استجابة الذرة البيضاء للسماد النتروجيني

سامي نوري علي السعدون عبدالله محمود صالح الداهري

قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة–جامعة الانبار

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في الموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009 ، في أحد حقول مدينة الرمادي–محافظة الانبار في تربة مزيجيه غرينية ، بهدف معرفة تأثير أربعة مستويات من السماد النتروجيني 0 و100 و200 و300 كغمN.هـ$^{-1}$ في بعض صفات النمو والحاصل وكفاءة استخدام النتروجين لثلاثة أصناف من الذرة البيضاء(رابح وإنقاذ وكافيير) . استخدم ترتيب التجارب العاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات. اظهر الصنف إنقاذ أطول مدة من50% تزهير إلى النضج الفسيولوجي (27.92 و34.00 يوما) وأعطى أعلى معدل لحاصل الحبوب(6.17 و 6.47 طن.هـ$^{-1}$) للموسمين بالتتابع ، بينما أعطى الصنف رابح أعلى معدل لكفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة(11.15 و 28.39 كغم.كغم N^{-1}) للموسمين بالتتابع. أعطى المستوى 300 كغمN.هـ$^{-1}$ أعلى معدل لحاصل المادة الجافة الكلي(15.82 و19.60 طن.هـ$^{-1}$)، والمستوى200 كغمN.هـ$^{-1}$ أعلى معدل لحاصل الحبوب(6.24 و6.57 طن.هـ$^{-1}$)، وأظهر المستوى 100كغمN.هـ$^{-1}$ أعلى معدل لكفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة(11.86 و28.73 كغم.كغمN^{-1}) ولإنتاج الحبوب(7.60 و7.84 كغم.كغم N^{-1}) للموسمين بالتتابع. أعطى الصنف إنقاذ أعلى حاصل حبوب عند المستوى300 كغمN. هـ$^{-1}$ في الموسم الربيعي(6.83 طن.هـ$^{-1}$) وعند المستوى200 كغمN. هـ$^{-1}$ في الموسم الخريفي(6.91 طن.هـ$^{-1}$) ، وأظهر الصنف نفسه أعلى كفاءة في استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب عند المستوى 100 كغمN.هـ$^{-1}$ (8.47 و8.40 كغم.كغمN^{-1}) للموسمين بالتتابع. نستنتج أن الصنف إنقاذ يصلح للزراعة الربيعية والخريفية لإنتاج الحبوب في العراق ، وان كفاءة استخدام النتروجين تقل بزيادة مستوى النتروجين المضاف، ضمن ظروف البحث.

بحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 42 (4):١٧- ٣١,2011 Al-sadoon & Addaheri.

RESPONSE OF SORGHUM TO NITROGEN FERTILIZER

S. N. A. Al-sadoon and A. M.S. Addaheri

Department of Field Crops- College of Agriculture - University of Anbar

ABSTRACT

A field experiment was conducted in two seasons (spring and fall 2009) in a silty loam soil, in Anbar-governorate, to investigate the effect of four nitrogen fertilizer levels 0, 100, 200and300 kgN.ha^{-1}on growth, yield and nitrogen use efficiency (NUE) of three sorghum cultivars (Rabeh, Inkath and Kaffer). Factorial arrangement was used according to the randomized complete block design with three replications. Inkath cultivar showed the longest period from mid-bloom to maturity(27.92 ,34.00 dais), highest grain yield(6.17, 6.47 t.ha^{-1}) in spring and fall respectively. rabeh cultivar showed the highest (NUE) for the dry matter(11.15, 28.39 kg.kgN^{-1}) in spring and fall respectively. The level of N fertilizer (300 kgN.ha^{-1}) gave the highest total dry matter(15.82, 19.60t.ha^{-1}); 200 kgN.ha^{-1} gave the highest grain yield(6.24, 6.57 t.ha^{-1}); 100 kgN.ha^{-1} showed the highest (NUE) for the dry matter(11.86, 28.73kg.kgN^{-1}) and (NUE) for the grain(7.60, 7.84 kg.kgN^{-1}) in spring and fall respectively. Inkath cultivar produced the highest grain yield at 300 kgN.ha^{-1} in spring(6.83 t.ha^{-1}), at 200 kgN.ha^{-1} in fall (6.91 t.ha^{-1}), it showed the highest (NUE) for the grain at 100 kgN.ha^{-1}(8.47, 8.40 kg.kgN^{-1}) in spring and fall respectively. the conclusion, Inkath the best cultivar for grain, (NUE) decreased with increasing of N fertilizer level, Under the experiment circumstances.

Part of M.sc. thesis of the second author

المقدمة

الذرة البيضاء [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] من المحاصيل الحيوية المهمة في العالم، ويمتلك خصائص زراعية متميزة ، مثل مقاومة الملوحة والجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة (25)، وقد شرعت وزارة الزراعة في العراق عام 1998 بتنفيذ برنامج لتطوير زراعته ، وذلك بإدخال أصناف جديدة، وتقييم أدائها وسلوكها لمعرفة الأفضل من بينها وإدخالها ضمن الخطة الزراعية في الأراضي المستصلحة حديثا والتي لا تصلح لزراعة محاصيل أخرى ، ولأجل أن تكون هناك صورة واضحة عن الأصناف المتميزة يفضل اختبارها تحت مختلف العمليات المهمة كالتسميد الكيماوي ، الذي لا يمكن الاستغناء عنه في الوقت الحاضر محلياً وحتى عالمياً في ظل أزمة الغذاء و النمو السكاني ، ومن أهم العناصر الغذائية المضافة للتسميد هو النتروجين (1)، الذي يعد تحديد المستوى الأمثل منه تحديا كبيرا للمزارعين (20). تعد كفاءة استخدام النتروجين (وحدات الحاصل الناتجة من إضافة وحدة النتروجين) احد المؤشرات المهمة التي تحظى باهتمام متزايد لغرض توخي الدقة عند إضافة النتروجين، وذلك من خلال التعرف على مدى اختلاف الأصناف في كفاءة استخدامه وعند مستويات إضافة مختلفة ، من اجل تقليل خطر التلوث وتقليل كلفة الاعتماد على التسميد النتروجيني (14). لذا تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أفضل صنف وأفضل مستوى من السماد النتروجيني مع أفضل تداخل بين العاملين لإعطاء أعلى إنتاجية في وحدة المساحة ، ومعرفة كفاءة الأصناف في استخدام النتروجين عند مستويات إضافة مختلفة، في ظروف محافظة الأنبار للموسمين الربيعي والخريفي.

المواد والطرائق

أجريت تجربة حقلية في الموسمين الزراعيين الربيعي والخريفي لعام 2009، في وحدة كتوف الأنهار في مدينة الرمادي في تربة مزيجة غرينية ، لمعرفة تأثير أربعة مستويات من السماد النتروجيني (0 و 100 و 200 و 300 كغمN.هـ$^{-1}$) في بعض صفات النمو والحاصل وكفاءة استخدام النتروجين لثلاثة أصناف من الذرة البيضاء (رابح وإنقاذ و كافيير) ، نفذت كتجربة عاملية وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (R.C.B.D) وبثلاثة مكررات.

أجريت عملية الحراثة و التنعيم ، ثم قسم الحقل إلى ألواح بأبعاد 3×2 م مع ترك مسافة 1م بين الألواح ، وأضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي (46 %P_2O_5) بمقدار125كغم P_2O_5.هـ$^{-1}$، مزجاً مع التربة قبل الزراعة . تمت الزراعة بطريقة الجور على خطوط، المسافة بين الجور ضمن الخط 20 سم والمسافة بين الخطوط 50 سم، واشتملت كل وحدة تجريبية على 4 خطوط، واجري البذار والخف والترقيع للحصول على نبات واحد في الجورة (100,000 نبات.هـ$^{-1}$). استخدم سماد اليوريا $(NH_2)_2CO$ (N%46) مصدراً للنتروجين والذي أضيف بأربع جرعات متساوية ، الجرعة الأولى مزجت مع التربة قبل الزراعة و الجرعات الثلاث الباقية أُضيفت بالتلقيم بعد 20 يوم من الإنبات و في مرحلة البطان وفي مرحلة طرد النورات. اقتصر اخذ القراءات على نباتات الخطين الوسطيين و أهملت الخطوط الحارسة لكل وحدة تجريبية ولكافة الصفات قيد الدراسة. درست الصفات الحقلية والمختبرية التي ستظهر في جداول النتائج. قدرت كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة (كغم. كغمN^{-1}) حسب الطريقة التي وصفها (34) $NUE_1 = (TDM_x - TDM_o) / X$ // حيث إن NUE_1 كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة (كغم.كغمN^{-1}) و TDM_x حاصل المادة الجافة الكلي عند مستوى النتروجين

(كغم.هـ$^{-1}$) وTDM_o حاصل المادة الجافة الكلي للمقارنة (كغم.هـ$^{-1}$) و X مستوى النتروجين المضاف (كغمN.هـ$^{-1}$)، و كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب(كغم. كغمN^{-1}) حسب طريقة (10) $[NUE_2 = (GY_x - GY_o) / X]$ حيث إن NUE_2 كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب(كغم.كغمN^{-1}) وGY_x حاصل الحبوب عند مستوى النتروجين(كغم.هـ$^{-1}$) وGY_o حاصل الحبوب للمقارنة (كغم.هـ$^{-1}$) و X مستوى النتروجين المضاف (كغمN.هـ$^{-1}$). حللت البيانات إحصائيا وفق طريقة تحليل التباين باستخدام برنامج الـ(GenStat) وحسب تصميم التجربة وقورنت المتوسطات الحسابية باستخدام طريقة أقل فرق معنوي(L.S.D) بمستوى احتمالية 5% (30).

النتائج والمناقشة:

عدد الأيام من 50% تزهير إلى النضج الفسيولوجي

يتضح من نتائج جدول1 وجود فروق معنوية بين الأصناف في عدد الأيام من 50 % تزهير إلى النضج الفسيولوجي ولكلا الموسمين الربيعي والخريفي ، فقد استغرق الصنف إنقاذ أياماً أكثر بلغت27.92 و34.00 يوما للموسمين بالتتابع ولم يختلف معنويا عن الصنف رابح ، بينما استغرق الصنف كافيير أياما أقل بلغت 25.17 و 30.42 يوما للموسمين بالتتابع. ويعود سبب الاختلاف إلى التباين الوراثي بين الأصناف ، وهذا يتفق مع ما ذكره (28 و31) من اختلاف التراكيب الوراثية في المدة من التزهير إلى النضج.

ظهر تأثير معنوي لمستويات النتروجين المضاف في هذه الصفة لكلا الموسمين (الجدول1) ، فقد سجلت المستويات 100 و200 و300 كغمN. هـ$^{-1}$ زيادة معنوية عن المقارنة بمقدار 2.67 و 3.78 و4.00 يوما بالتتابع في الموسم الربيعي و1.78 و 2.67 و 3.11 يوما بالتتابع في الموسم الخريفي، علما أن معاملة المقارنة قد سجلت عددا من الأيام بلغ 24.11 و30.33 يوما للموسمين بالتتابع. و يعزى ذلك إلى التبكير في التزهير، فقد ذكر(26) أن إضافة النتروجين تعمل على تسريع التزهير وتطيل المدة من التزهير إلى النضج.

جدول1 عدد الأيام من50 % تزهير إلى النضج الفسيولوجي لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	23.67	27.00	28.67	29.00	27.08
إنقاذ	25.33	27.67	29.33	29.33	27.92
كافيير	23.33	25.67	25.67	26.00	25.17
ا.ف.م 5%	2.25				1.12
المتوسط	24.11	26.78	27.89	28.11	
ا.ف. م 5%	1.30				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	30.33	32.33	33.00	33.33	32.25
إنقاذ	32.00	34.33	34.67	35.00	34.00
كافيير	28.67	29.67	31.33	32.00	30.42
ا.ف.م 5%	2.95				1.47
المتوسط	30.33	32.11	33.00	33.44	
ا.ف.م 5%	1.70				

يلاحظ من الجدول نفسه وجود فروق معنوية بتأثير التداخل بين الأصناف ومستويات النتروجين المضاف في هذه الصفة لكلا الموسمين، فقد سجل الصنف إنقاذ أياما أكثر بلغت 29.33 يوما عند المستويين 200 و 300 كغمN. هـ$^{-1}$ في الموسم الربيعي و35.00 يوما عند المستوى 300 كغمN. هـ$^{-1}$ في الموسم الخريفي، بينما سجل الصنف كافيير عند مستوى المقارنة أياماً اقل بلغت 23.33 و 28.67 يوما للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، وربما يعود السبب إلى اختلاف الأصناف في مستوى استجابتها لمستويات النتروجين في المدة من الزراعة إلى التزهير والمدة من الزراعة إلى النضج وهذا ما توصل إليه (15)، الأمر الذي انعكس في اختلافها في المدة من التزهير إلى النضج.

دليل المساحة الورقية

يشير جدول 2 إلى وجود فروق معنوية بين الأصناف في دليل المساحة الورقية لكلا الموسمين ، ففي الموسم الربيعي أعطى الصنف إنقاذ أعلى معدل بلغ3.39 ، أما في الموسم الخريفي فقد أعطى الصنف رابح أعلى معدل بلغ 4.20، ولم يختلف الصنفان رابح وإنقاذ معنويا في هذه الصفة لكلا الموسمين، غير أنهما اختلفا معنويا عن الصنف كافيير الذي أعطى أقل معدل بلغ 2.84 و 3.40 للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع . ويعزى السبب إلى اختلاف الأصناف وراثياً، مما انعكس على المساحة الورقية نتيجة اختلاف طول وعرض الورقة وعدد الأوراق للنبات الواحد، وهذا يتفق مع (4) من وجود اختلافات معنوية بين الأصناف في صفة دليل المساحة الورقية.

جدول2 قيم دليل المساحة الورقية لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	2.80	3.16	3.40	3.48	3.21
إنقاذ	3.04	3.43	3.53	3.55	3.39
كافيير	2.59	2.88	2.94	2.92	2.84
ا.ف.م 5%	0.52				0.26
المتوسط	2.81	3.16	3.29	3.32	
ا.ف. م 5%	0.30				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	3.37	4.04	4.62	4.75	4.20
إنقاذ	3.20	3.90	4.61	4.81	4.13
كافيير	2.71	3.16	3.93	3.82	3.40
ا.ف.م 5%	0.53				0.26
المتوسط	3.09	3.70	4.39	4.46	
ا.ف.م 5%	0.31				

يتبين من الجدول نفسه وجود تأثير معنوي لمستويات النتروجين المضاف في دليل المساحة الورقية لكلا الموسمين، فقد أدت إضافة النتروجين بالمستويات 100 و 200 و 300 كغمN. هـ$^{-1}$ إلى زيادة معنوية قياسا إلى نباتات المقارنة، بلغت 12.45 و 17.08 و 18.14% بالتتابع في الموسم الربيعي و19.74 و 42.07 و 44.33 % بالتتابع في الموسم الخريفي، وأعطى المستوى 300 كغمN. هـ$^{-1}$ أعلى معدل بلغ 3.32 و 4.46للموسمين بالتتابع ولم يختلف معنويا عن المستوى 200 كغمN .هـ$^{-1}$ في كلا الموسمين ، وقد يعود ذلك إلى زيادة نشاط وانقسام الخلايا في الأنسجة المرستيمية لأن النتروجين عنصر مشارك أساسي في غالبية مكونات الخلية الحية ، مما أدى إلى زيادة النمو الخضري من عدد الأوراق وطول وعرض الورقة وبالنتيجة زيادة المساحة الورقية ومن ثم دليلها، وهذا يتفق مع ما ذكره (2).

تشير النتائج إلى وجود فروق معنوية في دليل المساحة الورقية بتأثير تداخل الأصناف ومستويات النتروجين المضاف لكلا موسمي الزراعة (الجدول2) ، فقد أعطى الصنف إنقاذ عند المستوى 300 كغمN. هـ$^{-1}$ أعلى دليل مساحة ورقية بلغ 3.55 و4.81 في الموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، بينما أعطى الصنف كافيير عند مستوى المقارنة اقل دليل مساحة ورقية بلغ 2.59 و 2.71 للموسمين بالتتابع ، وقد اتفقت هذه النتائج مع ما جاء به (2) من وجود تأثير معنوي للتداخل بين الأصناف ومستويات النتروجين في دليل المساحة الورقية.

النتروجين في الأوراق%

تشير نتائج جدول 3 إلى وجود فروق معنوية بين الأصناف في تركيز النتروجين في الأوراق لكلا الموسمين ، إذ تفوق الصنف كافيير الذي سجل أعلى تركيز بلغ 1.72 و1.77 % للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، واختلف معنويا عن

الصنف إنقاذ في الموسم الربيعي الذي أعطى اقل تركيز بلغ 1.62% ، بينما كان الاختلاف معنويا مع كلا الصنفين في الموسم الخريفي والذي أعطت فيه أوراق الصنف رابح اقل تركيز للعنصر بلغ 1.65% ، أما الاختلاف بين الصنفين رابح وإنقاذ فلم يكن معنويا في كلا الموسمين. إن سبب تفوق الصنف كافيير ربما يعود إلى امتلاكه اقل دليل مساحة ورقية ، وهذا يتفق مع(16) بان الأصناف التي أعطت مساحة ورقية كبيرة سجلت تركيزا قليلا للنتروجين في أوراقها ، كما اتفقت النتائج مع (9) في اختلاف الأصناف في تركيز النتروجين في أوراقها.

جدول 3 النتروجين في الأوراق% لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السمادالنتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	1.49	1.64	1.74	1.81	1.67
إنقاذ	1.42	1.65	1.73	1.69	1.62
كافيير	1.53	1.67	1.85	1.84	1.72
ا.ف.م 5%	0.16				0.08
المتوسط	1.48	1.65	1.78	1.78	
ا.ف. م 5%	0.09				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	1.48	1.62	1.77	1.74	1.65
إنقاذ	1.50	1.74	1.74	1.80	1.70
كافيير	1.56	1.76	1.83	1.92	1.77
ا.ف.م 5%	0.13				0.06
المتوسط	1.51	1.71	1.78	1.82	
ا.ف.م 5%	0.07				

يشير الجدول نفسه إلى وجود تأثير معنوي للنتروجين المضاف في زيادة تركيز النتروجين في الأوراق لكلا الموسمين قياسا إلى معاملة المقارنة، فقد سجل المستوى300 كغمN.هـ$^{-1}$ أعلى تركيز للعنصر في كلا الموسمين بلغ 1.78 و1.82 % بالتتابع ولم يختلف معنويا عن المستوى 200 كغمN.هـ$^{-1}$ الذي أعطى تركيزا مرتفعا للعنصر بلغ 1.78% لكلا الموسمين ، بينما سجلت نباتات المقارنة اقل تركيز بلغ 1.48 و1.51% للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع. وقد اتفقت النتائج مع (5 و 29) من أن زيادة مستوى النتروجين المضاف تزيد نسبة النتروجين في الأوراق.

وجدت فروق معنوية بتأثير التداخل بين الأصناف ومستويات السماد النتروجيني في هذه الصفة لكلا الموسمين(الجدول3) ، إذ سُجل أعلى تركيز (1.85 %) في أوراق الصنف كافيير المسمد بـ200 كغمN.هـ$^{-1}$ في الموسم الربيعي و وبالمستوى 300 كغمN.هـ$^{-1}$ (1.92%) في الموسم الخريفي ، بينما سَجل الصنفان إنقاذ في الموسم الربيعي و رابح في الموسم الخريفي عند مستوى المقارنة اقل تركيز (1.42و1.48%) بالتتابع، ويعزى هذا الاختلاف إلى التباين الوراثي، وهذا يتفق مع نتائج (14) من اختلاف تركيز

النتـروجين فـي الأوراق تبعـا للتركيـب الـوراثي ومستوى النتروجين المضاف.

حاصل المادة الجافة الكلي

تشـير النتـائج فـي جـدول 4 إلـى اخـتلاف الأصـناف فيمـا بينهـا معنويـا فـي حاصـل المـادة الجافة الكلي لكلا موسمي الزراعة ، ففي الموسم الربيعي أعطى الصنف إنقاذ أعلى معدل بلغ 16.84طن.هـ$^{-1}$ ، وفـي الموسـم الخريفـي أعطـى الصنف رابح أعلى معدل بلغ 18.91 طن.هـ$^{-1}$ ، بينما أعطى الصنف كافيير أقل معدل بلغ 12.57 و15.12 طن.هـ$^{-1}$ للموسـمين الربيعـي والخريفـي بالتتـابع . إن تفـوق الصـنفين إنقـاذ ورابـح فـي هـذه الصـفة يعـزى إلـى تفوقهمـا فـي دليـل المسـاحة الورقية(الجدول2) وهذا يعني زيادة كفاءة اعتراض الأشـعة وصـنع المـادة الجافـة، وفـي هـذا المجـال أشـار(13و19) إلـى وجـود ارتبـاط ايجـابي لحاصـل المادة الجافة الكلي بدليل المساحة الورقية.

جدول4 حاصل المادة الجافة الكلي (طن.هـ$^{-1}$) لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	13.88	15.09	16.26	16.75	15.50
إنقاذ	15.49	16.85	17.50	17.53	16.84
كافيير	11.57	12.57	12.95	13.17	12.57
ا.ف.م 5%	1.26				0.63
المتوسط	13.65	14.83	15.57	15.82	
ا.ف. م 5%	0.73				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	14.99	18.58	20.40	21.66	18.91
إنقاذ	13.64	16.71	18.88	20.23	17.37
كافيير	12.27	14.23	17.07	16.92	15.12
ا.ف.م 5%	1.19				0.59
المتوسط	13.63	16.51	18.79	19.60	
ا.ف.م 5%	0.68				

ظهر تـأثير معنوي للنتروجين المضـاف فـي زيـادة حاصـل المـادة الجافـة الكلـي لكـلا الموسـمين (الجدول4) ، فقد أعطت نباتات المقارنة حاصلا بلغ 13.65 و 13.63 طن. هـ$^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفـي بالتتـابع، وقـد أدت إضـافة النتـروجين بالمستويات 100 و 200 و 300 كغمN.هـ$^{-1}$ إلى زيادة معنوية بنسبة 8.6 و14.1 و15.9% بالتتابع للموسم الربيعـي و21.1 و37.8و43.8 % للموسم الخريفـي ، ولقد أدت زيـادة مستوى النتـروجين مـن 100 إلى 200 كغمN.هـ$^{-1}$ إلى زيادة معنوية في حاصـل المـادة الجافـة الكلـي لكـلا الموسـمين، أمـا زيادة المستوى من 200 إلى 300 كغمN.هـ$^{-1}$ فقد كان تأثيرها غير معنوي في الموسم الربيعي ومعنويا في الموسم الخريفي. اتفقت النتائج مع ما جاء به

(27) في زيادة حاصل المادة الجافة الكلي نتيجة زيادة مستوى النتروجين المضاف.

يلاحظ من الجدول نفسه وجود فروق معنوية في حاصل المادة الجافة الكلي بتأثير التداخل بين الأصناف ومستويات النتروجين المضاف لكلا الموسمين، ففي الموسم الربيعي سجل الصنف إنقاذ أعلى حاصل بلغ 17.53 طن.هـ$^{-1}$ عند تسميده بـ 300 كغمN.هـ$^{-1}$ ، أما في الموسم الخريفي فقد سجل الصنف رابح أعلى حاصل بلغ 21.66 طن.هـ$^{-1}$ عند نفس المستوى ، وسجل الصنف كافيير غير المسمد بالنتروجين أقل حاصل بلغ 11.57 و12.27 طن.هـ$^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع. ويعود السبب إلى التباين الوراثي الذي انعكس في طبيعة استجابة الأصناف للظروف البيئية التي تختلف من موسم لآخر وفي مستوى الاستجابة لمستويات السماد النتروجيني وهذا يتفق مع نتائج (22) في اختلاف الأصناف في مستوى استجابتها لمستويات النتروجين المضاف في هذه الصفة.

عدد الحبوب في الرأس

ظهرت فروق معنوية بين الأصناف في صفة عدد الحبوب في الرأس لكلا الموسمين(الجدول5) ، إذ أعطى الصنف رابح أعلى معدل لهذه الصفة بلغ 2927 و 2944 حبة للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، ولم يختلف معنويا عن الصنف إنقاذ في الموسم الربيعي ، غير أنهما اختلفا معنويا في كلا الموسمين عن الصنف كافيير الذي أعطى اقل معدل بلغ 2320 و2249 حبة للموسمين بالتتابع ، ويعزى سبب اختلاف الأصناف في هذه الصفة إلى اختلافها وراثياً ، وبالتالي اختلاف استجابتها للظروف البيئية السائدة ، فضلا عن تميز الصنف رابح في دليل المساحة الورقية وحاصل المادة الجافة (الجداول2 و 4)، مما انعكس في زيادة تغذية مواقع النشوء الجديدة بمتطلباتها من الغذاء المصنع اللازم لزيادة عقدها .

ظهر تأثير معنوي للنتروجين المضاف في زيادة عدد الحبوب في الرأس لكلا الموسمين(الجدول5)

، إذ أعطت نباتات المقارنة اقل عدد بلغ 2384 و2422 حبة للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، وقياسا إليها أدت إضافة النتروجين بالمستويات 100 و 200 و 300 كغمN.هـ$^{-1}$ إلى زيادة معنوية بمقدار 273 و 461 و 440 حبة بالتتابع للموسم الربيعي و 245 و 288 و 239 حبة بالتتابع للموسم الخريفي ، ولم تختلف هذه المستويات فيما بينها معنويا في هذه الصفة لكلا الموسمين. و يعود سبب زيادة عدد الحبوب في الرأس بزيادة مستوى النتروجين المضاف إلى زيادة الجاهز في التربة وهذا ينعكس على الممتص منه وبالتالي توفير الغذاء خلال مدة التزهير وتقليل التنافس بين المنشات الزهرية على هذه المواد مما زاد عدد الأزهار الملقحة وبالتالي زيادة عدد الحبوب في الرأس (32).

يتضح من الجدول نفسه وجود فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير تداخل الأصناف ومستويات النتروجين المضاف في كلا الموسمين ، إذ أعطى الصنف رابح أعلى قيمة بلغت 3090 و3086 حبة للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع عند تسميده بـ200 كغمN.هـ$^{-1}$ بينما أعطى الصنف كافيير اقل قيمة بلغت 2104 و 2116 حبة للموسمين بالتتابع عند مستوى المقارنة ، ويبدو إن الصنف إنقاذ أبدى أعلى معدل استجابة لمستويات النتروجين المضاف في هذه الصفة ، ويعزى ذلك إلى طبيعة التداخل بين مستويات السماد النتروجيني والأصناف المستخدمة وقابلية استجابتها لزيادة مستويات السماد النتروجيني ، وهذا يتفق مع ما ذكره (6) من اختلاف الأصناف في مستوى استجابتها لمستويات النتروجين المضاف في صفة عدد الحبوب في الرأس.

جدول5 عدد الحبوب في الرأس لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	2669	2904	3090	3047	2927
إنقاذ	2379	2747	3012	3002	2785
كافيير	2104	2322	2433	2423	2320
ا.ف.م 5%	424				212
المتوسط	2384	2657	2845	2824	
ا.ف. م 5%	245				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	2742	3068	3086	2879	2944
إنقاذ	2407	2673	2726	2802	2652
كافيير	2116	2260	2318	2302	2249
ا.ف.م 5%	402				201
المتوسط	2422	2667	2710	2661	
ا.ف.م 5%	232				

وزن الحبة

وجدت فروق معنوية بين الأصناف في وزن 1000 حبة لكلا الموسمين(الجدول6) ، إذ أعطى الصنف كافيير أعلى معدل بلغ 24.24 و26.31 غم للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، وبذلك تفوق معنويا على الصنف رابح في كلا الموسمين ، كما تفوق معنويا على الصنف إنقاذ في الموسم الربيعي ولم يختلف عنه معنويا في الموسم الخريفي ، وأعطى الصنف رابح اقل معدل بلغ 19.88 و 21.22 غم للموسمين بالتتابع واختلف معنويا عن الصنف إنقاذ في كلا الموسمين ، إن تفوق الصنف كافيير قد يعود إلى قلة عدد الحبوب في الرأس (الجدول5) وبالتالي فان كمية المواد المصنعة الداخلة إلى الحبة كافية لملء الحبوب وزيادة وزنها وهذا يتفق مع ما ذكره (33).

تشير النتائج في الجدول نفسه إلى أن إضافة النتروجين قد أدت إلى زيادة في وزن 1000 حبة لكنها لم تصل إلى حد المعنوية قياسا إلى نباتات المقارنة في الموسمين الربيعي والخريفي ، وقد أعطت النباتات المسمدة بـ300 كغمN.هـ$^{-1}$ في الموسم الربيعي و النباتات المسمدة بـ200 كغمN.هـ$^{-1}$ في الموسم الخريفي أعلى معدل بلغ22.47 و 24.75 غم بالتتابع. اتفقت النتائج مع ما جاء به (10) في عدم وجود تأثير معنوي للنتروجين المضاف في وزن الحبة.

يلاحظ من جدول6 بان التداخل بين الأصناف ومستويات النتروجين المضاف كان معنويا في وزن 1000 حبة لكلا الموسمين ، إذ أعطى الصنف كافيير أعلى قيمة بلغت 24.64 و27.29 غم للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع عند تسميده بـ 300 كغمN.هـ$^{-1}$ ، بينما أعطى الصنف رابح اقل وزن عند مستوى المقارنة بلغ 19.07 و20.09 غم للموسمين بالتتابع ، ويعزى هذا التغاير إلى الاختلاف في معدل امتلاء الحبوب حسب التركيب الوراثي وهذا يتفق مع ماذكره (١٢) .

جدول6 وزن 1000 حبة (غم) لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	19.07	20.39	20.31	19.77	19.88
إنقاذ	21.87	22.08	22.58	23.01	22.39
كافيير	23.59	24.30	24.43	24.64	24.24
ا.ف.م 5%	2.79				1.39
المتوسط	21.51	22.26	22.44	22.47	
ا.ف. م 5%	N.S.				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	20.09	20.58	22.10	22.11	21.22
إنقاذ	24.06	24.73	25.39	23.87	24.51
كافيير	25.12	26.07	26.75	27.29	26.31
ا.ف.م 5%	4.20				2.10
المتوسط	23.09	23.79	24.75	24.42	
ا.ف.م 5%	N.S.				

حاصل الحبوب

وجدت فروق معنوية بين الأصناف قيد الدراسة في حاصل الحبوب في كلا الموسمين (الجدول7) ، فقد أنتج الصنف إنقاذ أعلى معدل بلغ 6.17 و6.47 طن.هـ$^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، وتفوق معنويا على الصنف رابح والصنف كافيير الذي أعطى أقل حاصل حبوب بلغ 5.60 و 5.87 طن.هـ$^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع، ولم يختلف الصنفان رابح و كافيير معنويا في الموسم الربيعي ولكنهما اختلفا معنويا في الموسم الخريفي، و يعود تفوق الصنف إنقاذ في حاصل الحبوب إلى تفوقه في حاصل ضرب مكوني الحاصل(عدد الحبوب في الرأس ووزن الحبة)ويتضح ذلك من خلال الرجوع إلى الجدولين (5 و6). اتفقت النتائج مع ما أوصى به من (3) من تفوق الصنف إنقاذ في حاصل الحبوب.

يشير الجدول نفسه إلى التأثير الايجابي لإضافة النتروجين في حاصل الحبوب ، فقد أدت إضافة النتروجين بالمستويات 100 و 200 و 300 كغمN.هـ$^{-1}$ إلى زيادة معنوية قياسا إلى معاملة المقارنة بنسبة بلغت 15.0 و 23.1 و 23.0 %

بالتتابع للموسم الربيعي و14.5 و20.3 و 17.9% للمستويات بالتتابع للموسم الخريفي ، وأعطى المستوى السمادي 200 كغمN.هـ$^{-1}$ أعلى معدل لحاصل حبوب بلغ 6.24 و6.57 طن.هـ$^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع، ولقد أدت زيادة مستوى النتروجين المضاف من 100 إلى 200 كغم.هـ$^{-1}$ إلى زيادة معنوية في حاصل الحبوب ، بينما لم يختلف تأثير المستويين 200 و 300كغمN.هـ$^{-1}$ معنويا لكلا الموسمين . وربما يرجع ذلك إلى زيادة مكونات الحاصل وهذا يتفق مع ما توصل إليه (10 و 16 و18) من تأثير ايجابي للنتروجين المضاف في حاصل الحبوب ومكوناته.

جدول 7 حاصل الحبوب (طن.هـ$^{-1}$) لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	5.06	5.85	6.13	5.94	5.75
إنقاذ	5.17	6.02	6.67	6.83	6.17
كافيير	4.97	5.61	5.90	5.93	5.60
ا.ف.م 5%	0.35				0.17
المتوسط	5.07	5.83	6.24	6.23	
ا.ف. م 5%	0.20				
الموسم الخريفي					
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)				المتوسط
	0	100	200	300	
رابح	5.43	6.25	6.74	6.36	6.19
إنقاذ	5.73	6.57	6.91	6.68	6.47
كافيير	5.23	5.92	6.07	6.29	5.87
ا.ف.م 5%	0.41				0.20
المتوسط	5.46	6.25	6.57	6.44	
ا.ف.م 5%	0.24				

وجد تأثير معنوي للتداخل بين الأصناف ومستويات النتروجين المضاف في حاصل الحبوب لكلا الموسمين (الجدول7)، فقد أعطى الصنف إنقاذ أعلى حاصل حبوب بلغ 6.83 طن.هـ$^{-1}$ عند تسميده بـ300كغمN.هـ$^{-1}$ في الموسم الربيعي و 6.91 طن. هـ$^{-1}$ عند تسميده بـ 200 كغمN.هـ$^{-1}$ في الموسم الخريفي ، وقد أعطى الصنف كافيير أقل حاصل حبوب عند مستوى المقارنة بلغ 4.97 و 5.23 طن.هـ$^{-1}$ للموسمين بالتتابع، وقد يعود هذا إلى إمكانية الصنف المستخدم في استغلال النتروجين لزيادة الحاصل ومكوناته ، وهذا يتفق مع ما جاء به (17) من وجود تأثير معنوي للتداخل ما بين الأصناف ومستويات النتروجين المضاف في حاصل الحبوب .

كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة يشير جدول8 إلى وجود فروق معنوية بين الأصناف في كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة ، فقد اظهر الصنف رابح أعلى كفاءة بلغت 11.15 و28.39 كغم مادة جافة . كغمN^{-1} للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع، ولم يختلف معنويا عن الصنف إنقاذ في كلا الموسمين ، غير انه اختلف معنويا عن الصنف كافيير الذي اظهر أقل كفاءة بلغت7.39 و19.69 كغم مادة جافة . كغمN^{-1} للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، وربما يرجع

سبب اختلاف الأصناف في هذه الصفة إلى اختلاف كفاءتها في امتصاص النتروجين من التربة واختلاف كفاءة أيضه نتيجة التباين الوراثي بين الأصناف وهذا يتفق مع ما ذكره (21 و24) من اختلاف الأصناف في كفاءة امتصاص النتروجين من التربة وكفاءة أيضه وبالتالي كفاءة استخدامه.

من الجدول نفسه يظهر وجود فروق معنوية بتأثير مستويات السماد النتروجيني في هذه الصفة في كلا الموسمين الربيعي والخريفي، إذ سُجلت أعلى كفاءة عند المستوى 100 كغمN.هـ$^{-1}$ بلغت 11.86و28.73 كغم مادة جافة . كغمN^{-1} للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، وتفوق معنويا على المستوى 300كغمN.هـ$^{-1}$ الذي سجل اقل كفاءة بلغت7.23و19.89 كغم مادة جافة . كغمN^{-1} للموسمين بالتتابع، وعموما أدت زيادة مستوى النتروجين عن 100 كغمN.هـ$^{-1}$ إلى تناقص في كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة ، و يعزى ذلك إلى زيادة ضائعات النتروجين بزيادة كمية السماد المضاف، وقد ذكر (8) إن كفاءة استخدام النتروجين تقل بزيادة الكمية المفقودة منه ، ويعود سبب الانخفاض كذلك إلى أن الزيادة في حاصل المادة الجافة الكلي قد خضعت لقانون تناقص الغلة، الذي يشير إلى أن معدل زيادة الإنتاج نتيجة إضافة عنصر محدد يتناقص مع زيادة الكمية المضافة من العنصر (1).

جدول 8 كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة (كغم. كغمN^{-1})لأصناف من الذرة البيضاء بتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي				
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)			المتوسط
	100	200	300	
رابح	12.01	11.89	9.55	11.15
إنقاذ	13.63	10.06	6.82	10.17
كافيير	9.93	6.90	5.34	7.39
ا.ف.م 5%	5.60			3.23
المتوسط	11.86	9.62	7.23	
ا.ف. م 5%	3.23			
الموسم الخريفي				
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)			المتوسط
	100	200	300	
رابح	35.88	27.06	22.23	28.39

إنقاذ	30.72	26.21	21.95	26.29
كافيير	19.60	23.99	15.49	19.69
ا.ف.م 5%	9.33			5.38
المتوسط	28.73	25.75	19.89	
ا.ف.م 5%	5.38			

وجدت فروق معنوية في توليفات التداخل ما بين الأصناف ومستويات السماد النتروجيني في كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج المادة الجافة للموسمين الربيعي والخريفي(الجدول8)، فقد اظهر الصنف إنقاذ أعلى كفاءة بلغت 13.63 كغم مادة جافة . كغمN $^{-1}$ عند تسميده بـ100 كغمN.هـ$^{-1}$ في الموسم الربيعي ، وأظهر الصنف رابح أعلى كفاءة بلغت 35.88 كغم مادة جافة . كغمN $^{-1}$عند تسميده بالمستوى نفسه في الموسم الخريفي، واظهر الصنف كافيير أقل كفاءة بلغت 5.34 و 15.49 كغم مادة جافة لكل كغم نتروجين للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع عند تسميده بـ300 كغمN.هـ$^{-1}$، ويظهر من هذه النتائج انه غالبا ما أدت زيادة مستوى النتروجين إلى اختزال كفاءة الأصناف في استخدام النتروجين وهذا يتفق مع ما توصل اليه (23) في الذرة الصفراء.

كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب

يشير جدول9 إلى وجود فرق معنوي بين الصنفين إنقاذ و كافيير في كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب في الموسم الربيعي وعدم وجود فروق معنوية بين الأصناف في الموسم الخريفي ، وقد تفوق الصنف إنقاذ في الموسم الربيعي بإظهار أعلى كفاءة بلغت 7.16 كغم حبوب . كغمN $^{-1}$ ، واظهر الصنف رابح في الموسم الخريفي أعلى كفاءة بلغت5.96 كغم حبوب. كغمN $^{-1}$، في حين أظهر الصنف كافيير أقل كفاءة بلغت 4.77 و4.87 كغم حبوب. كغمN $^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع ، و يعزى اختلاف الصنفين إنقاذ و كافيير في هذه الصفة في الموسم الربيعي إلى اختلافهما في كفاءة انتقال مركبات النتروجين من المصدر إلى المصب وهذا يتفق مع ما توصل إليه (11)

يلاحظ وجود فروق معنوية بتأثير مستويات النتروجين المضاف في هذه الصفة لكلا الموسمين(الجدول9) ، فقد اظهر المستوى 100 كغمN.هـ$^{-1}$ أعلى كفاءة بلغت 7.60و7.84كغم حبوب. كغمN^{-1} للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع، وتفوق معنويا على المستوى 300 كغمN.هـ$^{-1}$ الذي أعطى أقل كفاءة بلغت 3.89و3.26 كغم حبوب . كغمN $^{-1}$ للموسمين بالتتابع ، ويلاحظ إن كفاءة استخدام النتروجين قد انخفضت بزيادة مستوى النتروجين المضاف، ويرجع ذلك إلى أن الزيادة في حاصل الحبوب قد خضعت لقانون تناقص الغلة الذي سبق ذكره ، وقد جاءت النتائج متفقة مع (5 و10) الذين وجدوا انخفاضاً في كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب بارتفاع مستوى النتروجين المضاف.

جدول 9 كفاءة استخدام النتروجين لإنتاج الحبوب (كغم . كغمN $^{-1}$)لأصناف من الذرة البيضاءبتأثير مستويات السماد النتروجيني للموسمين الربيعي والخريفي لعام 2009

الموسم الربيعي				
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)			المتوسط
	100	200	300	
رابح	7.93	5.38	2.94	5.42

إنقاذ	8.47	7.49	5.52	7.16
كافيير	6.41	4.68	3.20	4.77
ا.ف.م 5%	3.35			1.93
المتوسط	7.60	5.86	3.89	
ا.ف. م 5%	1.93			
الموسم الخريفي				
الأصناف	مستويات السماد النتروجيني (كغمN.هـ$^{-1}$)			المتوسط
	100	200	300	
رابح	8.24	6.56	3.09	5.96
إنقاذ	8.40	5.92	3.17	5.83
كافيير	6.88	4.19	3.53	4.87
ا.ف.م 5%	4.42			N.S.
المتوسط	7.84	5.56	3.26	
ا.ف.م 5%	2.55			

يشير الجدول نفسه إلى وجود فروق معنوية بتأثير التداخل مابين الأصناف ومستويات النتروجين المضاف لنفس الصفة في كلا الموسمين ، إذ اظهر الصنف إنقاذ أعلى كفاءة بلغت 8.47 و8.40 كغم حبوب . كغمN^{-1} للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع عند المستوى 100 كغمN.هـ$^{-1}$، بينما اظهر الصنف رابح أقل كفاءة بلغت 2.94 و3.09 كغم حبوب. كغمN^{-1} للموسمين بالتتابع عند المستوى 300 كغمN.هـ$^{-1}$، ومن الملاحظ إن تأثير مستويات النتروجين المضاف كان باتجاه اختزال كفاءة الأصناف بزيادة مستوى النتروجين المضاف ، وهذا يتفق مع نتائج (7).

المصادر

1. جواد ، كامل سعيد و محمد علي حمزة و حسن كاظم علوش . 1988 . خصوبة التربة والتسميد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . مؤسسة المعاهد الفنية. المعهد الزراعي الفني. بغداد.ع.ص 391
2. الدليمي ، نهاد محمد عبود 2002. استجابة عدة تراكيب وراثية من الذرة البيضاء لمستويات مختلفة من النتروجين. رسالة ماجستير –قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة– جامعة الأنبار. ع.ص 67
3. سلامة، محمود عباس عبد.2008. استجابة الذرة البيضاء *Sorghum bicolor*(L.) Moench للتسميد النتروجيني. المجلة العراقية لدراسات الصحراء. 1 (1):11-17

4. Ahmed, A.G.; N. M. Zaki and M. S. Hassanein. 2007. Response of grain sorghum to different nitrogen sources. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 1002-1008.
5. Akdeniz, H.; I. Yilmaz; M. A. Bozkurt and B. Keskin, 2006. The effects of sewage sludge and nitrogen applications on grain sorghum grown(*Sorghum vulgare* L.) in Van-Turkey. Polish J. of Environmental Studies . 15(1): 19-26.
6. Bebawi, F. F. 1981. Response of sorghum cultivars and striga Popu- lation to nitrogen fertilization. Plant and Soil 59: 261-267 .
7. Bernal, J. H.; G. E. Navas and R. B. Clark. 2001. Sorghum nitrogen use efficiency in Columbia. Plant nutrition-Food security and sustainability of agro-ecosystems. 66-67.
8. Beyaert, R. P. and R. C. Roy. 2005. Influence of nitrogen fertilization on multi-cut forage sorghum–sudangrass yield and nitrogen use. Agron. J. 97:1493–1501.
9. Borrell, A.K. and G.L. Hammer. 2000 . Nitrogen dynamics and the physiological

basis of stay-green in sorghum. Crop Sci. 40:1295–1307.
10. Buah, S. S. J. and S. Mwinkaara. 2009. Response of sorghum to nitrogen fertilizer and plant density in the Guinea Savanna zone. J. of Agron. 8(4): 124-130.
11. Crawford, T. W.; K. M. Eskridge ; C. G. Wang and J. W. Maranville. 2009. Multi-compartmental modeling of nitrogen translocation in sorghums differing in nitrogen use efficiency. Journal of Plant Nutrition. 32(1-3): 335-349.
12. Gambin, B. L. and L. Borras .2005. Sorghum kernel weight: Growth patterns from different positions within the panicle. Crop Sci. 45:553–561.
13. Gardner, A.W.R.; H.R. Gardner.1983. Principles of water management under drought condition. Agric., Water Management, 7:143-155.
14. Gardner, J. C.; J. W. Maranville and E. T. Paparozzi. 1994. Nitrogen use efficiency among diverse sorghum cultivars. Crop Sci., 34:728-733
15. Gordon, W.B.; D.A. Whitney and D.L. Fjell.1998. Starter fertilizer interactions with corn and grain sorghum hybrids . Better Crops. 82 (2) : 17-19.
16. Guler, M.; I. Gul; S. Yilmas; H.Y. Emeklier and G. Akdogan.2008. Nitrogen and plant density effect on sorghum. J. of Agron.7(3): 220-228.
17. Heiniger, R.W; R.L. Vanderlip; S.M. Welch and R.C. Muchow. 1997. Developing guidelines for replanting grain sorghum. II. Improved methods of simulating caryopsis weight and tiller number. Agron. J. 89:84-92.
18. Kaye, N.M.; S.C. Mason; D.S. Jackson and T.D. Galusha. 2007. Crop rotation and soil amendment alters sorghum grain quality. Crop Sci. 47: 722 - 729.
19. Kulkarni, L. R.; R. Narayana and K. S. K. Sastry. 1981. Photosynthetic efficiency and translocation in relation to leaf characters and productivity in sorghum genotypes. Sorghum News Letter. 24 : 124-125.
20. Mengel, D.B.; D.W. Nelson and D.M. Huber. 1982. Placements of nitrogen fertilizers for no-till and conventional till corn. Agron. J. 74:515-518.
21. Moll, R.H.; E.J. Kampreth and W.A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J., 74: 562-564.
22. Muhammad, S. and M. V. Hasan, 1994. Assessment of the relative performance of sorghum genotypes and need for optimal production in security rainfall ecosystem. Crop Res., 8: 213-221.
23. Muza, L. ; S. R. Waddington and M. Banziger. 2001 . Prelimintary result on the response of , nitrogen use efficient, OPV and hybrid maize to N fertilizer on smallholder fields in Zimbabwe. Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference. p. 245-250.
24. Onken, A.B., M.J. Lavelle and G.C. Peterson, 1985. Improving nutrient use efficiency in sorghum. In Proceedings of the 40th Annual Corn and Sorghum Research Conference. Ed. D. Wilkinson. AmericaTrade Association, Washington. D.C. , p. 15-27.
25. Ottman, M. J. and M. W. Olsen. 2009. Growing Grain Sorghum in Arizona. The University of Arizona. College of Agric. and Life Sci.,Tucson, Arizona 85721. p. 3.
26. Pal, U.R.; V.P.Singh; R.Singh and S.S. Verma. 1983 . Growth rate, yield and nitrogen uptake response of grain sorghum*(Sorghum bicolor* (L) Moench) to nitrogen rates in humid Subtropics. Fertilizer Res., 4:3-12.
27. Petersen, O.S.; J.Peterseni and G.H. Rubaek, 2003. Dynamics and plant uptake of nitrogen and phosphorus in soil amended with sewage sludge. Applied Soil Ecology. 24. 187.
28. Sadras, V. O. and D. B. Egli. 2008. Seed size variation in grain crops: Allometric relationships between rate and duration of seed growth. Crop Sci. 48:408–416.
29. Sage, R. F. and R. K. Monson. 1999. C_4 Plant Biology. Academic Press. International standard book number 0-12-614440-0.
30. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd Edition. McGraw Hill Book Company Inc., New York. pp. 507.
31. Tadesse, T.; T. Tesfaye and E. Gebisa. 2008. Combining ability of introduced sorghum parental lines for major morpho-

agronomic traits. Journal of SAT Agricultural Res., 6: 1-7.

32. Wright, G.C. and V.R. Catchpoole.1985 . Fate of urea nitrogen applied at planting to grain sorghum growth under sprinkler and furrow irrigation on a cracking clay soil. Aust. J. Agric. Res., 36(5).677-684.

33. Yang Z.; E. J. V. Oosterom; D. R. Jordan and G. L. Hammer. 2009. Pre-anthesis ovary development determines genotypic differences in potential kernel weight in sorghum. J. of Exp. Botany. 60(4) 1399–1408.

34. Zemenchik, R.A. and K.A. Albrecht. 2002. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky bluegrass, Smooth bromegrass, and orchardgrass. Agron. J. 94:421–428.