

اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ۵ ژنوتیپ بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) در استان گیلان

حمید رضا دورودیان

دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

darya717@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر رژیم آبیاری و خشکی بر عملکرد ۵ ژنوتیپ بادام زمینی و تعیین رقم سازگار و متحمل به خشکی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در استان گیلان اجرا شد. فاکتور اصلی آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری در مرحله ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون آبیاری) و فاکتور فرعی شامل ۵ ژنوتیپ NC2, ICGV92071, ICGV93269, ICGV93420, ICGV92267 بودند. ژنوتیپ‌ها از ۷۶ ژنوتیپ ارسالی از ICRISAT به بانک ژن ایران انتخاب گردیدند. نتایج نشان داد که آبیاری به طور معنی‌داری عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و وزن صد دانه را افزایش و موجب کاهش تعداد پایک نابارور گردید. بالاترین عملکرد دانه در ژنوتیپ ICGV93420 در تیمار آبیاری به مقدار ۲۰۵۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

کلمات کلیدی: آبیاری، بادام زمینی، تنش خشکی، عملکرد دانه.

مقدمه

بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یک گیاه یکساله و علفی است که در ۹۶ کشور جهان کشت می شود (۱۱). این گیاه می تواند بخش ارزشمندی از پروتئین غذایی انسان را خصوصاً در کشورهای مثل ایران که از فقر پروتئین رنج می برند، تأمین کند. دانه بادام زمینی اغلب در تهیه روغن خوراکی، کنسرو سازی، مارگارین، صابون سازی و ... مصرف دارد. کنجاله بادام زمینی نیز غذای بسیار با ارزشی برای دام است، که از نظر ارزش غذایی با کنجاله سویا برابری می نماید. این گیاه پس از آفتابگردان دارای بالاترین درصد روغن در دانه بین گیاهان زراعی است (۴).

کمیت و کیفیت بالای روغن، تأمین پروتئین با کیفیت، تناوب با محصولات جالیزی مانند هندوانه و کشت مخلوط با ذرت و حبوبات، افزایش ماده آلی و حاصلخیزی خاک، جلوگیری از فرسایش و از همه مهمتر بازده نقدی مناسب از ویژگی های مهم کشت این گیاه در گیلان است (۱).

بنابر آمار منتشره سطح زیر کشت این محصول در کشور، ۳ هزار هکتار است و نزدیک به ۲۵۰۰ هکتار با متوسط عملکرد ۳۵۰۰-۴۰۰۰ کیلوگرم غلاف در هکتار توسط ۵ هزار بادام کار در استان گیلان کشت می شود (۳). این گیاه در گذشته براحتی در استان گیلان بدون آبیاری انجام می شده است، ولی در سال های اخیر با وقوع دوره های خشکی نام منظم در تابستان عملکرد این گیاه بسیار کاهش یافته و لزوم آبیاری (حداقل آبیاری تکمیلی) برای دستیابی به عملکرد مناسب مشخص می شود.

اگرچه سطح زیر کشت بادام زمینی در جهان در حال افزایش است، اما کل تولید جهانی این محصول

تقریباً در حد ثابتی باقی مانده است و این به دلیل نقش مهم بارندگی در تولید بادام زمینی در بسیاری از کشورهاست (۷ و ۱۵). بارندگی کم و بطول انجامیدن بی آبی در طول فصل رشد بادام زمینی، مهمترین عوامل پایین بودن میانگین محصول تولیدی است (۲۶).

آبیاری زمین های بادام زمینی از ۱۰٪ زمین های تحت کشت در دهه ۱۹۷۰ به بیش از ۴۹٪ در دهه ۱۹۹۰ افزایش یافت. در حال حاضر در آمریکا بیش از ۵۰٪ از زمین های تولید بادام زمینی آبیاری می شوند. آبیاری می تواند مقدار محصول بادام زمینی را تا ۱۹٪ در مناطق خشک افزایش دهد (۱۲). نتایج تحقیقی ۴ ساله که تأثیر روش های مختلف و کیفیت آب آبیاری بر روی بادام زمینی را مورد بررسی قرار داده، نشان می دهد که آبیاری بادام زمینی حتی در مناطق مرطوب نیز سودمند است (۵).

تنش خشکی بر فتوسنتز (۸) جذب مواد غذایی (۲)، رشد و عملکرد دانه (۲۲)، رشد علف های هرز، کثرت حشرات و آفات و بیماری های بادام زمینی (۲۴) تأثیر دارد. وزن خشک غلاف ها طی یک تنش آبی ۳۰ روزه در مرحله توسعه غلاف بطور قابل توجهی کاهش یافته است (۱۳). کمبود آب در مرحله رشد دانه باعث کاهش در وزن غلاف و دانه می گردد و درصد پوسته غلاف نیز با روپرو شدن تنش در مرحله رشد دانه کم می شود (۹). اغلب پس از ۴ روز نگهداشت آب، سطح خاک برای نفوذ دمگل ها، خیلی خشک می شود. خشکی در منطقه دمگل ها سبب تأخیر در رشد دانه و توسعه غلاف شده و کمبود آب خاک در منطقه دمگل ها و ریشه ها، رشد غلاف و دانه را تقریباً ۳۰٪ کاهش داده و وزن هر دانه از ۵۶۳ به ۴۲۸ میلی گرم کاهش می یابد (۱۸). نتایج تحقیقات گذشته نشان داد

بادام زمینی در شرایط متفاوت رطوبت و اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد دانه بادام زمینی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر رژیم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ۵ ژنوتیپ بادام زمینی آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در استان گیلان اجرا شد. فاکتور اصلی آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری در مرحله ۴۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون آبیاری) و فاکتور فرعی شامل پنج ژنوتیپ بادام زمینی با نام‌های (ICGV92071, ICGV92267, ICGV93420, ICGV93277, NC2) بودند. ۵ ژنوتیپ مورد انتخاب برای این پژوهش از ۷۶ ژنوتیپ ارسالی از ICRISAT به بانک ژن ایران انتخاب گردیدند. میزان بارندگی و دمای میانگین در طی مدت آزمایش در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است. پیش از انجام آزمایش یک نمونه مرکب از خاک تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید، که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

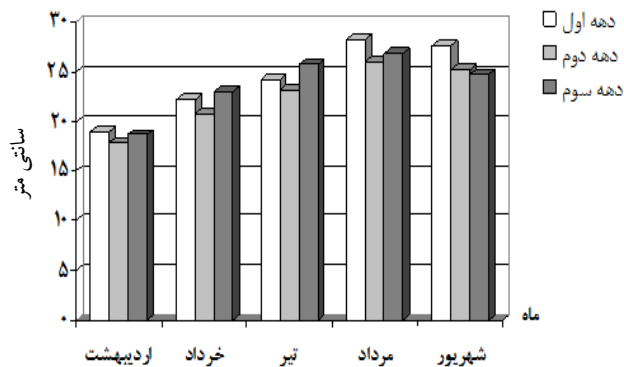
که رشد دمگل‌ها در طول تنش خشکی، مرحله رشد و توسعه را به تأخیر می‌اندازد و زمانی که تنش فروکش کرد توسعه غلاف را شروع می‌کند (۱۹). امتداد یافتن دوره خشکی در مراحل رشد دانه و پر شدن غلاف به طور قطع سبب از دست رفتن محصول بادام زمینی می‌شود. یک یا دو آبیاری تکمیلی در این مراحل بحرانی سبب افزایش محصول خواهد شد (۱۷). آبیاری تکمیلی به اندازه ۵ سانتی‌متر در زمان ۲۵ روز پس از کشت، تأثیری در محصول غلاف و پوشال بادام زمینی ندارد. اما همین مقدار از آبیاری تکمیلی در زمان توسعه غلاف سبب افزایش ۲۷٪ محصول دانه و ۲۴٪ پوشال غلاف می‌گردد (۱۷). البته تحقیقات دیگر نیز به تناسب رطوبت خاک تأکید داشته‌اند چراکه اگر خاک اشباع باشد هیچگونه غلافی شکل نمی‌گیرد (۱۸).

با توجه به موارد ذکر شده این گیاه در مراحل مختلف رشد خود نیازمند رطوبت کافی در خاک می‌باشد که این امر لزوم اعمال آبیاری تکمیلی را در زمان‌هایی که بارندگی در شرایط دیم کافی نباشد، توجیه می‌سازد.

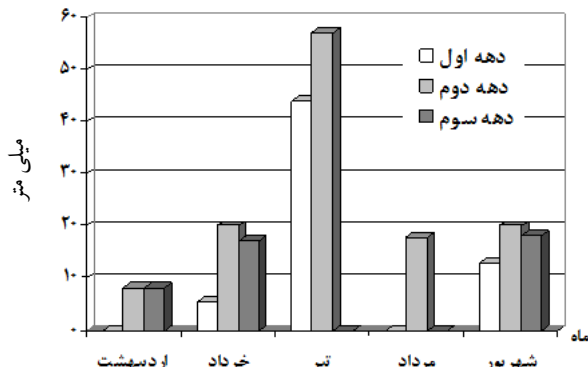
این تحقیق به منظور تعیین متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به خشکی از میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و بررسی برخی صفات کیفی و مورفولوژیک موثر بر عملکرد

جدول ۱: نتایج آزمون خاک محل آزمایش.

O.M %	O.C %	Clay %	Silt %	Sand %	EC ds/m	P ppm	K %	N %	pH
۶/۲	۰/۷۹	۴۸	۳۲	۲۰	۱/۹	۱۲	۸۹	۱۳/۱	۶/۵



شکل ۲: دمای میانگین در طی فصل رشد به تفکیک دهه های هر ماه



شکل ۱: میزان بارندگی در طی فصل رشد به تفکیک دهه های هر ماه

به نسبت ۲ در هزار و با توجه به چرخه زیستی آفت و بیماری در چند مرحله انجام گرفت.

پس از برداشت به منظور جلوگیری از فعالیت قارچ آسپرژیلوس و حفظ قوه نامیه، بذرها به مدت ۱ تا ۲ روز در حرارت محیط و زیر نور خورشید قرار گرفتند که تا رطوبت خود را از دست دهند. برای تعیین وزن خشک گیاه (برگ و ساقه)، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت خشک کردن انجام شدند. پس از اندازه‌گیری صفات مورد نظر، داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل آماری شدند و میانگین‌ها با روش آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی در جدول ۲ آمده است.

مراحل آماده‌سازی زمین و تهیه بستر شامل شخم عمیق، روتاری جهت خرد کردن کلوخه‌ها، دو دیسک عمود بر هم و ماله جهت تسطیح زمین قبل از انجام آزمایش صورت پذیرفت. کودهای پایه N P K و کودهای ریز مغذی بر اساس تجزیه خاک و نیاز گیاه هنگام کاشت به صورت نواری با فاصله از بذور کشت شده و در عمق خاک قرار گرفت. زمان آبیاری در تیمارهای مربوطه با استفاده از دستگاه تانسومتر تعیین گردید.

قبل از کاشت استفاده از طعمه مسموم به سوین جهت مقابله با آبدزدک و همچنین برای مبارزه با علف‌های هرز از علف کش پیش کاشت آمیخته با خاک (ترفلان) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. به دلیل اینکه بادام زمینی میزبان آفات و بیماری‌هایی نظیر لارو پروانه کارادنیا، لارو ابریشم باف ناجور، زنجربک و بیماری قارچی لکه برگی بادام زمینی است، در طول مراحل رشد و نمو سم پاشی با محلول دیازینول

جدول ۲: تجزیه واریانس داده های آزمایشی (میانگین مربعات)

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	طول میانگره	وزن صد دانه	شاخص برداشت	تعداد پایک نابارور	عملکرد غلاف رسیده
میانگین مربعات							
تکرار	۲	۱۱/۱۶	۰/۲۵	۲/۰۷	۰/۰۰	۲/۸۹	۵۷
تنش خشکی	۱	۱۱۶/۰۷**	۱۱/۲**	۱۷۳/۶**	۰/۲۳۰**	۱۶۱۷/۶۴**	۹۷۰۷۹۶۳**
خطای فرعی	۲	۱۶/۳۰	۰/۲۰	۲۱/۹۳	۰/۰۰۱	۱۲/۰۸	۳۹
ژنوتیپ	۴	۳۶۷۵/۰۶**	۰/۷۷**	۴۷/۹۹**	۰/۰۰۸**	۳۲۰/۳۳**	۴۴۶۹۷۷**
تنش خشکی و ژنوتیپ	۴	۱۴۷۵/۸۰**	۰/۲۵**	۱۰/۶۶ns	۰/۰۰۷**	۳۲۲/۵۳**	۲۱۷۸۹۸**
خطای اصلی	۱۶	۳۲/۲۰	۰/۰۶	۷/۱۶	۰/۰۰۱	۶/۳۷	۴۱۱
ضرب تغییرات		۱۱/۱۶	۱/۲۵	۲/۰۷	۶/۲۹	۸/۰۵	۱/۳۱

NS: غیر معنی دار ** معنی دار در سطح یک درصد

ژنوتیپ نشان داد که در تمام ژنوتیپها شاخص برداشت در تیمار خشکی پایین تر از تیمار شاهد بود. ژنوتیپ ICGV92071 دارای بالاترین شاخص برداشت در بین ژنوتیپهای مورد مطالعه بود. آبیاری باعث کاهش پایکهای نابارور گردیده که این امر منجر به افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت می گردد.

همانطور که جدول ۲ نشان می دهد به غیر از اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر وزن صد دانه، اثرات اصلی و متقابل تیمارها بر کلیه صفات مورد اندازه گیری در سطح یک درصد معنی دار است. تیمار تنش خشکی بطور معنی داری باعث کاهش شاخص برداشت در بادام زمینی می گردد (جدول ۲). رقم ICGV92267 با مقدار ۳۴ درصد دارای بالاترین شاخص برداشت است. مطالعه اثرات متقابل خشکی و

جدول ۳: میانگین اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر برخی صفات مورد مطالعه

وزن صد دانه گرم	طول میانگره سانتی متر	عملکرد دانه کیلوگرم بر هکتار	پایک نابارور تعداد در متر مربع	عملکرد بیولوژیک گرم بر متر مربع	شاخص برداشت درصد	
۳۸/۱ b	۳/۲۰ b	۱۱۷۷/۲ b	۳۵/۵ a	۱۲۹/۷۱ b	۲۶ b	تنش
۴۰/۹ a	۳/۹۱ a	۱۸۳۴ a	۲۷/۱۱ b	۱۴۷/۴ a	۳۶ a	آبیاری
۳۷/۹ d	۳/۶۴ ab	۱۴۳۲/۲ c	۲۹/۹۶ b	۱۳۵/۹ b	۲۹ d	ICGV93269
۴۱/۸ a	۳/۶۱ ab	۱۷۷۲ a	۳۶/۴ a	۱۶۳/۳ a	۳۲ b	ICGV93420
۳۸/۹ bc	۳/۷۸ a	۱۵۱۰ b	۳۵ a	۱۳۲/۳ b	۳۴ a	ICGV92071
۴۰/۵ ab	۳/۵۳ b	۱۴۴۸/۴ c	۲۶/۵ c	۱۲۶/۵ c	۳۱ c	ICGV92267
۳۸/۳ cd	۳/۲۲ c	۱۳۶۵/۳ d	۸/۷۷ b	۱۳۴/۷ b	۲۸ d	NC2

در هر ستون تیمارهایی با حروف مشابه مشخص شده اند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

جدول ۴: میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر برخی صفات مورد مطالعه

رژیم رطوبتی	رقم	شاخص برداشت درصد	پایک نابارور تعداد در متر مربع	عملکرد بیولوژیک گرم بر متر مربع	طول میانگرمه سانتی متر
تنش	ICGV93269	۲۲f	۲۶/۸۴ e	۱۳۹/۸c	۳/۲۰de
	ICGV93420	۲۵e	۴۴/۰۴ a	۱۴۹/۳ b	۳/۱۸E
	ICGV92071	۲۸d	۴۰/۴۲ b	۱۲۲/۷e	۳/۵۳ bc
	ICGV92267	۲۸d	۳۲/۹۲ c	۱۲۱/۷e	۳/۳۳ cd
	NC2	۲۴e	۳۳/۷۴ c	۱۳۷/۲ cd	۲/۷۸ f
آبیاری	ICGV93269	۳۶b	۳۳/۰۸ c	۱۳۲/۱d	۴/۰۸ a
	ICGV93420	۳۹a	۲۸/۸۸ de	۱۷۷/۲a	۴/۰۴ a
	ICGV92071	۳۹a	۲۹/۶۱ d	۱۴۱/۸c	۴/۰۲ a
	ICGV92267	۳۳ c	۲۰/۱۹ g	۱۳۱/۶d	۳/۷۳ b
	NC2	۳۲c	۲۳/۸۰ f	۱۳۲/۱d	۳/۶۷ b

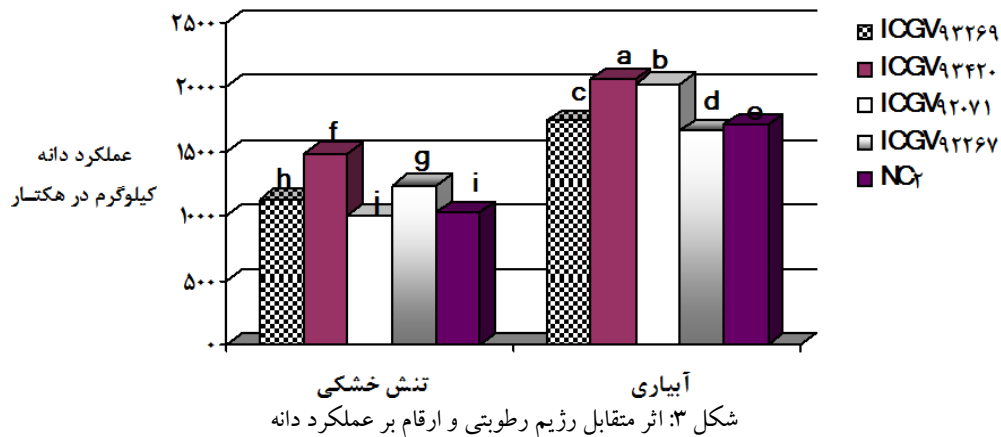
در هر ستون تیمارهایی با حروف مشابه مشخص شده اند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

بالاترین عملکرد بیولوژیک و تعداد پایک بارور و عملکرد دانه را دارا بود.

عملکرد دانه در هر دو تیمار تنش خشکی و آبیاری در ژنوتیپ ICGV93420 بدست آمد (شکل ۳). این ژنوتیپ بالاترین وزن صد دانه را نیز به خود اختصاص داد و مشاهده می گردد که افزایش عملکرد این ژنوتیپ به علت بالاتر بودن وزن صد دانه آن است. کمبود آب در مرحله رشد دانه باعث کاهش در وزن غلاف و دانه می گردد. علی رغم اینکه تعداد پایک نابارور این ژنوتیپ بیش از سایر تیمارها بود، توانست به بالاترین عملکرد دانه دست یابد. Reddy و همکاران (۱۷) نیز اثر تنش خشکی بر کاهش عملکرد بادام زمینی را تأیید می نمایند. Lamb و همکاران (۱۲) نیز گزارش کردند که آبیاری می تواند مقدار محصول بادام زمینی را تا ۱۹٪ در مناطق خشک افزایش دهد.

وزن صد دانه در تیمار آبیاری بطور معنی داری بیش از تیمار تنش بود که با نتایج Nautiyal و همکاران (۱۴) که نشان دادند تنش رطوبتی در آغاز مرحله سبز شدن منجر به افزایش وزن دانه می شود مغایرت دارد. البته با توجه به اینکه اثر اصلی تنش در این آزمایش در مراحل انتهایی رشد گیاه بود، مشخص می شود که مراحل زمانی مختلف اعمال تنش خشکی آثار متفاوتی بر اجزای عملکرد بادام زمینی دارد. محققین دیگر نیز بر اهمیت تنش خشکی (۶، ۱۰، ۲۳ و ۲۵) و زمان وقوع آن (۲۱) بر عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی تأکید دارند.

تعداد غلافها در هر گیاه با طول شدن دوره خشکی به سبب افزایش مقاومت خاک، کم می شود (۲۰). آبیاری بطور معنی داری موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گردید (جدول ۳). ژنوتیپ ICGV93420



شکل ۳: اثر متقابل رژیم رطوبتی و ارقام بر عملکرد دانه

بحث

ژنوتیپ ICGV92071 در شرایط تنش خشکی کمترین عملکرد دانه را دارا بود، ولی در شرایط آبیاری پس از ژنوتیپ ICGV93420 قرار گرفت (شکل ۳). این ژنوتیپ بیشترین اثر منفی را از تنش به خود دیده است و از اینرو آبیاری برای تولید این ژنوتیپ قویاً توصیه می‌گردد. در کلیه ژنوتیپ‌ها آبیاری اثر مثبت خود را عملکرد دانه بطور معنی‌داری نشان داده است. با توجه به نتایج این تحقیق استفاده از ژنوتیپ ICGV93420 و آبیاری مزرعه به کشاورزان عزیز استان گیلان توصیه می‌گردد.

منابع

- احمدی، م. ر.، ۱۳۸۷، کیفیت و کاربرد دانه‌های روغنی، نشر آموزش کشاورزی. ۱۱۳ صفحه.
- احمدی، ع.، احسان زاده، پ. و جباری، ف.، ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. جلد اول. ۶۵۳ صفحه.
- حسین‌زاده گشتی، ع.، ۱۳۸۵. بررسی اثرات مصرف گچ و سوپر فسفات ساده بر رشد عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد بادام زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ۱۲۳ صفحه.
- خواجه‌پور، م. ر.، ۱۳۸۶. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، ویرایش دوم ۳۵۰ صفحه.
- Adamsen, F.J., 1989. Irrigation Method and Water Quality Effect on Peanut Yield and Grade. *Agron. J.* 81: 589-593.
- Babu, V.R. and Rao, D.V.M., 1983. Water stress adaptations in the groundnut (*Arachis hypogaea* L.) - foliar characteristics and adaptations to moisture stress. *Plant Physiol. Biochem.* 10 (1): 64-80.
- Boote, K.J. and Ketring, D.L., 1990. Peanut. In: Stewart B.A. and Nielson D.R. (eds), *Irrigation of Agricultural*

سپاسگزاری

این مقاله با کمک‌های معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان صورت گرفته که در اینجا از حمایت‌های صمیمانه آقایان دکتر کردرستمی و پورجعفر، معاونت و مدیریت محترم پژوهشی دانشگاه و سرکار خانم آقایایی سپاسگزاری می‌گردد.

- Crops. ASA- CSSA-SSSA, Madison. 358 pages
8. Bhagsari, A.S.; Brown, R.H. and Schepers, J.S., 1976. Effect of moisture stress on photosynthesis and some related physiological characteristics in peanuts. *Crop Sci.* 16: 712-715.
 9. Gowda, A. and Hegde, B.R., 1986. Moisture stress and hormonal influence on the flowering behavior and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Madras Agric. J.* 73 (2): 82-86.
 10. Khatri, T.J. and Patel, R.M., 1983. Use of yield-prediction model for scheduling irrigation to groundnut. *Indian J. Agric. Sci.* 53:831-832.
 11. Lakkineni, K.C. and Abrol, Y.P., 1995. Effect of sulphur fertilization on rapeseedmustard and ground nut. *Soil and Fertilizers Abst.*, 58 (2): 244-253.
 12. Lamb, M.C., Davidson, Jr.JI.; Childre, J.W. and Martin, Jr.N.R., 1997. Comparison of peanut yield, quality, and net returns between nonirrigated and irrigated production. *Peanut Science* 24: 97-101.
 13. Meisner, C.A. and Karnok, K.J., 1992. Peanut root response to drought stress. *Agron. J.* 84 (2): 159-165.
 14. Nautiyal, P.C.; Ravindra, S. and Joshi, Y.C., 1991. Physiological and biochemical basis for viability differences in Spanish groundnut in response to soil moisture stress. *Oleagineux* 46 (4): 153-158.
 15. Patel, M.S. and Golakiya, B.A., 1988. Effect of water stress on yield attributes and yields of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Indian J. Agric. Sci.* 58 (9): 701-703.
 16. Reddy, S.R.; Chalam, P.S. and Reddy, G.H.S., 1982. Effect of irrigation frequencies and levels of nitrogen on pod yield of groundnut. *Indian J. Agron.* 27:317-322.
 17. Reddy, T.Y. and Setty, B.V.K., 1995. Evaluation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties under moisture stress conditions. *Indian J. Agric. Sci.* 11 (3): 9-18.
 18. Reddy, T.Y.; Reddy, V.R. and Anbumozhi, V., 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration. *Plant Growth Regulation* 41: 75-88.
 19. Sexton, P.J.; Benett, J.M. and Boote, K.J., 1997. The effect of dry pegging zone soil on pod formation of lorunner peanut. *Peanut Sci.* 24: 19-24.
 20. Sharma, P.S. and Sivakumar, M.V.K., 1991. Penetrometer soil resistance, pod number and yield of peanuts as influenced by drought stress. *Indian J. Plant Physiol.* 34 (2): 147-152.
 21. Stirling, C.M. and Black, C.R., 1991. Stages of reproductive development in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) most susceptible to environmental stress. *Trop. Agric. (Trinidad)* 68 (3): 296-300.
 22. Suther, D.M. and Patel, M.S., 1992. Yield and nutrient absorption by groundnut and iron availability in soil as influenced by lime and soil water. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 40 (3): 594-596.
 23. Wheatley, A.R.D.; Whiteman, J.A.; Williams, J.H. and Wheatly, S.J. 1989. The influence of drought stress on the distribution of insects on four groundnut genotypes grown near Hyderabad. *India. Bull. Ent. Res.* 79: 567-577.
 24. Wightman, J.A. and Wightman, A.S., 1994. An insect, agronomic and sociological survey of groundnut fields in southern Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 51 (3): 311-331.
 25. Wright, D.C.; Nageswara Rao, R.C. and Farquhar, G.D., 1994. Water use efficiency and carbon isotope discrimination in peanut under water deficit conditions. *Crop Sci.* 34 (1): 92-97.
 26. Zeyong, X., 1992. Groundnut production and research in East Asia in the 1980s. In: Nigam S.N. (ed.), *Groundnut - A Global Perspective*. Proc. Int. Workshop, Patancheru, A.P., India, 25-29 November 1991, ICRISAT Center, India, pp. 157-165.