

## راهکارهای افزایش تولید در مناطق عمده کشت گندم در

### خراسان رضوی

مجید فروهر\*<sup>۱</sup>، مهدی زنگی آبادی<sup>۲</sup>



۱ و ۲: استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد.

\*E.mail: m.frouhar@areeo.ac.ir

#### چکیده

به منظور بررسی علل تفاوت عملکرد محصول در مزارع مختلف گندم استان خراسان رضوی و دستیابی به راهکارهای علمی و عملی افزایش عملکرد، تعداد ۵۰ مزرعه گندم انتخاب شد و خاک سطحی، مدیریت‌های مختلف از جمله مدیریت کودی و آبیاری آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. این مزارع به دو گروه با عملکرد زیاد و کم دسته‌بندی و با استفاده از شاخص ارزش عناصر غذایی با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج بررسی نشان داد که علیرغم تشابه بسیاری از فاکتورها، بافت خاک و نحوه مدیریت و مصرف آب و کود در آن‌ها بسیار متفاوت بود. در حالی که مزارع با عملکرد کم به دلیل داشتن بافت خاک سبک‌تر نیاز به مقدار و دفعات آبیاری بیش‌تری نسبت به مزارع با عملکرد زیاد داشتند اما عملاً دفعات آبیاری در این مزارع کم‌تر بود. در نیمی از این مزارع، تنها پنج نوبت آبیاری انجام شده بود، در حالی که نیمی از مزارع با عملکرد زیاد، شش نوبت و در نیمی دیگر هفت نوبت آبیاری صورت گرفته بود. علاوه بر آن اقدامات مدیریتی هم‌چون مصرف بذر مال، کودهای پایه، کودهای فسفر بالا و پتاسیم بالا، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه، عصاره جلبک دریایی و کودهای ریزمغذی، در تقریباً ۹۰ درصد از مزارع با عملکرد زیاد انجام شده بود. در حالی که در مزارع با عملکرد کم این مدیریت تنها در ۴۶ درصد از مزارع اعمال شده بود. بر این اساس، بخشی از تفاوت عملکرد دانه در مزارع با عملکرد کم نسبت به مزارع با عملکرد زیاد را می‌توان به مدیریت ضعیف تخصیص منابع آب و تغذیه نامناسب و نامتعادل در مزارع با عملکرد کم نسبت داد.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات خاک، شاخص عنصر غذایی، مدیریت کودی، مصرف آب

## بیان مسئله

سطح زیر کشت گندم در خراسان رضوی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، به میزان ۱۲۹ هزار هکتار و گندم تولیدی از این سطح، ۵۲۶ هزار تن بوده است (۱). بر این اساس عملکرد متوسط استان در سال زراعی مذکور حدود چهار تن در هکتار می‌باشد. کم‌ترین عملکرد مربوط به شهرستان کاشمر به میزان سه تن در هکتار و بیش‌ترین عملکرد مربوط به شهرستان چناران به میزان ۴/۶ تن در هکتار گزارش شده است (۱). دامنه تغییرات عملکرد مطلق در سطح شهرستان و استان بسیار وسیع‌تر و گسترده‌تر بوده به طوری که از حدود سه تن در هکتار تا بیش از ۱۰ تن در هکتار متغیر می‌باشد. به عبارت دیگر بین مزارع مختلف گندم در سطح استان و حتی در سطح شهرستان اختلاف عملکرد قابل توجهی وجود دارد. در همین شرایط اگر بتوان در ۵۰ درصد از مزارع گندم استان که عملکرد کم‌تر از پنج تن دارند، دو تن در هکتار عملکرد گندم را افزایش داد، ۱۲۹۰۰۰ تن بر تولید استان افزوده خواهد شد که معادل با حدود یک چهارم تولید فعلی استان می‌باشد. این افزایش تولید با احتساب قیمت خرید سال ۱۴۰۱ (۱۱۵۰۰ تومان برای هر کیلوگرم گندم)، حدود ۱۴۸۳۵۰۰۰۰۰۰ تومان افزایش درآمد بهره‌برداران را رقم خواهد زد. در این خصوص سؤالاتی مطرح است که می‌توان به بررسی آن‌ها پرداخت. این‌که آیا امکان افزایش عملکرد در مزارع با عملکرد کم وجود دارد؟ چگونه می‌توان عملکرد گندم را در این مزارع افزایش داد؟ چه عواملی باعث شده است که عملکرد گندم در مزارع یک شهرستان و حتی یک دشت، با یکدیگر متفاوت باشد؟ آیا اساساً تفاوتی بین خاک مزارع با عملکرد کم و مزارع با عملکرد زیاد وجود دارد؟

پی بردن به دلایل اختلاف عملکرد بین مزارع مختلف، می‌تواند در ارائه راهکارهای عملی افزایش تولید بسیار موثر باشد. به این منظور لازم است مدیریت‌های موثر بر تولید شامل آبیاری، کوددهی، مکانیزاسیون، دفع آفات و علف‌های هرز و نیز وضعیت عناصر غذایی در مزارع با عملکرد کم و زیاد مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از روش‌های علمی مناسب با یکدیگر مقایسه شوند.

## معرفی دستاورد

برای دستیابی به راهکارهای عینی و عملی افزایش تولید در مزارع گندم استان خراسان رضوی، تعداد ۵۰ مزرعه در مناطق عمده کشت گندم در این استان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. در این مزارع علاوه بر نمونه‌برداری از خاک سطحی (شکل ۱) و انجام تجزیه‌های لازم، اطلاعات مربوط به مدیریت آبیاری، کوددهی، مکانیزاسیون، دفع آفات و علف‌های هرز در طول مرحله داشت، در قالب پرسش‌نامه‌هایی که از قبل و براساس روش‌های علمی و آماری تدوین شده بود، ثبت گردید.



شکل ۱- مراحل نمونه‌برداری از خاک سطحی

در مرحله برداشت، در هریک از این ۵۰ مزرعه، کیل‌گیری و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد (شکل ۲). برای این منظور عمل برداشت بصورت دستی و در کادرهای ۱ متر مربعی با تعداد ۳ برداشت در هکتار انجام شد. با توجه به میانگین ۳ برداشت عملکرد مزرعه محاسبه شد. در نمونه‌های خاک ویژگی‌های تأثیرگذار بر رشد گیاه نظیر واکنش خاک، شوری، درصد آهک، کربن آلی، ازت کل، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف، بور، کلر، نسبت جذب سدیم و بافت خاک اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه در ۵۰ مزرعه مورد بررسی، بین ۳/۵ تا ۱۱ تن در هکتار برآورد گردید. نیمی از مزارع، عملکرد کم‌تر از شش تن در هکتار و نیمی دیگر عملکرد بیش از این مقدار داشتند. بنابراین مزارع در دو گروه با عملکرد زیاد (شش تن در هکتار و بیش‌تر) و با عملکرد کم (کم‌تر از شش تن در هکتار) دسته‌بندی شدند. این دو گروه از لحاظ تمام موارد مطرح شده در پرسش‌نامه‌ها و نتایج آزمایش خاک با یکدیگر مقایسه شدند. برای هر خصوصیت فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده، شاخصی تحت عنوان "شاخص عنصر غذایی" مطابق با رابطه ۱ محاسبه و مورد تفسیر قرار گرفت (۷، ۸). ایده شاخص عناصر غذایی اولین بار در سال ۱۹۵۱ توسط پارکر و همکاران معرفی شد (۵) و سپس توسط چندین محقق دیگر و سازمان‌های ملی و بین‌المللی مورد اقتباس قرار گرفت (۳، ۴، ۶، ۹، ۱۰، ۱۱). برای محاسبه این شاخص در هر دو جامعه از دامنه کفایت مرجع (۲) مبتنی بر آزمون خاک استفاده شد. بر این اساس دامنه مطلوب برای پارامترهای پی‌اچ، شوری، ازت کل، کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاس، بور، بیکربنات، و کلر به ترتیب ۷/۵-۶/۵، ۴-۲ دسی زیمنس بر متر، ۲۵-۱۰ درصد، ۲-۱ درصد، ۰/۲-۰/۱، ۲۵-۱۲، ۲۵۰-۱۵۰، ۱/۲-۰/۷، ۱۵-۵، ۶۰-۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک در نظر گرفته شد. اعداد کمتر از حد پایینی این دامنه، در کلاس کم و اعداد بیشتر از حد بالایی این دامنه در کلاس زیاد و اعداد بین این دو حد در کلاس متوسط طبقه‌بندی شدند.

#### رابطه ۱: محاسبه شاخص عناصر غذایی

$$\text{شاخص عنصر غذایی} = \frac{(\text{تعداد نمونه هایی که در کلاس زیاد قرار می گیرند} \times 3) + (\text{تعداد نمونه هایی که در کلاس متوسط قرار می گیرند} \times 2) + (\text{تعداد نمونه هایی که در کلاس کم قرار می گیرند} \times 1)}{\text{تعداد کل نمونه های مورد بررسی}}$$

در تفسیر شاخص عناصر غذایی برای یک عنصر معین در هر جامعه، مقادیر کم تر از  $1/67$  نشان دهنده وضعیت کمبود آن عنصر در جامعه است. مقادیر بین  $1/67$  تا  $2/33$  نشان دهنده وضعیت کفایت آن عنصر و مقادیر بیش از  $2/33$  نشان دهنده وضعیت بیش بود یا سمیت آن عنصر در جامعه مورد نظر می باشد (۷، ۸).



شکل ۲- کیل گیری از مزارع مورد بررسی

نتایج نشان می دهد که در گروه با عملکرد زیاد، پی اچ در  $50$  درصد از مزارع بین  $7/5$  تا  $7/8$  و در  $50$  درصد از آنها بین  $7/8$  تا  $8/2$  می باشد. در  $50$  درصد از مزارع این گروه کربن آلی خاک کم تر از  $0/6$  درصد، ازت کل کم تر از  $0/06$  درصد و فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب کم تر از  $10$  و  $212$  میلی گرم در کیلوگرم خاک می باشد. بور در این گروه بین  $1$  تا  $1/6$  میلی گرم بر کیلوگرم خاک و مقدار بی کربنات و کلر محلول خاک به ترتیب بین  $8/6-5/3$  و  $93/75-11/2$  میلی اکسید آلان بر لیتر عصاره گل اشباع تغییر می کند.

با توجه به ارزش شاخص عناصر غذایی، این گروه در مجموع از لحاظ کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس دچار کمبود و از لحاظ پتاسیم قابل دسترس در وضعیت کفایت می باشد. خطر شوری و آهک در این گروه، متوسط و خطر pH و بور زیاد می باشد (جدول ۱).

جدول ۱- وضعیت مزارع در جامعه با عملکرد زیاد

بی اچ	شوری	ازت کل	کربن	نیترژن %	فسفر (ave)	پتاس (ave)	بور	بیکربنات	کلر	
اچ	ds/m	%	آلی %	%	mg/kg	mg/kg		meq/l		
۸/۲	۱۳/۸	۳۱	۱/۶	۰/۱۸	۸۲	۷۲۷	۲/۸	۸/۶	۹۳	حداکثر
۷/۵	۰/۸۴	۱۱	۰/۲۵	۰/۰۲	۲/۸	۶۰	۰/۹۲	۲/۵	۲/۵	حداقل
۷/۸	۲/۱	۱۸	۰/۶۳	۰/۰۶	۱۰	۲۱۲	۱/۶	۵/۳	۱۱	میانه
										شاخص
۳	۱/۸۸	۲/۰۸	۱/۲۸	۱/۱۶	۱/۴۸	۲/۲	۲/۵۷	۱/۵	۱/۳	عنصر غذایی
خطر زیاد	خطر متوسط	خطر متوسط	کمبود	کمبود	کمبود	کفایت	خطر زیاد	بی خطر	بی خطر	تفسیر

نتایج بررسی‌ها در گروه مزارع با عملکرد کم نیز نشان می‌دهد که pH در ۵۰ درصد از مزارع بین ۷/۶ تا ۸ و در ۵۰ درصد از آن‌ها بین ۸ تا ۸/۲ می‌باشد. در ۵۰ درصد مزارع این گروه، کربن آلی کمتر از ۰/۷ درصد، نیترژن کل کمتر از ۰/۰۷ درصد و مقدار فسفر و پتاسیم قابل دسترس به ترتیب کمتر از ۱۱ و ۳۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. بور در این مزارع بین ۰/۹ تا ۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و مقدار بیکربنات و کلر محلول خاک به ترتیب بین ۱۰-۲ و ۵۰-۱/۵ میلی‌اکی والان بر لیتر عصاره گل اشباع بود (جدول ۲). با توجه به ارزش شاخص عناصر غذایی، مزارع با عملکرد کم در مجموع از لحاظ کربن آلی خاک، نیترژن کل و فسفر قابل دسترس در وضعیت کمبود و از لحاظ پتاسیم قابل دسترس در وضعیت کفایت هستند. خطر شوری، بیکربنات و آهک در حد متوسط و خطر پی اچ و بور در حد زیاد می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- وضعیت مزارع در جامعه با عملکرد کم

بی اچ	شوری	ازت کل	کربن	نیترژن %	فسفر (ave)	پتاس (ave)	بور	بیکربنات	کلر	
اچ	ds/m	% کل	آلی %	%	mg/kg	mg/kg		meq/lit		
۸/۲	۱۱/۰۷	۲۷/۲۳	۱/۷۶	۰/۱۶	۵۳	۸۷۶	۴/۵	۱۰	۵۰	حداکثر
۷/۶	۰/۹	۱۱	۰/۳۴	۰/۰۳	۳/۲	۷۹	۰/۹	۲	۱/۵	حداقل
۸	۲	۱۹	۰/۰۷	۰/۰۷	۱۱	۲۳۸	۱/۵	۶/۴	۸	میانه
										شاخص
۳	۱/۸	۲/۰۴	۱/۱۷	۱/۲۱	۱/۶۳	۲/۰۸	۲/۸۶	۱/۷۳	۱/۲۷	عنصر غذایی
خطر زیاد	خطر متوسط	خطر متوسط	کمبود	کمبود	کمبود	کفایت	خطر زیاد	خطر متوسط	بی خطر	تفسیر

از مقایسه جداول ۱ و ۲، چنین به نظر می‌رسد که تشابه زیادی بین خصوصیات خاکی جامعه با عملکرد کم و جامعه با عملکرد زیاد وجود دارد. در هر دو جامعه وضعیت کربن آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل دسترس در شرایط کمبود، وضعیت پتاسیم قابل دسترس در شرایط کفایت و وضعیت کلر در شرایط بی‌خطر قرار دارد. در هر دو جامعه خطر شوری و آهک متوسط و خطر pH و بور زیاد می‌باشد. در جامعه با عملکرد کم، خطر بیکربنات زیاد است ولی در جامعه با عملکرد زیاد وضعیت این آنیون در شرایط بی‌خطر می‌باشد.

اما نگاهی به بعضی فاکتورهای دیگر (جدول ۳) نشان می‌دهد که بین دو جامعه از لحاظ بافت خاک و تعداد آبیاری تفاوت‌هایی وجود دارد. ۵۶ درصد از مزارع در جامعه با عملکرد زیاد دارای بافت متوسط، ۱۶ درصد نیمه سنگین و ۲۸ درصد دارای بافت نیمه سبک هستند. در جامعه با عملکرد کم، ۵۰ درصد مزارع دارای بافت متوسط، ۱۱ درصد دارای بافت نیمه سنگین و ۳۹ درصد دارای بافت نیمه سبک هستند. بعبارت دیگر بطور کلی بافت خاک در جامعه با عملکرد کم، سبکتر از جامعه با عملکرد زیاد است. بنابراین ظرفیت نگهداشت آب در جامعه با عملکرد کم بطور کلی کمتر از جامعه با عملکرد زیاد می‌باشد. لذا برای پیشگیری از بروز تنش خشکی و کم‌آبی، بایستی مقدار و تعداد دفعات آبیاری در این جامعه نسبت به جامعه با عملکرد زیاد بیشتر باشد. این در حالی است که بر اساس اطلاعات جدول ۳، تعداد دفعات آبیاری انجام شده در این جامعه کمتر از جامعه با عملکرد زیاد بوده است. مدیریت ضعیف تخصیص منابع آب یا به عبارت دیگر عدم رعایت تناسب بین سطح زیر کشت گندم با مقدار آب موجود در جامعه با عملکرد کم باعث شده است که این گروه از کشاورزان نتوانند آب مورد نیاز گیاه را چه از لحاظ مقدار و چه از لحاظ دفعات آبیاری برای سطح زیر کشت نامتناسب خود تأمین نمایند. بنابر این بطور حتم در این مزارع، گیاه گندم دچار تنش کم آبی و خشکی بوده و بخشی از کمتر بودن عملکرد این جامعه نسبت به جامعه با عملکرد زیاد را می‌توان به همین امر نسبت داد. در جامعه عملکرد زیاد بیش از نیمی از کشاورزان سطح زیر کشت گندم را بر اساس حقایق دائمی خود انتخاب کرده بودند به نحوی که به ازای هر لیتر در ثانیه دبی دائمی در مدارهای ۸ تا ۱۰ روز، حدود ۱ تا ۱/۲ هکتار گندم کشت کرده بودند که نزدیک به توصیه‌های فنی موجود بود. نحوه محاسبه سطح زیر کشت گندم بر اساس حقایق دائمی به شرح زیر است. ۱- ابتدا بایستی دبی چاه یا قنات و مدار آبیاری و مالکیت کشاورز بر اساس تعداد ساعت در هر مدار مشخص باشد. ۲- محاسبه دبی دائمی که در مالکیت کشاورز است از طریق فرمول ۳- اختصاص سطح زیر کشت گندم (روش آبیاری سطحی) برابر با دبی دائمی محاسبه شده در بند ۲.

دبی دائمی که در تملک کشاورز است به صورت زیر و به سادگی محاسبه می‌شود:

دبی دائمی در  
تملک

دبی چاه بر حسب لیتر بر ثانیه  $\times$  {مدار چاه بر حسب روز  $\times$  ۲۴}  $\div$  (تعداد ساعت مالکیت کشاورز)

جدول ۳- مقایسه بافت خاک و دفعات آبیاری در دو جامعه با عملکرد کم و زیاد

نوبت آبیاری و بیشتر	نوبت ۶ آبیاری	نوبت ۵ آبیاری	بافت نیمه سبک	بافت نیمه سنگین	بافت متوسط	
۵۰	۵۰	۰	۲۸	۱۶	۵۶	درصد فراوانی در جامعه با عملکرد زیاد
۰	۵۰	۵۰	۳۹	۱۱	۵۰	درصد فراوانی در جامعه عملکرد کم

اطلاعات ارائه شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که مدیریت مصرف کود نیز در دو جامعه مورد بررسی متفاوت می‌باشد. مطابق این جدول در بیش از ۸۸ درصد از مزارع با عملکرد زیاد، توجه به مصرف کودهای بذرمال، کودهای ازته، فسفره و پتاسه (پایه و سرک فسفر بالا و پتاسیم بالا) و کودهای حاوی عناصر کم مصرف، عصاره جلبک دریایی و اسید آمینه رایج می‌باشد در حالی که در جامعه با عملکرد کم این مقدار به طور میانگین حدود ۴۶ درصد است. بنابراین بخشی از تفاوت عملکرد بین دو جامعه می‌تواند مربوط به مدیریت ضعیف مزرعه، خصوصاً مدیریت کودی ضعیف در جامعه با عملکرد کم باشد.

جدول ۴- مقایسه مصرف کود در دو جامعه با عملکرد کم و زیاد

عصاره جلبک و اسید آمینه	سرک فسفر بالا	سرک پتاسیم بالا	اسید هیومیک	میکرو کامل	کود پتاسه	کود فسفره	کود ازته	بذرمال	
۹۰/۲	۵۲	۸۰	۱۰۰	۸۵	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	درصد فراوانی در جامعه عملکرد زیاد
۵۱/۶	۱۲	۲۵	۲۱	۴۲	۳۷	۴۲	۱۰۰	۳۷	درصد فراوانی در جامعه عملکرد کم

#### توصیه ترویجی

برای افزایش عملکرد دانه در مزارع با عملکرد کم در خراسان رضوی و مناطق مشابه آن، موارد زیر توصیه می‌شود:

- ۱- اختصاص مقادیر مناسب آب به مزارع. به عبارت دیگر مبنای تعیین سطح زیر کشت گندم باید براساس مقدار حقایه دائمی موجود و تقریباً یک هکتار به ازاء هر لیتر در ثانیه "دبی دائمی" باشد به نحوی که در طول فصل رشد، آب کافی در دسترس گیاه قرار گیرد.
- ۲- با توجه به غالب بودن بافت سبک، فقر کربن آلی خاک، پایین بودن ظرفیت نگهداری آب در خاک و بالا بودن پی اچ خاک در این مزارع، می‌بایست هر دو سال یک‌بار ۱۵ تا ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده همراه با ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد عنصری استفاده گردد.

۳- بذر مال کردن بذور قبل از کاشت با استفاده از بذرمال روی و اسید هیومیک (برای یک تن بذر: ۱۰ لیتر اسید هیومیک + ۱۰ لیتر آب غیر شور + ۱ کیلوگرم سولفات روی)  
۴- استفاده از کودهای فسفر بالا (۱۰-۵۲-۱۰) در اوایل پنجه زنی، پتاسیم بالا (۳۶-۱۲-۱۲) در مرحله ظهور خوشه و محلول پاشی عناصر میکرو در اواسط پنجه زنی و در مواردی اسید آمینه و عصاره جلبک دریایی در مراحل پنجه زنی و پرشدن دانه.

#### فهرست منابع:

۱. بی نام، ۱۳۹۸. سالنامه آماری بخش کشاورزی استان خراسان رضوی در سال زراعی ۱۳۹۷. اداره آمار و اطلاعات کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.
۲. ملکوتی، م. ج.، کریمیان، ن. ج. و کشاورز، پ. ۱۳۸۴. روش جامع تشخیص و مصرف بهینه کودهای شیمیایی. نشر دانشگاه تربیت مدرس. چاپ ششم. ۲۲۰ صفحه.
3. Amara, D. M. K., Patil, P. L., Kamara, A. M., & Saidu, D. H. 2017. Assessment of soil fertility status using nutrient index approach. *Academia Journal of Agricultural Research*, 5(2), 28-38.
4. Chase, P., & Singh, O. P. 2014. Soil nutrients and fertility in three traditional land use systems of Khonoma, Nagaland, India. *Resources and Environment*, 4(4), 181-189.
5. Gomes F.P. 1985. *Curso de estatística experimental*. São Paulo: Nobel, 467p.
6. Parker, F. W., Nelson, W. L., Winters, E. and Miles, I. E. 1951. The broad interpretation and application of soil test information. *Agronomy Journal*, 43(3), 105-112.
7. Pathak, H. et al. 2010. Trend of fertility status of Indian soils. *Current Advances in Agricultural Sciences*, 2(1), 10-12.
8. Sidharam, P., Kumar, K. S. A., & Srinivasamurthy, C. A. 2017. Soil fertility status and nutrient index for primary nutrients in Western Ghats and Coastal Karnataka under different agro-ecological systems. *Asian Journal of Soil Science*, 12(2), 314-319.
9. Singh, G., Sharma, M., Manan, J. and Singh, G. 2016. Assessment of soil fertility status under different cropping sequences in District Kapurthala. *J Krishi Vigyan*, 5(1), 1-9.
10. Soil and Plant Testing and Analysis, FAO Soils Bulletin 38/1. Accessible on <http://www.fao.org/3/ar117e/ar117e.pdf>
11. Soil testing in India. Methods manual. Accessible on [http://www.Agriculture.uk.gov.in/files/Soil Testing Method by Govt of India.pdf](http://www.Agriculture.uk.gov.in/files/Soil%20Testing%20Method%20by%20Govt%20of%20India.pdf)
12. Vishwanath Shetty, Y., Nagamma, M. S., Dinesh Kumar, M. and Jayaprakash, S. M. 2008. Fertility status in arecanut garden soils of Karnataka. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 21(4).