m^{-2}$ and 404.04 $g.m^{-2}$, respectively). However, the dry yield of above ground matter at the first and the second cuts were decreased up to 32.76 and 78.57%, respectively with the delay in sowing date from 4 April to 19 May. Generally, early sowing date because of providing a longer growing period, optimum relative humidity and also cooler weather is suitable for indigo leaf production.

Conclusion

Based on the results of this study it can be concluded that the planting date has a meaningful effect on vegetative and reproductive characteristics of indigo. Overall, Because of the benefits of longer growing season and more soil moisture content, early planting (early spring) and highest plant density (45 $plants.m^{-2}$) were the best date and density for indigo production in the climatic conditions of Bam region.

Keywords: Leaf yield, Plant diameter, Shoot yield, Sowing date

www.SID.ir

www.SID.ir