

## کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه

۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴

**بهینه سازی مصرف آب در آبیاری سطحی در جهت مدیریت بهتر و بهبود**

**کیفیت با استفاده از تانسومتر**

**سینا بشارت<sup>۱</sup>، بهنام حبیب‌زاده<sup>۲</sup>**

### چکیده:

برای تامین رطوبت مورد نیاز، آبیاری یکی از بخشهای اصلی و مهم در مدیریت مزرعه بشمار می‌رود. آبیاری سطحی قدیمی‌ترین روش آبیاری است که در اکثر نقاط جهان رواج دارد. اگر به درستی طراحی و اجرا شود، به دلیل سادگی و عدم نیاز به وسایل و دستگاههای ویژه، برای زارعین یکی از بهترین روشها محسوب می‌شود. اگر پارامترهای مؤثر بر پیشروی آب به درستی مورد بررسی قرار گیرند، می‌توان راندمان مصرف آب را افزایش داد. آبیاری نامناسب عامل کاهش کیفیت و کمیت محصول است پس باید بصورت علمی و بوسیله افراد متخصص انجام گیرد. اطمینان از فواصل مناسب بین آبیاری و میزان آب بسیار ضروریست و عوامل متعدد و پیچیده‌ای در آن دخیل هستند، مانند محیط کشت، تابش، نوع گیاه، دوره رشد و نیاز آبی گیاه. تعیین زمان و مقدار هر آبیاری با در نظر گرفتن عوامل وابسته بسیار پیچیده است. معمولاً زمان هر آبیاری با استفاده از نمایه‌های ظاهری گیاه و محیط تشخیص داده می‌شود که بسیار مشکل بوده و از دقت کافی برخوردار نیست پس نمی‌توان مدیریت جامعی را به کار برد. هدف از این تحقیق تعیین زمان و میزان هر آبیاری با توجه به آب مورد نیاز گیاه با استفاده از دستگاه تانسومتر (Tensiometer) می‌باشد. در این مقاله با استفاده از تانسومتر موجود و با نصب آن در سه عمق مختلف ریشه در مزرعه روشهای محاسبه زمان هر آبیاری و کنترل دقیق مدت زمان آبیاری ارائه شده است. با نصب تانسومترها در عمقهای سه‌گانه طول ریشه، میزان آب وارد شده به خاک و جذب شده توسط گیاه پس از آنالیز بدست می‌آید. البته شرایط مؤثر در هر دوره از آبیاری مد نظر قرار گرفته است. با این روشها کنترل و مدیریت مزرعه از نظر آبیاری مطلوب، بهتر و دقیق‌تر خواهد بود.

۱- عضو هیات علمی گروه آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

Email: s.besharat@urmia.ac.ir

تلفن: ۰۴۴۱-۳۴۴۵۹۳۶

فاکس: ۰۴۴۱-۲۷۷۹۵۵۸

۲- کارشناس گروه مهندسی آب

نتایج نشان می‌دهد که میزان کیفیت و کمیت محصول بالا رفته و کارایی مصرف آب (Water Use Efficiency) و راندمان افزایش پیدا کرده است.

**کلمات کلیدی:** آبیاری سطحی، نیاز آبی گیاه، کارایی مصرف آب، تانسومتر

#### مقدمه:

حرکت در مسیر تولیدات کشاورزی فقط با دانستن چگونگی پرورش محصولات مقدر نخواهد بود. چه شما مالک محل کسب خود باشید یا برای شخص دیگری کار کنید، موفقیت شما بستگی به توانایی در مدیریت امکانات، سرمایه و وقت دارد. برای حمایت از رشد مطلوب گیاهان، محیط رشد باید مواد غذایی و آب گیاه را به صورت مناسب فراهم سازد. محیط رشد از ذرات جامد، آب و هوا تشکیل یافته که هر کدام برای رشد گیاه بسیار با اهمیت هستند. آبیاری نامناسب در مزرعه عامل کاهش کیفیت و کمیت محصول است. پس باید به صورت علمی و بوسیله افراد متخصص انجام گیرد. اگر آبیاری از جنبه اقتصادی به طور سنتی انجام شود، بسیار ساده و تا اندازه‌ای خسته کننده است. به همین علت به این مهم اهمیتی داده نشده و این کار را به افراد کم تجربه واگذار می‌کنند. اگر این کارگران در کار دقت کافی نداشته باشند و در زمان نامناسب از مقدار نامعین آب استفاده کنند، محصولات دچار مشکل و آسیب خواهد شد و کیفیت مطلوبی نخواهد داشت.

اطمینان از فواصل زمانی مناسب بین هر آبیاری و مقدار آب بسیار ضروریست و عوامل متعددی مانند محیط کشت، تابش، نوع گیاه، دوره رشد، تهویه و نیاز آبی گیاه در آن دخیل هستند.

دو روش مهم در تشخیص زمان آبیاری وجود دارد: (الف) استفاده از نمایه‌های گیاه، (ب) استفاده از نمایه‌های خاک. ساده‌ترین روش برای تعیین زمان آبیاری این است که برخی از خصوصیات بارز گیاه را در نظر گرفته و تغییرات آنرا در روزهای بعد از آبیاری تعقیب کنیم. نمایه‌های ظاهری مانند شادابی برگها و شاخه‌ها و رنگ برگها از جمله پارامترهایی می‌باشند که با تغییر شدید آنها در هنگام تشنگی گیاه می‌توان زمان آبیاری را تعیین کرد. معمولاً تشخیص زمان و مقدار هر آبیاری با در نظر گرفتن عوامل وابسته بسیار پیچیده است و با استفاده از نمایه‌های ظاهری گیاه این عمل از دقت کافی برخوردار نخواهد بود به طور مثال امکان دارد تغییر رنگ گیاه در اثر آفات گیاهی باشد نه کمبود آب. به دلیل وجود این مشکلات نمی‌توان مدیریت جامعی را برای آبیاری در مزرعه به کار برد. هدف از این تحقیق تعیین زمان و میزان هر آبیاری با توجه به آب مورد نیاز گیاه می‌باشد.

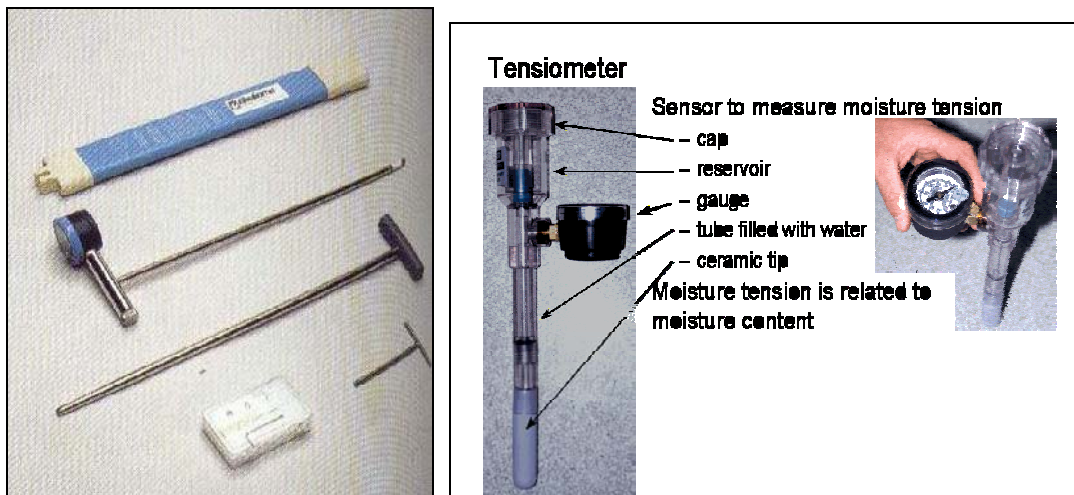
#### مواد و روش‌ها:

آب با نیروهای مختلف در خاک نگهداری می‌شود که برای خارج کردن و یا جابه‌جا کردن آن می‌بایست بر این نیروها فائق آییم. این نیروها به دلیل موقعیت ثقلی آب، چسبندگی آب به خاک و خصوصیات شیمیایی آب است که هر کدام پتانسیل مخصوص به خود را اعمال کرده و پتانسیل آب در خاک، که

معمولاً آنرا با حرف یونانی  $\rho$  نشان می‌دهند در واقع مجموع این پتانسیل‌ها است. در بحث آب و خاک معمولاً پتانسیل ارجح‌تر از رطوبت خاک است به عنوان مثال رشد گیاهان در خاکهای با بافت‌های مختلف متفاوت است حتی اگر این خاکها درصد رطوبت یکسان داشته باشند و می‌توان نتیجه گرفت که نگهداشت رطوبت در خاک و یا حرکت آن از یک نقطه به نقطه دیگر و جذب آب توسط گیاه نیز بر اساس پتانسیل آب است نه مقدار رطوبت. نکته مهم استفاده از پتانسیل این است که نیازی به تعیین بافت خاک نیست و نتایج ارائه شده در تمام خاکها صادق است. پتانسیل کل آب و خاک شامل پتانسیل ثقلی، پتانسیل فشاری، پتانسیل اسمزی و پتانسیل ماتریک است که با واحد بار (Bar) بیان می‌شود. هدف آبیاری تأمین شرایط رطوبتی مناسب یا به عبارت دیگر حفظ شرایط رطوبتی مطلوب در منطقه رشد است بطوریکه رشد گیاه دچار محدودیت نگردد. منطقه رشد و فعالیت ریشه اغلب گیاهان زراعی به بخش غیر اشباع نیمرخ خاک محدود می‌شود زیرا که ریشه اغلب گیاهان در شرایط خاک اشباع جابجایی تهویه محدود است رشد نمی‌کند. از این جهت می‌توان گفت رشد گیاه به مؤلفه پتانسیل فشاری ارتباطی ندارد اگر غلظت نمک در محیط کشت قابل اغماض باشد مؤلفه اسمزی پتانسیل آب خاک بر رشد گیاه و بر جذب آب توسط گیاه تأثیر کمی خواهد داشت بنابراین در محیط ریشه در خاک پتانسیل کل آب خاک برابر پتانسیل ماتریک می‌باشد.

پتانسیل ماتریک در اثر جذب مولکولهای آب و ذرات جامد خاک بوجود می‌آید و ریشه برای جذب آب در خاک باید بر این نیرو غلبه کند. هر قدر رطوبت آب در خاک کاهش یابد نیروی جاذبه آب و خاک افزایش می‌یابد و پتانسیل آب و خاک منفی‌تر خواهد شد و به طبع آن نیرویی که باید گیاه صرف کند تا آب را به داخل گیاه وارد نماید افزایش می‌یابد. در اکثر گیاهان بهترین زمان جذب گیاه حالتی است که پتانسیل آب و در خاک  $0/3$  بار است و در  $15$  بار گیاه قادر به جذب آب نخواهد بود. البته در گیاهان مختلف این اعداد متفاوت است. پس می‌توان نتیجه گرفت که زمان هر آبیاری بستگی به نوع گیاه و نیروی ماتریک آب خاک دارد.

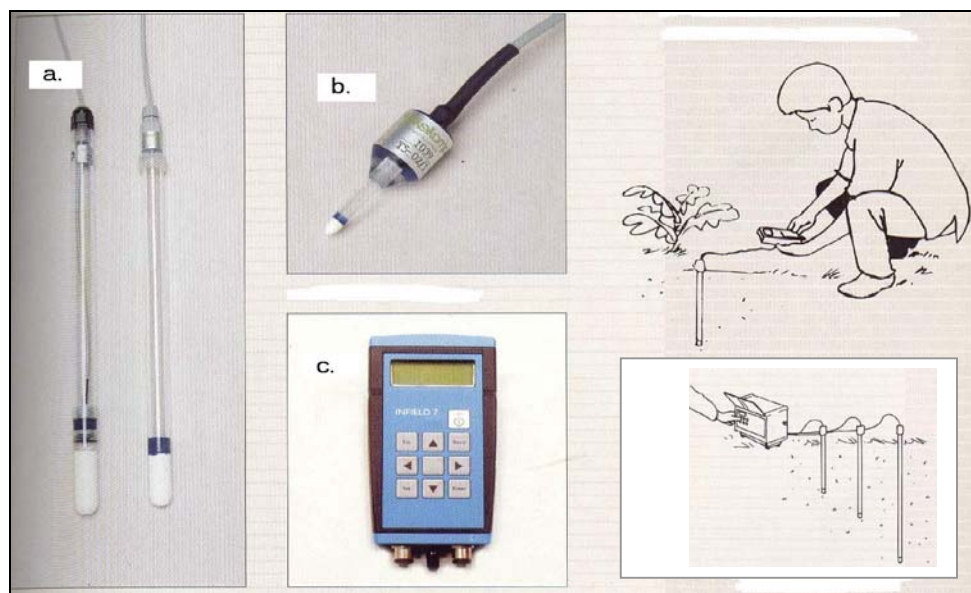
اندازه‌گیری پتانسیل ماتریک توسط تانسیموتر انجام می‌شود. تانسیموترهای موجود عبارتند از تانسیموتر جیوه‌ای، فلزی ثابت و متحرک، و الکترونیکی هر یک از تانسیموترها کاربرد خاص خود را خواهند داشت. تانسیموترهای جیوه‌ای به علت مشکلات اندازه‌گیری مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و بیشتر از تانسیموترهای فلزی استفاده می‌شود. تانسیموتر فلزی ثابت مطابق شکل (۱) شامل یک درپوش، خلاء سنج فلزی، یک لوله پلاستیکی شفاف که پر از آب است و در قسمت پایین لوله کلاهک سرامیکی نصب می‌شود. این نوع تانسیموتر در طول فصل کشت در یک نقطه ثابت نصب می‌شود. تانسیموتر فلزی متحرک که در شکل (۲) نشان داده شده است نسبت به تغییرات رطوبت و پتانسیل ماتریک حساس‌تر بوده و سریع عکس‌العمل نشان می‌دهد بنابراین می‌توان به صورت متحرک در نقاط مختلف مزرعه از آن استفاده نمود.



شکل (۱): تانسومتر فلزی ثابت

شکل (۲): تانسومتر

تانسیومتر الکترونیکی که کارایی بالایی در تعیین زمان آبیاری دارد، کارایی مشابه با تانسومترهای دیگر دارد با این تفاوت که به جای سنسور فلزی از سنسور الکترونیکی استفاده می‌گردد (شکل ۳).



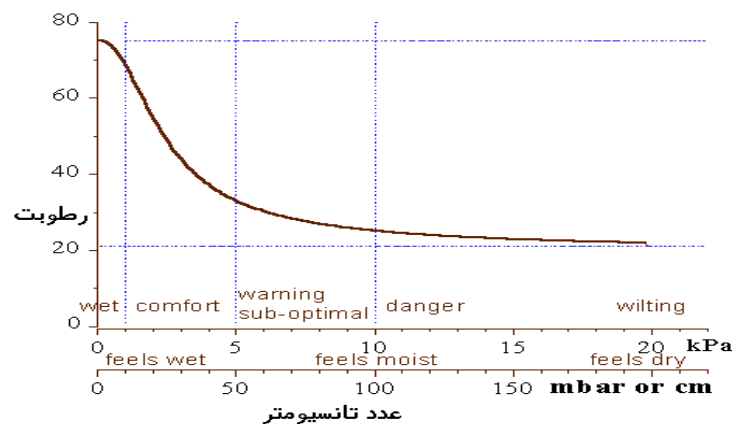
شکل (۳): تانسومتر الکترونیکی: a. سنسور مربوط به عمقهای مختلف، b. میکرو سنسور،

c. خلاء سنسور الکترونیکی

روش کار: این تحقیق در یک مزرعه بر روی گیاه چغندر انجام گرفت. سیستم آبیاری به صورت سطحی شیاری بود. سنسورها یا همان سرامیکهای تعیین مکش در محیط کشت در سه عمق مختلف توسعه ریشه نصب گردید. به این صورت که عمق ریشه به سه قسمت مساوی تقسیم‌بندی شده و در هر قسمت

یک سنسور قرار گرفت. فاصله سنسورها از هم ۲۰ متر در نظر گرفته شد. تمام سنسورها به یک خلاء سنج الکتریکی نصب گردید. داده‌های به دست آمده در هر لحظه به سیستم کنترل مرکزی که شامل یک کامپیوتر پردازشگر می‌باشد وارد می‌گردید. بر اساس داده‌های وارد شده به کامپیوتر زمان قطع و وصل آبیاری کنترل می‌شد. البته قبل از شروع کار برنامه‌ریزی دقیق بر اساس نوع گیاه و محیط رشد وارد کامپیوتر شده بود تا زمان نیاز آبیاری و یا عدم نیاز به آب از طریق سیستم مرکزی تشخیص داده شود که روش کار به صورت زیر بود.

اعداد تانسئومتر بر حسب بار بیان می‌گردد و هر قدر عدد تانسئومتر افزایش یابد نشان‌دهنده کاهش رطوبت در خاک و در نتیجه کاهش جذب آب از طریق گیاه می‌باشد (شکل ۴).



شکل (۴): منحنی بین رطوبت خاک و پتانسیل ماتریک-تانسیومتر

بنابراین اعدادی که توسط تانسئومتر قرائت می‌شود باید به دقت مورد تفسیر قرار گیرند. قرائت صفر یعنی خاک در وضعیت اشباع قرار دارد و یک یا دو روز بعد از آبیاری این حالت بر طرف می‌شود. ۰/۳ - ۰/۱ یعنی خاک در وضعیت ظرفیت مزرعه است و نیاز به آبیاری ندارد. در عدد ۰/۴ آبیاری می‌تواند شروع شود البته در خاکهای لوم شنی و بین ۰/۵ - ۰/۴ برای خاکهای سیلت لومی و ۰/۶ - ۰/۵ برای خاکهای رسی چون این تفاوتها برای هر نوع خاک و گیاه از نظر تحلیل مشکل است بطور کلی آبیاری زمانی آغاز می‌شود که عدد ۰/۶ نشان داده شود. آبیاری در این وضعیت حاکی از آن است که رطوبت خاک در حد آب سهل‌الوصول تأمین می‌شود. ۰/۷ شروع تنش آبی است ولی گیاه ممکن است صدمه ببیند. ۰/۸ در کمترین رطوبت خاک قرار دارد و گیاه صدمه می‌بیند. البته این اعداد برای گیاهان مختلف می‌تواند تغییر جزئی داشته باشد به طور مثال توت‌فرنگی گیاه حساسی می‌باشد و زمان شروع آبیاری در عدد ۰/۳ بار قرار دارد.

## بحث و نتایج:

در عمل نتایج نشان داد که سنسور تانسومتر در سه عمق توسعه ریشه باید نصب گردد و برای اغلب محصولات زمان مناسب آبیاری وقتی است که تانسومتر فوقانی  $0/5 - 0/3$  بار و تانسومتر میانی  $0/6 - 0/7$  و تحتانی شروع خشکی  $0/8$  بار را نشان دهد. پس سیستم مرکزی به این صورت برنامه‌ریزی شد که سیستم آبیاری به کلید قطع و وصل الکترونیکی مجهز گردید. بر اساس اعداد فرستاده شده از تانسومتر زمان دقیق شروع آبیاری به سیستم انتقال داده می‌شد و کلید وصل آب به کار می‌افتاد. در دوره حساس گیاه (میانی) باید  $0/1$  از اعداد ارائه شده کم شود تا گیاه آسیب نبیند. ولی در دوره برداشت (انتهایی) می‌توان با افزایش  $0/1$  به اعداد ارائه شده تنش جزئی به گیاه وارد کرد تا کیفیت محصول افزایش یابد. زمانی که تانسومتر میانی  $0/1$  بار یا تانسومتر تحتانی  $0/2$  بار را نشان می‌داد آبیاری قطع می‌گردید. با تفسیر اعداد تانسومتر در سه عمق مختلف ریشه، دقیقاً می‌توان میزان آب ورودی به عمق توسعه ریشه را بدست آورد.

در عمل آبیاری سطحی با تانسومتر می‌تواند اثرات مثبتی را در پی داشته باشد. هر زمان که گیاه واقعا نیاز به آب دارد آبیاری انجام می‌گیرد و تعداد آبیاری در یک فصل رشد ۳ تا ۴ مرتبه کاهش می‌یابد (نسبت به سنتی) که کاهش چشمگیر آب را در پی خواهد داشت و از شیوع آفات جلوگیری خواهد شد (چغندر قند). استفاده مداوم از تانسومتر در مزرعه و مقایسه نتایج باعث پیشرفت در آبیاری شده و به راحتی می‌توان با رفع ایرادات سالهای قبل محصولی با کیفیت و کمیت بالا برداشت نمود.

مقدار آب آبیاری، کیفیت و کمیت محصول در دو نوع آبیاری یکی به صورت کاملاً علمی بر اساس تانسومتر و دیگری بر اساس نمایه‌های گیاهی (تجربی) مورد بررسی قرار گرفت. این داده‌ها از لحاظ میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب با یکدیگر مقایسه شده‌اند. کارایی مصرف آب مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد آب مصرفی توسط گیاه می‌باشد که این پارامتر از اهمیت خاصی برخوردار است و میزان صحیح مصرف آب را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در جدول (۱) داده‌های به دست آمده از آبیاری به وسیله تانسومتر اختلاف قابل توجهی با آبیاری تجربی دارد.

جدول (۱): مقایسه نتایج آبیاری تجربی و آبیاری الکترونیکی توسط تانسومتر

	در طول آزمایش	
	آبیاری کنترل شده	آبیاری توسط تانسومتر
محصول (ton/ha)	۶۵	۸۵
آب مصرفی (gallons/ft <sup>2</sup> )	۲۴/۴	۱۷/۹
کارایی مصرف آب (%)	۳۳	۶۵
راندمان مصرف (%)	۶۴	۸۶

از لحاظ کیفیت، محصول مورد بررسی قرار گرفت که در این مورد نیز آبیاری از طریق تانسئومتر محصول با کیفیت‌تر از لحاظ خلوص و مشخصات ظاهری گیاه داشته است.

روش مورد نظر نتایج فراوانی را به دنبال داشته است: (الف) در این روش کنترل و مدیریت آبیاری دقیق‌تر در مزرعه انجام گرفت و نیاز به کارگر فراوان نبود. (ب) به راحتی می‌توان در تغییر برنامه کامپیوتری بر اساس تابش، فصل رویش و دوره رویش زمان وصل جریان آب را در جهت کارآیی بالاتر تغییر داد. (ج) گیاه و محیط کشت همیشه در یک حالت ایده‌آل قرار داشته و آفات و امراض کمتر دیده شد. (د) در این روش مشخصات محیطی از جمله دما و رطوبت را نیز می‌توان وارد برنامه کرد تا بر اساس مشخصات محیطی، برنامه زمانبندی آبیاری تغییر نماید. (ی) با وارد کردن کمی تنش آبی در برخی محصولات مشاهده شد که کیفیت آنها افزایش یافته است که با این روش اعمال تنش جزئی به گیاه به سادگی قابل برنامه‌ریزی بود. (و) معمولاً دوره آبیاری و مقدار هر آبیاری مساوی در نظر گرفته می‌شود ولی در این روش آبیاری زمانی انجام می‌گرفت که گیاه به آب نیاز داشت پس دوره‌های آبیاری معمولاً در مراحل مختلف متفاوت بودند. (ه) نکته مهم استفاده از پتانسیل این است که نیازی به تعیین بافت خاک نیست و نتایج ارائه شده در تمام خاکها صادق است. در این تحقیق از تانسئومترهای ثابت و متحرک در عمقهای مختلف ریشه نیز استفاده گردید و اعداد قرائت شده به صورت تانسئومتر الکترونیکی کنترل می‌شد.

#### منابع:

- ۱- بای بوردی، م (۱۳۸۰). اصول مهندسی آبیاری. روابط آب و خاک، دانشگاه تهران، ۲۷۰ ص.
- ۲- علیزاده، ا (۱۳۷۸). رابطه آب و خاک و گیاه. آستان قدس رضوی، ۳۵۳ ص.
- 3- Lieth, J., D. Burger, P. Kiehl, S. Tjosvold, G. Vogel. 1990. Reduce run-off from your potted crops by watering based on soil moisture. Grower Talks. September 1990, p.24-32.
- 4- Plaut, Z., N. Zieslin, and N. Levev. 1976. Effect of different soil moisture regimes and canopy wetting on 'Baccara' roses. Scientia Hort. 5: 277-285.
- 5- Tjosvold, S.A. and K.F. Schulbach. 1991. How to reduce water use and maximize yields in greenhouse roses. California Agriculture. May-June 1991, p. 31-32.

