



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

## تغییرپذیری مکانی حاصلخیزی خاک و تولید گندم در کشتزار های دیم منطقه نیمه خشک در استان زنجان

### Spatial variability of Soil fertility and wheat production in rained Land of Semi-arid region in Zanjan province

علی رضا واعظی<sup>۱</sup>، فاطمه بابایی<sup>۲</sup> و حدیثه صفی لو<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup> استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه زنجان

<sup>۲</sup> دانش آموخته دکتری خاکشناسی دانشگاه زنجان

<sup>۳\*</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه زنجان

\*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hadissafiloo143@gmail.com

#### چکیده

حاصلخیزی خاک در کنار دیگر ویژگی های خاک نقشی تعیین کننده در عملکرد محصول و تغذیه گیاه دارد زیرا با تأمین مواد مغذی، آب و اکسیژن کافی برای ریشه‌ها، بستر مناسبی برای رشد گیاهان فراهم می‌کند. این پژوهش در ۸۴ کشتزار دیم گندم با محدوده شیب صفر تا ۲ درصد در استان زنجان انجام شد. در کنار عملکرد دانه گندم ویژگی های تعیین کننده حاصلخیزی خاک (واکنش، شوری، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، آهک و عناصر غذایی) بررسی شدند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه گندم در کشتزارهای منطقه از ۶۶۰ تا ۱۵۲۰ تن در هکتار در سال تغییر می‌کند. خاک‌ها، آهکی و غیر شور بوده و از نظر ماده آلی فقیر هستند. همچنین خاک‌ها از مقدار اندکی نیتروژن و عناصر کم مصرف برخوردار بوده و از پتاسیم کافی برخوردارند. به جز شوری خاک، رابطه معنی داری میان عملکرد دانه گندم و سایر ویژگی های خاک وجود ندارد. با افزایش درجه شوری خاک، عملکرد دانه گندم کاهش می‌یابد ( $p < 0.05$  و  $r = -0.23$ ). با توجه به نقش آب در رشد و نمو گندم در کشتزارهای دیم، افزایش شوری خاک عامل مهم محدود کننده جذب آب در گندم است. به نظر می‌رسد در کنار شوری خاک، سایر متغیر های محیطی مانند توپوگرافی و اقلیم از عوامل مهم تغییرات مکانی عملکرد گندم در کشتزارهای دیم منطقه باشند.

**کلمات کلیدی:** آب و اکسیژن، ماده آلی، خاک آهکی، شوری، توپوگرافی و اقلیم

#### مقدمه

عوامل مختلفی بر مقدار تولید محصول در دیم‌زارها مؤثر هستند که از آن جمله می‌توان به ویژگی‌های ژنتیکی محصول، باروری خاک (ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی)، مدیریت اراضی و متغیرهای اقلیمی اشاره کرد (Turner, 2011). حاصلخیزی خاک به عنوان ویژگی های شیمیایی خاک در کنار سایر ویژگی های خاک نقشی تعیین کننده در تغذیه گیاه و عملکرد محصول



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

دارد. در این بخش می توان واکنش، شوری، ماده آلی و آهک را همراه با عناصر غذایی ضروری خاک مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، روی، مس، منگنز و مولیبدن از ویژگی های مهم موثر بر تولید محصول دانست. اختلال در هر یک از آنها منجر به افت سطح عملکرد خواهد شد (Yara, 2015). حاصلخیزی خاک نقش حیاتی در تولید محصول در دیم زارها ایفا می کند. خاک حاصلخیز با تأمین مواد مغذی، آب و اکسیژن کافی برای ریشه ها، بستر مناسبی برای رشد گیاهان فراهم می کند. این موضوع سبب افزایش عملکرد و کیفیت محصول در دیم زارها می شود. در دیم زارها، که دسترسی به آب محدود است، حاصلخیزی خاک اهمیت بیشتری پیدا می کند. خاکی که توانایی نگهداری آب کافی دارد و از مواد مغذی برخوردار است می تواند عملکرد محصول را در شرایط کم آبی تأمین نماید (فیضی اصل، ۱۳۹۸). ماده آلی یکی از عوامل مهم مؤثر بر حاصلخیزی خاک است و از چندین راه بر افزایش عملکرد محصول مؤثر است: (۱) افزایش آب قابل دسترس برای گیاه، (۲) بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه به واسطه افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و جمعیت میکروبی و (۳) بهبود وضعیت فیزیکی خاک از نظر بهبود ساختمان و نفوذپذیری (Lal, 2006).

کشتزارهای دیم در سراسر کره زمین یکی از منابع مهم تولید مواد غذایی به ویژه غلات به شمار می آیند. حدود چهار میلیون هکتار از سطح ایران را کشتزارهای دیم دربرگرفته اند. گندم مهمترین محصول زراعی تحت کشت در این کشتزارها است که مقدار محصول در آن برابر با ۷۲۱ کیلوگرم در هکتار در سال تغییر می کند (جهاد کشاورزی، ۱۳۹۳). مناطق نیمه خشک حدود ۲۰ درصد از پهنا ایران را شامل می شوند که از نواحی مهم گسترش کشتزارهای دیم در ایران هستند. خاک کشتزارها در این مناطق غالباً محتوای ماده آلی کمتری (زیر یک درصد) دارند اما از کربنات های فراوانی از جمله کربنات کلسیم برخوردارند و از این جهت غالباً آهکی هستند. بررسی ها نشان می دهد که آهک از عوامل مهم تعیین کننده محصول در چنین کشتزارهایی است (Jenks and Hasegawa, 2008). گاهی حضور آهک در خاک منجر به ایجاد مشکلات تغذیه ای گیاه از طریق کاهش قابلیت دسترسی برخی از عناصر از جمله فسفر (McBeath et al., 2005)، روی (Cakmak, 2008)، آهن (Ghasemi-Fasaee and Ronaghi, 2008) برای گیاه می گردد و گاه وجود آهک در توده خاک در تشکیل ساختمان و پایداری آن مؤثر است. استان زنجان یکی از نواحی اقلیمی نیمه خشک در شمال غرب ایران است که دارای حدود ۳۱۰ هزار هکتار کشتزار دیم گندم است. عملکرد دانه گندم در این کشتزارها از یک تا سه تن در هکتار در سال تغییر می کند. این تغییرات به دلیل عوامل مختلف مانند متغیرهای اقلیمی یا ویژگی های زمینی مانند خاک و توپوگرافی می تواند باشد. حاصلخیزی خاک (واکنش، شوری، عناصر غذایی و غیره) می توانند یکی از عوامل اثرگذار بر تغییرات عملکرد محصول باشند. از این رو این مطالعه به منظور بررسی نقش تغییرپذیری مکانی حاصلخیزی خاک بر تولید گندم در کشتزار های دیم در این منطقه انجام گرفت.

## مواد و روش ها

این پژوهش در کشتزارهای دیم گندم در استان زنجان انجام شد. در سطح استان تعداد ۸۴ کشتزار دیم که معرف کشتزارهای آن منطقه بودند انتخاب شدند. کشتزارهای تحت کشت دیم گندم در محدوده شیب صفر تا ۲ درصد و رو به جنوب بودند. در اواخر تیرماه به هنگام رسیدن گندم، به کشتزارها مراجعه و نمونه برداری از گندم در پلات های ۱ متر در ۱ متر در سه نقطه از کشتزار انجام گرفت. بوته های گندم برداشت شده از هر کشتزار به آزمایشگاه منتقل و پس از جداسازی دانه ها از بوته ها، عملکرد



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

دانه گندم در هر کشتزار تعیین شد. برای بررسی نقش حاصلخیزی خاک در عملکرد دانه گندم، نمونه برداری از خاک همزمان با نمونه برداری از گندم در هر کشتزار انجام شد. برای این منظور از خاک محدوده پلات ها نمونه های خاک دست نخورده و دست خورده از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر برداشته شد. واکنش، شوری، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی و آهک در کنار عناصر غذایی خاک شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز در آزمایشگاه با روش های رایج اندازه گیری شدند. از شیوه ماتریس همبستگی، برای تعیین ارتباط بین عملکرد دانه گندم و هر یک از متغیرهای مورد بررسی خاک استفاده شد. با استفاده از مختصات مکانی کشتزارها و با بهره مندی از فن زمین آمار، تغییرپذیری عملکرد دانه گندم و عناصر غذایی خاک مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور تغییرنمای هر یک از ویژگی های مذکور تعیین شدند. مشخصات تغییرنما شامل اثر قطعه ای، شعاع تأثیر، خطا و ضریب تعیین تعیین شدند. با مقایسه تغییرنمای عملکرد دانه گندم و عناصر غذایی، نقش عناصر غذایی در تغییرپذیری مکانی عملکرد محصول در کشتزارهای دیم تعیین شد.

## نتایج و بحث

ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های مورد بررسی در کشتزارهای گندم دیم در سطح استان زنجان مورد بررسی قرار گرفتند. طبق نتایج خاک ها به طور میانگین دارای بافت لوم، pH محدوده خنثی تا کمی قلیایی (۷/۶۵)، حدود ۰/۶۱ درصد ماده آلی و ۱۹/۶۷ درصد آهک با شوری اندکی (۲/۱۴ دسی زیمنس بر متر) بودند. به طور کلی خاک ها از نظر ماده آلی فقیر بوده و جزء خاک های آهکی و غیر شور (FAO, 2006) هستند. خاک ها از مقدار اندکی نیتروژن و عناصر کم مصرف برخوردار بوده و در عین حال از پتاسیم کافی برخوردارند (جدول ۱).

جدول ۱- توصیف آماری عملکرد دانه گندم و متغیرهای حاصلخیزی خاک در کشتزارهای دیم

ویژگی خاک	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
pH	۷/۶۵	۰/۱۶	۲/۰۱
EC (μmohs/cm)	۲/۱۴	۸۴۸	۷۲/۷۹
OM (%)	۰/۶۱	۰/۲۴	۳۹/۳۴
CEC (meq/100grsoil)	۱۷/۷۸۴	۴/۹۷۸	۲۷/۹۹
N (%)	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۶
P (mg Kg <sup>-1</sup> )	۸/۵	۰/۳۵	-۰/۷۴
K <sup>+</sup> (mg Kg <sup>-1</sup> )	۳۴۰/۵	-۰/۴۹	-۰/۲۸
Fe <sup>2+</sup> (mg Kg <sup>-1</sup> )	۵/۹۳	۱/۲۳	۱/۸۳
Mn <sup>2+</sup> (mg Kg <sup>-1</sup> )	۱۰/۴۶	۰/۲	-۰/۵۸
Zn <sup>2+</sup> (mg Kg <sup>-1</sup> )	۰/۷۵	۱/۶۵	۳/۲۵
عملکرد دانه گندم (ton h <sup>-1</sup> )	۱۰۲۷/۱	۳۰۱/۹	۲۹/۳۹

تغییرات زیادی از نظر عملکرد دانه گندم میان کشتزارهای دیم منطقه وجود دارد؛ به طوری که مقدار آن از ۶۶۰ تا ۱۵۲۰ تن در هکتار در سال تغییر می کند و به طور میانگین ۱۰۲۷ تن در هکتار در سال است. بررسی همبستگی میان عملکرد دانه گندم و ویژگی های مورد بررسی خاک نشان داد که به غیر از شوری خاک همبستگی معنی دار میان عملکرد دانه گندم و متغیرهای



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

مورد بررسی خاک وجود ندارد (جدول ۲). عملکرد دانه گندم همبستگی منفی معنی دار با درجه شوری خاکها دارد ( $r = -0.23, p < 0.05$ ). این نتیجه نشان می دهد که با افزایش درجه شوری خاک، عملکرد دانه گندم کاهش می یابد. این موضوع به این دلیل است که شوری در شرایط دیم یکی از عوامل مهم مؤثر بر فراهمی آب برای ریشه گیاه است. در خاکهای برخوردار از املاح زیاد به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی آب، فراهمی آب برای ریشه گیاه محدود می شود. در بررسی های مختلف به نقش شوری خاک در کاهش عملکرد گندم اشاره شده است. یافته های قربانی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که افزایش شوری خاک سبب کاهش شاخص سطح برگ، تعداد ساقه، تعداد ساقه بارور، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و مجموع ماده خشک گندم در هکتار میشود. بررسی های احمدی و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که افزودن کود روی در شرایط شوری کم تا متوسط خاک می تواند اثرات زیان بار شوری را بر رشد و عملکرد گندم کاهش دهد. واعظی و همکاران (۱۳۹۶) طی نتایجی نشان دادند که عملکرد دانه گندم در کشتزارهای دیم بیشتر تحت تأثیر مقادیر ازت، واکنش خاک، ماده آلی، سیلت، شن، رس، رطوبت گل اشباع و کربنات کلسیم معادل می باشد. مطالعات شعبانی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که تنها درصد آهک بر میزان عملکرد گندم دیم تأثیر گذار بوده است.

جدول ۲- همبستگی عملکرد دانه گندم با متغیرهای حاصلخیزی خاک در کشتزارهای دیم استان زنجان

Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	P	N	CEC	OM	EC	pH	عملکرد دانه گندم
۰/۰۰	-۰/۱۹	-۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۹	-۰/۲۳*	۰/۳	

بررسی تغییرات مکانی عملکرد دانه گندم و ویژگی های خاک نشان داد که عملکرد دانه گندم دارای تغییرپذیری مکانی در کشتزارهای منطقه است و مدل تغییرات مکانی آن به صورت کروی با شعاع تأثیر ۳۱۱ کیلومتر است. جدول ۳ ویژگی های نیم تغییرنمای عملکرد دانه گندم و ویژگی های حاصلخیزی خاک را نشان می دهد. طبق نتایج از بین ویژگی های مختلف خاک تنها ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم معادل و آهن از الگوی تغییرات مکانی پیروی کردند. شوری خاک به عنوان یک متغیر تصادفی بوده و از الگوی تغییرات مکانی پیروی نکرد. این نتایج نشان می دهد که متغیرهای خاک نقشه در تغییرات مکانی عملکرد دانه گندم در کشتزارهای دیم استان زنجان ندارد. به نظر می رسد سایر متغیرهای محیطی مانند توپوگرافی و اقلیم از عوامل مهم تغییرات مکانی عملکرد گندم در منطقه باشند. برخلاف نتایج این تحقیق بررسی های باسو و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که تغییرات مکانی عملکرد دانه گندم دیم در منطقه با باران کم به طور معنی داری تحت تأثیر مقدار نیتروژن خاک است.

جدول ۳- ویژگی های نیم تغییرنمای ویژگی های حاصلخیزی خاک و عملکرد دانه گندم در کشتزارهای دیم استان زنجان

متغیر	مدل	حد آستانه	اثر قطعه‌ای نسبی	دامنه تأثیر (متر)	ضریب تعیین	ریشه مربعات خطا
-------	-----	-----------	------------------	-------------------	------------	-----------------



# نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

$1/118 \times 10^{-5}$	۰/۰۰۳	۸۳۵۵۲	۱/۰۰	۰/۰۰۹	خطی	واکنش
$8/50 \times 10^{-3}$	۰/۰۰۳	۸۳۵۵۲	۱/۰۰	۰/۱۹	خطی	شوری
$1/32 \times 10^{-4}$	۰/۷۵	۳۶۶۰۰	۰/۰۴	۰/۰۴	نمایی	ظرفیت تبادل کاتیونی
$3/56 \times 10^{-4}$	۰/۰۷	۸۳۵۵۲	۰/۵۰	۰/۱۰	خطی	ماده آلی
$3/38 \times 10^{-4}$	۰/۸۰	۲۱۲۰۰	۰/۰۰	۰/۰۶	کروی	کربنات کلسیم معادل
$3/39 \times 10^{-1}$	۰/۵۸	۲۳۳۰۰	۰/۵	۰/۰۰۱	نمایی	نیتروژن کل
۱۶۵	۰/۳۹	۶۸۵۷۰	۱	۱۴/۷۸	خطی	فسفر
$1/03 \times 10^7$	۰/۰۹	۶۸۵۷۰	۱	۱۳۱۰۷/۲۴	خطی	پتاسیم
۱۶۴	۰/۶۰	۴۱۱۰۰	۰/۱۷	۳۰/۸۸	کروی	آهن
۱۴/۴	۰/۳۰	۲۳۳۰۰	۰/۵۲	۲۲/۰۹	نمایی	منگنز
$4/18 \times 10^{-1}$	۰/۴۰	۶۸۵۷۰	۱	۰/۱۲	خطی	روی خاک
$3/54 \times 10^9$	۰/۷۶	۳۱۱۰۰۰	۰/۱۵	۲۳۰۷۰۰	کروی	عملکرد دانه گندم

## نتیجه گیری

بررسی تغییرات عملکرد دانه گندم و ویژگی های حاصلخیزی خاک نشان داد که عملکرد دانه گندم دارای تغییرپذیری زیادی در کشتزارهای منطقه است. همچنین بررسی همبستگی میان عملکرد دانه گندم و ویژگی های مورد بررسی خاک نشان داد که به غیر از شوری خاک همبستگی معنی داری بین آنها وجود ندارد. عملکرد دانه گندم با افزایش شوری خاک، کاهش می یابد. این موضوع به این دلیل است که شوری در شرایط دیم یکی از عوامل مهم مؤثر بر فراهمی آب برای ریشه گیاه است. این پژوهش نشان می دهد که به جز شوری خاک سایر متغیرهای شیمیایی خاک نقشی در تغییرات عملکرد دانه گندم در کشتزارهای دیم استان زنجان ندارد. اگرچه عملکرد دانه گندم از الگوی تغییرات مکانی پیروی می کند اما شوری خاک دارای الگوی تغییرات تصادفی بود. به نظر میرسد سایر متغیرهای محیطی مانند توپوگرافی و اقلیم از عوامل مهم تغییرات مکانی عملکرد گندم در منطقه باشند. مدیریت شوری خاک از راه کاهش مصرف کودهای شیمیایی به ویژه با فشار اسمزی بالا می تواند در بهبود عملکرد گندم در کشتزارهای دیم سودمند باشد.

## منابع

- ۱- احمدی، م.، آستارایی، ع.، نصیری محلاتی، م.، کشاورز، پ. (۲۰۰۶). تأثیر شوری آب آبیاری و مصرف روی بر عملکرد، اجزا عملکرد و تجمع روی در گندم. نشریه بیابان، جلد ۱۱، شماره ۱.
- ۲- شعبانی، الف.، حق نیا، غ.م.، کریمی، ع و احمدی، م.م. (۱۳۹۱). تأثیر ویژگی های پستی و بلندی و خاک بر عملکرد گندم دیم در منطقه سیسب، شمال شرق ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۶، شماره ۴، ص ۹۲۲ - ۹۳۲.



## نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران

(مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب)

۲۷ تا ۲۹ شهریور ۱۴۰۴، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress (Holistic and Smart soil and water management)  
16-18 September, 2025, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- ۳- فیضی اصل، و. (۱۳۹۸) ارزیابی وضعیت حاصلخیزی خاک در دیمزارهای شمال غرب ایران با استفاده از ارزش شاخص عناصر غذایی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۴، شماره ۴.
- ۴- قربانی، م.، بصیری، م. (۱۳۹۲). واکنش رشد و عملکرد گندم به تراکم در خاک های شور و کشت دیم. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۶، شماره ۲، ص ۵۷-۷۲.
- ۵- واعظی، و.، بابائی، ف.، طاهری، م.، عباسی، م. (۱۳۹۶). تغییرپذیری مکانی عملکرد دانه گندم و ویژگی های خاک در کشتزار های دیم منطقه نیمه خشک در جنوب استان زنجان. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۷، شماره ۳، ص ۶۵ - ۷۸.

- 6- Basso B, Cammarano D, Fiorentino C and Ritchie JT, 2013. Wheat yield response to spatially variable nitrogen fertilizer in Mediterranean environment. *European -Journal of Agronomy* 51: 65-70.
- 7- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification?: *Plant and Soil*. 302 (1-2): 1-17.
- 8- FAO. 2006. Guidelines for soil descriptions. Food and Agriculture Organization of the United Nation
- 9- Ghasemi-Fasaai, R. and Ronaghi, A. 2008. Interaction of iron with copper, zinc, and manganese in wheat as affected by iron and manganese in a calcareous soil: *Journal of Plant Nutrition*. 31(5): 839-848.
- 10- Jenks, M. A. and Hasegawa, P. M. 2008. *Plant abiotic stress*, Wiley.
- 11- Lal, R. 2006. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands: *Land Degradation & Development* 17 (2): 197-209.
- 12- McBeath, T. M., Armstrong, R. A., Lombi, E., McLaughlin, M. J. and Holloway, R. E. 2005. Responsiveness of wheat (*Triticum aestivum*) to liquid and granular phosphorus fertilisers in southern Australian soils: *Soil Research* 43 (2): 203-212
- 13- Shabani A, Haghnia GH, Karimi A and Ahmadi MM, 2012. Influence of Topography and soil characteristics on the rainfed wheat yield in Sisab region, Northeastern Iran, *Jornal of Water and Soil* 26(4): 922-932.
- 14- Turner, N. 2011. More from less –Improvements in precipitation use efficiency in Western Australian wheat production, in Tow, P., Cooper, I., Partridge, I., and Birch, C., eds., *Rainfed Farming Systems*: pp. (777-790), Springer Netherlands.
- 15- Yara. 2015. *Winter wheat: Yara's complete guide to the nutrient requirement of winter cereal*. Yara, knowledge grows. United Kingdom, Immingham.