ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد دانه گندم زمستانه در پاسخ به تراکم بوته و تاریخ کاشت

فرحناز ممتازی[۱]، یحیی امام[۱] و نجفعلی کریمیان[۲]

چکیده

در یک پژوهش مزرعه‌ای دوساله با استفاده از طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه، ویژگی‌های رشد و عملکرد گندم زمستانه رقم شیراز در واکنش به سه تاریخ کاشت و چهار تراکم بوته مورد بررسی قرار گرفت. تاریخ‌های کاشت (۱۵آبان، ۱۵آذر، ۱۵دی) را کرت‌های اصلی و چهار تراکم (۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ بوته در متر مربع) را کرت‌های فرعی تشکیل می‌دادند. نتایج نشان داد که کاشت تأخیری با کاهش عملکرد دانه همراه بود، به نحوی که عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ دی به طور معنی‌داری کمتر از تاریخ‌های کاشت ۱۵ آبان و ۱۵ آذر بود. به علاوه، با تأخیر در کاشت مراحل نموی بوته‌ها با سرعت بیشتری سپری شد و بوته‌ها دوره رشد خود را سریع‌تر به پایان رساندند. روند تغییرات شاخص سطح برگ و وزن خشک بوته‌ها نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت، به طوری‌که در تاریخ کاشت زودتر و تراکم کاشت زیادتر، شاخص سطح برگ بیشتری در هر نمونه برداری به دست آمد. با تأخیر در کاشت تعداد ساقه بارور در واحد سطح مزرعه کاهش یافت، گرچه در تراکم‌های زیادتر تعداد ساقه بیشتری در واحد سطح تولید شد، ولی در مرحله مرگ و میر پنجه‌ها کاهش شدیدتری در تعداد ساقه در مترمربع در این تراکم‌ها مشاهده گردید. بررسی روند تغییرات وزن خشک شاخساره در طول فصل نشان داد که در تراکم‌های زیادتر و تاریخ کاشت زودتر، وزن خشک بیشتری تولید شد، که این موضوع در ارتباط با زمین پوشی زودتر و دریافت بیشتر تابش پاییزی بود. در مجموع، بر اساس نتایج پژوهش حاضر برای مناطق آب و هوایی مشابه با محل اجرای این پژوهش، گندم زمستانه را می‌توان برای گذران مطلوب مراحل رشد و نمو خود و تولید عملکرد قابل قبول، تا نیمه آذرماه و با تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع کشت کرد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تراکم بوته، شاخص سطح برگ، وزن خشک، گندم زمستانه

---

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲. استاد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

با استفاده بهینه از نهاده‌ها مانند کودهای شیمیایی، کودهای آلی و مدیریت مطلوب زراعی شامل تهیه به موقع و مناسب زمین، کاشت به موقع با تراکم بهینه بذر، امکان افزایش عملکرد گندم وجود دارد(۳۱). در هر منطقه برای دست‌یابی به عملکرد بهینه، یک زمان کاشت معین وجود دارد که توسط شرایط آب و هوایی، فراهم بودن بستر کاشت، رطوبت، بذر، رقم مورد نظر و زمان محتمل برای شیوع آفات و بیماری‌ها، تعیین می‌شود (۳). هدف از تعیین تاریخ کاشت بهینه، تعیین دوره زمانی است که مجموعه عوامل محیطی حاکم در آن دوره برای جوانه زنی، سبز شدن، استقرار و بقای نهال بذرها مناسب باشد، به نحوی که گیاه زراعی تا حد ممکن در هر مرحله از رشد در شرایط مطلوبی قرار گیرد و از برخورد هر یک از مراحل نموی با شرایط نامساعد محیطی اجتناب شده باشد(۲، ۱۱ و ۳۱).

کاشت زود هنگام، در مناطقی که با محدودیت رطوبت خاک مواجه هستند، باعث تخلیه سریع رطوبت خاک شده و ممکن است رشد بهاره گیاه با کمبود رطوبت مواجه شود(۲۴)، هم‌چنین کشت زود هنگام باعث می‌شود که نیاز سرمایی گیاه زودتر رفع شده و گیاه در اواخر زمستان به ساقه رود، که به نوبه خود، احتمال آسیب سرمازدگی را افزایش می‌دهد (۲۴ و۳۴). به علاوه، کشت زود هنگام، با ازدیاد تعداد پنجه در هر بوته همراه است، که این پنجه‌ها با یکدیگر رقابت کرده و باعث تخلیه آب و عناصر غذایی خاک شده و ممکن است گیاه زراعی را در مراحل بعدی شکل‌گیری عملکرد دانه، با کمبود منابع(Resources) مواجه سازند.

از سوی دیگر، تأخیر در کاشت که بنا به عواملی چون تأخیر در برداشت محصول قبلی یا برخورد با شرایط نامساعد آب و هوایی در زمان مناسب کاشت رخ می‌دهد، نیز سبب بروز عوارضی می‌گردد که منجر به کاهش عملکرد می‌شود (۱). بقای گندم زمستانه به عواملی مانند سازگاری به سرما، شدت سرما و دمای پایین بین پاییز تا بهار و میزان تابش در خلال رشد و نمو پنجه‌ها بستگی دارد (۲۹). این عوامل را می‌توان تا حدودی توسط مدیریت مزرعه کنترل کرد. از بین عوامل مدیریتی قابل کنترل شاید مهم‌ترین عامل، تاریخ کاشت باشد (۳ و۲۹). در طی پاییز و ابتدای زمستان کاهش تدریجی میانگین دمای محیط باعث انگیزش فرایند مقاوم شدن(Hardening) تدریجی گیاه می‌شود، که برای مقاومت در برابر سرما و یخبندان ضروری است (۱و۱۴).

تأخیر در کاشت می‌تواند سبب کاهش مدت زمان لازم برای رشد و نمو پنجه‌ها شده که خود باعث تولید تعداد ناکافی سنبله در واحد سطح برای حصول به یک عملکرد مطلوب می‌گردد، از طرفی، کشت دیرتر باعث می‌شود نمو بوته‌ها تحت رژیم‌های دمایی و طول روزهای متفاوتی صورت گیرد (۱۴)، فاصله زمانی بین ظهور دو برگ متوالی(Phyllochron) در آنها کاهش یافته(۳) و برگ‌های کوچک‌تری تولید می‌کنند (۳۱) و بنابراین، به تعداد بیشتری بوته در واحد سطح برای جبران نسبی کاهش تعداد پنجه‌ها نیاز است (۲۴). به علاوه، دیر کشت کردن گندم با کاهش تعداد بوته استقرار یافته در واحد سطح همراه خواهد بود (۳۷). مصادف شدن دوره سبز شدن بوته‌ها با یخبندان (۱و۳) و متعاقب آن هم‌زمان شدن دوره پرشدن دانه با هوای گرم در بهار از دلایل کاهش محصول است. تأخیر در کاشت گندم باعث کاهش دوره رشد رویشی (۴)، نقصان تعداد برگ و در نهایت کاهش سطح برگ می‌شود (۵). فتحی و همکاران (۷) کاهش عملکرد دانه گندم رقم دنا را با تأخیر در کاشت از ۱۵ مهر تا ۱۵ آبان در منطقه یاسوج گزارش کردند. در عین حال ممکن است اثر تاریخ کاشت بر عملکرد در بعضی شرایط معنی‌دار نگردد. به عنوان مثال شرفی‌زاده و همکاران (۶) در بررسی اثر چهار تاریخ کاشت با فاصله ۱۵ روزه بر روی جو (*Hordeum vulgare* L.) مشاهده کردند که اثر تاریخ کاشت بر عملکرد جو، در منطقه دزفول معنی‌دار نبود.

تراکم مطلوب بوته گندم از عوامل مؤثر در تولید بهینه می‌باشد(۲۲). هر چند گندم به دلیل داشتن خاصیت پنجه‌زنی، انعطاف‌پذیری مناسبی از نظر تراکم بوته داراست(۱۱ و۳۷)، به نحوی که در محدوده وسیعی از تراکم بوته، عملکرد دانه مشابه

خواهد بود(۳۰). کورنی و هگارتی (۱۳) گزارش کردند که در یک آزمایش۵ ساله، اختلاف معنی داری در عملکرد دانه در میزان‌های بذر۲۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد، که در چنین شرایطی استفاده از بذر کمتر، موجب صرفه جویی در مصرف بذر خواهد گردید. ولی به اعتقاد هاسل و بیکر (۲۲) اگر عملکرد دانه مدنظر باشد، تراکم بوته مطلوبی وجود دارد، که در آن، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌شود. در صورتی که تراکم بوته کم باشد، از پتانسیل تولید به نحو مطلوبی استفاده نشده و مواد فتوسنتزی به جای این که به مصرف تولید دانه برسند، صرف رشد رویشی یا تنفس گیاه می‌شوند (۵).

شاخص سطح برگ (Leaf Area Index)(LAI) نقش عمده‌ای در میزان فتوسنتز و تنفس سایه انداز گیاهی(Canopy) دارد(۹). به طوری که برای دست‌یابی به حداکثر فتوسنتز خالص، شاخص سطح برگ مطلوبی وجود دارد(۱۳). به عقیده اوانز(۱۹) در مراحل اولیه نمو گیاهی، هم‌بستگی فتوسنتزی سایه‌انداز با رشد برگ بیشتر است، ولی در مراحل نهایی نمو گیاه، تفاوتی که در فتوسنتز سایه انداز گیاه زراعی مشاهده می‌شود، ممکن است به دلیل تفاوت در میزان تقاضا برای مواد پرورده باشد(اندازه مقصد).

شاخص سطح برگ گندم تا حول و حوش گل دهی افزایش می‌یابد (۱۹)، با افزایش شاخص سطح برگ، شدت نور در پایین سایه‌انداز کم شده و نه تنها افزایشی در وزن خشک برگ‌های پایینی مشاهده نخواهد شد(۲، ۱۸ و ۲۰)، بلکه این برگ‌ها وزن خود را به تدریج با پویا شدن مواد موجود در آنها از دست داده و می‌میرند (۳۰).

پژوهش حاضر با هدف بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد دانه گندم زمستانه رقم شیراز در پاسخ به تاریخ‌های مختلف کاشت و تراکم‌های متفاوت بوته طراحی و اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. برخی اطلاعات هواشناسی منطقه آزمایشی از جمله بیشینه و کمینه دما، رطوبت نسبی و میزان بارندگی در جدول ۱ ارائه شده است. بافت خاک مزرعه سیلتی رسی و میانگین pH آن ۷/۷۲ بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. هر کرت اصلی شامل سه تاریخ کاشت (۱۵ آبان ۱۵ آذر و ۱۵ دی) و کرت‌های فرعی شامل تراکم‌های ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ بوته در متر مربع گندم زمستانه رقم شیراز بودند.

روش کاشت به صورت خطی وکاشت با دست صورت گرفت. هر کرت فرعی شامل ۱۲ خط کاشت به فاصله ۱۳ سانتی‌متر و طول ۴ متر بود که سطوح تراکم بوته پس از سبز شدن بوته‌ها در مرحله ZGS=۱۱ (۳۹) از طریق تنک کردن بوته‌های اضافی حاصل گردید. زمین محل آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود و در اول پاییز هر سال با گاوآهن برگردان‌دار شخم و سپس دیسک زده شد. میزان مصرف کود شامل ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار به صورت پایه و ۲۰۰ کیلوگرم اوره (براساس آزمون خاک) که طی سه نوبت (با مقادیر مساوی) در هنگام کاشت، پنجه‌زنی و شروع پرشدن دانه (بعد از گل دهی) مصرف شد. در طول فصل رشد، آبیاری کرت‌ها به صورت یک نواخت و با استفاده از سیفون انجام شد. به منظور کنترل علف‌های هرز پهن برگ از علفکش تو- فور-دی در مرحله سه برگی استفاده گردید.

در طول فصل رشد بوته‌ها در مزرعه، ۶ نوبت نمونه برداری تخریبی صورت گرفت. در هر نمونه‌برداری ۵ بوته از خط‌های دوم از طرفین هر کرت برداشت و در کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه منتقل می‌گردید. سطح برگ بوته‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدلΔT Device) تعیین شد و وزن خشک بوته‌های هر نمونه برداری پس از گذاشتن بوته‌ها در آون در دمای ۷۵°C به مدت ۴۸ ساعت تعیین گردید. در هر نمونه برداری صفات دیگری از جمله تعداد کل پنجه‌های تولید

جدول۱. برخی اطلاعات هواشناسی منطقه آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۲

سال زراعی	بیشینه دما (ºC)	کمینه دما (ºC)	میانگین دما (ºC)	رطوبت نسبی (٪)	بارندگی (میلی‌متر)
۱۳۸۰–۸۱	۲۰/۹۲	۴/۴۱	۱۱/۰۳	۴۷/۴۰	۶۰۲
۱۳۸۱–۸۲	۲۰/۹۴	۴/۰۴	۱۲/۴۴	۵۱/۹۲	۴۰۰

شده در هر نمونه، میانگین تعداد پنجه در هر بوته و تعیین مراحل رشد بوته‌ها با استفاده از کد زیداکس(Zadoks decimal code) (۴۰) تعیین می‌گردید. مرحلهٔ رسیدن در تمام کرت‌ها هم‌زمان نبود، به طوری که تاریخ رسیدگی بین هفته دوم تا هفته سوم تیرماه متفاوت بود (جدول۲) ولی برداشت نهایی بوته‌ها در هفته سوم تیرماه از مساحت یک مترمربع از وسط هر کرت با کف بر کردن بوته‌ها از سطح خاک انجام گرفت و عملکرد دانه و اجزای آن اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. در تجزیه و تحلیل نتایج در مواردی که داده‌های دو سال با هم شباهت داشتند، میان‌گیری انجام شد و در غیر این صورت (مانند بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ) نتایج دو سال آزمایش به صورت جداگانه بررسی گردید. در مورد عملکرد دانه پس از انجام آزمون یک نواختی واریانس‌ها (آزمون بارتلت) و مشخص شدن یک نواختی واریانس‌ها، تجزیه مرکب انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و برای رسم نمودارها نرم افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

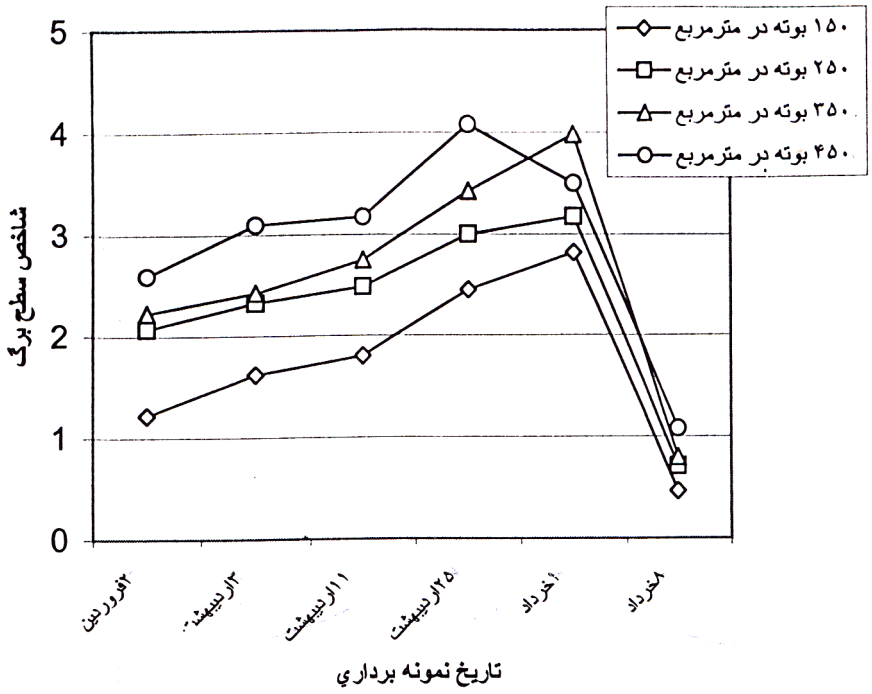
روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)

نحوه تغییرات شاخص سطح برگ تحت تأثیر تراکم بوته در دو سال آزمایش در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در هر دو سال از ابتدای فصل رشد تراکم‌های کمتر بوته دارای سطح برگ کوچک‌تری در مقایسه با تراکم‌های زیادتر (۳۵۰ و ۴۵۰ بوته در مترمربع) بودند. هم‌چنین در تراکم‌های زیادتر بوته، گیاهان زودتر به حداکثر شاخص سطح برگ رسیدند. به عنوان مثال، در سال اول آزمایش (۸۱–۱۳۸۰)، در تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع، شاخص سطح برگ در ۲۵ اردیبهشت (۲۳ هفته پس از کاشت) به بیشینه خود رسید، در حالی که در تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع حداکثر شاخص سطح برگ در اول خردادماه (۲۸ هفته پس از کاشت) حاصل شد. در سال دوم نیز این حالت به وضوح قابل مشاهده بود و حداکثر شاخص سطح برگ در تراکم‌های ۴۵۰ و ۱۵۰ بوته در متر مربع به ترتیب در۱۳ اردیبهشت و ۸ خرداد به دست آمد (شکل‌های۱ و ۲). علاوه بر مقدار حداکثر شاخص سطح برگ، طول دوره‌ای که شاخص سطح برگ حداکثر است، نیز دارای اهمیت می‌باشد (۳)، که طول این دوره در تراکم‌های۲۵۰ و۳۵۰ بوته در مترمربع، به ویژه درسال دوم آزمایش، بیشتر بود (شکل۲).

افزایش سریع‌تر شاخص سطح برگ سبب افزایش جذب تابش پاییزی خورشید در مراحل اولیه زندگی گیاه می‌شود(۳)، شاخص سطح برگ، قبل از بسته شدن سایه انداز، تأثیر زیادی بر سرعت رشد گیاه زراعی(CGR)(Crop Growth Rate) دارد(۱۳). بنابراین، هرچه سایه انداز گیاهی زودتر بسته شود، تابش دریافتی بیشترخواهد بود. پاکریج و دونالد(۳۰) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، هم میزان شاخص سطح برگ افزایش یافت و هم دست‌یابی به حداکثر شاخص سطح برگ زودتر عملی گردید. در پژوهش آنان، در بیشترین تراکم (۱۰۸۷ بوته در متر مربع) گیاهان بعد از۱۰ هفته، و در کمترین تراکم (۱/۴ بوته در مترمربع) بعد از ۱۷ هفته به حداکثر شاخص سطح برگ رسیدند. هم‌چنین، در پژوهش آنان در تراکم‌های زیادتر بوته، روند کاهش شاخص سطح برگ در انتهای فصل رشد

جدول۲. زمان رسیدن به مراحل سنبله دهی، گل‌دهی و رسیدن فیزیولوژیک برحسب تاریخ(اعداد اصلی) و روز پس از کاشت(اعداد داخل پرانتز) در تاریخ‌های مختلف کاشت

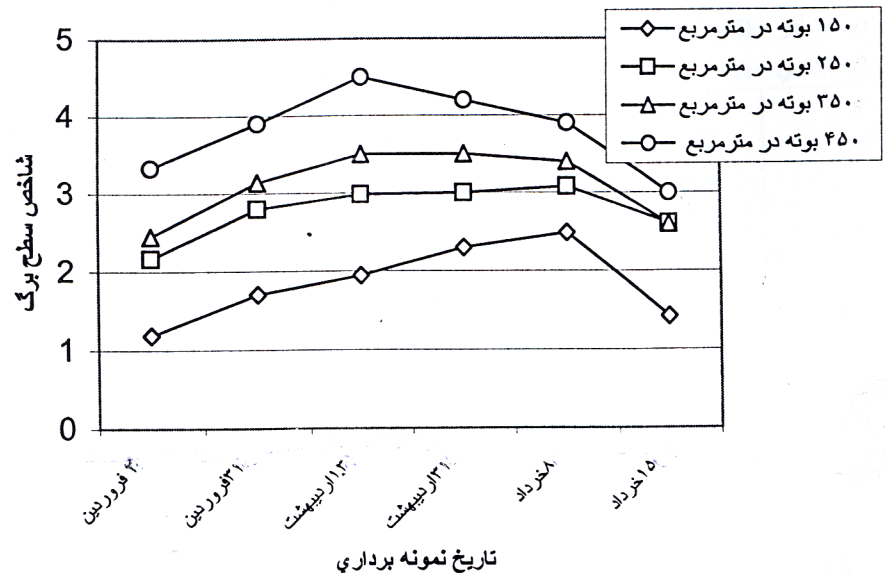
تاریخ کاشت	سنبله دهی	گل‌دهی	رسیدن فیزیولوژیک
۱۵ آبان	۲ اردیبهشت(۱۶۷)	۱۳ اردیبهشت(۱۷۸)	۱۰ تیر(۲۳۷)
۱۵آذر	۱۳ اردیبهشت(۱۴۸)	۲۰ اردیبهشت(۱۵۵)	۱۷ تیر(۲۱۴)
۱۵دی	۲۳ اردیبهشت(۱۳۰)	۳۱ اردیبهشت(۱۳۶)	۲۰ تیر(۱۸۷)



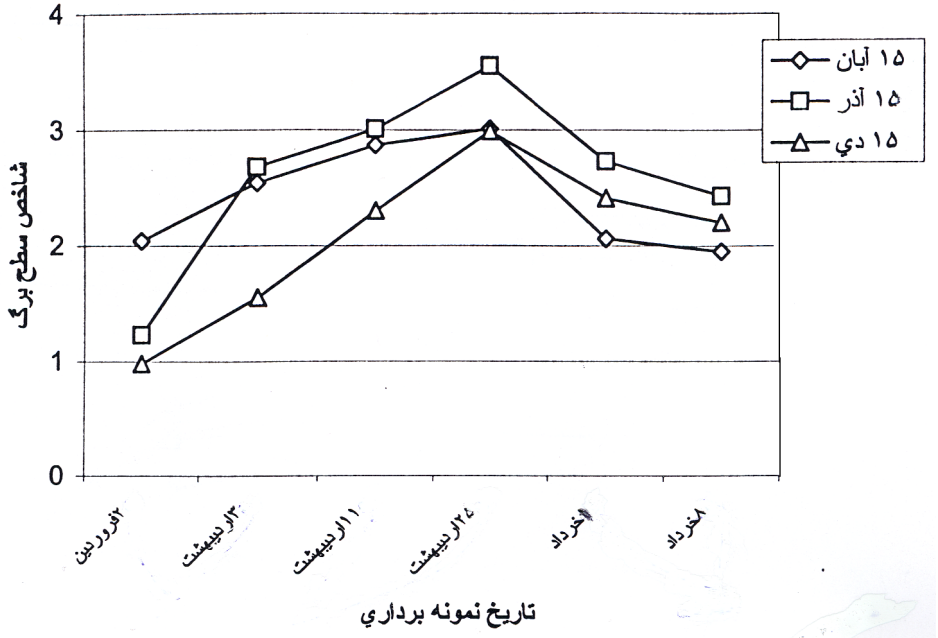
شکل۱. روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۸۱- ۱۳۸۰

سریع‌تر بود (۳۰) که این امر را به افزایش رقابت و کاهش دریافت تابش و در نتیجه افزایش سرعت مسن شدن و از بین رفتن برگ‌ها نسبت داده‌اند. در پژوهش حاضر نیز افت سریع‌تر شاخص سطح برگ در تراکم۳۵۰ بوته در مترمربع در هر دو سال آزمایش مشهود بود (شکل‌های ۱و۲).

اثر تاریخ کاشت بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در شکل‌های۳ و۴ نشان داده شده است. اگرچه در ابتدای فصل رشد، تیمار تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) دارای شاخص سطح برگ بیشتر و تیمار تاریخ کاشت سوم (۱۵ دی) دارای شاخص سطح برگ کمتری بود، بنابراین، حداکثر شاخص سطح برگ که در نمونه برداری چهارم (۲۵ اردیبهشت) حاصل گردید، در تیمار تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذر) از بقیه تیمارها بیشتر بود و این برتری تا انتهای فصل رشد در این تاریخ کاشت تداوم داشت (شکل۳). تاریخ کاشت سوم دارای کمترین شاخص سطح برگ، به ویژه در اوایل فصل رشد بود و تقریباً این روند تا پایان فصل رشد ادامه یافت (شکل‌های۳ و ۴). جالب توجه است که، کمتر بودن شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت سوم منجر به کاهش عملکرد دانه در این تیمار گردید (شکل ۱۰).



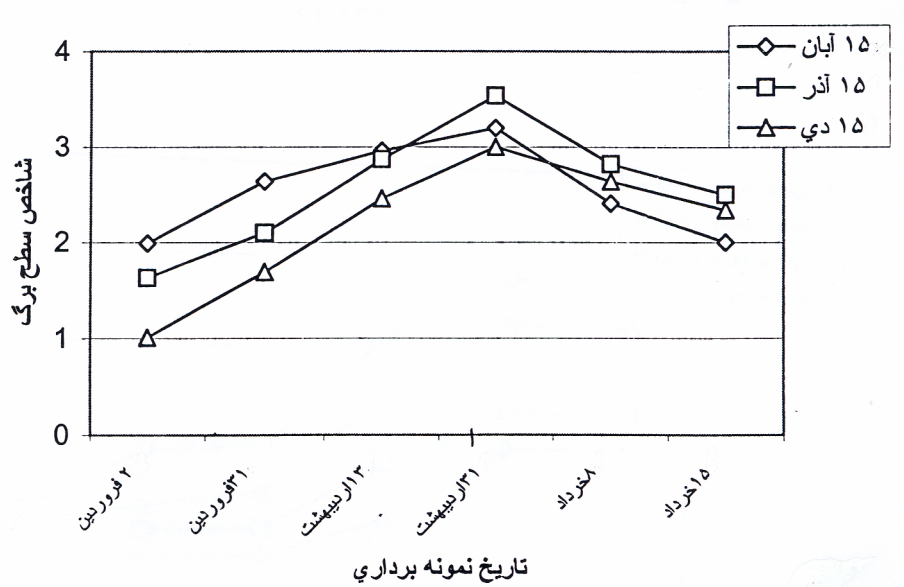
شکل۲. روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۸۱- ۱۳۸۰



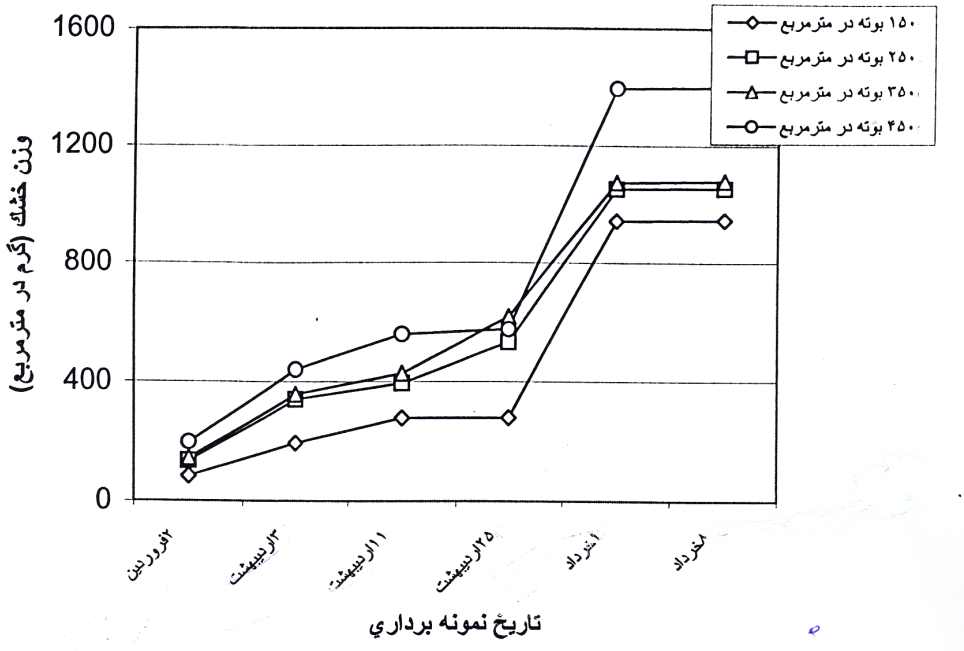
شکل۳. روند تغییرات شاخص سطح برگ در تاریخ‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۸۱- ۱۳۸۰

تغییرات وزن خشک

اثر تراکم بوته بر روند تغییرات وزن خشک در واحد سطح در دو سال آزمایش در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. با افزایش تراکم بوته، وزن خشک بوته‌ها در متر مربع تقریباً در تمام مراحل رشد بیشتر بود و این اختلاف برای تراکم‌های ۱۵۰ و ۴۵۰ بوته در مترمربع کاملاً بارز بود. در کلیه تیمارها، آهنگ افزایش وزن خشک در ابتدای فصل رشد کند بود، اما از ۲۵ اردیبهشت (اواخر غلاف رفتن و اوایل ظهور سنبله) افزایش



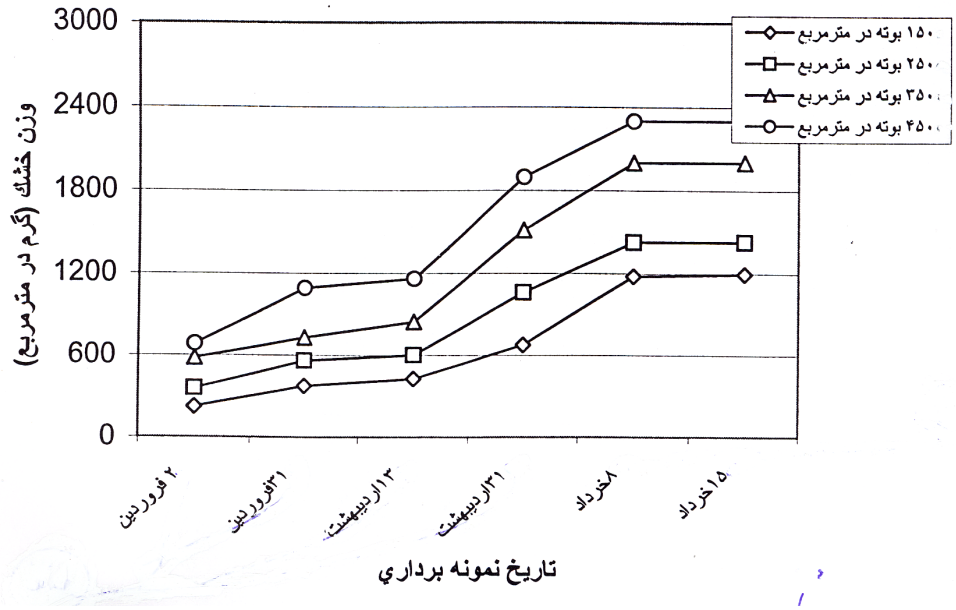
شکل۴. روند تغییرات شاخص سطح برگ در تاریخ‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۸۲- ۱۳۸۱



شکل۵. روند تغییرات وزن خشک در تراکم‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۱۳۸۰- ۸۱

سریعی در وزن خشک در هر دو سال آزمایش مشاهده شد. در اواخر فصل رشد (بعد از گل دهی) نیز در کلیه تیمارها وزن خشک بوته‌ها به حداکثر مقدار خود رسید و تغییر چندانی در روند وزن خشک مشاهده نگردید (شکل‌های ۵ و ۶).

گرچه با افزایش تراکم بوته، وزن خشک تک بوته کاهش می‌یابد، ولی وزن خشک در واحد سطح زیاد می‌شود (۲۳ و۳۰). افزایش تراکم بوته با افزایش شاخص سطح برگ باعث افزایش وزن خشک می‌شود. دونالدسون و همکاران (۱۷) بیان کردند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد بیولوژیک به صورت خطی افزایش می‌یابد. به این ترتیب،

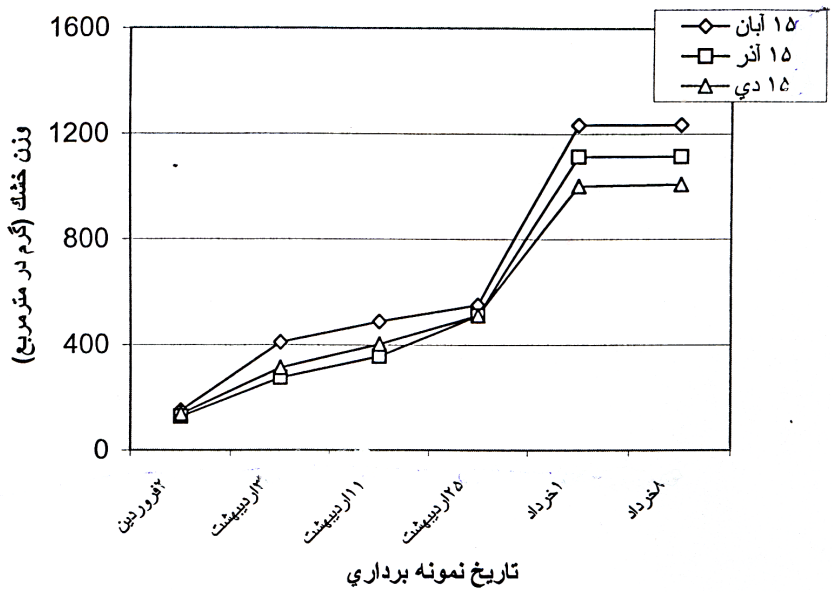


شکل۶. روند تغییرات وزن خشک در تراکم‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۱۳۸۱- ۸۲

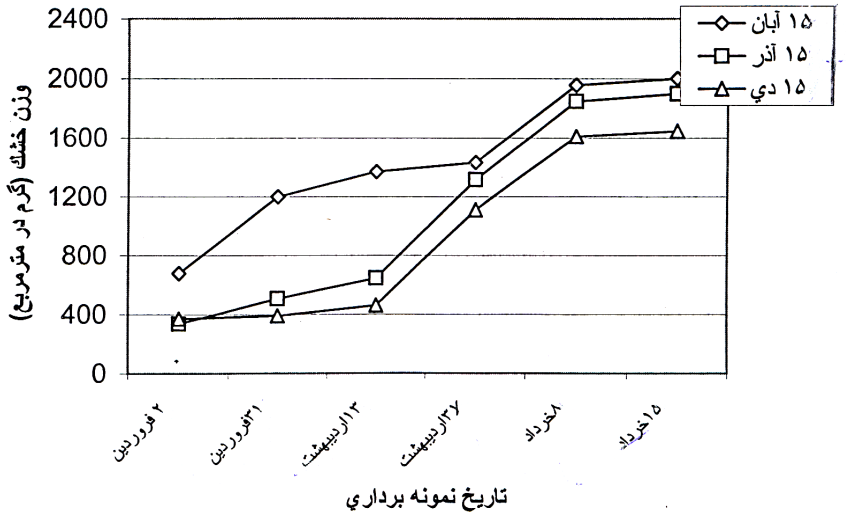
به طور معمول تراکم‌های زیادتر بوته در طول فصل رشد از وزن خشک بیشتری در واحد سطح برخوردار می باشند.

تأثیر تاریخ کاشت بر روند تغییرات وزن خشک شاخساره در واحد سطح درشکل‌های۷ و۸ نشان داده شده است. تاریخ کاشت ۱۵ آبان از ابتدای فصل رشد دارای وزن خشک بیشتری نسبت به تاریخ‌های کاشت ۱۵ آذر و ۱۵ دی بود و این موضوع به ویژه در سال دوم آزمایش بسیار مشهود بود (شکل۸). به نظر می‌رسد این امر به دلیل کشت زودتر و برخورد با شرایط مساعدتر محیطی اولیه برای رشد بوته‌ها در این تاریخ کاشت بوده که منجر به افزایش ماده خشک گیاهی گردیده است. اختلاف بین وزن خشک بوته‌ها در تاریخ کاشت دوم و سوم در ابتدا کم بود (شکل‌های۷ و ۸) ولی با شروع رشد سریع بوته‌ها و تداوم آن این تفاوت‌ها زیادتر شد. تاریخ کاشت زود هنگام با گسترش سریع‌تر برگ‌ها و در نتیجه دریافت میزان بیشتری از تابش خورشیدی همراه است (۲) و این امر موجب افزایش تولید ماده خشک گیاهی می‌شود. مک‌دونالد و گاردنر (۲۸) هم مشاهده کردند که با تأخیر در کاشت گندم عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد. در پژوهش کاونتری و همکاران (۱۴) نیز با تأخیر در کاشت، عملکرد بیولوژیک گندم کاهش یافته است.

کاهش عملکرد بیولوژیک با تأخیر در کاشت در درجه اول به دلیل کاهش طول دوره رشد و کاهش طول دوره حداکثر زمین‌پوشی(Ground cover) گیاه و در نتیجه کاهش دریافت تابش پاییزی و زمستانی است (۳). در پژوهش استاپر و فیشر (۳۵) هم مشاهده شده که در چهار تاریخ کاشت مختلف طول دوره پوشش مؤثر(Effective cover) (دوره‌ای که بخش زیادی از تابش خورشیدی توسط سطح برگ دریافت می‌شود) به ترتیب از تاریخ کاشت اول به چهارم ۱۳۳، ۸۴، ۵۴ و ۴۵ روز بود، که این امر باعث کاهش مجموع تابش دریافتی توسط گیاه و کاهش عملکرد بیولوژیک گردید. در برخی پژوهش‌ها هم کاهش عملکرد بیولوژیک در کاشت‌های تأخیری به کاهش جمعیت بوته‌ها (۲۹)، به دلیل کاهش تعداد نهال بذرهای استقرار یافته و یا کاهش تولید پنجه‌ها در پاییز نسبت داده شده است، به طوری که در پژوهش تیری و همکاران دیده شده که تأخیر در کاشت با کاهش تولید پنجه همراه بوده است. از طرف دیگر، پنجه‌های تولید شده در پاییز دارای وزن خشک بیشتری نسبت به پنجه‌های تولید شده در بهار



شکل۷. روند تغییرات وزن خشک در تاریخ‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۱۳۸۰- ۸۱



شکل۸. روند تغییرات وزن خشک در تاریخ‌های مختلف کاشت گندم رقم شیراز سال۱۳۸۱- ۸۲

بوده‌اند(۲۸). چون با تأخیر در کاشت تعداد پنجه‌های تولید شده در پاییز کاهش می‌یابد، این موضوع منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود (۸).

تعداد روز تا رسیدن به مراحل فنولوژیک

تعداد روز برای رسیدن به مراحل مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. با وجود اختلاف یک ماهه بین تاریخ‌های کاشت، تفاوت زمان رسیدن به مراحل مهم نموی در تیمارهای مختلف بسیار کمتر از یک ماه بود. به عنوان مثال، در تاریخ کاشت ۱۵ آبان ماه، بوته‌ها در دوم اردیبهشت وارد مرحله سنبله‌دهی شدند، در حالی که در تیمار تاریخ کاشت بعدی (۱۵ آذرماه) بوته‌ها با اختلاف ۱۱ روز در تاریخ ۱۳ اردیبهشت ماه وارد مرحله سنبله دهی شدند و در تیمار تاریخ کاشت سوم (۱۵ دی) با این که بوته‌ها دو ماه دیرتر کشت شده بودند، فقط ۲۲

روز دیرتر (در تاریخ۲۳ اردیبهشت ماه) به مرحله سنبله دهی رسیدند. برای تعداد روز تا مراحل گل دهی و رسیدن فیزیولوژیک نیز روند مشابهی مشاهده شد و با پیشرفت مراحل نموی اختلاف زمانی رسیدن به مراحل مشخص در تاریخ‌های مختلف کاشت، کاهش یافت. به طوری که در مراحل گل دهی اختلاف زمانی بین تاریخ کاشت اول و دوم هفت روز بود(در مقایسه با ۱۱ روز برای مرحله سنبله دهی). این نتایج حاکی از آن است که با تأخیر در کاشت سرعت نموی گیاه افزایش می‌یابد و در راستای تأیید نتایج گزارش شده توسط پژوهشگرانی مانند کربی و فریس (۲۶)، هی(۲۱) و استم و کربی(۳۶) می‌باشد.

بر اثر کوتاه‌تر شدن مراحل نموی، گیاهان کشت شده در طول یک دوره طولانی طی چند روز یا چند هفته به بلوغ می‌رسند(۳). هی(۲۱) اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر مراحل نموی گندم را مورد بررسی قرار داد و مشاهده کرد که تأخیر در کاشت سبب کوتاه شدن طول مراحل نموی (افزایش سرعت نموی) می‌شود. در پژوهش وی بوته‌هایی که در تاریخ‌های ۹ سپتامبر، ۵ اکتبر و ۲۱ اکتبر کشت شده بودند به ترتیب در تاریخ‌های ۲۹ ژوئن، ۲۹ ژوئن و ۵ ژوئیه به مرحله گل دهی رسیدند که طول دوره کاشت تا گل دهی در این سه تیمار به ترتیب ۲۹۳، ۲۶۷ و ۲۵۷ روز بوده است. همین طور با تأخیر در کاشت بوته‌ها از ۹سپتامبر به ۹ مارس (۶ ماه تأخیر در کاشت) بوته‌ها فقط با اختلاف ۱۶ روز به مرحله گل دهی رسیدند و فاصله بین زمان کاشت تا گل دهی از ۲۹۳ به ۱۲۸ روز کاهش یافت.

به عقیده اسمیت و همکاران (۳۳) در غیاب نیاز به بهارش، اثر تأخیر کاشت بر فنولوژی کشت غلات بهاره، کوتاه شدن طول مراحل نموی آنهاست و نتیجه آن رسیدن هم‌زمان بوته‌ها می‌باشد. در کشت گندم‌های بهاره با تاریخ‌های متفاوت کاشت بین اول مارس و ۱۷ آوریل، تاریخ‌های رسیدن به مراحل نموی متوالی به هم نزدیک بود، به نحوی که در همه حال پیدایش سنبله در یک دوره۲۰ روزه اتفاق افتاد و تاریخ‌های برداشت نزدیک‌تر شد (۳۶). به نظر آندرسون و اسمیت (۱۰) یک دوره گل دهی بهینه برای حداکثر عملکرد وجود دارد که بعد از سرمای بهاره و قبل از دوره پر شدن دانه که با خشکی خاک و اتمسفر پایان می‌یابد، واقع می‌شود.

وزن خشک بوته‌ها در هنگام گل دهی

با تأخیر در کاشت، وزن خشک بوته‌ها در واحد سطح هنگام گل دهی کمتر بود (جدول۳). به نظر می‌رسد در این آزمایش استقرار سریع‌تر و رشد اولیه بیشتر به علاوه دوره پیش از گل‌دهی طولانی‌تر باعث ازدیاد ماده خشک تولیدی در واحد سطح در زمان گل دهی، در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) شده باشد. این در حالی است که در تاریخ کاشت سوم (۱۵ دی)، در زمان گل دهی، وزن خشک بوته‌ها در واحد سطح کمتر بود(جدول۳). مک دونالد و گاردنر (۲۸) هم مشاهده کردند که با تأخیر در کاشت گندم از ۱۸ آوریل به ۱۳ می، وزن خشک بوته‌ها در زمان گرده افشانی از ۹۲۲ به ۵۹۰ گرم در مترمربع کاهش یافت. آنان چنین استدلال کردند که تولید ماده خشک بیشتر، قبل از گل دهی، با دریافت بیشتر تابش خورشیدی همراه بوده است. به عقیده استاپر و فیشر (۳۵) هم سایه‌انداز گندم زمانی بسته می‌شود که میزان تولید ماده خشک بوته‌ها حدود۱۵۰ گرم در مترمربع باشد. بنابراین، گیاهانی که زودتر کشت شوند، سریع‌تر به مرحله بسته شدن سایه انداز رسیده و در مجموع تابش بیشتری دریافت خواهند کرد.

الگوی تغییر تعداد ساقه‌ها در واحد سطح

با افزایش تراکم بوته، تعداد ساقه در واحد سطح، در هر سه تاریخ کاشت، افزایش یافت (شکل۹). تراکم‌های زیادتر بوته، تعداد ساقه بیشتری در مترمربع در طول فصل رشد تولید کردند، هر چند در مرحله مرگ و میر پنجه‌ها نیز کاهش بیشتری در تعداد ساقه در واحد سطح در این تراکم‌ها دیده شد (شکل۹). کاونتری و همکاران (۱۴) هم مشاهده کردند که با افزایش میزان بذر مصرفی از ۴۰ به ۸۰ کیلوگرم در هکتار،

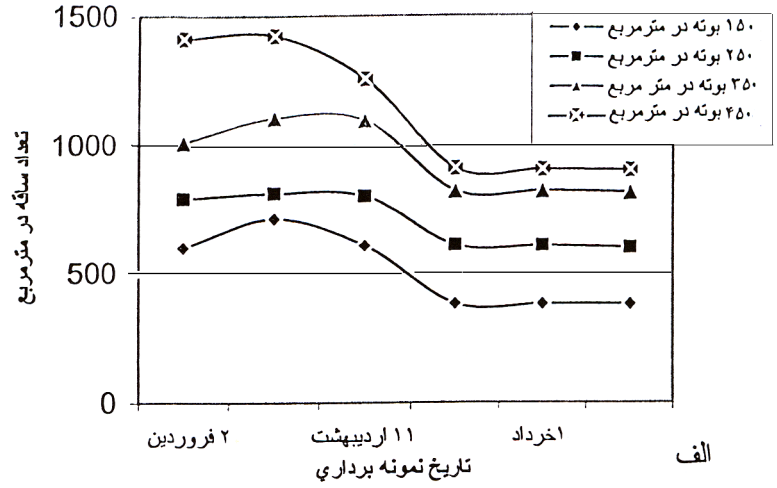
جدول۳. اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر وزن خشک بوته های گندم در زمان گل‌دهی

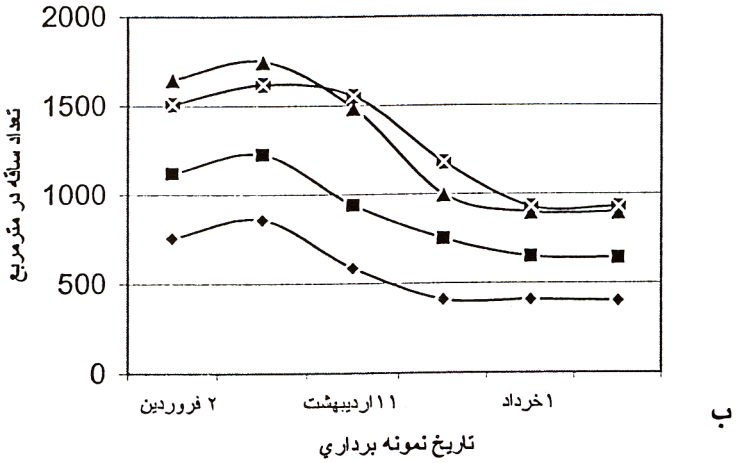
تاریخ کاشت / تراکم	وزن خشک بوته‌هادر زمان گل‌دهی(گرم در مترمربع)		
	سال۱۳۸۱	سال ۱۳۸۲	میانگین دو سال
تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع			
۱۵ آبان	۳۳۹[a]	۶۸۶ [a]	۵۱۳
۱۵ آذر	۲۸۷ [a]	۶۸۱ [a]	۴۸۴
۱۵ دی	۲۱۲[b]	۶۶۸ [a]	۴۴۰
تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع			
۱۵ آبان	۶۷۶ [a]	۱۱۴۶ [a]	۹۱۱
۱۵ آذر	۴۸۱[b]	۱۰۹۱ [a]	۷۸۶
۱۵ دی	۴۳۹[b]	۹۴۱[b]	۶۹۰
تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع			
۱۵ آبان	۷۵۵ [a]	۱۵۳۴ [a]	۱۱۴۵
۱۵ آذر	۵۱۹[b]	۱۷۵۵ [a]	۱۱۳۷
۱۵ دی	۴۵۹[b]	۱۲۵۳[b]	۵۸۶
تراکم ۴۵۰ بوته درمترمربع			
۱۵ آبان	۸۹۸ [a]	۲۳۷۳ [a]	۱۶۳۶
۱۵آذر	۸۹۴ [a]	۱۷۳۴ [a]	۱۳۱۴
۱۵ دی	B۷۱۸	۱۵۸۱ [a]	۱۱۵۰

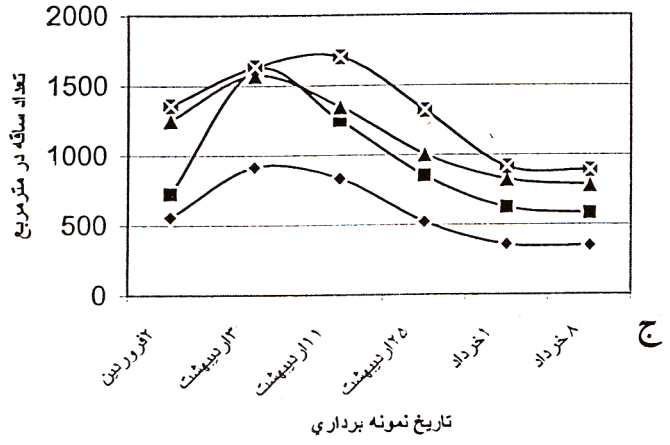
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه(در هر تیمار) فاقد اختلاف معنی دار (دانکن ۵٪) می‌باشند.

تعداد پنجه در هر بوته ۴۵ درصد کاهش یافت. در آزمایش حاضر مشاهده شد که با افزایش تراکم از ۱۵۰ به ۴۵۰ بوته در مترمربع تعداد پنجه در هر بوته ۲۶٪ کاهش می‌یابد. جوزف و همکاران (۲۳) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته، کاهش یافت و در بیشترین تراکم (۱۱۱۶ بوته در مترمربع) هر بوته به طور متوسط دارای یک پنجه بود، در حالی که در تراکم۱۸۶ بوته در مترمربع در هر بوته ۴/۴ پنجه بارور وجود داشت. در پژوهش پاکریج و دونالد (۳۰) نیز مشاهده شد که با افزایش تراکم از ۱/۴ به ۱۰۷۸ بوته در مترمربع تعداد پنجه در هر بوته از۲۹ به ۰/۶۸ کاهش یافت. به علاوه، بسیاری از پژوهشگران (۹ و۳۲) نیز نشان داده‌اند که ساقه اصلی در غلات، در مقایسه با پنجه‌های بارور، تعداد بیشتری دانه تولید می‌کند. دونالد (۱۶) معتقد بود برای دست‌یابی به حداکثر عملکرد دانه بهتر است جمعیتی از بوته‌ها ایجاد شود که تنها دارای ساقه اصلی باشند، بنابراین، داشتن تعداد پنجه زیادتر در هر بوته لزوماً به معنای دست‌یابی به عملکرد زیادتر نمی‌باشد.

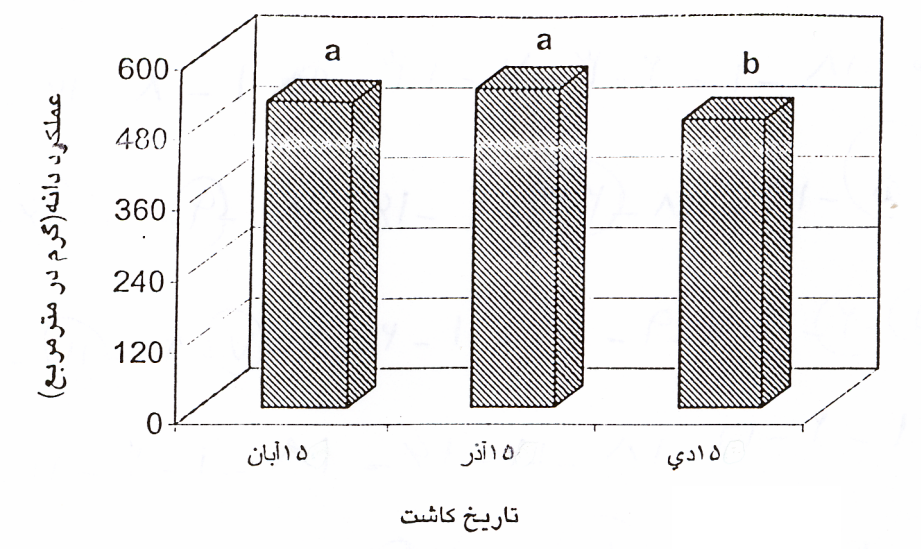
در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) به دلیل آن که بوته‌ها فرصت بیشتری برای پنجه زنی داشتند، تعداد کل پنجه تولیدی زیادتر و در مرحله کاهش تعداد پنجه هم کاهش بیشتری را نشان دادند (شکل۹ الف). در مقابل، در تاریخ‌های کاشت دیرتر، بوته‌ها در طول فصل‌های پاییز و زمستان فرصت کمتری برای پنجه‌زنی داشتند و بخش عمده پنجه‌های خود را در اوایل بهار تولید کردند. برای مثال، در تاریخ کاشت سوم (۱۵ دی)، مشاهده







شکل۹. روند تغییرات پنجه زنی گندم در سه تاریخ کاشت ۱۵ آبان (الف)، ۱۵ آذر (ب) و (ج) (اعداد میانگین دو سال آزمایش می‌باشند).



شکل۱۰. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه گندم رقم شیراز

ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی دار (دانکن۵٪) می‌باشند (تجزیه مرکب دو سال آزمایش)

گردید که بوته‌ها برای دوره طولانی‌تری به پنجه زنی ادامه می‌دهند، هرچند بیشتر این پنجه‌ها فرصت کافی برای نمو بعدی نیافته و در نتیجه از بین رفتند (شکل۹ ج). به طوری که در نهایت تعداد کل پنجه بارور کمتری نسبت به تاریخ کاشت‌های اول و دوم تولید کردند.

در تاریخ‌های کاشت زود هنگام گندم در پاییز، بوته‌ها قبل از ورود به مرحله رشد کند زمستانه، فرصت و شرایط مناسبی برای پنجه زنی دارند و بخشی از پنجه‌دهی خود را در این مرحله به انجام می‌رسانند، ولی در تاریخ‌های کاشت دیرتر فرصت کمتری برای تولید پنجه در پاییز دارند(۳۷). کاونتری و همکاران (۱۴) هم نشان داده‌اند که تعداد پنجه در هر بوته در تاریخ کاشت زود هنگام گندم بیشتر بوده و با تأخیر در کاشت، هر بوته پنجه کمتری تولید می‌کند. پنجه زنی در غلات اگرچه یک صفت ژنتیکی است (۱۹)، ولی تا حد زیادی تحت تأثیر مدیریت‌های زراعی به ویژه تاریخ کاشت و تراکم بوته قرار می‌گیرد (۲). این عوامل ممکن است پنجه زنی را محدود نموده یا آن را تحریک کنند. ظرفیت پنجه‌زنی بسته به پتانسیل ژنتیکی ارقام، روند تولید و به دنبال آن مرگ و میر پنجه‌ها و نیز شرایط محیطی غالب، متفاوت است. با این حال در زراعت‌های مکانیزه امروزی کشت ارقام پر پنجه از ارزش چندانی برخوردار نیست (۱۹)، به طوری که هر بوته معمولاً بیشتر از ۲تا۳ پنجه تولید نمی‌کند (۲ و ۹).

عملکرد دانه

در بین تاریخ‌های کاشت، تیمار تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذر) بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد(شکل۱۰). گرچه اختلاف عملکرد تاریخ کاشت دوم با تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) معنی دار نبود، ولی، هر دو از تاریخ کاشت سوم (۱۵ دی) از لحاظ عملکرد دانه، برتری معنی‌داری داشتند. تأخیر در کاشت با کاهش طول دوره رشد گیاه سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود که این وضعیت در تاریخ کاشت سوم دیده شد. پژوهشگران دیگری نیز در آزمایش‌های خود کاهش عملکرد دانه با تأخیر در کاشت را گزارش کرده‌اند (۱، ۶، ۷، ۸، ۲۴ و ۳۴).

افیونی و همکاران(۱) مشاهده کردند که بین تاریخ کاشت

اول آبان و ۲۵ آبان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در تاریخ کاشت ۲۰ آذر عملکرد ۳۶ درصد کاهش یافت. فتحی و همکاران (۷) در آزمایشی در شرایط آب و هوایی یاسوج نشان دادند که تاریخ کاشت زود (۱۵ مهر) منجر به عملکرد دانه بیشتری نسبت به تاریخ‌های کاشت دیرتر (۳۰ مهر و۱۵ آبان) شد. کلی (۲۴) در آزمایشی در ایالت کانزاس آمریکا نشان داد که از بین سه تاریخ کاشت گندم، تاریخ کاشت دوم و سوم (اواسط و اواخر اکتبر) منجر به بیشترین عملکرد دانه شد و با تأخیر در کاشت عملکرد دانه کاهش یافت. شارما و همکاران (۳۲) گزارش کردند که تأخیر در کاشت گندم باعث کاهش عملکرد دانه گندم شد. لون و همکاران (۲۷) هم مشاهده کردند که عملکرد دانه گندم در تاریخ کاشت (۱۵ و۳۰) اکتبر مشابه بود ولی با تأخیر در تاریخ کاشت به ماه نوامبر، عملکرد دانه کاهش چشمگیری یافت.

در واقع تأخیر در کاشت از تاریخ معینی، منجر به کاهش پتانسیل عملکرد دانه گیاه می‌شود، زیرا بخش زیادی از تابش خورشیدی پاییزی به وسیله سایه‌انداز گیاهی دریافت نخواهد شد (۳). با این حال، کاشت بسیار زود نیز برای گیاهان پاییزه توصیه نمی‌شود. همچنان که در این آزمایش نیز مشاهده گردید که تاریخ کاشت اول تا حدودی عملکرد کمتری نسبت به تاریخ کاشت دوم داشت، هرچند، این اختلاف معنی‌دار نبود. در همین راستا، کلی (۲۴) و کامپبل و همکاران (۱۲) نیز در پژوهش‌های خود مشاهده کردند که در کاشت زود گندم (اولین تاریخ کاشت) عملکرد کمتری نسبت به تاریخ‌های کاشت دیرتر به دست می‌آید. یکی از دلایل ایجاد چنین وضعیتی آن است که در کشت زود هنگام گندم در پاییز به دلیل وجود دمای مساعد، پنجه‌های زیادتری در هر بوته ایجاد می‌شود که در مراحل بعدی با یکدیگر بر سر آب، عناصر غذایی و نور رقابت کرده و موجب اتلاف منابع شده(۲) و در نهایت عملکرد دانه کمتری به دست می‌آید.

اثر تراکم‌های مختلف بر عملکرد دانه گندم از لحاظ آماری معنی‌دار نگردید. با توجه به ویژگی پنجه‌زنی در گندم‌های چند ساقه این نتیجه چندان دور از انتظار نمی‌باشد. پاکریج و دونالد(۳۰) هم نشان داده‌اند که در دامنه وسیعی از تراکم‌های گندم (از ۱/۴ تا ۱۰۷۸ بوته در مترمربع) عملکرد دانه به مقدار اندکی تحت تأثیر قرار گرفته است، به طوری که درتراکم ۷ بوته در متر مربع تقریباً عملکردی معادل تراکم ۱۰۷۸ بوته در متر مربع به دست آمده است. در واقع گندم و سایر غلات دانه‌ای با قابلیت پنجه‌زنی، از راه تنظیم تولید پنجه‌ها در هر بوته نسبت به تراکم از خود انعطاف‌پذیری نشان می‌دهند، به نحوی که عملکرد دانه آنها چندان تحت تأثیر تراکم بوته قرار نمی‌گیرد (۱و ۷). بنا به عقیده برخی از پژوهشگران (۱۲ و ۸) تنها در شرایط محیطی مساعد از نظر رشد، ممکن است افزایش تراکم بوته با افزایش عملکرد دانه همراه باشد.

برهمکنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه در جدول ۴ نشان داده شده است. در تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه روند کاهشی داشت ولی این روند در تاریخ کاشت سوم (۱۵دی ماه) ولی مشاهده شد (جدول۴). در این دو تاریخ کاشت، بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع به دست آمد، در حالی که در تاریخ کاشت دوم با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه روند افزایشی داشت، به طوری که تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین عملکرد دانه (۵۸۳ گرم در مترمربع) بود (جدول ۴). این موضوع ممکن است دلیلی بر این مدعا باشد که افزایش تراکم بوته تنها در شرایط مساعد رشد، همانند تاریخ کاشت دوم در پژوهش حاضر، می‌تواند با افزایش عملکرد همراه باشد (۸ و۱۲). البته کورنی و هگارتی (۱۳) گزارش کرده‌اند که درپژوهش آنان افزایش تراکم بوته در تاریخ کاشت دیرتر با افزایش عملکرد دانه همراه بوده است. بنا به توصیه آنان می‌توان از این ویژگی برای جبران کاهش عملکرد در کشت‌های تأخیری استفاده کرد. ولی، به نظر می‌رسد اگر تاریخ کاشت آن قدر به تأخیر افتد که شرایط برای جبران رشد به تأخیر افتاده، چندان مساعد نباشد، افزایش تراکم بوته با افزایش عملکرد مانند آنچه که در تاریخ کاشت سوم در این

جدول ۴. برهمکنش تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه گندم رقم شیراز

تاریخ کاشت			
تراکم	عملکرد دانه(گرم در مترمربع)		
(بوته در مترمربع)	۱۵ آبان	۱۵ آذر	*۱۵ دی*
۱۵۰	۵۵۷ ^{Aa}	۵۲۰ ^{Aa}	۵۴۵ ^{Aa}
۲۵۰	۵۵۴ ^{Aa}	۵۳۶ ^{Aa}	۵۰۱ ^{Aa}
۳۵۰	۴۷۴ ^{Bb}	۵۸۳ ^{Aa}	۴۷۲ ^{Aa}
۴۵۰	۴۹۶ ^{ABa}	۵۳۸ ^{Aa}	۴۷۹ ^{Aa}

میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند(دانکن ۵٪). حروف بزرگ برای مقایسه ستونی(تراکم) و حروف کوچک برای مقایسه ردیفی(تاریخ کاشت) است.

پژوهش دیده شده، همراه نخواهد بود (جدول۴). از سوی دیگر، تاریخ کاشت زود هنگام هم باعث به تأخیر افتادن شروع آغازش سنبلک‌ها و تشکیل تعداد بیشتری برگ روی ساقه اصلی و پنجه‌ها شده که این وضعیت برای رشد رویشی و پنجه‌زنی مساعدتر است و در نتیجه، در تراکم‌های کمتر بوته، کشت زودتر قابلیت جبران‌کنندگی بیشتری از لحاظ عملکرد دانه خواهد داشت (۲۵).

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برای انطباق بهتر مراحل رشد ونمو با شرایط مساعد محیطی و دست‌یابی به بیشترین عملکرد دانه در گندم زمستانه رقم شیراز، کاشت گندم در منطقه باجگاه و مناطق مشابه آب و هوایی نبایستی دیرتر از ۱۵ آذرماه باشد. از سوی دیگر اگر چه تراکم بوته اثر معنی‌داری برعملکرد دانه نداشت، بنابراین، با توجه به صرفه‌جویی در میزان بذر مصرفی و تأثیری که تراکم بوته بر ویژگی‌های فیزیولوژیک مورد مطالعه (ازجمله شاخص سطح برگ و تعداد پنجه) می‌گذارد، به نظر می‌رسد بهترین تراکم بوته برای گندم زمستانه در مناطق مشابه با محل پژوهش حاضر تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع باشد.

منابع مورد استفاده

۱. افیونی، د.، ا. قندی و د. صادقی. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تاریخ کاشت و میزان بذر بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی ارقام جدید گندم. گزارش طرح تحقیقاتی شماره۷۹۰۸۴-۱۲-۱۰۳، ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان. ۹ صفحه.

۲. امام، ی. ۱۳۸۲. *زراعت غلات*. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز.

۳. خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۰. *اصول و مبانی زراعت*. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴. رادمهر، م.، غ. لطفعلی آینه و ع. کجباف. ۱۳۷۳. بررسی منحنی رشد گندم فلات در جنوب خوزستان. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان. شماره ۲۵، ۱۵ صفحه.

۵. راهنما، ع.، ا. هاشمی دزفولی و ع. بخشنده. ۱۳۷۷. بررسی و تعیین سهم پنجه در ماده خشک و عملکرد دانه ارقام گندم در تراکم‌های مختلف. نهال و بذر ۱۴ : ۸-۱۹.

۶. شرفی زاده، م.، ق. فتحی، ع. سیادت و م. رادمهر. ۱۳۸۰. بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای جو. دانش کشاورزی ۱۱ : ۱۳-۲۱.

۷. فتحی، ق.، ع. سیادت، ن. روزبه، ع. ر. ابدالی مشهدی و ف. ابراهیم پور. ۱۳۸۰. اثر تاریخ کاشت و میزان بذر بر اجـزای عملکـرد و عملکرد دانه گندم رقم دنا در شرایط آب و هوایی یاسوج. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۸ (۳) : ۶۵-۷۷.

۸. قبادی، م.، ع. کاشانی و ر. مامقانی. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکـرد چهـار رقـم گنـدم در منطقه اهواز. علوم زراعی ایران ۲ (۱) : ۴۸ -۵۷.

۹. هی، ار. ام. و ا. ج. واکر. ۱۳۷۳. *مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی*(ترجمهٔ ی. امام و م. نیک‌نژاد) انتشارات مرکـز نشـر دانشگاه شیراز.

10. Anderson, W. K. and W. R. Smith. 1990. Yield advantage of two semi-dwarf compared with two tall wheats depends on sowing time. Aust. J. Agric. Res. 41: 811-826.
11. Blue, E. N., S. E. Mason and D. H. Sander. 1990. Influence of planting date, seeding rate and phosphorus rate on wheat yield. Agron. J. 22: 762-768.
12. Campbell, C. A., F. Selles, R. P. Zentner, J. G. McLeod and F. B. Dyck. 1991. Effect of seeding date, rate and depth on winter wheat grown on conventional fallow in S. W. Saskatchewan. Can. J. plant Sci. 71: 51-61.
13. Corny M. J. and A. Hegarty. 1992. Effect of sowing date and seed rate on the grain yield and protein content of winter barley. J. Agric. Sci. Camb. 118: 279-287.
14. Coventry, d. R., T. G. Reeves, H. D. Brooke and K. Cann. 1993. Influence of genotype, sowing date, and seeding rate on wheat development and yield. Aust. J. Exp. Agric. 33: 751-757.
15. Darwinkel, A. 1978. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. Neth. J. Agric. Sci. 26: 383-398.
16. Donald, C. M. 1986. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17: 385-403.
17. Donaldson, E., W. F. Schilinger and S. M. Dofing. 2001. Straw production and grain yield relationship in winter wheat. Crop Sci. 41: 100-106.
18. Doyle, A. D. and R. W. Kingston. 1992. Effect of sowing rate on grain yield, kernel weight and grain protein percentage of barley (*Hordeum vulgare* L.) in northern New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. 32: 465-471.
19. Evans, L. T. 1993. Crop Evolution, Adaptation and Yield. Cambridge University Press, U.K.
20. Gaudet, D. A., A. Laroche and B. Puchalski. 2001. Seeding date alters carbohydrate accumulation in winter wheat. Crop Sci. 41: 728-738.
21. Hay, R. K. M. 1986. Sowing date and the relation between plant and apex development in winter cereals. Field Crops Res. 14: 321-327.
22. Hucle, P. and R. J. Baker. 1989. Tiller phenology and yield of spring wheat in a semi-arid environment. Crop. Sci. 29: 631-635.
23. Joseph, K. D. S. M., M. M. Alley, D. E. Brann and W. D. Gravelle. 1985. Row sowing and seeding rate effects on yield and yield components of soft red winter wheat. Agron. J. 77: 211-214.
24. Kelley, K. 2001. Planting date and foliar fungicide effects on yield components and grain traits of winter wheat. Agron. J. 93: 380-389.
25. Kirby, E. J. 1969. The effect of sowing date and plant density on barley. Ann. Appl. Biol. 63: 513-521.
26. Kirby, E. J. and D. G. Faris. 1972. The effect of plant densities on tiller growth and morphology in barley. J. Agric. Sci. Camb. 78: 281-288.
27. Lone, A. H., A. S. Bali, M. H. Shah and A. S. Bali. 1999. Yield and economic analysis of different wheat varieties grown on different sowing dates. Appl. Biol. Res. 1(2): 155-157.
28. McDonald, G. K. and W. K. Gardner. 1987. Effect of waterlogging on the grain yield response of wheat to sowing date in south-western Victoria. Aust. J. Exp. Agric. 27: 661-670.
29. McLeod, J. G., G. A. Compbell, F. B. Dyck and C. L. Vera. 1992. Optimum seeding date for winter wheat in southwestern Saskatcheuan. Agron. J. 84: 86-90.
30. Puckridge, D. W. and C. M. Donald. 1967. Competition among wheat plants sown at a wide range of density. Aust. J. Agric. Res. 18: 193-211.
31. Rawson, H. M. 2000. Irrigated Wheat(Managing Your Crop). FAO , Rome, Italy.
32. Sharma, S. K., V. Sardana and A. S. Randhaw. 2000. Effect of time of sowing and levels of NPK fertilizer on the grain yield and yellow berry incidence in durum wheat (*Triticum durum*). Field Crop Abst. 53: 925.
33. Smith, D.L, M. Dijak, P. Bulman, B. l. Ma. and C. Hamel. 1999. Barly: physiology of yield. PP. 67-92. *In*: D.L. Smith and C. Hamel (Eds.), Crop Yield Physiology and Processes. Springer pub., Berline.

34. Stapper, M. and R. A. Fischer. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. I. Phasic development, canopy growth and spike production. Aust. J. Agric. Res. 41: 997-1019.
35. Stapper, M. and R. A. Fischer. 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. III. Potential yields and optimum flowering dates. Aust. J. Agric. Res. 41: 997-1019.
36. Stem, W. R. and E. J. Kirby. 1979. Primordium initiation at the shoot apex in four contrasting varieties of spring wheat in response to sowing date. J. Agric Sci. Camb. 93: 203-215.
37. Verma, U. N., S. K. Pal, R. Thakur, M. K. Singh and R. R. Upasani. 2000. Nutrient balance and productivity of wheat under different density and fertilizer doses in alifosol. J. Res. Birsa Agric. Univ. 12(1) : 21-24.
38. Zadoks, J. C., T. T. Chang and C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-521.