نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 3، پاییز 1396، ص. 542-533
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 3, Fall 2017, P. 533-542
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و تجمع نیترات اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) در شرایط آب و هوایی اصفهان

پیمان جعفری[1*] - امیرهوشنگ جلالی[2]

تاریخ دریافت: 1395/03/12
تاریخ پذیرش: 1395/12/10

چکیده

به منظور بررسی تاریخ کاشت‌های مختلف بر عملکرد، اجزای عملکرد و تجمع نیترات در اسفناج، پژوهشی دو ساله (1394-1393) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام شد. بر اساس نتایج تجزیه مرکب داده‌ها تاثیر سال بر صفات آزمایشی معنی‌دار نبود و تاریخ کاشت 15 شهریور (GDD=571) با عملکرد 43 تن در هکتار بهترین تاریخ کاشت اسفناج تشخیص داده شد. با تاخیر تاریخ کاشت از 15 شهریور تا اول آبان علاوه بر کاهش معنی‌دار عملکرد، مقدار تجمع نیترات در گیاه به طور خطی افزایش یافت. مقادیر تجمع نیترات در تاریخ کاشت‌های 15 شهریور (GDD=571)، اول مهر (GDD=354)، 15 مهر (GDD=193) و اول آبان (GDD=84) به ترتیب برابر بود با 2675، 2898، 3189 و 3571 قسمت در میلیون وزن تر. در تاریخ کاشت‌های مختلف، تجمع نیترات در دمبرگ دامنه‌ای از 3513 تا 4680 قسمت در میلیون وزن تر و در پهنک برگ دامنه‌ای از 2135 تا 3125 قسمت در میلیون وزن تر داشت. با توجه به نتایج این پژوهش رعایت نکردن تاریخ کاشت مناسب نه تنها عملکرد اسفناج را کاهش خواهد داد بلکه با افزایش تجمع نیترات (بیش از 2500 قسمت در میلیون وزن تر) باعث مخاطرا تی برای مصرف کنندگان خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، تعداد برگ، درجه-روز- رشد (Growth Degree Day=GDD)، دمبرگ

مقدمه

مصرف اسفناج به صورت تازه خوری، بخار پز و جوشانده از یک سو به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدان دارای ارزش زیستی زیادی است و از سوی دیگر استفاده ازاین گیاه غنی از نیترات در حد متعارف می تواند نقش مهمی در کاهش حملات قلبی ایفا نماید (12). در ایران سالیانه بیش از 30 درصد از سطح زیر کشت سبزیجات برگی به کشت اسفناج اختصاص می‌یابد (11). سبزیجات برگی و به ویژه اسفناج از منابع اصلی جذب نیترات محسوب شده و حدود 70 درصد از کل نیترات جذب شده در رژیم غذایی هر فرد در روز از طریق سبزیجات برگی تأمین می‌گردد (22).

تاریخ کاشت تاثیر به سزایی در تولید کمی و کیفی محصول اسفناج داشته و در صورت عدم رعایت تاریخ کاشت مناسب و مواجه شدن طول دوره رشد گیاه با دماهای بالا (30 تا 35 درجه سانتی گراد) و همچنین کم آبی، عملکرد (از نظر کمی و کیفی) به شدت نقصان می‌یابد (21). دماهای بالا و کم آبی در شرایط کشت‌های بهاره بیشتر محتمل بوده در حالی که در تاریخ کشت‌های پاییزه که معمولا عملکردهای بالاتری نسبت به کشت های بهاره نیز دارند (13) تاخیر در تاریخ کاشت اسفناج (غالبا بعد از نیمه مهر ماه) به عنوان عامل محدود کننده مطرح است (19). تعداد برگ مهم ترین جزء عملکرد در اسفناج است که تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفته (3) و در صورت انتخاب تاریخ کاشت های مناسب عملکردهای حدود 45 تن در هکتار نیز دور از انتظار نیست (17).

در زمین های غنی از نیتروژن، شرایط کمی نور و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی نیتروژن دار،گیاهانی با طول فصل رویش کوتاه مثل اسفناج، با مشکل تجمع نیترات مواجه می‌شوند (16)، بنابراین تاریخ کاشت با تاثیر بر هر یک از عوامل تولید (دما، نور و...) می‌تواند بر کمیت و کیفیت اسفناج تولیدی تاثیرگذار باشد. دامنه‌ی مجاز نیترات بر اساس وزن تر برای اسفناج 345 تا 3890 میلی گرم بر کیلوگرم است که عمدتا در برگ‌های وسط بوته تجمع می‌یابد (14)،

1- مربی پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: peimanjafari@yahoo.com)
2- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v31i3.55510

به هر حال میزان تجمع نیترات در سبز ی‌ها بسته به گونه، رقم و حتی تفاوت‌ها ی ژنوتیپی خاص مانند سطح پلوییدی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (1).

با توجه به مصرف اندام‌های رویشی در سبزیجاتی مثل اسفناج، شرایط اقلیمی تاثیر گذار بر کمیت و کیفیت محصول از اهمیت ویژه برخوردار است. در این رابطه تاریخ کاشت علاوه بر عملکرد می‌تواند بر مقدار تجمع نیترات در گیاه تاثیر گذاشته و این مطلب کمتر در پژوهش ها مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر پنج تاریخ کاشت مختلف (پنج تاریخ کاشت از اول مهر با فواصل 15 روز) بر عملکرد، اجزای عملکرد و تجمع نیترات در گیاه اسفناج در شرایط آب و هوایی استان اصفهان بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت دو سال از نیمه شهریور سال1393 به منظور بررسی تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت اسفناج بذر خاردار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان واقع در 25 کیلومتری شرق اصفهان با طول جغرافیایی 51 درجه و 51 دقیقه شرقی و عرض جغرافیای 31 درجه و 32 دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا 1545 متر اجرا شد. بر اساس آمار 20 ساله هواشناسی، متوسط بارندگی و دمای سالیانه این ایستگاه به ترتیب برابر 110 میلی متر و 25 درجه سانتی‌گراد است. برخی ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول 1 نشان داده شده است.

در هر سال، آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد و نتایج دو ساله آزمایش تجزیه مرکب شدند. پنج تاریخ کاشت به فواصل 15 روز از اول شهریور ماه، تیمارهای آزمایشی را تشکیل دادند. اسفناج بذر خاردار حاصل هفت سال گزینش و تلاقی از بذر اسفناج شهر ری است که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم و دیسک انجام گرفته و بر اساس آزمون خاک 70 کیلوگرم فسفر خالص به صورت سوپر فسفات تریبل، 100 کیلوگرم پتاسیم خالص به صورت سولفات پتاسیم و40 کیلوگرم نیتروژن خالص (معادل 80 کیلوگرم اوره) به خاک اضافه شد. 40 کیلوگرم نیتروژن دیگر در مرحله 4-3 برگی به صورت سرک مصرف شد.

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the of soil testing

ویژگی Characteristic	مقدار Amount
بافت Texture	لومی Loam
شن Sand (%)	11
سی‌لت Silt (%)	40
رس Clay (%)	48
هدایت الکتریکی EC(dS m^{-1})	3.5
اسیدیته pH	7.9
مواد آلی Organic mater (%)	0.3
فسفر P (mg kg^{-1})	12.6
پتاسیم K(mg kg^{-1})	228
نیتروژن N (%)	0.075

بذر اسفناج در دو طرف پشته‌هایی بـه عـرض 60 سـانتی‌متـر (دو خط در هر طرف پشته) انجام شد به گونه‌ای که هـر کـرت آزمایشـی شامل چهار خط کشت با فواصل 30 سانتیمتر و طول 5 متر بـود. هـر پنج کرت با ویژگی‌های ذکر شده یـک تکـرار را تشـکیل مـی‌دادنـد. فاصله بین کرت‌ها نیم متر بود و بین تکرارها نیـز یـک متـر در نظـر گرفته شد. در هر دو سال برداشت از هر تاریخ کاشـت بـه فاصـله 50 روز از زمان کشت صورت گرفت. در دوران رشد و نمو، مراقبـت هـای زراعی لازم همچون سله شکنی و وجین انجـام گرفـت و آبیـاری بـر اساس کاهش50 درصد رطوبت از عمق نفوذ ریشه و از طریـق نمونـه گیری از خاک کرت های آزمایشی در پای بوته هـا و بـه روش وزنـی صورت پـذیرفت. در مرحلـه توسـعه کامـل بـرگ و قبـل از برداشـت محصول از هر کرت 10 بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات: تعـداد برگ، طول برگ، عرض پهنک برگ وطول دمبرگ اندازه‌گیـری شـد. جهت برآورد عملکرد پس از حذف دو فاصـله نـیم متـری از دوطـرف خطوط وسط هر کرت، بوته‌های دو خط (سطحی معادل دو متر مربـع) برداشت شد. مقدار نیترات نمونه با اسـتفاده از دسـتگاه یـون آنـالایزر (Ion Analyser Jenway 3040, England) بـر روی نمونه‌های کامل بوته (برگ و دمبرگ) محاسـبه و ثبـت شـد. در ایـن روش 0/5 گرم از نمونه خشـک گیـاهی بـا 50 میلـی‌لیتـر آب مقطـر مخلوط و به مدت 45 دقیقه با دستگاه هم زن با سـرعت 180 دور در دقیقه عصاره گیری شده و پـس از عبـور عصـاره از کاغـذ صـافی بـا دستگاه یون آنالایزر مقدار نیترات اندازه گیری می‌شود. برای محاسبه درجـه-روز-رشـد(GDD= Growth degree day)، از رابطـه زیر استفاده شد (20)، که در آن:

$$GDD = \left(\frac{T\max + T\min}{2} \right) - Tb$$

GDD: درجه-روز-رشد

Tmax: بیشینه (حداکثر) روزانه دما

Tmin:کمینه (حداقل) روزانه دما

Tb: دمای پایه می باشد کـه بـرای اسـفناج 5 درجـه سـانتیگراد درنظر گرفته شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نـرم افـزار SAS انجام و میانگین‌ها با روش LSD (پنج درصد) مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف اسـفناج در جـدول 2 نشان داده شده است. با توجه به یکسـان بـودن شـرایط در دو سـال آزمایش (آبیاری و مراقبت های یکسان) و همچنـین فقـدان بارنـدگی موثر در طول دوره رشد، مهمترین عامل اقلیمی که می توانست باعث ایجاد تفاوت در دو سال آزمایش شود، دمای هوا بود. میانگین دمـا در طول دوره رشد در دو سال پژوهش نوسان قابل ملاحظـه ای نداشـت (شکل 1)، بنابراین طبیعی بود که تاثیر سال و برهمکنش سال و تاریخ کاشت بر هیچ یک از صفات آزمایشـی معنـی‌دار نباشـد. تـاثیر تـاریخ کاشت بر صفات عملکرد، تعداد برگ و مقدار نیترات (در سطح احتمال 5 درصد) و

شکل 1- تغییرات میانگین روزانه دما در طول دوره رشد

Figure 1- Changes in daily average temperatures during the growing season

جدول 2 - تجزیه واریانس صفات در تاریخ کاشت‌های مختلف اسفناج

Table 2- Analysis of variance of traits in different spinach sowing date

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						
		عملکرد تازه Fresh yield	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دمبرگ Petiole length	ارتفاع بوته Plant height	مقدار نیترات NO_3^-
سال Year (Y)	1	12.60 ns	15.06 ns	17.29 ns	11.70 ns	10.14 ns	14.01 ns	12.66 ns
خطا Error	4	6.03	2.29	7.70	5.04	4.01	2.06	4.94
تاریخ کاشت Sowing date(S)	4	84.07*	60.00 *	22.02**	15.20 **	19.41 **	11.68**	16.60*
تاریخ کاشت×سال (Y×S)	4	5.60 ns	6.11 ns	5.20 ns	2.13 ns	1.04 ns	2.01 ns	2.06 ns
خطا Error	16	12.00	9.95	13.10	8.05	7.58	6.64	9.00
ضریب تغییرات% CV		16.01	10.44	11.75	9.12	9.60	15.11	14.64

ns: غیرمعنی‌دار، *: معنی دار در سطح احتمال 5 درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال 1درصد

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

طول برگ، عرض برگ، طول دمبرگ و ارتفاع بوته (در سطح احتمال 1 درصد) از نظر آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین مربوط به تاثیر تاریخ کاشت های مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده در جدول 3 نمایش داده شده است.

تاثیر تاریخ کاشت های مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد

عملکرد تازه در تاریخ کاشت 15 شهریور 43/05 تن در هکتار بود که نسبت به سایر تاریخ های کشت به طور معنی‌دار (سطح احتمال 5 درصد) عملکرد بالاتری داشت (جدول 3) . عملکرد زیادتر در این تاریخ کاشت به دلیل افزایش تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ و ارتفاع بوته در این تاریخ کاشت بود. افرایش عملکرد تاریخ کاشت 15 شهریور نسبت به تاریخ کاشت های اول شهریور، اول مهر، 15 مهر و اول آبان به ترتیب 1/54، 2/01، 1/64 و 3/67 برابر بیشتر بود. تفاوت معنی داری بین عملکرد تاریخ کشت های اول شهریور، اول مهر و 15 مهر مشاهده نشد (سطح احتمال 5 درصد) اما تاریخ کشت اول آبان کمترین مقدار عملکرد را داشت. تعداد برگ جزء نسبتا ثابت تری نسبت به سایر اجزای عملکرد بود و فقط در تاریخ کاشت 15 شهریور نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت دیگر افزایش معنی‌دار داشت. دو تاریخ کاشت 15 مهر و اول آبان به ترتیب با ارتفاع بوته‌های 14/2 و 11/37 سانتی متر به طور معنی‌دار ارتفاع کمتری نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت داشتند.

برتری عملکرد اسفناج به دلیل تعداد برگ (بیش از 20 برگ) و طول پهنک برگ بیشتر (17/25 سانتی متر) در پژوهش های دیگر نیز مورد تاکید قرار گرفته است (3 و 14). تعداد برگ به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل تاثیر گذار برعملکرد اسفناج با توجه به رقم و شرایط محیطی می تواند دچار تغییر شده و در برخی از پژوهش ها دامنه‌ای از 12 تا 23 عدد برای آن ذکر شده است (3). به هر حال پس از رسیدن گیاه به یک مرحله نموی مشخص، تعداد برگ ثابت بوده (در این پژوهش 15 شهریور) و از آن پس این ابعاد برگ (طول و عرض پهنک برگ) است که عامل تعیین کننده افزایش عملکرد می‌شود. در شرایطی که رشد برگ‌ها با دمای پایین مواجه شود (مشابه شرایط تاریخ کاشت اول مهر، 15 مهر و اول آبان)، برگ‌های اسفناج برای سازش با شرایط موجود ضخامت برگ‌ها را افزایش داده و از گسترش طولی سطح برگ‌ها کاسته می‌شود (5). ارتفاع بوته‌ها به ویژه در تاریخ کشت‌های 15 مهر و اول آبان به طور قابل توجهی کاهش یافت (تقریبا نصف ارتفاع سایر تیمارها) که این امر نه تنهایکی از دلایل افت عملکرد این تیمارها محسوب می شود بلکه به عنوان یک صفت نامطلوب از نظر برداشت مکانیزه نیز می‌باشد (18).

رابطه تاریخ کاشت و تجمع نیترات در اسفناج

رابطه غلظت نیترات گیاه و تاریخ کاشت در شکل 2 نشان داده شده است. در تاریخ کاشت اول شهریور ماه مقدار نیترات گیاه (شامل

برگ و دمبرگ) در حداقل مقدار خود قرار داشت و از این تاریخ تا تاریخ کاشت اول آبان، رابطه‌ای خطی و معنی‌دار بین مقدر نیترات و تاریخ کاشت مشاهده شد.

تاریخ کاشت‌های مختلف می‌تواند از طریق تاثیر بر طول روز، میزان و شدت نور دریافتی بر میزان نیترات گیاه تاثیر گذارد. عدم تعادل بین جذب نیترات و کاهش ان درون بافت‌های گیاهی می تواند دلیل افزایش میزان نیترات در سطوح بالاتر از حد مجاز باشد (8) فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز که نقش کاهنده نیترات موجود در اندام های هوایی را داشته با افزایش دما تا 25 درجه افزایش می یابد (5). در پژوهش حاضر با فاصله گرفتن از تاریخ کاشت اول شهریور (به سمت آبان) علاوه بر کاهش نور دریافتی دما نیز کاهش یافته و طبیعی است که با کاهش فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز شرایط برای تجمع نیترات مهیا تر باشد. کیفیت نور دریافت شده توسط گیاه نیز بر تجمع نیترات تاثیر داشته و نورقرمز به دلیل نقش بیشتر در تحریک فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز در کاهش تجمع نیترات بر نور آبی برتری دارد (4). در برخی از پژوهش ها مقدار نور قرمز برای تاثیر بر کاهش تجمع نیترات گیاه، هشت برابر مقدار نور آبی ذکر شده است (24). شاید افزایش نسبت نور آبی به قرمز در کشت های پاییزه نسبت به کشت های بهاره (به دلایل شرایط ابری) نیز یکی از دلایل افزایش بیشتر تجمع نیترات در این تاریخ های کشت نسبت به کشت‌های بهاره باشد.

جدول3 - تأثیر تاریخ کاشت‌های مختلف بر عملکرد تازه، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ و ارتفاع بوته اسفناج

Table 3 - Effect of sdate owing on fresh yield, leaf number, leaf length, leaf width, and plant height of spinach

تاریخ کاشت Sowing Date	عملکرد تازه Fresh yield ($t\ ha^{-1}$)	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)
اول شهریور 22 Aug.	27.89b	12.5b	11.56b	6.06b	24.75b
15شهریور 5 Sep.	43.05a	14.75a	13.62a	9.06a	29.68a
اول مهر 22 Sep.	20.47b	12.00b	9.62c	6.56b	23.00b
15مهر 6 Oct.	26.14b	12.00b	6.60d	5.11b	14.12c
اول آبان 22 Oct.	12.27c	12.00b	5.69d	3.04c	11.37c

اعداد با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری تفاوتی ندارند (LSD 5%)

- The numbers in each column with the same letters are not statistically different (LSD 5%)

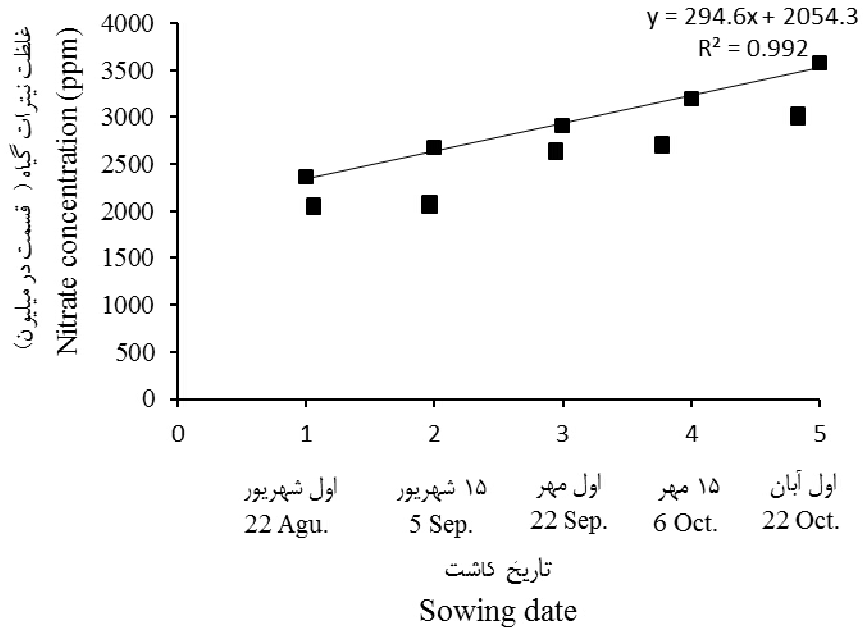
رابطه غلظت نیترات گیاه و مجموع درجه-روز- رشد دریافت شده در طول دوره رشد گیاه در تاریخ کاشت های مختلف در شکل 3 نشان داده شده است. در تاریخ کاشت اول شهریور که در آن بیش از 700 درجه-روز- رشد دما جذب شده است، مقدار نیترات بافت های گیاه کمتر از 2500 قسمت در میلیون است در حالی که در تاریخ کاشت اول آبان که در آن کمتر از 100 درجه-روز- رشد جذب گیاه شده، مقدار نیترات به بیش از 3600 قسمت در میلیون افزایش یافته است.

رابطه تاریخ کاشت و تجمع نیترات در بخش های مختلف گیاه اسفناج

همان طور که در شکل 4 نشان داده شده است مقدار نیترات در دمبرگ، پهنک و کل گیاه با تاخیر در تاریخ کاشت از اول اردیبهشت تا اول آبان افزایش معنی داری داشته است اما این افزایش در دمبرگ گیاه به مراتب بیشتر است به گونه ای که در تایخ کاشت‌های 15 مهر و اول آبان مقادیر نیترات دمبرگ به بیش از 4000 قسمت در میلیون افزایش یافت. در برخی از پژوهش‌ها حد مجاز نیترات برای اسفناج تازه 2500 قسمت در میلیون و برای اسفناج یخ زده و بسته بندی شده 2000 قسمت در میلیون در نظر گرفته می‌شود (10). در دیگر پژوهش‌ها حد مجاز نیترات بر اساس فصل کشت تعریف شده و برای تاریخ کاشت های 11 آبان تا 12 فرودین 3000 میلی گرم به ازا هر کیلوگرم وزن تر و برای تاریخ کاشت‌های 13 فرودین تا 10 آبان 2500 میلی گرم به ازا هر کیلوگرم وزن تر در نظر گرفته شده است (8).

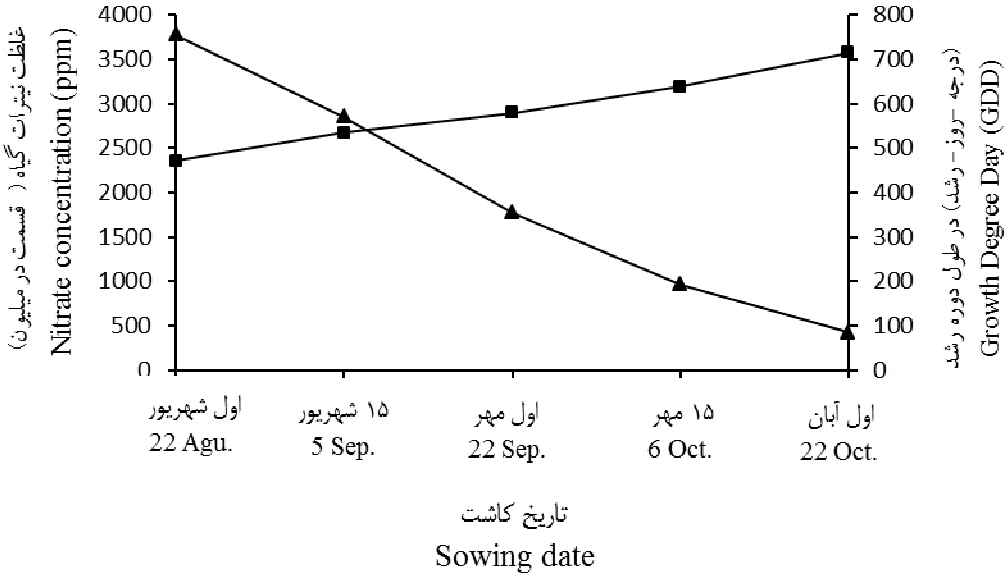
بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، مقدار جذب مجاز روزانه نیترات و نیتریت به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن به ترتیب برابر 0/06 و صفر تا 3/7 میلی گرم گزارش شده است (2) معمولا سبزیجاتی که در فصل پاییز در عرض های جغرافیایی بالا با مقدار

نور کم کشت شوند (به شرط غنی بودن نیتروژن خاک) با مشکل افزایش نیترات مواجه می شوند(23) مقدار نیترات در دمبرگ نسبت به پهنک برگ بیشتر است (برخلاف میزان اگزالات).



شکل2- رابطه تاریخ کاشت اسفناج با غلظت نیترات گیاه

Figure 2- The relationship between sowing date and spinach nitrate concentrations

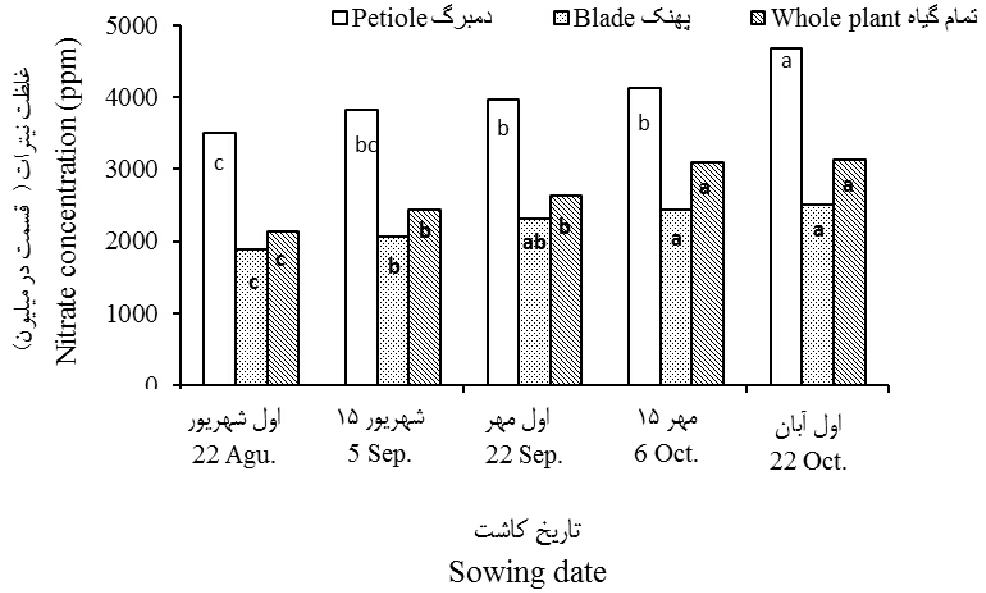


شکل3- رابطه نیترات گیاه اسفناج با درجه-روز- رشد دریافتی در تاریخ کاشت های مختلف

Figure 3- The relationship between growth degree days received and spinach nitrate concentrations in different sowing date

در آمریکا میزان نیترات برگ اسفناج دامنه ای از 130 تا 4100 و در کره دامنه‌ای از 427 تا 7439 میلی گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن تر داشت (15). در پژوهشی که برای تعیین مقدار نیترات سبزیجات در دو فصل زمستان و بهار انجام شد، مقدار میانگین نیترات اسفناج در زمستان 886 و در بهار 748 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر بود (23). برخی پژوهش ها نشان می دهد مقدار آنزیم نیترات ریداکتاز در

دمبرگ اسفناج (به ویژه ارقام وحشی) نسبت به پهنک کمتر بوده و دمبرگ‌ها به عنوان محلی برای ذخیره نیترات مطرح هستند (7).



شکل4- رابطه تاریخ کاشت اسفناج با غلظت نیترات در قسمت های مختلف گیاه اسفناج
در هر اندام، حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار است (LSD 5%)
The relationship between sowing date and nitrate concentrations in different parts of spinach- Figure 4
- In each organ, the same letters indicate no significant difference (LSD 5 percent)

با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش، تاریخ کاشت نه تنها می تواند بر کمیت عملکرد تولیدی تاثیر داشته باشد، به شکل قابل توجهی بر کیفیت محصول و تجمع نیترات در اندام های گیاه اسفناج نیز اثر می گذارد. با توجه به این که معمولا تمام گیاه اسفناج (برگ به همراه دمبرگ) مورد استفاده قرار می گیرد و با عنایت به این مطلب که مقادیر نیترات در کل اندام های گیاه به ترتیب در تاریخ کاشت های اول شهریور، 15 شهریور، اول مهر، 15 مهر و اول آبان به ترتیب برابر 2135، 2438، 2620، 3089 و 3125 میلی گرم به ازا هر کیلوگرم وزن تر (شکل 3)، انتخاب تاریخ کاشت های پس از 15 شهریور نه تنها موجب افت قابل توجه عملکرد می شود (جدول 3)، می تواند مخاطراتی نیز به جهت نیترات تجمع یافته در گیاه به همراه داشته باشد (حد مجاز نیترات برای تاریخ کاشت های این مطالعه 2500 میلی گرم به ازا هر کیلوگرم وزن تر می باشد).

ضرایب همبستگی

ضریب همبستگی بین صفات آزمایشی در جدول 4 نشان داده شده است. این ضرایب بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار بین تعداد برگ و طول و عرض برگ (ضرایب همبستگی به ترتیب *0/40 و *0/54) بود. به طور مشابه در مقایسه 44 توده اسفناج ایرانی همبستگی معنی داری بین طول و عرض پهنک برگ گزارش شده است (**0/829) (9). رابطه مثبت مشابهی بین طول دم برگ و طول و عرض برگ مشاهده شد. نتایج بدست آمده نشان داد برای دستیابی به عملکردهای زیادتر تعداد برگ (*r=/44)، طول برگ (**r=0/81) و عرض برگ (**r=0/70) هرسه دارای اهمیت بوده و انتخاب تاریخ مناسب کشت می تواند هر یک از این اجزاء را تحت تاثیر قرار دهد. در پژوهش حاضر با فاصله گرفتن از تاریخ کشت 15 شهریور (زودتر یا دیرتر) هر یک از سه جزء فوق به صورت منفی تحت تاثیر قرار گرفته است.

جدول 4 - ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در اسفناج

Table 4- Phenotypic correlations coefficients among traits of study of spinach

ردیف	صفات	1	2	3	4	5	6
1	وزن تر Fresh yield	1					
2	طول برگ Leaf length	0.81**	1				
3	عرض برگ Leaf width	0.70**	0.62*	1			
4	طول دم برگ Petiole length	0.41*	0.31*	0.44*	1		
5	نیترات Nitrate	0.23 ns	0.09 ns	0.11 ns	0.17 ns	1	
6	تعداد برگ Leaf number	0.44*	0.40*	0.54*	0.34*	0.04 ns	1

ns : غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح 5 درصد، **: معنی‌دار در سطح 1درصد

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

منابع

1. Alamian M., Eftekhari S. A., Heidari M., Alamzadeh Ansari N. 2014. Evaluation of nitrate accumulation and nitrate reductase activity in different vegetative growth of selected Iranian land races of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Crop Production and Processing, 3:25-36 (in Persian).
2. Anjana S.U., and Iqbal M. 2007. Nitrate accumulation in plants factors affecting the process, and human health implications. Agronomy for Sustainable Development, 27: 45–57.
3. Asadi H., and Hasandokht M.2007. Study of genetic diversity on Iranian spinach genotypes. Journal of Agricultural Sciences, 38:257-265 (in Persian).
4. Bian Z.H., Chang Yang Q., and Liu W.K. 2015. Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95:869-877.
5. Boese S.R. and Huner P.A. 1990. Effect of growth temperature and temperature shifts on spinach leaf morphology and photosynthesis. Plant Physiology, 94: 1830-1836.
6. Breimer T. 1982. Environmental factors and cultural measures affecting the nitrate content in spinach. Wageningen. Uni. 102pp.
7. Chiu C., Lin C., Hsia A.P., Ching Su, R., Lin H.L., and Tsay Y.F. 2004. Mutation of a nitrate transporter, AtNRT1:4, results in a reduced petiole nitrate content and altered leaf development. Plant and Cell Physiology, 45:1139-1148.
8. Citak S., and Sonmez S. 2010. Effects of conventional and organic fertilization on spinach (*Spinacia oleracea* L.) growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two successive seasons. Scientia Horticulturae, 126: 415-420.
9. Eftekhari, A., and Hasandokht M.R., Fatahimoghadam M.R., and Kashi A. 2010. Iran spinach genetic diversity using morphological characteristics. Iranian Journal of Horticultural Science, 41:83-93 (in Persian).
10. Elia A., Santamaria P., and Serio F. 1998. Nitrogen nutrition, yield and quality of spinach. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76:341-346.
11. FAOSTAT .2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011) FAO, faostat.fao.org/.
12. Hord N.G., Tang Y., and Bryan N.S. 2009. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. The American Journal of Clinical Nutrition, 90:1–10.
13. Imai S., and Higa T. 1994. Effect of EM on the Growth and Yield of Spinach. Second International Conference on Kyusei Nature Farming, October 7-11. Brasil, pp. 92-96.
14. Jafari P., and Jalali A.H.2014. Yield and nitrate accumulation comparison in five Iranian spinach landraces in Isfahan province. Journal of Crop Production and Processing, 13:217-225 (in Persian).
15. Kaminishi A. and Nobuhiro K. 2006. Seasonal change of nitrate and oxalate concentration in relation to the growth

rate of spinach cultivars. HortScience, 41: 1589-1595.
16. Kunicki E., Grabowska A., Sekara A. and Wojciechowska R. 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and bio stimulant treatment on the yield of spinach. Folia Horticulturae, 22:9-13.
17. Maroufi K., Farahani H.A. and Moaveni P. 2011. Effects of hydro priming on seedling vigor in spinach. Advances in Environmental Biology, 5:2224-2227.
18. Peyvast G.H. 2006. Olericulture. Daneshpazir Press, 487p (in Persian).
19. Ramadan A.Y. 2004. Effect of planting date and slow release nitrogen fertilizer on yield and quality of spinach. Ph.D. Thesis, Fac. Agric., Mansoura Univ., Egypt. 267pp.
20. Russel M.P., Wallace W., Olson R.A., and James P. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science, 24:28-32 .
21. Salk A., Arın L., Deveci M., and Polat S. 2008. Special Vegetable Production. Onur Press, Tekirdag, 488 p.
22. Shahid Umar A., Iqbal M., and Abrol Y.P. 2007. Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits? Current Science, 92:355-360.
23. Shahlaei A., Alamzadeh Ansari N., and Sedighie F. 2007. Evaluation of nitrate and nitrite content of Iran southern (Ahwaz) vegetables during winter and spring of 2006. Asian Journal of Plant Sciences, 6:1197-1203.
24. Wen J., Bao S., Yang Q.C., and Cui H.X. 2009. Influence of R/B ratio LED lighting on physiology and quality of lettuce. Chinese Journal of Agrometeorology, 3:413-416.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 3, Fall 2017, P. 533-542
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 3، پاییز 1396، ص. 542-533
شاپا: 2008 - 4730

The Effect of Planting Date on Yield and Nitrate Accumulation in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) in Esfahan Weather Conditions

P. Jafari[1]* - A. Jalali[2]

Received: 01-06-2016
Accepted: 28-02-2017

Introduction: The fresh, steamed and boiled spinach were used because of antioxidant compounds that have great biological value. This plant is usually rich in nitrates that can play an important role in reducing heart attacks. Each year, more than 30% of the area under cultivation leafy vegetables in Iran, was allocated to spinach. Spinach growing in both spring and autumn or summer, has poor quality due to stem production. Higher spinach yield have been reported in autumn cultivation (compared to spring or winter planting). The nitrogen-rich lands, little light condition, excessive use of nitrogenous fertilizers and plants during the growing season short cause some plants like spinach, are faced with the problem of nitrate accumulation. The accumulation of nitrate in vegetables will be different depending on the species and genetic differences.

Materials and Methods: This research was conducted for two years in Kabootarabad Agricultural Research Station of Isfahan in order to determine the most suitable planting prickly seed spinach. Each year, of experiment was based on randomized complete block design with four replications and the results were reported based on two-year combined data analysis. Five planting dates at intervals of 15 days from the beginning of September had been adjusted. Prickly seed spinach was prepared from Seed and Plant Improvement Institute. In full leaf development stage and before the harvest of each plot, 10 plants randomly were selected and measured attributes including number of leaves, leaf length, leaf width and length of the petiole. In order to assess yield, two central rows of plants per plot (surface equivalent to two square meters) were analyzed after removing two distance of half a meter from each side. Nitrate samples were analyzed using ion analyzer. Statistical analyses of the data, correlated traits were performed using SAS software and comparisons of means using LSD at 5%.

Result and discussion: According to the results, year had no significant effect on traits. 5 September sowing date, GDD=571 was diagnosed as the best spinach planting date yielding 43 tons per hectare. Delayed planting date of 5 September to 22 October showed significant yield reduction and the amount of nitrate accumulation in plants also increased linearly. Number of leaves can be changed as one of the main factors influencing the performance of spinach according to cultivar and environmental conditions and in some studies they were ranged from 12 to 23. Amounts of nitrate accumulation in spinach were 2675, 2898, 3189 and 3571 ppm of fresh weight in different planting date of 5 September (571 GDD), 22 September (354 GDD), 6 October (193 GDD) and 22 October (84 GDD), respectively. The different sowing date, petiole nitrate accumulation varied from 3513 to 4680 ppm. Nitrate accumulation was ranged from 2135 to 3125 ppm wet weight in leaf blade. Different planting dates can influence on the length of day and intensity of light and thus can affect the amount of nitrate in plant. After planting date of August 22, temperature and radiation also reduced, and therefore it is natural that reduce the activity of the enzyme nitrate reductase and be more prepared conditions for nitrate accumulation. According to the World Health Organization, the uptake of nitrate and nitrite per kg of body weight daily allowance, equal to 0.06 and 0- 7.3 mg has been reported. The quality of light received by the plant also had an effect on nitrate accumulation, and red light compared to blue light has a greater role in stimulating the enzyme nitrate reductase activity and thus is more effective in reducing nitrate accumulation.

Conclusion: Climatic conditions affect the quantity and quality of vegetative organs. The results of this study showed that unsuitable spinach planting date will reduce not only yield, but also increases the concentration of nitrate (over 2500 ppm of fresh weight) and it may causes risks for consumers.

Keywords: Plant height, Leaf number, Growth degree days (GDD), Petiole

1- Research trainer, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
(*-Corresponding Author Email: peimanjafari@yahoo.com).
2- Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.